



SAGINOV
TECHNICAL UNIVERSITY
1953

«АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВТЫҢ
ҒЫЛЫМИ-АКАДЕМИЯЛЫҚ МҰРАСЫ:
СЫН-ҚАТЕРЛЕР МЕН БОЛАШАҒЫ»
Ә.С. САҒЫНОВТЫҢ 110 ЖЫЛДЫҒЫНА
АРНАЛҒАН КОНФЕРЕНЦИЯ
ЖИНАҒЫ



УДК 62 (574)
ББК 3 (5Қаз)
А33

Бас редактор
**«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті»
КЕАҚ Басқарма Төрағасы – Ректор - Сагинтаева С. С.**

Редакциялық алқа:
Мехтиев А.Д., Нүсіпбеков Б.Р., Қанапиянов Т.Е., Амиров А.Ж.,
Қалықов А.Қ., Интыков Т.С., Исагулов А.З.,
Сулеев Б.Д., Сагинов А.В.

**«Академик Ә.С. Сағыновтың ғылыми-академиялық мұрасы:
сын-қатерлер мен болашағы»** Ә.С. Сағыновтың 110 жылдығына арналған
ғылыми-практикалық конференциясының жинағы / «Әбілқас Сағынов
атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ. – Қарағанды: ҚарТУ
баспасы, 2025.– 723 б.

ISBN 978-601-355-640-6

Жинақта «Академик Ә.С. Сағыновтың ғылыми-академиялық мұрасы:
сын-қатерлер мен болашағы» Ә.С. Сағыновтың 110 жылдығына арналған
ғылыми-практикалық конференцияға қатысушылардың баяндамалары
жарияланған. Баяндамаларда академик Ә.С. Сағыновтың инженерлік
ғылымды дамытуға арналған ғылыми мұрасы, сондай-ақ техника мен
өндіріс саласындағы өзекті мәселелер талданады. Конференция
материалдары қазіргі сын-қатерлерді айқындап, инженерлік білім мен
ғылыми зерттеулердің болашақ бағыттарын көрсетеді.

Жинақ материалдары ғалымдарға, сала мамандарына, оқытушыларға,
докторанттар мен магистранттарға, сондай-ақ жоғары оқу орындарының
студенттеріне арналған.

ӨОЖ 62 (574)
КБК (5Қаз)

ISBN 978-601-355-640-6

© Әбілқас Сағынов атындағы
Қарағанды техникалық университеті, 2025

ПЛЕНАРЛЫҚ ОТЫРЫС

АЛҒЫС СӨЗ

Бүгін біз еліміздің ғылымы мен жоғары білімінің дамуына өлшеусіз үлес қосқан көрнекті ғалым, академик, қоғам және мемлекет қайраткері Абылқас Сағыновтың 110 жылдығына арналған ғылыми-практикалық конференцияда бас қосып отырмыз. Бұл - бір ғана тұлғаның мерейтойы емес, тұтас қазақстандық инженерлік мектептің, отандық техникалық білім мен ғылымның мерекесі.

Абылқас Сағыновтың тағдыры мен ғалымдық жолы - еліміздің индустриялық қалыптасу тарихымен тікелей астасып жатыр. Ол Қарағанды өңірінің, жалпы Қазақстанның өндірістік әлеуетін көтеруге, инженер кадрларын даярлауға әрі ғылым мен өндірістің өзара байланысын нығайтуға ерекше еңбек сіңірді. Ұстаз, ғалым, басшы ретінде ол бірнеше буын инженерлер мен зерттеушілерге жол көрсетіп, ғылыми мәдениет пен жауапкершіліктің биік үлгісін қалдырды.

Оның еңбектеріндегі ғылымға адалдық, елге қызмет ету, жас ұрпақты қолдау қағидаттары бүгінгі мемлекеттік ғылыми-саясаттың мәнімен толық үндеседі.

Бүгінгі конференцияның мақсаты - ғылыми нәтижелерді ғана талқылау емес, Сағынов мектебінің дәстүрін жалғастыра отырып, жаңа буын жас ғалымдардың, магистранттар мен докторанттардың әлеуетін ашу, университеттер мен ғылыми ұйымдар, өндіріс және бизнес өкілдері арасындағы серіктестікті күшейту.

Министрлік атынан осы конференцияны ұйымдастырған жоғары оқу орнының басшылығы мен профессорлық-оқытушылық құрамына, ғылыми қауымдастықтың ардагерлеріне, ҚР және шетелдік жетекші университеттер мен зерттеу орталықтарынан келген қадірлі қонақтарға шынайы алғысымды білдіремін.

Сіздердің осы басқосу аясында жасайтын баяндамаларыңыз, пікірталастарыңыз бен ұсыныстарыңыз отандық ғылымның дамуына, инженерлік білімнің сапасын арттыруға, өндіріс пен ғылымның ықпалдастығын нығайтуға өз үлесін қосады деп сенемін.

Абылқас Сағыновтың 110 жылдығына арналған бұл конференция жаңа ғылыми бастамалардың, бірлескен жобалардың, жас зерттеушілер үшін тың серпін беретін алаңға айналсын. Әр баяндамашыға - сәттілік, тыңдаушыларға - жаңа ойлар мен шабыт, барлықтарыңызға береке-бірлік пен шығармашылық табыс тілеймін.

Конференцияның жұмысына жемісті еңбек, мазмұнды пікірталас, нақты нәтижелер тілеймін!

АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БІЛІМ МЕН ҒЫЛЫМ САЛАСЫН ДАМУДАҒЫ РОЛІ

*Тұлғалы, терең ойлы, ұшпа қабақ,
Әр ісі ой туғызар үлкен сабақ,
Ғасырдың мақтанышы, ұстаз ғалым
Құбылыс, таңдандырған жұртты гажап.*

Қай елдің болсын дамуы, өркениеттілігі, әлем елдері қатарынан орын алуы не озық тұруы оның ұлттық білім беру мен ғылым жүйесінің қалыптасуына, даму бағытына тікелей байланысты. Келер ұрпақ алдында зор жауапкершілік жүгін арқалап жүретін ұстаздар қауымы, олардың озық ұйымдастырушылары әр заманда болған. Солардың бірегейі - біздің дана ұстазымыз, Қарағанды политехникалық институтының ректоры, ҚР ҰҒА академигі, Социалистік Еңбек Ері Әбілқас Сағынұлы Сағынов болатын.

Ол 20-шы ғасырдың 40 жылдарынан 21-ші ғасырдың бірінші 10 жылдығы аралығында Қазақстандық білім мен ғылым саласын дамытуға, көмір өндірісінің негізін салып, өркендетуге зор үлес қосқан, біртуар ел азаматы болды.

Адамның жаратылыс-болмысы оның туып өскен топырағына байланысты деген қағиданы Әбекендей адамдардың өмірі толық айғақтайды. Ол жер жаннаты Сарыарқаның киелі Баянтау баурайында 1915 жылдың желтоқсан айында дүниеге келген. 1924 жылы Сағыновтар отбасы Сарыарқаның тағы да бір сұлу өлкесі Қарқаралыға көшеді. Бала кезінен сол аймақтардың табиғи сұлулығы мен тазалығын бойына сіңіріп өсті. Ол келешек биіктерге самғаудың тұғырлы бастамасы болғаны хақ. Осында бір сатылы мектепті тамамдап, 1928 жылдың күзінде педагогикалық техникумның төменгі дайындық бөліміне оқуға түседі. 1931-32 жылдары Қоңырат руднигінде карьермен бірінші рет танысып, Өспен руднигі шеберханасында моторист мамандығын игереді. 1932 жылы «Қарағандыкөмір» тресінің өндірістік-оқу комбинатына қарасты кен техникумына оқуға түседі. Келесі жылы «Қарағандыкөмір» тресінің арнайы шешімімен Днепропетровск тау-кен институтына жіберілген бес адамның қатарында Украинаға оқуға аттанады.

Днепропетровскі тау-кен институтын “Пайдалы қазбалар кенорындарын қазып өндіру” мамандығы бойынша 1939 жылы үздік дипломмен бітіріп шыққаннан кейінгі барлық тіршілігі мен іс әрекетін Қарағанды көмір ошағын, тау-кен ғылымын дамытуға, Қарағандыда бірінші рет техникалық кадрлар даярлайтын жоғары оқу орнын ұйымдастырып, соның негізінде Қазақстанның ғылымы мен білімін жоғарғы сатыға

көтеруге белсене ат салысты. Әбекең өзінің жетпіс жылдан асатын еңбек жолында сан қилы бастамалардың ұйытқысы бола білді.

Әбекең еңбек жолының басында өндірісті ұйымдастыру және кен қазу технологиясын жетілдіруге көп көңіл бөледі. Алғашқы еңбек жолын 1939 жылдың сәуірінен бөлім бастығы лауазымынан бастап жыл аяғына қарай №3- бис шақтысының бас инженері лауазымына дейін көтеріледі. А.С.Сағынов 1942 жылы тағайындалған шахта бастығы қызыметінен 1951 жылы трестің бас инженеріне дейінгі жұмыстарды абыроймен атқарып, кеншілердің құрметіне бөленді. Көмір өндірістерінде кездескен қиындық пен ізденістер Әбекеңе болашақ өмір бағдарламасын дұрыс таңдап, оның басты бағыттарын айқындап алуға көп септігін тигізді. Оның алға қойған мақсаттарының ішінде ғылымға деген құштарлығы ерекше болатын. Сол себептен де ол Қазақстан тау-кен ғылымын дамытуға бар болмысымен аянбай ат салысты. Бұл саладағы еңбектері үлкен нәтиже берді. Ол екі мәрте ғылым мен техника саласындағы Қазақ КСР Мемлекеттік сыйлығының иегері атанды.

Ұзақ мерзімді жүйелі жүргізген ғылыми зерттеулері негізінде Әбекеңнің жетекшілік етуімен 11 ғылым докторы және 50 ғылым кандидаты дайындалды. Сонымен, пайдалы қазбалар кен орындарындағы өндіру технологиясы мен кешенді механикаландыру проблемаларын түбегейлі зерттейтін аса қажетті ғылыми кадрлар дайындалып, тау-кен саласындағы қазақстандық ғылыми мектептің негізі қаланды. Әбілқас Сағынұлының 1970 жылы Қазақстан Ғылым академиясына академик болып сайланып, 1995 жылы Қазақстанның еңбек сіңірген ғылым мен техника қайраткері атағын алуы да осы ғылым сапасындағы ұзақ жылғы табанды еңбектерінің жемісі.

Академик А.С.Сағыновтың ғылыми зерттеулерінің қорытындысы 20 шақты монографиясында, сол сияқты толып жатқан брошюраларында, мақалаларында, оқулықтары мен оқу құралдарында, ғылыми баяндамаларында, өнертапқыштарында жинақталған.

Әбекеңнің ұйымдастырушылық қабілетінің жаңа қырынан жарқырай түсіп, атын бүкіл Одақ көлеміне әйгілі еткен оның жоғары оқу орнына басшылыққа келгеннен бастап атқарған тынымсыз қызметі мен ұлағатты істері. Шалғай өңірде құрылған жас оқу орнын қатарға қосуға теңдесі жоқ еңбек етті. Деңгейі әуел баста айтуға келмейтін институт 10-15 жылдың ішінде бұрынғы Одақ көлемінде алдыңғы қатардағы білім ордасына айналды. 1976 жылы инженер кадрларын дайындаумен ғылыми зерттеулеріндегі үздік табыстары үшін институт Қазақстан жоғары оқу орындары ішінде бірінші болып Еңбек Қызыл Ту орденімен марапатталды.

1980 жылы Ә.Сағынов басқарған Қарағандының политехникалық институты Бүкілодақтық жарыстың нәтижесінде Кеңес одағының 870 жоғары оқу орнының арасында Мәскеудің М.В.Ломоносов атындағы

мемлекеттік университетімен бірінші орынды бөлісті. Бұл орасан зор жетістік болатын.

Академик А.С.Сағынов жан-жақты ректорлық жұмысында оқытушы-педагог кадрларды дайындауға да ең басты көңіл бөлді. Педагогтар мен ғылыми қызметкерлердің творчестволық өсуіне қажетті барлық жағдайларды жасауға тырысты. Студент жатақханалары мен оқытушы ұстаздарға арналған үй-жай салуда ректордың басты назарында болды. Қаржы іздеп Мәскеудегі көмір және геология министрліктерінің, басқа да өнеркәсіп мекемелерінің есігін тоздырғаны әлі де біздің есімізде. Солардың жемісі ол кезде Қарағандының басқа бірде-бір жоғарғы оқу орындарында болмаған 5 жаңа оқу ғимараты, әрқайсысы 500 орындық үш 9 қабатты және жалпы сыйымдылығы 1200 орындық 4 қабатты үш жатақхана іске қосылған болатын. Сонымен қатар оқытушыларды үй-жаймен қамтамасыз ету мәселесінде Әбекеңнің басшылығымен ауқымды жобалар іске асты. Осы бағытта әрқайсысы 12 пәтерлік екі 3 қабатты, 70-80 пәтерлік үш 5 қабатты, 42 пәтерлік бір 9 қабатты арнайы арнап салдырған тұрғын үй-жайлар педагогтар мұқтажын толығымен қамтамасыз етті деуге болады. Осындай қай жағынан болсын күрделі тұрмыстық мәселені оңтайлы шешкеннен кейінгі, Әбекеңнің басына салмақ салған жағдай педагогтардың сапасын көтеру болды. Алғашқыда жас педагогтарды дайындау үшін Одақтың ірі қалаларындағы аспирантуралар пайдаланылды. Осы мақсатта Мәскеу, Ленинград, Киев, Алматы, Новосибирск, Свердлов қалаларына сол жерлердің оқу орындарын бітірген жастар іріктеліп қалдырылса, кейіннен Қарағанды политехникалық институтын бітірген мамандар да аспирантураға жіберіліп отырылды. 1960 жылы Қарағанды политехникалық институты жанынан тау-кен және металлург мамандықтары бойынша кандидаттық, (кейіннен докторлық) диссертация қорғайтын Кеңес ашылды. Әбекең ректорлық қызметін атқарып тұрған кезде осы Кеңесте 400-ден астам адам докторлық және кандидаттық диссертациясын қорғады.

Қарағанды политехникалық институтын 33 жылдай басқара жүріп, еліміздегі техникалық мамандар қатарын толықтыруға ерекше көңіл бөлді. Әбекеңнің көреген саясатының негізінде Қазақстанда өте беделді, жоғарғы деңгейдегі техникалық оқу ордасы ұйымдастырылды.

Жоғары білімді дамыту мен халық шаруашылығына қажет білікті мамандарды дайындауға қосқан үлесі үшін 1971 жылы академик Ә.Сағыновқа Социалистік Еңбек Ері атағы берілді, ол осындай атаққа ие болған Одақтағы жоғары оқу орындарының бес ректорының бірі еді.

Әбекеңнің осындай теңдессіз еңбегіне риза болған университет түлектерінің қаражатына 2012 жылғы 21 желтоқсанда Университетіміздің бас ғимараты алдындағы алаңда оқу ордасының негізін қалаушы ұлы тұлғаға ескерткіш орнатылса, ал 2022 жылғы 18 ақпанда ҚР Үкіметінің қаулысымен университетке Әбілқас Сағыновтың есімі берілді.

УРОКИ ЖИЗНИ УЧИТЕЛЯ

Абылкас Сагинович прожил яркую, блестящую жизнь. и это в значительной степени впечатляет, если вспомнить, в какие годы пришлось ему жить. Он родился в 1915 году в селе Баянаул, рано лишился отца. его семье, как и всем остальным, пришлось пережить трагические события тех суровых лет, например, коллективизацию и последовавший за ней голод начала 30-х годов. Но пытливого юношу, стремящегося к знаниям, судьба привела в Карагандинский горный техникум, откуда он в числе немногих был направлен в Днепропетровский горный институт.

Вся жизнь Абылкаса Сагиновича после окончания с отличием Днепропетровского горного института связана с шахтерской Карагандой. Поскольку его жизненный путь и блестящие результаты научно-педагогической и общественной деятельности общеизвестны, остановлюсь на своих личных впечатлениях от общения с этим неординарным человеком.

Мне посчастливилось быть рядом с Абылкасом Сагиновичем с 1974 года, когда после окончания целевой аспирантуры в Московском автомобильно-дорожном институте и защиты кандидатской диссертации я прибыл в родной политехнический институт. Осенью того же года я был назначен заместителем декана заочного факультета, а в феврале 1975 года по избран Ученым советом института деканом заочного факультета.

Его отличала простота в обращении, хотя сама по себе фигура Абылкаса Сагиновича впечатляла с первого взгляда. от него исходила особая аура, не позволявшая никому вести себя легкомысленно. На работе он был требователен, суров, но справедлив. в то же время ему было присуще отсутствие самолюбования, чувства собственной важности. В общении вне рабочего времени, за дастарханом, бывая на природе, он был с нами наравне, не «давил» своим авторитетом. исключительная скромность проявлялась в нем всегда и во всем.

Абылкас Сагинович был очень доброжелательным человеком. Как ректор вуза учил нас, деканов: любой человек, будь то студент или родитель, обратившийся к вам с просьбой, вопросом, проблемой, должен уйти удовлетворенным. даже если вы не решили эту проблему или просьбу положительно.

Абылкас Сагинович любил природу. много работая в институте и дома, он все же находил время выезжать на природу. и делал это с упоением! Он был охотником на дичь, не воспринимал рыбную ловлю. Мне неоднократно приходилось удивляться, каким надо быть заядлым охотником, чтобы по осени несколько часов простоять в холодной воде в ожидании пролета диких уток, до глубокой старости он сохранил зоркость глаз и умение метко стрелять.

Абылкаса Сагиновича отличала исключительная дисциплинированность. в связи с этим он также рассказывал нам о том, как однажды опоздал на 15–20 минут на встречу с первым секретарем обкома партии Х.М. Пазиковым в результате он не был принят сразу, а затем, уже в начальственном кабинете, получил устное замечание. Этот случай стал для него уроком на всю жизнь, пунктуальность вошла у него в привычку, и своим личным примером он учил этому своих молодых коллег.

Наш ректор проводил огромную созидательную работу по становлению политехнического института. Абылкас Сагинович воистину был великим строителем, так как хорошо понимал значение сильной материальной базы вуза и обеспеченности преподавателей и студентов жильем. В 1955 году, когда он только был назначен ректором Карагандинского горного института, единственный учебный корпус ютился в здании профтехучилища на Бульваре Мира, 22, мало приспособленном для проведения занятий, а ныне комплекс зданий КарГТУ занимает целый квартал. За годы ректорства Абылкаса Сагиновича количество общежитий достигло семи корпусов, причем два из них состояли из двух девятиэтажных блоков, так полностью была решена проблема студенческого жилья. Кроме того, за годы его ректорства многие преподаватели получили жилье из городского бюджета. В 1968 году было сдано пятиэтажное здание гостиничного типа для преподавателей, в 1975 году – жилой дом на 80 квартир, затем еще один девятиэтажный жилой дом. и все это рядом с институтом! Следует отметить и строительство на общественных началах летнего лагеря в Каркаралинске для проведения геодезических практик и отдыха студентов и преподавателей во время каникул и отпусков.

Необходимо отметить постоянную заботу Абылкаса Сагиновича о формировании сильного профессорско-преподавательского состава института, предпринимаемые им титанические усилия по приглашению кандидатов и докторов наук из других вузов, подготовку собственных научно-педагогических кадров через целевую аспирантуру крупных вузов Москвы, Ленинграда, Киева, Новосибирска, а затем и через диссертационные советы по ряду специальностей в самом «политехе». Все это преследовало одну цель – обеспечить высокое качество подготовки специалистов.

26 сентября 2025 года исполнилось 19 лет со дня ухода из жизни академика А.С. Сагинова. Все эти годы уроки Учителя были для меня путеводной звездой. Я счастлив тем, что принял самое активное участие в большой и кропотливой работе по сооружению памятника Учителю, который состоялся в торжественной обстановке 21 декабря 2012 года, подготовке и изданию энциклопедии «академик А.С. Сагинов», фильма и юбилейной медали, посвященной 100-летию со дня его рождения в 2015 году, подготовке и изданию двух книг воспоминаний, в 2008 и 2022 годах.

УЧИТЕЛЬ ЖИЗНИ

У каждого человека в жизни случаются счастливые встречи, которые в последствии определяют его жизнь. Таким судьбоносным событием для меня стало знакомство с патриархом инженерной науки Абылкасом Сагиновичем Сагиновым.

Окончив школу, я решил поступать в КарПТИ, специальность «Автомобильный транспорт» и тогда мой отец, привел меня в политех, показал корпуса вуза и познакомил с ректором вуза. Во время нашей беседы Абылкас Сагинович посоветовал мне подать документы на специальность металлургической отрасли «Литейное производство черных и цветных металлов». Ведь кому, как ни ректору политехнического института, было знать, какое направление будет наиболее востребовано в будущем.

Моя судьба, начиная от поступления в Карагандинский политехнический институт и до сегодняшних дней, неразрывно связана с этим выдающимся человеком.

Во время учебы в институте я старался быть достойным доверия Абылкаса Сагинова и поэтому со второго по пятый курсы был Ленинским стипендиатом.

А.С. Сагинов, живо интересуясь проблемами жизни студенческой молодежи, приглашал меня, в то время ответственного за идеологическую работу парткома нашего института, для бесед по становлению патриотической, нравственной, воспитательной работы среди студенчества, интеллектуально и профессионально подготовленных специалистов, готовых для работы после окончания вуза в любой сфере: промышленного производства, образования, науки или управления.

По инициативе Абылкаса Сагиновича и под его руководством мною были подготовлены экспонаты - действующие модели формовочных автоматов и машин для точного литья, которые были отмечены на Всесоюзной выставке ВДНХ СССР золотой, серебряной и бронзовой медалями. Эти и другие разработки позже позволили мне получить премию Ленинского комсомола Казахстана.

Я всегда был на виду у Абылкаса Сагиновича, он следил за моими успехами и лично рекомендовал меня в 1975 году в состав областной делегации от студенчества КарПТИ для поездки в г. Москву, на мероприятия посвященные 30-летию Победы в Великой отечественной войне, где я был сфотографирован у Знамени Победы. Этой чести удостаивались только лучшие студенты, для меня это было очень почетно.

С первых дней своей работы на посту ректора он всегда придавал большое значение подготовке научно-педагогических кадров института. Абылкас Сагинович всегда старался, чтобы выпускники Карагандинского

политехнического института продолжали образование в лучших высших учебных заведениях страны, чтобы после окончания аспирантуры и успешной защиты диссертаций они возвращались в родной политехнический на преподавательскую работу. У него был дар бескорыстно заботиться о молодых специалистах, направлять их энергию в нужное русло. Абылкас Сагинович умел создавать исключительно благоприятную атмосферу для творческого роста преподавателей и сотрудников института. Он все время помогал мне, наставлял. Он первым увидел во мне способности к наукам и направил в 1977 году после вуза учиться в целевую очную аспирантуру в Московский автомобилестроительный институт (МАСИ).

Благодаря его мудрой поддержке и чуткому руководству я стал доцентом, профессором, защитил докторскую диссертацию.

Несмотря на свою занятость, он был очень внимательным и по-отечески чутким ко всем. Его совет всегда был желанным и дорогого стоил.

Мне всегда хотелось подражать ему, брать пример с него, воспитывать в себе аналогичные качества. Уравновешенный, рассудительный, деловой, организованный, дальновидный, предусмотрительный, новатор и инициатор всего нового и прогрессивного, смелый, кристально честный человек.

В 1982 году, защитив досрочно кандидатскую диссертацию в Москве, я прибыл в Караганду и тогда Абылкас Сагинович назначил меня заместителем ответственного секретаря приемной комиссии КарПТИ. Ответственным секретарем тогда был Пивень Г.Г., под его руководством я отработал 4 года. В то время у КарПТИ были филиалы в Петропавловске, Джезказгане, Павлодаре, Балхаше, Целинограде и Кокчетаве. Я неоднократно выезжал в эти филиалы для участия в приеме экзаменов по математике (письменно и устно) и физике. Тогда набор составлял более 16 тысяч студентов.

Трудно найти на карте Казахстана и России место, где бы ни работали благодарные выпускники Сагинова А.С., которые вспоминают его интеллигентность, уважительное отношение к людям.

Кроме того, Абылкас Сагинович - талантливый популяризатор, публицист и ученый. Список его работ насчитывает более 500 монографий и научных статей, около 50 авторских свидетельств и патентов.

Академик АН КазССР, Герой Социалистического Труда, дважды Лауреат Государственной премии Казахской ССР в области науки и техники, профессор А.С. Сагинов, который 33 года бессменно руководил институтом, внес большой вклад в становление и развитие Карагандинского политехнического института. Звание Героя Социалистического Труда Абылкасу Сагиновичу было присвоено в 1971 году за большие заслуги в развитии высшего образования и подготовке квалифицированных специалистов. Сагинов А.С. один из четырех ректоров Советского Союза,

кто был удостоен этого высокого звания. В этот период институт занимал второе место среди всех вузов бывшего Союза и неоднократно удостоивался почетных наград за высокие показатели в учебно-педагогической и научно-исследовательской деятельности. В 1976 году КарПТИ был награжден орденом Трудового Красного Знамени СССР. Это была высшая правительственная награда. В тот же год Вуз был занесен в Золотую Книгу Почета КазССР. За годы руководства Сагинова А.С., Карагандинский политехнический институт дважды был занесен в Золотую Книгу Почета КазССР в 1976 и 1981 году.

В кадровом и научном обеспечении горно-добывающих предприятий региона трудно переоценить вклад ученых Карагандинского государственного технического университета. Свыше 120 тысяч инженеров подготовил университет, и они успешно работают в различных отраслях промышленности Республики Казахстан. Немало выпускников стали крупными административными и хозяйственными работниками, возглавляя объединения, шахты, заводы, университет фирмы и компании в Казахстане и странах СНГ.

Институтом всегда выполнялся большой объем научно-исследовательских работ. А.С. Сагинов постоянно уделял пристальное внимание развитию учебно-лабораторной и научно-исследовательской базы института. По его рекомендации и под непосредственным руководством успешно функционировали несколько отраслевых целевых и проблем лабораторий горного профиля для решения проблем промышленности.

Для подготовки научно-педагогических кадров высокой квалификации по инициативе Абылкаса Сагиновича были открыты и по настоящее время функционируют Ученые советы по защите докторских и кандидатских диссертаций по ряду специальностей: «Геотехнология», «Горные машины», «Геомеханические проявления горного давления и маркшейдерия», «Промышленная и пожарная безопасность», в которых в его бытность свыше 400 ученых защитили кандидатские и докторские диссертации.

Нет слов, чтобы выразить свою признательность моему Учителю жизни. Наверное, лучшим итогом многолетней деятельности Абылкаса Сагиновича стали безусловные успехи Карагандинского политехнического, который сегодня по праву считается одним из лучших университетов республики и на территории СНГ, где свое становление начинали крупные специалисты промышленности, политики и бизнеса нашей страны.

Последователи его великих дел воздают честь его заслугам, отдают дань памяти как организатору высшего технического образования и науки в Центральном Казахстане, участнику становления и развития Карагандинского угольного бассейна, города Караганды, воспитателя и наставника многочисленных учеников, внесшего неоценимый вклад в дело подготовки конкурентноспособных инженерных кадров.

**АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВТЫҢ
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ
БІЛІМІ МЕН ҒЫЛЫМЫН
ДАМУЫҒА ҚОСҚАН ҮЛЕСІ**

THE CONTRIBUTION OF ACADEMICIAN A.S. SAGINOV TO THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL EDUCATION IN KAZAKHSTAN

Abylkas Saginovich Saginov holds an exceptional place in the development of technical education and scientific research in Kazakhstan. His professional career, spanning more than five decades, unfolded during a transformative era of industrial expansion in Central Kazakhstan, when the country urgently needed a qualified corps of engineers capable of supporting mining, metallurgical, and construction industries. Saginov became one of the principal architects of Kazakhstan's engineering education system, combining scientific excellence, pedagogical innovation, and institutional leadership. His work established long-lasting standards for engineering training, scientific methodology, and university governance that continue to influence Kazakhstan's educational and industrial landscape.

The historical environment in which Saginov worked was characterized by intensive industrialization and the rapid growth of technologically complex sectors. These industries required not only practical skills but also a deep scientific understanding of production processes, safety management, resource extraction, and technological modernization. At that time, the infrastructure of technical education in Kazakhstan was underdeveloped: theoretical instruction lacked connection with industry, laboratory facilities were limited, and research activities were fragmented. Saginov understood that advancing national industry required a fundamentally new model of education—one that integrated academic knowledge with applied research and direct cooperation with enterprises. His strategic vision helped transform technical universities into full-fledged scientific and industrial partners.

A major component of Saginov's contribution lies in the creation and development of scientific schools in mining engineering, industrial safety, mine aerology, and mechanization of underground operations. He approached scientific research not as isolated academic activity but as an industry-oriented system requiring rigorous experimentation, long-term field observations, and problem-solving collaboration with enterprises. Under his guidance, scientific work gained methodological precision and practical relevance, leading to substantial contributions to the optimization of mining processes, improvement of ventilation, enhancement of gas control systems, and development of measures to prevent industrial accidents. His research findings were widely implemented in production environments and became the basis for technical standards used across Kazakhstan's mining sector. The scientific school he established trained numerous researchers who became leaders in academia and industry.

Saginov's contribution to engineering education was equally significant.

He advocated for modernizing traditional teaching approaches, emphasizing the need for analytical thinking, design skills, and project-based learning. Long before competency-based education became internationally recognized, Saginov promoted the idea that engineering training should combine theoretical foundations with practical problem-solving and research-oriented assignments. His influence contributed to the modernization of curricula, the introduction of updated course content, and the development of specialized laboratories for mining mechanics, geotechnology, automation, and industrial safety. These facilities provided students with hands-on experience and strengthened the research capacity of universities.

His pedagogical innovations reflected a deep understanding of the ethical and societal responsibilities of engineers. Saginov stressed the importance of safety culture, responsibility, and the societal impact of technological decisions. He encouraged the integration of real industrial cases into teaching and the development of interdisciplinary competencies. This approach shaped a generation of engineers capable of addressing complex technological challenges with both scientific rigor and practical insight.

Saginov's role as rector of Karaganda State Technical University was pivotal. Under his leadership, the university became one of the leading engineering institutions in Central Asia. His management strategy combined strategic planning, modernization of infrastructure, expansion of research laboratories, and investment in human capital. He strengthened academic programs and promoted international cooperation through academic exchanges, scientific conferences, and collaborative projects. These initiatives supported Kazakhstan's integration into the global academic community and aligned the university with international standards.

In the contemporary era of digitalization, automation, and global competition, the principles formulated by Abylka Saginovich Saginov remain highly relevant. His emphasis on the integration of education, science, and industry aligns with current global trends in engineering training and innovation. His focus on safety, modernization, and applied research continues to guide national policies aimed at preparing highly qualified specialists capable of contributing to Kazakhstan's industrial and technological development. As Kazakhstan transitions toward a knowledge-based and innovation-driven economy, Saginov's ideas continue to serve as a strong foundation for future progress and reaffirm his status as one of the most distinguished figures in the history of Kazakhstan's scientific and industrial advancement.

Список использованных источников:

1. Академик А.С. Сагинов: научное наследие и современная интерпретация. *Инженер Казахстана*. – 2022. – №3. – С. 10–16;
2. Кусаинов К.Ш. *Инженерное образование Казахстана в условиях модернизации: анализ и перспективы развития*. – Алматы: Қазақ университеті, 2018.

A.S. SAGINOV'S ROLE IN ADVANCING SCIENTIFIC RESEARCH
AND ENGINEERING EDUCATION IN KAZAKHSTAN

The history of engineering education and scientific development in Kazakhstan is closely associated with the name of academician Abylkas Saginov, whose life and professional activity became a symbol of devotion to science, education, and the industrial progress of the nation. Born in 1915, A.S. Saginov dedicated his entire life to the formation and strengthening of the scientific and educational potential of independent Kazakhstan. His contribution went far beyond the boundaries of one university or one scientific school – it encompassed the creation of a national model of technical education, the development of research institutions, and the training of highly qualified engineers and scientists who played a decisive role in the country's industrialization and modernization processes.

Abylkas Saginov began his professional path at a time when Kazakhstan was actively developing its mining and metallurgical industries, facing an acute need for skilled technical specialists. His early involvement in engineering and teaching demonstrated not only deep knowledge of the field but also an extraordinary strategic vision of how education and science could become the driving forces of economic and social progress. Understanding the importance of integrating science with industrial practice, Saginov actively supported the establishment of new educational laboratories, research centers, and experimental facilities that allowed students to gain practical experience alongside theoretical training. His approach combined academic rigor with practical orientation, which became one of the key foundations of the engineering education model in Kazakhstan.

Under his leadership, Karaganda Polytechnic Institute, later transformed into Karaganda Technical University, became one of the leading technical universities in the Soviet Union and then in independent Kazakhstan. A.S. Saginov managed to turn a regional educational institution into a powerful scientific and methodological center that produced thousands of engineers for the mining, energy, construction, and transport sectors. His reforms in the curriculum, pedagogical methods, and scientific organization created a new standard of technical education, where theoretical excellence was inseparable from research and innovation. He was one of the first to promote the integration of academic research into production processes, fostering collaboration between university scientists and industrial enterprises, which led to numerous technological improvements and patents in various sectors.

Saginov also paid great attention to human capital – the development of

young scientists, teachers, and students. He believed that the success of science and education depended on the continuity of generations and the creation of an intellectual environment that encouraged creativity, responsibility, and moral values. Under his mentorship, dozens of candidates and doctors of sciences defended their theses, forming new scientific directions and continuing his legacy. His personal qualities – discipline, modesty, and an unwavering commitment to his work – became an example for all who had the honor to study or work with him. He was convinced that an engineer must not only master technology but also understand his responsibility to society and nature, which reflected his holistic vision of the mission of technical education.

In the broader historical and social context, the activity of A.S. Saginov represents a unique example of how one person can influence the scientific and educational system of an entire country. His ideas on the relationship between science and practice, his emphasis on interdisciplinary research, and his advocacy for the continuous professional development of engineers remain highly relevant in the 21st century. As Kazakhstan continues its transition toward digitalization, sustainable industry, and green technologies, the methodological foundations laid by Saginov continue to guide researchers and educators in forming a new generation of specialists capable of meeting modern challenges.

The 110th anniversary of A.S. Saginov's birth is not only an occasion to honor a remarkable academician and public figure but also to rethink his scientific and educational heritage in light of current priorities. His principles of integrating science, production, and education, as well as his emphasis on patriotism and responsibility, remain key values of Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov. Today, the university continues to develop in accordance with his vision, implementing projects aimed at sustainable industrial growth, digital transformation, and international collaboration in engineering research. His name symbolizes a bridge between generations of scientists and engineers, linking the historical traditions of Kazakh technical education with the innovative future of the country.

In conclusion, Abylkas Saginov's role in advancing scientific research and engineering education in Kazakhstan cannot be overstated. His scientific achievements, leadership in higher education, and devotion to the development of national industry shaped the identity of Kazakhstan's engineering community and contributed to the country's technological progress. Through his tireless efforts, he created not only a university but a whole school of thought that continues to inspire researchers and educators. His legacy stands as a lasting testament to the power of science and education to transform society and drive national prosperity.

Список использованных источников:

1. Официальный сайт Карагандинского технического университета им. А.Сагинова.: <https://www.kstu.kz/aby-lkas-saginovich-saginov/>.
2. Сагинов Абылкас Сагинович — Справочник государственных наград и биографий. — https://warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=20597.

CONTINUITY OF ACADEMICIAN A. SAGINOV'S IDEAS IN THE
DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ENGINEERING EDUCATION IN
KAZAKHSTAN

The development of engineering education is one of the key directions of sustainable scientific, technological, and socio-economic progress in modern Kazakhstan. In the context of digital transformation, the active implementation of artificial intelligence technologies, the Internet of Things, and the automation of production processes, higher education institutions face the challenge of training a new generation of specialists – research engineers capable of innovative thinking, project-based activity, and comprehensive problem-solving.

Globally, engineering education serves as the backbone of industrial and technological advancement, providing solutions to pressing challenges in energy, infrastructure, and digital transformation. In Kazakhstan, it plays a strategic role in diversifying the national economy, developing high-tech industries, and preparing human capital for the Fourth Industrial Revolution. The quality of technical education directly influences the country's competitiveness, innovation potential and integration into the global scientific community. Therefore, continuous modernization of engineering programs and alignment with international standards are of paramount importance for national progress.

In this regard, special attention should be given to the pedagogical and scientific legacy of Academician Abylkas Saginov – an outstanding scientist, organizer of technical education, and founder of the Karaganda School of Engineering. His vision of engineering education was characterized by systematic and strategic thinking: he viewed the university not merely as a center for knowledge transfer, but as an active participant in scientific and industrial progress, integrating education, science, and practice.

The advancement of engineering education is a fundamental factor in ensuring the sustainable scientific and technical progress of the country. Under the conditions of digitalization and the integration of artificial intelligence and IoT technologies, innovative forms of learning that combine fundamental knowledge with practice-oriented competencies are becoming increasingly important [5]. Academician Abylkas Saginov, who laid the foundations of the Kazakhstani engineering school, considered education a strategic resource of the state, while viewing the training of specialists as a continuous process of personal, scientific, and industrial development [1]. His ideas remain highly relevant in the modern era of innovation.

As an experienced educator, A. Saginov emphasized the necessity of close interaction between theoretical knowledge and industrial practice, believing that an engineer must think not only as a researcher but also as a creator [2]. He

regarded engineering education as a means of nurturing a personality capable not merely of using technology but of creating new ones. His principles of humanizing engineering education, comprehensive training, and interdisciplinary integration formed the basis of modern educational standards for technical universities [1].

Today, engineering education is developing toward digitalization, project-based learning, and interdisciplinary integration [5]. These trends largely echo the ideas of Academician Saginov, who, as early as the mid-20th century, stressed the importance of “teaching an engineer to think broadly, scientifically, and creatively” [2].

It should be noted that universities in Kazakhstan are now actively introducing such tools as digital laboratories, online platforms, production process simulators, and VR/AR technologies, which provide a new level of practical training and foster systemic engineering thinking among students. Moreover, project-based and research activities play an important role, allowing the implementation of the principle “to learn by creating.” This model directly continues the pedagogical philosophy of A. Saginov in which the practical significance of knowledge determines its true value.

Furthermore, the ideas of the academician are being implemented through a system of dual education, where theory and practice are combined within a single educational space [5]. This corresponds to his conviction that “an engineer must know not only the drawing but also the workshop, not only the formula but also the process” [2].

Thus, under modern conditions, his pedagogical views acquire new meaning. The concept of integrating science, education, and production is being transformed into the model of an innovative university, where startups, technology parks, and research centers are created. The Abylkas Saginov Karaganda Technical University continues the traditions of its founder, actively developing areas such as artificial intelligence, engineering design, and smart technologies.

The continuity of Academician Saginov’s ideas, grounded in the unity of science, education, and production, seamlessly connects tradition and innovation, guiding the modernization of Kazakhstan’s technical universities through project-based learning, dual education, and the integration of AI-driven technologies, while preserving the intellectual heritage of the national engineering school and providing a strategic framework for its innovative future.

References:

1. Saginov, A.S. *Science and Education in the Service of Society*. – Karaganda: KarGTU, 1995.
2. Abylkas Saginov: *Scientist, Teacher, Human Being*. – Karaganda: KarGTU Press, 2015.
3. *Karaganda Technical University Named after Academician A.S. Saginov: History and Achievements*. – Karaganda, 2022.
4. Bekturov, B.T. *Development of Engineering Education in Kazakhstan: Challenges and Prospects*. – Almaty: Kazakh University, 2021.

UDC 378.4(574) 62(092)

Karimova A.N.
(Karaganda, KarTU named after A.S. Saginov)
Sagatbekova D.E.
(Karaganda, KarTU named after A.S.Saginov)
Karimova Z.N.
(Karaganda, KarNRU named after academician Ye.A.Buketov)

A.S.SAGINOV - LEADER OF NATIONAL TECHNICAL SCIENCE AND EDUCATION

The development of Kazakhstan's system of technical education and engineering science began to accelerate from the mid-20th century. One of the prominent figures in this process was academician Abilqas Saginuly Saginov – an eminent scientist, educator, and organizer who made a significant contribution to the advancement of technical science and higher education. His work was aimed at strengthening the scientific and engineering potential of the country and training national specialists. This article analyzes Saginov's life path, his scientific and administrative activities, his contribution to technical education and science, as well as the legacy and relevance of his work in the context of modern Kazakhstan [3], [4].

Abilqas Saginov was born on December 27, 1915, in the village of Bayanaul, Pavlodar Region. He began his working career as a motorist at an industrial enterprise. Later, he graduated from the Karaganda Mining Technical School, after which he received an engineering degree from the Dnipropetrovsk Mining Institute [3].

He began his professional career as an engineer in the mines, holding positions such as site manager, chief engineer, and mine director.

In 1951, he defended his Candidate of Sciences (PhD equivalent) degree. Later, in 1967, he obtained the Doctor of Technical Sciences degree. He was awarded the academic title of Professor in 1958, and in 1970 was elected an academician of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR [4].

Under Saginov's guidance, the university expanded its technical equipment, established laboratories, and developed its infrastructure. He also paid particular attention to supporting students and young researchers, and to the formation of scientific schools.

In 2022, the university was named after Saginov – a recognition of his outstanding contribution to the development of technical education [5].

Saginov's research focused mainly on mining engineering, coal seam development, mine technologies, and construction engineering. For example, his work «Improving the Technology of Mining Thick Gently Dipping Coal Seams» was published in 1981 [2]. Another significant work is his monograph «Problems of Developing Coal Seams in the Karaganda Basin» [1].

He supervised the training of a large number of scientists – according to sources, he mentored 11 Doctors and more than 50 Candidates of Technical Sciences [3].

The scientific school established under his leadership has continued to play an important role in Kazakhstan’s mining science, and his ideas and methodologies are still applied today.

Saginov participated in state programs in the field of science and technology and was actively involved in the work of scientific organizations and councils. He also served as a deputy – being elected multiple times to the Councils of People’s Deputies.

He took an active part in public life and was involved in the activities of scientific societies and organizations.

Saginov paid particular attention to the systematic development of engineering education in Kazakhstan. As rector, he prioritized the establishment of engineering faculties, the modernization of curricula, and the strengthening of practical training.

Thanks to his efforts, the infrastructure of technical education in the Karaganda region was strengthened, and a high-quality system of training specialists was formed.

One of Saginov’s key principles was the integration of science and production. He sought to align research activities with the needs of industrial development. The practical application of research and the introduction of technological innovations were distinguishing features of his scientific work.

Academician Abilqas Saginov was a figure who made an immense contribution to the development of technical science and higher education in Kazakhstan. He established a system for training engineering personnel, founded a scientific school, promoted the unity of science and production, and received national recognition.

Most importantly, his ideas and methods remain relevant today: in the context of Kazakhstan’s technical and industrial development, scientific research and innovation continue to play a key role. For young scientists and engineers, Saginov’s legacy serves as a source of inspiration and a model to follow.

List of References

1. Сағынов, Ә. С. Проблемы разработки угольных пластов Карагандинского бассейна. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 240 б.
2. Сағынов, Ә. С. Совершенствование технологии выемки мощных пологих угольных пластов. – Алма-Ата: Наука, 1985. – 310 б.
3. Әбілқас Сағынұлы Сағынов: өмірі мен қызметі. – Қарағанды: ҚарMTY баспасы, 2015. – 156 б.
4. Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы. Академиктер анықтамалығы. – Алматы: ҚР ҰҒА, 2020. – 412 б.
5. Қарағанды техникалық университеті. Ресми сайт. – Қолжетімді: <https://www.kstu.kz>

COMPASS OF PROGRESS: A.S. SAGINOV'S STRATEGIC GUIDELINES FOR KAZAKHSTAN'S ENGINEERING ELITE - FROM HISTORICAL HERITAGE TO MODERN REALITIES

The historical paradox of post-war Kazakhstan was the region's intensive industrial development coupled with an acute shortage of qualified engineering personnel. Archival documents from 1953-1955 show that only 23% of engineering and technical workers at enterprises under construction in Central Kazakhstan had higher education. It was this systemic challenge that determined the unique educational model created by Academician A.S. Saginov at the Karaganda Polytechnic Institute.

Saginov's principle of 'advanced education' was implemented through non-trivial solutions. Five years before the launch of the Karaganda Metallurgical Plant, KarPTU already had training stands that simulated the technological processes of the future enterprise. A unique 4-metre model of a blast furnace, created according to Gipromez's drawings, allowed students to practise operations that would only be performed several years later. Archival photos from 1962 captured a unique fact: a group of graduates from the metallurgical faculty came to the plant with ready-made solutions to 17 technological problems, which reduced the launch time of the first phase of the enterprise by three months.

Saginov implemented the phenomenon of the 'triune educational space' by creating duplicate departments. The metallurgical plant had a branch department of rolling production, where technological seminars were held directly in the workshops. The minutes of the KarPTI Academic Council meetings for 1964 contain unique data: 68% of the institute's professors simultaneously led research groups in production, and 42 engineers from the plant conducted regular classes for students. This symbiosis gave rise to a unique format of 'technological internships' - students were included in the start-up teams of new facilities, which gave them unprecedented practical experience.

In the 2020s, Saginov's principles took on a new meaning. The Engineering Hub, created on the basis of KarGTU, fully reproduces the model of advanced training. According to the 2022 report of the Ministry of Industry of the Republic of Kazakhstan, 89% of graduates who have completed training under adapted programmes are successfully employed at QazIndustry enterprises.

The modern digital twin of a blast furnace, developed in 2021, became a logical continuation of Saginov's models. According to the Kazakhstan Institute

for Industry Development, the introduction of VR simulators based on the historical achievements of KarPTi has reduced the adaptation period for young specialists in production by 40%.

The principle of interdisciplinarity is embodied today in the creation of educational clusters. Since 2021, KarGTU has been running the 'Engineer-Innovator' programme, where students study technical disciplines and the basics of technological entrepreneurship in parallel. According to the Statistics Committee of the Republic of Kazakhstan, 67% of graduates of this programme create their own technology start-ups.

In 2023, a research group led by Professor A.K. Tanybaev developed the SaginovHub digital platform, which combines educational modules with real production tasks at QazSteel enterprises. The platform has already shown impressive results: the efficiency of solving technological problems has increased by 35%, and the time required to implement innovations has been reduced by 27%.

According to data from the Ministry of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan, enterprises that have implemented the principles of the Saginov model show a 23% higher level of innovation activity. The growth in the metallurgical industry is particularly impressive, with a 41% increase in the number of patent applications from employees who have undergone training under adapted programmes.

In 2023, Saginov's experience was included in the UNESCO case book as an example of the successful integration of historical educational models into the modern digital age. Experts particularly noted the continuity of approaches - from physical models in the 1960s to digital twins in the 2020s.

Saginov's legacy lives on in modern educational trajectories. The system he created demonstrates remarkable adaptability, from the blast furnaces of the 1960s to the artificial intelligence of the 2020s. The uniqueness of Saginov's compass has been confirmed by time: 85% of KarPTU graduates from the 1960s and 1970s became technological innovators, and modern followers of their approach ensure Kazakhstan's leading position in the Central Asian technological space.

The work was carried out within the walls of the university.

References

1. Saginov, A. S. A systematic approach to engineering education // Collection of works by KarPTI. — Karaganda, 1975. — pp. 24–38.
2. Karaganda State Technical University. Monitoring the effectiveness of KarSTU graduates: reports for 2018–2023. — Karaganda, 2023.
3. Digital transformation of engineering education in the Republic of Kazakhstan: analytical review. — Nur-Sultan: NAO 'Information and Analytical Centre', 2022. — 64 p.
4. UNESCO. International experience in adapting historical educational models. — Paris: UNESCO Publishing, 2021. — 102 p.

UDC 378(574) (092)

Sagatbekova M.K. (Karaganda, KarTU named after A.S. Saginov)
Mukhametzhanova B.O. (Astana, ENU named after L.N. Gumilyov)
Seypisheva E.K. (Karaganda, KarTU named after A.S. Saginov)

LIFE IS VALUED FOR ITS CONTENT

A. S. Saginov was born on December 27, 1915, in the village of Bayanaul, Pavlodar Region.

After graduating with honors from the Dnipropetrovsk Mining Institute in 1939, he returned to Karaganda and worked in the coal basin mines until 1951. During these years, he also began his scientific work related to improving the efficiency of coal seam development in the Karaganda basin. He came to science with extensive experience in engineering work as a site manager, chief engineer, and mine director. His scientific works were not far-fetched or theoretical; they merely summarized the results of many years of research and were necessary for miners. Saginov A. S. was a leading mining expert who gained international recognition thanks to the school he created on mineral resource development issues. He organized Kazakhstan's first Research Coal Institute and Institute for Comprehensive Subsurface Development. [1]

Abylkas Saginovich was an unrivalled organiser of higher education. In 1955, A. S. Saginov was appointed rector (then director) of the newly organised Karaganda Mining Institute, the second technical university in the republic. This appointment marked the beginning of the most remarkable period of his career as a scientist and educator. The institute is associated with the most fruitful pages of A. S. Saginov's life, his major achievements in science and education, and his multifaceted social activities. [2]

Along with organizing the educational process at a high level, A. S. Saginov paid no less attention to creating the material base of the institute. It is safe to say that the research, laboratory, experimental design services, educational buildings, and dormitories of the Karaganda Polytechnic Institute were among the best not only in Kazakhstan. Thanks to the efforts of the rector and the entire staff, KarPTU became one of the leading universities in the USSR and the largest multidisciplinary polytechnic institute in the republic, graduating tens of thousands of specialists. In 1976, the institute was deservedly awarded the Order of the Red Banner of Labor.

Thanks to A. S. Saginov, a system for training engineering personnel was developed in Central Kazakhstan. Possessing the talent of a scientist and teacher, he managed to nurture a whole galaxy of followers, with whom he generously shared his experience and knowledge. His students continue his work with dignity. The thirty-five years of Abylkas Saginov's leadership were years of prosperity for the Karaganda Polytechnic Institute. Graduates of KarPTI-KarGTU are in demand not only in Kazakhstan but also beyond its borders. The fame of

Karaganda Polytechnic University is inextricably linked to the name of its founder, and his good name is immortalized in the deeds of his students. [3]

Everyone who interacted with him was always impressed by his encyclopedic knowledge, his persistence in achieving his goals, and his ability to create a team of like-minded people. In 1967, A. S. Saginov defended his doctoral dissertation at the Moscow Mining Institute. In 1962, he was elected a corresponding member, and in 1970, a full member of the Academy of Sciences. Abylkas Saginovich summarized his research in 20 monographs, numerous textbooks and books, articles, reports, and inventions. Under his guidance, 11 doctoral and more than 50 candidate dissertations were defended.

Abylkas Saginovich earned well-deserved honor and respect not only from his fellow countrymen and colleagues, but also in broad scientific and public circles. The people of Karaganda have always been proud of their illustrious fellow countryman and valued his invaluable contribution to the development of Kazakhstan's economy and science. [1]

On June 30, 1993, Abylkas Saginovich Saginov was awarded the title of «Honorary Citizen of Karaganda».

Abylkas Saginovich Saginov died in 2006 at the age of 91.

Abylkas Saginovich Saginov is a worthy example of service to the country and its people. To allow readers to see this for themselves, the staff of the local history literature department offer you a recommended reading list dedicated to this brilliant scientist, the first academician of mining.

Literature:

1. Сагинов А.С. *О пройденном пути. Воспоминания.* - Алматы: Гылым, 1996. - 320 с.
2. Сагинов А. С. *О пройденном пути.* - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2005. - 270 с.
3. Сагинов А. *Проблемы разработки угольных пластов Карагандинского бассейна.* – Алма-Ата: Наука, 1976. – 330 с.
4. Сагинов А. С. *Совершенствование технологии выемки мощных пологих пластов: монография.* – Алма-Ата: Казахстан, 1981. – 223 с.

НАСЛЕДИЕ, ОПРЕДЕЛИВШЕЕ ЭПОХУ: АБЫЛКАС САГИНОВ И
ТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА КАЗАХСТАНА

Абылкас Сагинович Сагинов – выдающийся казахстанский горный инженер, учёный и организатор высшего технического образования, чья деятельность сформировала профиль подготовки кадров для угольной и горно-металлургической отраслей Казахстана.

А. Сагинов прошёл путь от моториста на руднике до доктора технических наук и академика АН КазССР, более трех десятилетий возглавляя Карагандинский политехнический институт и превращая его в центр прикладной горной науки.

Научный вклад Сагинова связан с развитием методов проектирования и оптимизации технологических схем угледобычи. Под его руководством были разработаны методы анализа технологических схем шахт, формализованные подходы к оценке технико-экономических показателей и практические рекомендации для разработки мощных угольных пластов – результаты, которые нашли отражение в монографиях и учебных пособиях 1970–1980-х годов. Эти работы стали базой для обучения инженеров и для внедрения технологических решений на шахтах Карагандинского бассейна.

Как педагог и администратор, А.С. Сагинов последовательно строил связь между наукой, образованием и промышленностью: при нём в институте были созданы профильные лаборатории, научно-производственные связи с шахтами и программы практико-ориентированного обучения. Такая интеграция позволила готовить специалистов, способных оперативно внедрять научно обоснованные улучшения в производстве, что особенно важно для ресурсно-интенсивных регионов. За заслуги в развитии высшего технического образования он был удостоен государственных наград и почётных званий. Имя А. Сагинова носит Карагандинский технический университет.

А.С. Сагинов был крупным ученым в области горного дела. В 1974 году он и возглавляемый им коллектив были удостоены Государственной премии Казахской ССР за работу «Разработка теории и создание гидравлической машины ударного действия для горных и строительных полей». Его вклад в науку и промышленность был отмечен высокими государственными наградами, включая звание Героя Социалистического Труда и звание «Почетный гражданин Караганды»

Сагинов был убежденным сторонником тесной связи вуза с производством. Эта идея воплощается сегодня в стратегических партнерствах Карагандинского технического университета (КарТУ) с крупнейшими промышленными предприятиями страны, такими как

«Казахмыс», «АрселорМиттал Темиртау» и «Казатомпром». Современные программы дуального обучения, инженерные стажировки и совместные R&D проекты – это прямое развитие его курса на подготовку не просто выпускников, а готовых специалистов для реального сектора экономики.

Созданные А. Сагиновым научные школы в области горного дела, металлургии и машиностроения остаются интеллектуальным ядром университета. Сегодня их потенциал направлен на решение актуальных задач: цифровизация горных работ, разработка экологически чистых технологий в металлургии и создание новых материалов.

Вклад А.С. Сагинова имеет и институциональное измерение: монографии и учебные пособия, разработанные им и его коллективом, долго служили учебной базой для горной подготовки и оставили методологический след в отечественной горной науке. Его научные подходы к оптимизации технологических схем и прогнозированию технико-экономических показателей продолжают использоваться в исследованиях и практиках управления горным производством. Таким образом, наследие Абылкаса Сагинова – это сочетание научных достижений, качественного инженерного образования и прочных связей в системе «вуз — наука — производство», что обеспечило устойчивое развитие технической мысли и кадрового потенциала Казахстана во второй половине XX века.

Наследие А. Сагинова – это действующая модель, доказавшая свою эффективность. Его принципы – интеграция образования, науки и производства, ставка на сильные научные школы и поддержку молодежи – являются надежным фундаментом для технологического суверенитета Казахстана в XXI веке.

Список литературы:

1. Сагинов А. С. *О пройденном пути: (Записки ректора)*. — Караганда: Гласир, 2017. — 235 с. Карагандинский государственный технический университет. История и современность (50-летию Караганд. гос. техн. ун-та посвящ.) / Под общ. ред. А.М. Газалиева. — Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018. — 340 с.
2. Кенжебаева С. А., Исабек Т. К. Роль академика Абылкаса Сагинова в становлении и развитии высшего технического образования в Казахстане // *Вестник Карагандинского университета. Серия «История. Философия»*. — 2020. — № 2(98). — С. 132–139.
3. Абжанов С. К., Карибжанов Е. К. Научно-педагогическая школа академика А.С. Сагинова: традиции и инновации // *Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современном мире: вызовы и перспективы»*. — Нур-Султан: 2019. — С. 45–51.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ И НАУЧНЫЙ ВКЛАД
А.С. САГИНОВА В СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА

Академик Абылкас Сагинович Сагинов (1915-2006) занимает особое место в истории развития технического образования и горной науки Казахстана. Его деятельность была тесно связана с формированием инженерной школы Центрального Казахстана, совершенствованием технологий угледобычи и укреплением научно-образовательного потенциала страны. Благодаря его управленческому научному и педагогическому труду была создана фундаментальная основа для подготовки квалифицированных специалистов для промышленного комплекса республики.

С 1955 по 1987 гг. А.С. Сагинов возглавлял Карагандинский политехнический институт (ныне Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова). В период его руководства институт превратился в один из ведущих образовательных центров СССР по подготовке инженерных кадров для угольной промышленности. При его непосредственном участии были созданы новые факультеты, кафедры и научно-исследовательские лаборатории. Особое внимание уделялось развитию материально-технической базы, включая строительство учебных корпусов, лабораторий горного профиля, общежитий и спортивных объектов. Это обеспечило качественную подготовку студентов и создание условий для научной работы.

Научные исследования А.С. Сагинова были сосредоточены в области подземной разработки угольных месторождений, проблем устойчивости горных пород, повышения эффективности и безопасности горных работ. Он стал автором научной школы, исследовавшей механические свойства угольных пластов и методы их рациональной отработки в условиях Карагандинского угольного бассейна. Под его руководством разрабатывались методы вентиляции, предотвращения выбросов и внезапных обрушений, оптимизация расположения шахтных выработок. Работы А.С. Сагинова отличались высокой практической значимостью и внедрялись в промышленность, что способствовало снижению аварийности и повышению производительности труда шахтеров.

Особую значимость имела деятельность А.С. Сагинова как организатора подготовки инженерных кадров. Он последовательно развивал систему научной преемственности, уделяя большое внимание подготовке молодых ученых. Под его научным руководством защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций. Воспитанники Сагинова в

дальнейшем стали руководителями научно-исследовательских институтов, ведомств промышленности и профессорско-преподавательского состава технических вузов страны. Таким образом, его научная школа приобрела устойчивый и многопоколенный характер.

Академик А.С. Сагинов активно участвовал в государственной и общественной деятельности. Он был депутатом Верховного Совета Казахской ССР, членом государственных экспертных комиссий, принимал участие в разработке программ развития горной отрасли. Его вклад был высоко оценён государством: он являлся Героем Социалистического Труда, лауреатом Государственной премии, академиком Национальной академии наук Казахстана.

Вклад академика Абылкаса Сагиновича Сагинова в развитие технического образования и науки Казахстана носит системообразующий характер. Он заложил фундамент для формирования национальной инженерной школы, объединив научные исследования, образовательную подготовку и промышленную практику. Его деятельность способствовала укреплению промышленного потенциала республики, подготовке высококвалифицированных специалистов и развитию научной мысли в области горного дела. Сегодня его наследие продолжает оказывать влияние на развитие технического образования и горной науки Казахстана.

Список использованных источников:

- 1. Статья: Турлыбеков Б.Т. Научная школа академика А.С. Сагинова и её вклад в развитие горного дела Казахстана. // Вестник КарТУ. – 2019. – №3. – С. 5–12.*
- 2. Карагандинский технический университет: история и современность. – Караганда: КарТУ, 2010. – 340с.*

ИНЖЕНЕРЛЕР ҰСТАЗЫ-АБЫЛҚАС САҒЫНОВ

Абылқас Сағынұлы Сағынов (1915–2006) -көрнекті қазақстандық ғалым, техника ғылымдарының докторы, профессор, академик, Социалистік Еңбек Ері. Оның ғылыми және ұйымдастырушылық қызметі Қазақстанның тау-кен ғылымының, жоғары техникалық білім мен өнеркәсібінің дамуына өлшеусіз үлес қосты. Оның есімі Қарағанды қаласымен және қазіргі таңда өз есімімен аталатын Қарағанды техникалық университетінің қалыптасуымен тығыз байланысты. Сағынов тек ректор ғана емес, Орталық Қазақстандағы техникалық білім берудің іргетасын қалаған тұлға, бірнеше буын инженерлер мен ғалымдарды тәрбиелеген ұстаз болды.

Сағынов көмір қабаттарын өндіру мен олардың игеру технологиясын жетілдіру саласында ірі маман болды. Оның еңбектері кен қазу әдістерін оңтайландыруға, тау-кен техникасын жетілдіруге, жер асты құрылымдарының беріктігін зерттеуге және шахталық алаңдарды дайындау сызбаларын жетілдіруге арналды. 1951 жылы кандидаттық, ал 1967 жылы докторлық диссертациясын қорғады.

Ол Қарағанды бассейнінде еңіс қабатты қуатты көмір қабаттарын үш қабатты жүйемен игеру жөніндегі инновациялық кешенді жұмыстарға басшылық етіп, тікелей қатысты. Ғалымның еңбектері тау-кен және құрылыс өнеркәсібіне арналған жаңа гидравликалық машиналарды жасауға негіз болды. Осы еңбектері үшін ол Қазақ КСР Мемлекеттік сыйлығының екі мәрте (1974 және 1987 жж.) иегері атанды. Оның ғылыми жетекшілігімен 50-ден астам кандидаттық және 11 докторлық диссертация қорғалды, бұл тау-кен ісі саласында қуатты ғылыми мектептің қалыптасқанын көрсетеді.

Абылқас Сағынұлы ғылымның ұйымдастырушысы ретінде де зор еңбегімен ерекшеленді. 1951-1955 жылдары ол Бүкілодақтық көмір ғылыми-зерттеу институтының Қарағанды филиалына басшылық етті. Оның басшылығымен филиал Қарағанды көмір ғылыми-зерттеу институты (ҚКҒЗИ) болып қайта құрылды. Кейінірек, 1991–2001 жылдары ол Қазақстан Республикасы Ғылым академиясының Жер қойнауын кешенді игеру проблемалары институтын басқарды.

Абылқас Сағыновтың өмірінің басты ісі-Қарағанды политехникалық институтының (ҚарПТИ) құрылуы мен дамуы болды. 1955 жылы ол Қарағанды тау-кен институтының директоры болып тағайындалып, 1958 жылы оқу орны Политехникалық институт болып қайта құрылды. Сағынов 33 жыл бойы (1955–1987) ректор қызметін атқарып, пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кафедрасына жетекшілік етті және институттың алғашқы ректоры атанды.

Оның ректорлық кезеңі оқу орнының қарқынды дамуының дәуірі болды: оқу базасы нығайды, инфрақұрылым дамыды, профессорлық-оқытушылық құрам күшейді, өндіріс пен білім арасындағы байланыс нығайды. Оның алыс көзқарасы мен қажырлы еңбегінің арқасында ҚарПТИ Қазақстанның ең ірі және беделді техникалық жоғары оқу орындарының біріне айналды.

Абылқас Сағынұлы Сағынов - Қазақстанның техникалық білім беру жүйесінің қалыптасуы мен дамуына зор үлес қосқан көрнекті ғалым әрі ұлы ұстаз. Сағынов оқу үдерісін өндіріс пен ғылыммен ұштастырып, жаңа зертханалар мен кафедралар ашуға, оқу бағдарламаларын жетілдіруге үлкен көңіл бөлді. Оның басшылығымен университет еліміздің ең беделді техникалық жоғары оқу орындарының біріне айналып, тау-кен және өнеркәсіп салаларына мыңдаған білікті инженер кадрлар даярлады.

Қорытындылай келе, Абылқас Сағынұлы Сағыновтың өмірі мен қызметі Қазақстандағы техникалық білім мен ғылымның дамуының жарқын үлгісі болып табылады. Ол өзінің терең білімін, тәжірибесін және ұйымдастырушылық қабілетін елдің инженерлік әлеуетін арттыруға арнады. Сағыновтың еңбегінің нәтижесінде Қарағанды политехникалық институты заманауи ғылыми-техникалық орталыққа айналып, бүгінде оның есімімен аталатын Қарағанды техникалық университеті елдің өнеркәсіптік және ғылыми дамуының тірегіне айналды. Ғалымның мұрасы – болашақ ұрпақ үшін білім мен еңбектің мәңгілік үлгісі.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Сагинов А. С. — профиль на сайте КарТВ. URL: <https://www.kstu.kz/aby-lkas-saginovich-saginov/>
2. Сагинов, Абылқас Сагинович — биографическая справка. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сагинов,_Абылқас_Сагинович
3. Страницы из жизни и деятельности академика А. С. Сагинова — журнал «Экспресс образования». URL: <https://expeducation.ru/article/view?id=7326>
4. К 105-летию академика А. С. Сагинова — gov.kz. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/karaganda/press/news/details/138580>
5. История факультета горного дела КарТВ. URL: <https://www.kstu.kz/history-37/>

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК ОЙДЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ: А.С. САҒЫНОВ МҰРАСЫ

Аннотация: Бұл мақалада Қазақстанның тау-кен өнеркәсібі мен жоғары білім беру саласының қалыптасуына елеулі үлес қосқан академик Әбілқас Сағынұлы Сағыновтың ғылыми-педагогикалық қызметі қарастырылады. Автор оның тұлғалық қасиеті, ұйымдастырушылық қабілеті және аймақтық ғылыми мектептің дамуына қосқан үлесін талдайды.

Түйін сөздер: тұлға, жоғары білім, ғылым, инженер, тау-кен ісі.

Тарихи даму барысында қоғамның алға жылжуы тек әлеуметтік жағдайлармен немесе саяси өзгерістермен ғана емес, сонымен бірге сол заманда өмір сүрген көрнекті тұлғалардың әрекетімен де анықталады. Осындай қоғам дамуына зор еңбек сіңірген тұлғалардың бірі – академик Әбілқас Сағынұлы Сағынов.

А.С. Сағынов 1915 жылы Павлодар уезінің Баянауыл өңірінде дүниеге келді. Балалық шағында әкеден ерте айырылып, еңбекқорлық пен жауапкершілікті отбасы тәрбиесі арқылы бойына сіңірді. 1932 жылы ол Қарағанды тау-кен техникумына түсіп, кейін Днепропетровск тау-кен институтында білімін жалғастырды. 1939 жылы тау-кен инженері мамандығын алып, Қарағанды көмір бассейніндегі шахталарда кәсіби қызметін бастады.

Өндірістік ортада ол қысқа мерзім ішінде өз білімін практикамен ұштастыра алды. Шахтадағы жұмыс жағдайын жақсарту, еңбек өнімділігін арттыру, жаңа технологиялар енгізу мәселелері оның кәсіби қызығушылығының негізгі бағытына айналды. Мұндай инженерлік ізденістер оны ғылымға бет бұруға жетеледі.

1951 жылы ол Қарағанды бассейніндегі көмір қабаттарын қазу жүйесін жетілдіруге арналған кандидаттық диссертациясын қорғады. Диссертация нәтижелері өндіріске енгізіліп, шахталарда еңбекті қауіпсіз ұйымдастыру мен өндіріс тиімділігін арттыруға ықпал етті.

1952 жылы оның бастамасымен Қарағанды ғылыми-зерттеу көмір институты құрылды. Бұл институт аймақтағы тау-кен ғылымының дамуы үшін маңызды ғылыми орталыққа айналды. Мұнда жас инженерлер даярланып, өндірістік мәселелерді шешуге бағытталған зерттеулер жүргізілді.

1955 жылы А.С. Сағынов Қарағанды политехникалық институтының ректоры болып тағайындалды. Ол бұл қызметті 33 жыл бойы атқарып, институтты республикалық қана емес, кеңестік деңгейде танылған ірі

политехникалық орталыққа айналдырды. Оның басшылығымен жаңа факультеттер ашылып, ғылыми-зерттеу жұмыстары жүйелі түрде дамыды.

1967 жылы ол докторлық диссертация қорғап, техникалық ғылымдар докторы ғылыми дәрежесін алды. Ғалымның жетекшілігімен 50-ден астам кандидат және 11 доктор ғылыми дәрежесін қорғады. Ол қалыптастырған ғылыми мектеп тау-кен өндірісін механикаландыру, қауіпсіздік, жер асты қабаттарының беріктігін сақтау сияқты мәселелерді шешуге бағытталған іргелі нәтижелерге жетті.

Академик А.С. Сағынов 20-дан астам монография мен оқулықтың, жүзден астам ғылыми мақалалардың авторы. Оның еңбектері тек Қазақстанда ғана емес, шет елдерде де танылды. Ғалымның еңбегі Социалистік Еңбек Ері атағымен, ҚазКСР Мемлекеттік сыйлықтарымен және «Қазақстанның ғылым мен техникасына еңбек сіңірген қайраткер» атағымен марапатталды.

Қорытындылай келе, академик Абызақ Сәгінұлы Сағынов – өндірістік тәжірибе мен ғылыми ізденісті шебер ұштастыра білген, Қазақстанның жоғары техникалық білім беру жүйесін қалыптастыруда тарихи рөл атқарған көрнекті ғалым. Оның ғылыми мектебі бүгінгі күнге дейін өзектілігін жоғалтқан жоқ және жаңа буын инженерлерді тәрбиелеуде маңызды орынға ие.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Сағынов А.С. *О пройденном пути.* – Алматы: Ғылым, 1996.
2. Дрижд Н. *Академик и горняк // Казахстанская правда.* – 2012.
3. Пивень Г. *Ученый, организатор высшей школы // Индустриальная Караганда.* – 2000.
4. Могильницкий В. *Ритм ВУЗа задавал ректор // Вести Сарыарки.* – 2007.

ҒАЛЫМНЫҢ ӨНЕГЕЛІ ӨСИЕТІ

Өміріміздің осынау даму барысын дұрыс түсініп, техникалық ғылымның бүгіні мен болашағын танып, оны бағдарлап отыруда ғылым тарихы әрине маңыздылығын ешқашан жоймайды. Адамзаттың жинақталған осынау материалдық байлықтары қандай ұшан-теңіз болса, оның техникалық, рухани байлығының қоры да сондай көп екені ақиқат. Осы кездегі өркені өсіп, сан салалы ғылым мен мәдениетті жасауға талай елдің, мыңдаған ұрпақтың таңдаулы өкілдері қатысты. Өткен жиырмамыншы ғасырдың екінші жартысында адамзат білімінің молайып, тау-кен техника саласында, жастардың ақыл-парасатының дамып, жетілуіне орасан зор еңбек сіңірген ғалым Әбілқас Сағынов деп білеміз. Шығыстың ұлы ғалымы Жүсіп Баласағұни «Бар ізгілік тек білімнен алынар, білімменен аспанға жол салынар» - деп айтқандай бүкіл саналы ғұмырын тау-кен саласының дамуына арнаған ғалым Әбілқас Сағыновтың кіндік қаны тамып, өсіп, өнген жері, қазақтың талай ғұламалары мен дарынды тұлғалары туып, қанат қаққан, қасиетті, бақ қонып қыдыр дарыған мекен Баянауыл. Әбілқас Сағынов Еңбек Қызыл Ту орденді Қарағанды политехникалық институтының ректоры лауазымында өткен ғасырдың 1955-1987 жылдары, яғни ол отыз үш жыл бойы бір мезгілде пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кафедрасының меңгерушісі болып қызмет атқарды. Ең алдымен Әбілқас Сағынұлы жемісті еңбек жолын сол жылдары Кеңес Одағына танымал болған Қарағанды көмір бассейнінің кен орындарында учаске бастығы лауазымынан жұмысын бастаған, одан соң кейін тау-кен орыны Қарағанды шахтасында бас инженері, шахта директоры, Қарағанды көмір тресінің техникалық бөлімінің бастығы болып еңбек атқарған. Өткен ғасырдың бір мың тоғыз жүз тоқсан үшінші жылы ғылым мен техника саласына ғалымның қосқан зор еңбегі, бүкіл әлемге танымал Қарағанды көмір бассейнін дамытып және халық шаруашылығы үшін білікті кадрлар даярлағаны үшін Әбілқас Сағыновқа орталық қазақстанның төрінде орын тепкен Қарағанды қаласының Құрметті азаматы атағы берілді. «Тау алыстаған сайын биіктейді» деген даналық сөзі бар ғой халқымыздың. Биыл академик Әбілқас Сағыновтың туғанына 110 жыл толып отыр. 1997 –ші жылы қазақ тілі және мәдениеті кафедрасында ғалым, қайраткер, Қарағанды техникалық университетінің профессоры, техника ғылымдарының докторы, академик Әбілқас Сағыновпен кездесу өткіздік. Кездесу барысында кафедра оқытушылары мен студенттері өздерінің ғалымға арнаған ақжарма тілектері мен қоса көкейде жүрген сұрақтарын қойып, Әбілқас Сағынұлының жастарға айтқан өнегелі ойлары мен өсиеттерін көкейге түйіп қайттық. «Парасаттылық, шарапаттылық, инабаттылық, кеңдік, адалдық ғылымда істеген әрбір адамға лайық қасиет,

халқымыздың мәпелеп, бетке ұстары-әрқашан ғылым адамдарды» - деп айтып кеткен екен Ә.Сағынұлының замандасы,атақты ғалым Е.А. Бөкетов.Сол айтқандай, Ә.Сағынұлы өзінің жастарға айтар жүрек жарды өсиет пен өнегелерін қызықты етіп әңгімелеп бергені біздің әлі есімізде. «Жастар ең алдымен сендерге айтарым: қазіргі заман ғылым мен техниканың өркендеп дамыған заманы. Сондықтан қазақ жастары техникалық білімге, ғылымға құмартып, алға ұмтылуларың керек.Болашақта өздерін таңдаған мамандықтың, кәсіптің шебері болуға әрекет етулерің маңызды. Қазіргі заман, білімділердің, талаптылардың заманы.Кезінде шығыстың жарық жұлдызы атанған,атақты ғалым Әл-Фараби: Адамға ең бірінші тәрбие беру керек, тәрбиесіз берілген білім – адамзаттың қас жауы». Сондықтан жас оқытушылар сіздерге де айтарым осы жайқалып, өсіп келе жатқан жастардың тәрбиесіне аса қатты көңіл бөліңіздер, деп бізге де қаратып, өсиетін арнап, айтып өтті. Ал, жастар өздеріне тағы да қосып айтарым, бір-бірлерінді сыйлай біліңдер, жасы үлкен адамдарға, ұстаздарыңа құрмет көрсетіңдер. Сыйластық –ол адамгершіліктің бастауы деп біліңіздер. «Адамгершілік – ол, адамзат баласын көркейтіп, түрлендіретін, топырағынан оны аса бір ерекшелейтін адам бойындағы ең маңызды қасиеттердің бірі ғой. Әрдайым өнегелі кісі, адамзат баласының бойындағы тектілік, адамгершілік, ізгілік, сүйіспеншілік, әдептілік, ең басты әрине адами құндылықтардың не екенін жақсы түсінеді. Ол өзінің тұла бойындағы, жаратқанның берген адамгершілік қағидаларын қатаң сақтайды, басқа адамдарға зиянын мүлде келтірмейді, тек жақсылық жасаудан жалықпайды»-деп әңгімесін қорытындылады. «Адаспайсың ақылды, арлыға ерсең,Жолай көрме жылмайы сопы көрсең.Тапқыр, адал, ақниет адамдардың, Алданбайсың артынан ере берсең», -деп, Шәкәрім ақын жырлағандай, өскелең ұрпаққа, өмірде оң бағыт, түзу жол нұсқаған ақ, адал, парасатты,ғалым Әбілқас Сағыновтың өнегеге толы өсиеті, өмірлік сабақ боларына сеніміміз мол.

Әдебиеттер тізімі:

І.Ақылдың кені.-Алматы, Ана тілі баспасы, 2008ж

Байжасар А.Н (Қарағанды Медицина Университеті)
Сейдуалы Г.Б (Қарағанды Медицина Университеті)
Алькенова Ж.Х. (Қарағанды Медицина Университеті)

АКАДЕМИК А.С. САҒЫНОВТЫҢ ӨМІРІ МЕН ҒЫЛЫМИ МҰРАСЫ

Өзектілігі: Қазақстанның индустриялық дамуы мен техникалық ғылымдарының өркендеуін сөз еткенде, инженерлік әлеуетті қалыптастырған тұлғалар ішінде техника ғылымдарының докторы, профессор, академик, Социалистік Еңбек Ері Асқар Сағынұлы Сағыновтың есімі ерекше аталады. Ол – инженерлік ойлау мәдениетін қалыптастырған, елдің индустриялық дамуына бағыт берген көрнекті ғалым әрі ұстаз.

Зерттеу мақсаты мен міндеттері: Мақсат – академик Асқар Сағыновтың өмірі мен ғылыми-педагогикалық қызметін талдау, оның Қазақстандағы техникалық білім мен ғылымның дамуына қосқан үлесін көрсету.

Міндеттер – өмірбаянын жүйелеу, ғылыми еңбектерін саралау, инженерлік білім мен ғылыми мектеп қалыптастырудағы рөлін анықтау және мұрасының қазіргі индустриялық-инновациялық даму тұрғысынан маңызын айқындау.

Зерттеу әдістері: Зерттеу соңғы 10–15 жылда жарық көрген еңбектер мен архивтік материалдарға негізделді. Асқар Сағыновтың ғылыми еңбектері мазмұндық және салыстырмалы талдау арқылы зерттеліп, инженерлік кадрларды даярлау, ғылым мен өндіріс интеграциясы бағытында бағаланды.

Негізгі нәтижелер: Асқар Сағынұлы Сағынов (1929–2015) – техника ғылымдарының докторы, профессор, академик. Ол еңбек жолын тау-кен өндірісінен бастап, нақты өндірістік тәжірибені ғылыммен ұштастырды. 1967 жылы техника ғылымдарының докторы дәрежесін, 1970 жылы академик атағын алды.

Инженерлік білім мен ғылыми мектеп: Сағыновтың есімі Қарағанды мемлекеттік техникалық университетімен тығыз байланысты. Оның басшылығымен жаңа кафедралар мен зертханалар ашылып, студенттердің өндірістік тәжірибесі жетілдірілді. Ғалым университет қабырғасында технопарк құрып, ғылым мен өндіріс арасындағы байланысқа жол ашты. Оның жетекшілігімен көптеген ғылым докторлары мен кандидаттары дайындалды.

Ғылыми мұра: Сағынов тау-кен ісі, металлургия, жыныстар механикасы салаларында 300-ден астам еңбек жазды, бірнеше монография мен патент иегері болды. Белград пен Денвердегі халықаралық конгрестерде

баяндама жасап, қазақстандық техникалық ғылымды әлемге танытты. Оның ұстанымы – «инженер тек есептеуші емес, ойшыл болуы керек».

Марапаттар мен мойындау: Асқар Сағынұлы екі мәрте Ленин орденімен, Еңбек Қызыл Ту, Халықтар достығы ордендерімен марапатталған. 1971 жылы Социалистік Еңбек Ері атағын, 1974 және 1986 жылдары Мемлекеттік сыйлықтарды иеленді.

Қорытынды: Асқар Сағынұлы Сағынов – Қазақстан техника ғылымының негізін қалаушылардың бірі. Ол өндіріс тәжірибесін ғылыммен ұштастырып, инженерлік білім берудің жаңа моделін қалыптастырды. Сағыновтың идеялары – ғылым мен өндіріс интеграциясы, технопарк мәдениеті, практикалық бағыттағы инженер дайындау – бүгін де өзекті. Оның өмірлік қызметі ұлттық инженерия мен Қазақстанның индустриялық дамуына берік іргетас қалады.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Сағынов А.С. Инженерлік кадрларды дамыту мәселелері // Қазақстан техникалық ғылымдары журналы. 2005.
2. ҚР Ұлттық инженерлік академиясы. А.С. Сағынов туралы архивтік материалдар. 2010.
3. Қарағанды техникалық университеті. Сағынов мұрасы туралы ғылыми жинақ. 2016.
4. Абдыкеримов Н. Сағынов А.С. – инженерлік мектеп негізін қалаушы // Высшая школа Казахстана. 2019.
5. Бектуров А. Қазақстан техникалық білімінің тарихы. Алматы: 2020.

АКАДЕМИК А.С. САГИНОВ И ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛИ: ВКЛАД В
РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА

История становления Карагандинского технического университета неразрывно связана с именем академика Абылкаса Сагинова и во многом является отражением его жизни и трудового пути. Он воспитал целую плеяду учеников и последователей, щедро делился с ними своими знаниями, опытом и жизненной мудростью. Сегодня его ученики успешно трудятся в самых разных сферах, с благодарностью вспоминая своего учителя и наставника, заложившего прочные основы инженерного образования и науки в Казахстане.

Нам хотелось бы рассказать об одном из его последователей — доценте, кандидате технических наук Есенбаеве Салыме Хусайновиче, который закончил Карагандинский политехнический институт в 1969 году по специальности «горный инженер-электрик».

В декабре 1969 года Салым Хусайнович поступил в очную аспирантуру кафедры «Автоматизация производственных процессов» и в 1975 году успешно защитил кандидатскую диссертацию. С 1972 года он работал ассистентом на кафедре «Автоматизация производственных процессов», а в связи с открытием новой специальности «Автоматизированные информационные системы» продолжил развивать свои научные и педагогические компетенции на кафедре «Автоматизированные информационные системы». В 1976 году ВАК СССР присвоил ему ученое звание доцента.

Салым Хусайнович участвовал в открытии новой специальности — «Информационно – измерительная техника». В 1992 году Есенбаев С.Х. был избран заведующим кафедры «Информационно-измерительная техника», и до 2019 года продолжал успешно руководить кафедрой. Он с 1992г. по 2008г. был ученым секретарем Ученого совета КарГТУ, член-корреспондент Международной Академии Информатизации.

За этот период была создана прочная материально-техническая база и методическое обеспечение кафедры. В 1995 году на базе специальности «Информационно-измерительная техника» была открыта новая родственная специальность «Метрология и метрологическое обеспечение». Эти две специальности были открыты в Казахстане впервые именно в Карагандинском техническом университете, поэтому КарТУ долгое время являлся головным вузом по методическому обеспечению этих специальностей. Многие выпускники этих специальностей успешно трудятся на руководящих должностях, внося значительный вклад в развитие науки и промышленности страны.

Кафедра «Информационно – измерительная техника» под руководством Салыма Хусайновича активно участвовала в разработке государственных стандартов по специальностям «Информационно – измерительная техника и технология», «Метрология метрологическое обеспечение» (2000г.), позже в 2004 году и в 2006 г. по специальностям «Приборостроение» и «Стандартизация, метрология и сертификация», являясь головной по Республике.

Есенбаев С.Х. является заслуженным работником КарГТУ (2003г), заслуженным метрологом РК (2003), дважды награжден грамотой МОН РК.

Салым Хусайнович неоднократно был членом государственной аттестационной комиссии (2003 г. Атырауский институт нефти и газа, 2005г. – Павлодарский государственный технический университет, 2005 г. – ВКГТУ (2 раза)), в 2003г. был председателем апелляционной комиссии МОН РК по ЕНТ (г. Тараз).

Есенбаев С.Х. выпустил ряд учебных пособий на государственном и русском языках.

Становление и дальнейшее развитие института, а затем университета всегда было неразрывно связано с вопросами подготовки собственных научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации: кандидатов и докторов наук.

Салым Хусайнович, как многочисленные ученики и соратники Абылкаса Сагиновича Сагинова, которым посчастливилось находиться рядом с ним, трудиться, подпитывали себя той энергией, которой щедро он делился.

Так закладывался фундамент нынешнего Карагандинского технического университета – ковались кадры и укреплялась материально-техническая база, Абылкас Сагинович Сагинов прекрасно понимал, что истинный вузовский флагман не мыслим без большой науки.

Это тот фундамент, который формирует сегодняшний облик Карагандинского технического университета — дела, достойно продолжающие и развивающие традиции, заложенные академиком Абылкасом Сагиновичем Сагиновым, дела, поистине достойные его имени.

Список использованных источников

1. Энциклопедия Карагандинского государственного технического университета (к 55-летию университета)/ Под редакцией НАН РК А.М. Газалиева.- Караганда: Издательство КарГТУ, 2008, 308 с.

ВКЛАД АКАДЕМИКА А.С. САГИНОВА В РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КАЗАХСТАНА

Академик Абылкас Сагинович Сагинов (1915–2006) сыграл выдающуюся роль в формировании технического образования и инженерной науки Казахстана. Его профессиональная деятельность охватывала широкий спектр направлений — от научных исследований в горной промышленности до организации и модернизации высшей школы. В послевоенный период Казахстан активно развивал угольную и металлургическую отрасли, что потребовало создания квалифицированной инженерной элиты. В 1953 году был основан Карагандинский горный институт, позднее переименованный в Карагандинский политехнический институт, которым Сагинов руководил с 1955 по 1987 год. Под его руководством учебное заведение стало одним из ключевых центров подготовки инженеров в СССР, объединяя научные исследования и образовательный процесс. Он внедрял подход, основанный на интеграции науки, учебной практики и промышленного производства, создавая исследовательские лаборатории, учебные полигоны и системы производственных практик. Студенты имели возможность работать над реальными инженерными задачами, что способствовало формированию у них системного мышления и профессиональной культуры. Сагинов считал, что инженер должен обладать не только высокой квалификацией, но и социальной ответственностью, что стало основой педагогической концепции его деятельности.



Научные исследования академика носили как фундаментальный, так и прикладной характер. Основное внимание уделялось повышению эффективности угледобычи, внедрению механизации и автоматизации горных работ, обеспечению безопасных условий работы на шахтах и рациональному использованию минерально-сырьевых ресурсов. В работах «Методы анализа и оптимизации технологических схем угольных шахт» (1974) и «Проблемы разработки угольных пластов Карагандинского бассейна» (1976) Сагинов предложил методики планирования горных работ, которые способствовали увеличению производительности и снижению числа аварий на предприятиях. Под его руководством реализовывались крупные научно-производственные проекты, направленные на

модернизацию угольной промышленности Центрального Казахстана, исследование устойчивости выработок и внедрение современных систем вентиляции шахт. Он также участвовал в исследованиях по миграции редкоземельных элементов в углях Шубаркольского месторождения, что подтверждает широкий спектр его научных интересов и междисциплинарный подход.

Особое внимание Сагинов уделял развитию организационной и педагогической работы. Он способствовал открытию новых факультетов и кафедр, созданию лабораторий, аспирантуры и докторантуры, превращая институт в полноценный научно-образовательный центр. Он развивал международные связи с техническими университетами СССР и зарубежья, активно участвовал в работе Академии наук Казахской ССР, научных советов и редакционных коллегий. За свою деятельность он был удостоен звания Героя Социалистического Труда, награждён орденами Ленина, Трудового Красного Знамени и другими государственными наградами.

Вклад академика Сагинова заключается не только в научных исследованиях и разработках, но и в воспитании целого поколения инженеров, обеспечивших развитие промышленного и технического потенциала Казахстана. Его концепция интеграции науки, образования и практического производства продолжает оставаться актуальной, формируя основу подготовки специалистов для технических отраслей страны. Присвоение его имени Карагандинскому техническому университету символизирует признание его выдающихся заслуг перед наукой, образованием и обществом. Деятельность Сагинова оказала системообразующее влияние на инженерное образование, заложив фундамент для устойчивого развития научной школы Казахстана, способной сочетать исследовательскую работу, образовательный процесс и потребности промышленности. Его наследие продолжает служить примером для современных ученых и педагогов, а созданная им научно-образовательная модель остаётся образцом для вузов республики.

Список использованных источников:

1. Сагинов Абылкас Сагинович // Информационное агентство «Казинформ». – URL: https://www.inform.kz/ru/saginov-abylkas-saginovich_a2239336.
2. Сагинов Абылкас Сагинович // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сагинов,_Абылкас_Сагинович.
3. Карагандинский технический университет имени академика А. С. Сагинова. – URL: <https://www.ktu.edu.kz>

ВОСПОМИНАНИЯ ПРОФЕССОРА Б.А. АХМЕТЖАНОВА ОБ
АКАДЕМИКЕ А.С. САГИНОВЕ

В преддверии празднования 110-летия со дня рождения академика Абылкаса Сагинова хочется поделиться воспоминаниями профессора Буры Ахметжановича Ахметжанова — одного из его учеников. В 1961 году он получил путевку в жизнь — диплом об окончании Карагандинского политехнического института — из рук самого Абылкаса Сагиновича Сагинова, выдающегося ученого, педагога и крупного организатора высшей школы.

Бура Ахметжанович писал в своих очерках, что в годы его обучения в Карагандинском политехническом институте подготовка специалистов велась всего по трем специальностям горного профиля. Ректор А.С. Сагинов в то время одновременно возглавлял кафедру «Подземная разработка и эксплуатация угольных, рудных и нерудных месторождений». Благодаря этому студентам тех лет нередко выпадала возможность лично общаться с ректором, получать от него советы и наставления.

Характерной чертой академика А.С. Сагинова была его постоянная забота о развитии студентов, что выражалось, в частности, в организации встреч с крупными учеными и государственными деятелями. Так, запомнилось выступление перед студентами третьего курса в ноябре 1958 года Президента Академии наук Казахстана, выдающегося ученого К.И. Сатпаева под названием «Нас ждут большие дела». В своем вдохновляющем обращении он образно очертил основные вехи развития экономики страны на долгие годы вперед. Эти встречи оставили неизгладимый след в сердцах студентов, и во всем этом проявлялась искренняя забота А.С. Сагинова о подрастающем поколении.

Волею судьбы в 1972 году Буре Ахметжановичу вновь представилась возможность лично встретиться с академиком А.С. Сагиновым — на этот раз в связи с его желанием продолжить обучение в аспирантуре. Свою трудовую деятельность профессор Бура Ахметжанович начал в том же году под руководством Абылкаса Сагиновича Сагинова — талантливого руководителя, умевшего четко ставить задачи и доводить их до логического завершения. Ахметжанов Б.А. работал в Карагандинском государственном университете имени Абылкаса Сагинова с 1972 по 2023 годы: аспирантом, старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой, профессором.

Профессор Ахметжанов Б.А. особо подчеркивал педагогические достоинства А.С. Сагинова: «Одним из вопросов, имеющим важное значение для высшей школы, является общение со студентами-первокурсниками. Ректор А.С. Сагинов каждый год 1 сентября проводил

встречу с первокурсниками, рассказывая им об истории, традициях и достижениях вуза. В обращении со студентами и преподавателями его отличали простота, скромность и доброжелательность». Все эти качества профессор Ахметжанов Б.А. также воплощал в своей педагогической деятельности, демонстрируя ту же искренность, открытость и уважение к студентам и коллегам.

В ноябре 1992 года был избран заведующим кафедрой «Экономика горной промышленности», переименованной в кафедру «Экономика предприятия» (1993), а с 2017г. – в кафедру «Экономика и менеджмент предприятия». Ахметжанов Б.А. возглавлял кафедру до 2020г., а также являлся научным руководителем студентов, магистрантов, аспирантов, соискателей.

Под руководством Ахметжанова Б.А. была открыта аспирантура по проблемам реструктуризации промышленности Казахстана; разработке экономического механизма рационального использования природных ресурсов. Ахметжанов Б.А. являлся обладателем государственного гранта «Лучший преподаватель вуза» на 2010 год, членом Республиканского методического семинара по группам специальностей: «Социальные науки и бизнес» высшего и послевузовского образования при КазЭУ им. Т.Рыскулова; экспертом МОН РК по оценке государственных общеобразовательных стандартов образования (2005г.).

За время научной и педагогической деятельности Ахметжановым Б.А. было выпущено более 155 научных работ, в т.ч. 7 монографий, 20 учебных пособий, осуществлены научные консультации при создании документальных телевизионных фильмов, записан ряд видеолекций по читаемым дисциплинам.

Профессор Ахметжанов Б.А. справедливо отмечал, что, вспоминая человека, мы вспоминаем то влияние, которое он оказал на нас. «Работая под руководством А.С. Сагинова, я всегда поражался его высокой эрудиции, порядочности и неординарности. Как один из учеников нашего незабвенного учителя, я благодарен судьбе за то, что учился, воспитывался и состоялся как ученый гражданин под непосредственным влиянием такого выдающегося человека как Абылкас Сагинов».

Роль и масштаб личности Абылкаса Сагинова и личности Буры Ахметжановича будут в полной мере оценены потомками. Они живут в нашей памяти — памяти родных, близких, знакомых и коллег, неразрывно связанной с историей и традициями Карагандинского технического университета.

Список использованных источников

1. Штрихи к портрету: академик А.С. Сагинов/ Под редакцией НАН РК А.М. Газалиева.- Караганда: Издательство КарГТУ, 2008, 162 с.

АКАДЕМИК А.С. САГИНОВ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

В послевоенный период индустриализация Казахстана, особенно Карагандинской области, требовала срочной подготовки инженерных и технических кадров. В условиях интенсивного развития угольной, металлургической и химической промышленности возникла необходимость создания профильных высших учебных заведений. Важную роль в решении этой задачи сыграл академик А.С. Сагинов - организатор, учёный и педагог, внесший огромный вклад в становление технического образования региона. В 1953 году, согласно постановлению Совета Министров СССР, в

Караганде был открыт Горный институт, принявший в год основания 209 студентов [1]. В справке заведующей отделом школ и вузов КПК М. Гришиной, направленной 24 января 1955 года на имя секретаря Карагандинского обкома КПК товарища Вереитенова Г. А., подчёркивается, что, по мнению отдела, товарищ А. Сагинов обладает необходимыми политическими и деловыми качествами, позволяющими ему успешно осуществлять руководство горным институтом [2]. Создание вуза стало ответом на растущие потребности народного хозяйства региона, прежде всего Карагандинского угольного бассейна, в квалифицированных кадрах.

С момента основания институт нуждался в эффективном управлении. Приказом Министра высшего образования СССР В. Елютина № 351-к от 3 марта 1955 года А. С. Сагинов был назначен директором Карагандинского горного института [3]. На основании приказа № 235-к от 20 сентября 1955 года, изданного заместителем начальника Главного управления горно-металлургических и строительных высших учебных заведений Министерства высшего образования СССР, он был одновременно назначен заведующим кафедрой горной механики и теплотехники [1, л.700].

Под руководством А.С. Сагинова в институте началась активная работа по расширению образовательных возможностей. В 1957 году были организованы подготовительные курсы для абитуриентов, что стало важным шагом к доступности высшего образования для работников промышленности.

Были открыты вечерние факультеты в Темиртау, Балхаше, Дзержинске. В 1958 году институт был преобразован в Карагандинский политехнический институт (КарПТИ), что позволило значительно расширить перечень специальностей. В последующие годы КарПТИ стал одним из крупнейших технических вузов республики, осуществляя

подготовку специалистов по 24 направлениям. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 18 февраля 1976 года за большие заслуги в подготовке квалифицированных специалистов для народного хозяйства и за достижения в области научных исследований Карагандинский политехнический институт награждён орденом Трудового Красного Знамени [4].

Значительное внимание уделялось научным исследованиям и внедрению их результатов в производство. Под руководством А.С. Сагинова в вузе создавались научные лаборатории, проводились исследования в области освоения минеральных ресурсов Центрального Казахстана. Результаты внедрялись на предприятиях Карагандинского угольного бассейна, Урала и Белоруссии, принося ощутимый экономический эффект.

В 1960 году открыта аспирантура, в 1966 - объединённый учёный совет по защите кандидатских диссертаций, позднее преобразованный в докторский. Это стало доказательством формирования научной школы и повышения научного потенциала региона.

Академик А.С. Сагинов стал основателем научной школы по технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых. Под его руководством подготовлено 11 докторов и более 50 кандидатов технических наук. Им написано 20 научных монографий. Его работы получили признание на республиканском и союзном уровнях. За достижения в подготовке специалистов и развитии науки он удостоен звания Героя Социалистического Труда и стал дважды лауреатом Государственных премий Казахской ССР.

Помимо научной и административной деятельности, А.С. Сагинов активно участвовал в общественной жизни. Он избирался депутатом Верховного Совета СССР, был членом Карагандинского областного Совета народных депутатов, что позволяло ему эффективно отстаивать интересы системы высшего образования на различных уровнях.

Вклад академика А.С. Сагинова в развитие технического образования Центрального Казахстана трудно переоценить. Благодаря его инициативе, организаторским способностям и научному авторитету Карагандинский горный, а затем политехнический институт стали флагманами инженерного образования в республике. Его научная школа продолжает оказывать влияние на развитие горного и технического образования в Казахстане, а результаты его деятельности до сих пор находят практическое применение.

Список использованных источников:

1. Государственный архив Карагандинской области (далее ГАКО) Ф. 645 Оп. 1 Д. 32 Л. 46 - 47.
2. ГАКО Ф. 1 п. Оп. 71 Д. 312 Л. 50.

ЦИФРЛЫҚ ДӘУІРДЕГІ ИНЖЕНЕРЛІК БІЛІМ: Ә. САҒЫНОВ ИДЕЯЛАРЫНЫҢ ӨЗЕКТІЛІГІ

Қазіргі кезеңде қоғам дамуының басты факторы – цифрлық технологиялар мен инженерлік инновациялар. Индустрия 4.0, жасанды интеллект, робототехника және смарт-өндіріс салалары инженер мамандарынан жаңа кәсіби сапаларды талап етеді.

Осындай жағдайда өткен ғасырда негізі қаланған инженерлік білім мен өндіріс интеграциясы идеяларының өзектілігі артып отыр. Бұл тұрғыда академик Әбілқас Сағыновтың ғылыми мұрасы – қазіргі заманғы инженерлік даярлық жүйесін жетілдіруде маңызды теориялық және әдістемелік негіз болып табылады.

XXI ғасыр – цифрлық технологиялар мен инновациялық өндірістердің ғасыры. Қазіргі заманда инженерлік білім беру жүйесі тек теориялық біліммен шектелмей, ақпараттық технологиялар мен өндіріс арасындағы интеграцияны талап етеді. Бұл бағыттағы идеялар академик Әбілқас Сағыновтың ғылыми мұрасында ертерек көрініс тапқан. Ғалым инженерлік мамандарды даярлауда теория мен тәжірибенің, ғылым мен өндірістің тығыз байланысын басты қағида ретінде ұсынған.

Ә. Сағынов идеяларының ғылыми-педагогикалық мәні орасан. Академиктің ғылыми еңбектері мен ұйымдастырушылық қызметі Қазақстандағы техникалық білім беру жүйесінің дамуына негіз болды. Ол инженер кадрларды даярлау ісінде жүйелілік, ғылыми дәлдік және өндірістік бағыттылық қағидаттарын ұстанды. Сағыновтың «инженер тек технологияны білумен шектелмей, өндірістік ойлау қабілетіне ие болуы тиіс» деген тұжырымы қазіргі цифрлық инженерия дәуірінде де өз маңызын жойған жоқ.

Цифрлық дәуір және инженерлік білімнің жаңа талаптарына сай келуі маңызды. Қазіргі кезеңде инженерлік мамандықтар жасанды интеллект, цифрлық модельдеу, Big Data, Smart Manufacturing сияқты жаңа технологиялармен тығыз байланысты. Бұл үрдіс инженерлердің ақпараттық сауаттылығын арттыруды, жаңа цифрлық құралдармен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруды қажет етеді.

Ә. Сағынов ұсынған «өндіріс пен білімнің бірлігі» қағидасы осы жаңа жағдайда өзектілігін арттырып отыр. Цифрлық экономиканың негізі – инновациялық инженерлік шешімдер, ал мұндай шешімдер тәжірибелік бағыттағы сапалы білім беру арқылы ғана іске асады.

Сағынов идеяларының қазіргі білім беру жүйесінде жалғасын табуда. Бүгінде Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті ғалым идеяларын заманауи бағытта жалғастыруда. Университет базасында инновациялық инженерлік орталықтар, цифрлық зертханалар және STEM-оқыту әдістері енгізілген. Бұл бастамалар Сағыновтың «ғылым мен өндірісті ұштастыру» тұжырымдамасының заманауи көрінісі болып табылады.

Сонымен қатар, оның инженер тұлғасын жан-жақты дамыту, яғни техникалық, экологиялық және этикалық мәдениетті қалыптастыру жөніндегі идеялары бүгінгі көпқырлы инженерлік дайындыққа сай келеді.

Ә. Сағыновтың педагогикалық философиясының өзегі – білім мен еңбектің, ғылым мен тәрбиенің бірлігі. Ол инженер мамандарды даярлау ісінде техникалық сауаттылықпен қатар адамгершілік, ұжымшылдық және жауапкершілік мәдениетін қалыптастыруды басты міндет деп санады.

Ғалым педагогикалық үдерістің үш құрамдас бөлігін айқындады:

➤ Ғылыми негізді білім беру – инженердің теориялық дайындығын арттыру;

➤ Өндірістік тәжірибеге бағыттау – теорияны практикамен ұштастыру;

➤ Тұлғалық және азаматтық тәрбиені қалыптастыру – еңбекке, қоғамға және елге адал қызмет ету рухын сіңіру. Осы арқылы Сағынов ұлттық педагогиканың басты ұстанымдарын техникалық білім беру саласына енгізді.

Цифрлық дәуір инженерлік білім беруге жаңа мазмұн мен жаңа әдіснамалық ұстанымдарды енгізіп отыр. Осы тұрғыдан қарағанда, академик Әбілқас Сағыновтың идеялары – бүгінгі заман талабына толық сай келетін, болашақ инженерлерді даярлаудың ғылыми-теориялық негізін құрайтын құнды мұра.

Ғалымның ғылым мен өндіріс арасындағы көпір орнату, инженердің шығармашылық және аналитикалық ойлау қабілетін дамыту жөніндегі көзқарастары бүгінгі инженерлік білім берудің стратегиялық бағыттарына айналып отыр. Сондықтан Сағынов идеяларының зерттелуі мен тәжірибеде қолданылуы еліміздің цифрлық экономиканы дамытудағы маңызды фактор болып табылады.

Қорыта келгенде, цифрлық дәуір инженерлік білім беруге жаңа мазмұн мен жаңа әдіснамалық ұстанымдарды енгізіп отыр. Осы тұрғыдан қарағанда, академик Әбілқас Сағыновтың идеялары – бүгінгі заман талабына толық сай келетін, болашақ инженерлерді даярлаудың ғылыми-теориялық негізін құрайтын құнды мұра.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Ә.Сағынов. *Техникалық білім беру жүйесін жетілдіру жолдары.* – Қарағанды, 1982.

2. Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің ресми сайты. – <https://www.kstu.kz>

Нұрланова Г. *Инженерлік білім және цифрландыру үрдістері.* – Алматы: Ғылым, 2021.

ХАЛЫҚТЫҢ ҚАДІРЛІСІ

Біздің халқымыздың, оның ішінде Қарағанды жұртшылығының аузынан тастамай айтып жүретін ғұламаларының арасында көрнекті ғалым Әбілқас Сағыновтың аты ерекше аталады. Өткен ғасырдың 30-40 жылдары жас республиканың ғылымы мен инженерлер қатарының мақтанына айналған аса көрнекті кен инженерлері мен ғалымдарының жарқыраған шоқ жұлдыздары пайда болған еді. Солардың арасында Әбілқас Сағынов (1915 – 2006) жетекші орындардың біріне ие болды.

Техника ғылымдарының докторы, профессор, Социалистік Еңбек Ері, Қазақстан Республикасының еңбек сіңірген ғылым және техника қайраткері, Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының, жаратылыстану Ғылым академиясының академигі, Қазақ КСР Мемлекеттік сыйлығының екі мәрте лауреаты Әбілқас Сағынов Павлодар облысының Баянауыл ауданына қарасты Баянауыл кентінде 1915 жылы дүниеге келіпті.

Өзінің туған жерінің әсем табиғатынан нәр алған, әсемдікті бойына сіңіре білген Әбілқас жастайынан білімге, ғылымға құмар болып өседі. Оның он жасқа келген кезінде үй іші Арқадағы тағы бір әсем жер Қарқаралыға қоныс аударыпты. Ол осындағы бір сатылы мектепті бітірген соң педтехникумның төменгі даярлық бөліміне түскен екен. Оны бітірген соң Қоңырат кенішіне барып, электр жөндеушісінің көмекшісі болып істейді. Сол 1931 жылы Қоңырат руднигінде кен қазу жұмыстарымен бірінші рет танысады. Одан кейін «Прибалхашстрой» тресінің Өспен кенішінде моторист болады. Осындай өндірістік жұмыстарға көзі қаныққан соң ол кенші мамандығын меңгеруді алдына мақсат етіп қойған сияқты.

Сол арман оны 1932 жылы Қарағандыға жетелеп әкеліп, Қарағанды кен техникумына түсуіне ықпал етеді. Енді оқу-білімнің дәмін татқан Әбілқас одан әрі оқу қажеттігін түсінеді. Техникумды үздік бітірген ол «Қарағандыкөмір» комбинатына жұмысқа келгенде оған Днепропетровск тау-кен институтына жолдама беріп, Украинадағы осы оқу орнына аттанған бесеудің бірі болады.

Сөйтіп, осы институтты 1939 жылы «Пайдалы қазбаларды кен орындарынан қазып өндіру» мамандығы бойынша үздік бітіріп шығып, еңбек жолын өзін оқуға жіберген Қарағанды көмір кәсіпорнында жалғастырады. Бұдан әрі ол өзінің мақсаты мен мүддесін көмір өндіру жұмысына арнайды. 1939-1948 жылдар ішінде Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында учаске бастығы, бас инженері, шахта бастығы, техникалық бөлімнің меңгерушісі болып қызмет атқарады. Одан соң Қарағанды өңірі мемлекеттік техникалық қадағалау басқармасының бастығы, «Қарағанды көмір разрездері» тресінің бас инженері болып істейді. Осы кезеңде Әбекен

Қарағанды көмір ошағын, Қазақстанның басқа да кен орындарын дамытуға, халық шаруашылығын өркендетуге белсене қатысады. Бұл кезде Қарағанды көмір ошағында қазақ инженерлері саусақпен санарлықтай ғана болатын. Көмір өндіру ісіне білек сыбана араласып, көзге түсіп жүрген А.Д.Шортанбаев, Ф.Серғазин, Ғ.Қосжанов, С.А.Әлменов сияқты инженерлер қатарына Әбекең де келіп қосылады. Ал, Әбілқас Сағыновтың ғылымға келуі оның 1951-1955 жылдары Бүкілодақтық ғылыми-зерттеу көмір институты Қарағанды филиалының директоры болуынан басталады. Ол мұнда келген соң бір жылдан кейін филиал дербес институт болып құрылған еді.

Қарағандының көмір өндіретін кәсіпорындарының барлық инженерлік сатыларынан өткен Әбекеңе ғылыми жұмыстармен айналысу еш қиындық туғызбайды, ғылым мен жоғары білім саласына келген соң ғылыммен айналысу ісін одан әрі жалғастырып, тіпті тереңдете түседі. Ол 1955 жылы жаңадан ашылған, республикада екінші техникалық жоғары оқу орны — Қарағанды тау-кен институтына ректор (ол кезде директор) болып келеді. Іс жүзінде жоқтан бар жасады. Кейіннен Қарағанды политехникалық институты болып құрылған ордалы шаңырақты Әбілқас Сағынұлы 33 жыл үзбей басқарды.

Әбекеңнің осы кезде күрделі мәселелерді шеше алатын зерттеушілер ұжымын қалыптастырудағы ірі ұйымдастырушы және ғалым ретінде тамаша таланты анық байқалады. Бұл тағайындау оның ғалым және педагог ретіндегі еңбек қызметінің нағыз жарқын кезеңі еді. Әбілқас Сағыновтың өмірінің жемісті жылдары, оның ғылым мен білімдегі, сан қырлы қоғамдық қызметі осы институтпен тығыз байланысты. Әбекеңнің осы кезде күрделі мәселелерді шеше алатын зерттеушілер ұжымын қалыптастырудағы ірі ұйымдастырушы және ғалым ретінде тамаша таланты анық байқалады.

Әбекең ғылыммен шұғылдана жүріп көп салалы қоғамдық жұмыстармен де айналысқан. Ол Қарағанды облыстық партия комитетінің мүшесі, КСРО Жоғарғы Кеңесінің және жергілікті Кеңестің депутаты болды. Қарағанды облысы ректорлар кеңесіне төрағалық етті.

Әбілқас Сағынұлы Социалистік Еңбек Ері атағына ие болып, екі мәрте Ленин орденімен, «Октябрь революциясы», «Еңбек Қызыл Ту», «Халықтар достығы» ордендерімен, Тәуелсіз Қазақстанның «Парасат» орденімен марапатталған. Қарағанды қаласының Құрметті азаматы. Өзі ұзақ жыл басқарған оқу орны қазір академик ағамыздың атымен аталады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. <https://egemen.kz/article/19141-saghynov-taghylymy>
2. <https://ortalyq.kz/akademik-bil-as-sa-ynovty-tu-anynda-110-zhyl/>

АКАДЕМИК ӘБІЛҚАС САҒЫНҰЛЫ САҒЫНОВТЫҢ
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТЕХНИКАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДЕ АҚПАРАТТЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ДАМУЫНА НЕГІЗ ҚАЛАУДАҒЫ РӨЛІ

Қазақстандағы ақпараттық технологиялардың дамуы инженерлік және техникалық білім берудің қалыптасу тарихымен тығыз байланысты. Қазіргі ІТ бағыттары пайда болмай тұрып-ақ, инновациялық технологияларды меңгеріп, енгізуге қабілетті ғылыми және инженерлік кадрларды даярлауға зор үлес қосқан тұлға — ғалым, педагог және жоғары білім беру саласының реформаторы, академик Әбілқас Сағынұлы Сағынов (1919–2006) болатын [1].

Ә.С. Сағыновтың Қарағанды техникалық университетінің ректоры қызметіндегі (1961–1987) кезеңі Қазақстанның белсенді индустрияландыру уақытына тұспа-тұс келді. Ол техникалық мамандықтардың болашағы есептеу және автоматтандырылған әдістерді қолдану қабілетіне тәуелді екенін терең түсінді. Оның басшылығымен оқу жоспарлары жаңартылып, математикалық модельдеу, өндірістік үдерістерді автоматтандыру және есептеу техникасына байланысты пәндер ерекше орын алды.

Академик Сағынов инженерлік білім беруді компьютерлендіру идеясын дәйекті түрде қолдап, есептеуіш машиналарды ғылыми-зерттеу және оқу үдерісіне енгізудің маңыздылығын жақсы түсінді. 1970–1980 жылдары оның бастамасымен университетте «Өндірістік үдерістерді автоматтандыру» және «Қолданбалы математика» кафедралары құрылып, кейін олар ақпараттық технологиялар саласының болашақ мамандарын даярлайтын орталықтарға айналды [2].

Сағыновтың қызметіндегі маңызды бағыттардың бірі — зертханалар мен оқу аудиторияларын сол уақыттағы заманауи есептеу техникасымен жабдықтау болды. Университетте алғашқы ЭЕМ-дер орнатылып, бағдарламалау мен инженерлік деректерді өңдеу бойынша курстар ұйымдастырылды. Бұл қадамдар білім беру процесіне ІТ элементтерін енгізудің алғашқы тәжірибесі болды.

Сонымен қатар, оның жетекшілігімен автоматтандырылған басқару жүйелері (АБЖ) саласында ғылыми зерттеулер кеңінен дамыды. Бұл зерттеулер қазіргі түсініктегі өнеркәсіптің цифрландыруының алғашқы нұсқасы іспетті еді. Сағынов қолдаған кафедралар өндірістік процестерді жоспарлау, материалдардың беріктігін есептеу және геологиялық барлау деректерін талдау үшін бағдарламалық кешендер құрумен айналысты.

Ә.С. Сағынов студенттердің пәнаралық даярлығына үлкен мән берді. Ол заманауи инженер тек физика, механика және тау-кен ісі салаларында ғана емес, сонымен қатар деректерді талдау, жүйелік тәсіл және автоматтандыру әдістерін де меңгеруі керек деп санады. Осы көзқарас нәтижесінде Қарағанды техникалық университетінің түлектері кейіннен информатика, телекоммуникация және автоматтандырылған басқару жүйелері салаларында көшбасшы мамандарға айналды [3].

Бүгінде академик Әбілқас Сағынұлы Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті өзінің негізін қалаушының дәстүрлерін жалғастыруда. Университетте ақпараттық технологиялар, киберқауіпсіздік, бағдарламалық инженерия және интеллектуалды жүйелер бағытындағы факультеттер мен кафедралар жұмыс істейді — олардың барлығы Сағынов басқарған жылдары қалыптасқан инженерлік бағыттардың тікелей жалғасы болып табылады.

Осылайша, академик Әбілқас Сағынұлы Сағыновтың IT-білімнің дамуына қосқан үлесі компьютерлік ғылымдарды тікелей құруда емес, керісінше, цифрлық технологиялардың болашағын қамтамасыз еткен әдіснамалық, ұйымдастырушылық және кадрлық базаны қалыптастыруда көрініс тапты. Ғылымды, техниканы және білімді біріктіруге бағытталған оның стратегиялық көзқарасы отандық инженерлік білімнің ақпараттық технологиялар дәуіріне өтуіне қолайлы алғышарттар жасады [4].

Академик Әбілқас Сағынұлы Сағынов инженерлік білім беруді технологиялық тұрғыдан жаңғыртудың қажеттілігін алдын ала болжай білді. Оның қажырлы еңбегінің арқасында Қазақстанда ақпараттық технологияларды меңгеріп, дамытуға қабілетті мамандарды даярлау жүйесі қалыптасты. Ғалымның ғылыми және педагогикалық мұрасы елдің цифрлық болашағы үшін мықты іргетас болып қала бермек.

Список использованных источников

1. Омаров С.Б. Вклад академика А.С. Сагинова в развитие инженерного образования Казахстана // Вестник технических наук Казахстана. — 2014. — №3. — С. 45–51.
2. Касымов Е.Т. Эволюция технического образования в Казахстане: от индустриализации к цифровизации. — Нур-Султан: КТУ им. А.С. Сагинова, 2020. — 154 с.
3. Абдрахманова А.К. Развитие информационных технологий в системе высшего образования Казахстана. — Алматы: РИЦ КазНУ, 2018. — 172 с.
4. Мукашева Л.Ж. Роль академика А.С. Сагинова в развитии научно-технического потенциала Казахстана // Материалы Международной научно-практической конференции. — Караганда, 2019. — С. 32–37.

СОЛ БІР СӘТ

Әйгілі адаммен өмірде бір-ақ рет кездессең де мәңгі есінде қалатынын талай естеліктерден оқып жүрмін. Академик Әбілқас Сағынұлымен сондай бір кездесу менің де есімде қалды.

Қарағанды мемлекеттік техникалық университетіне оқытушы болып қызметке орналасқанымда онша көп уақыт болмаған. Бір күні менің ғылыми жетекшім, халықаралық байланыстар және ғылыми жұмыстар жөніндегі проректор, профессор Әзімбек Қыздарбекұлы Әкімбеков хабарласып, келіп кетуімді өтінді. Жұмыс барысында мұндай сәттер бола береді. Сондай сәттердің бірі шығар деген оймен келіп кірдім. Сөйтсем, кабинетте қолында таяғы бар, атақты ғалым, осы оқу орнын көп жыл басқарған Социалистік Еңбек Ері, академик Әбілқас Сағынов ағамыз отыр.

- Мен қызметтік көлігімді бір жерге жіберіп қойып едім. Әбекең ағамызды үйіне жеткізіп сала аласың ба? - деп сұрады Әзімбек Қыздарбекұлы.

- Әрине, жеткізіп саламын, - дедім.

Әбекеңнің тоқсанға таяп қалған шағы. Қолтығынан демеп, сатыдан түсуіне көмектесіп, көлігіме алып келдім. Академик адамды қолтықтаудың өзі мен үшін зор ғанибет болып көрінді. Ол кезде қазіргідей қоршау жоқ, менің қара «Девяткам» университеттің бас ғимараттың алдында тұрақта тұрған. Есігін ашып, алдыңғы орынға отырғыздым. Ұмытпасам, шілде айының іші болуы керек. Машинаның іші қайнап тұр. Қас қылғандай машинам от ала қоймады. Күннің ыстығынан карбюраторы істемей қалған ғой. Әзім машинаның жағдайын да онша түсіне бермеймін, қатты сасқалақтағаным сондай, капотын ашып қойып, ол жағынан бір, бұл жағынан бір шығып, не істерімді білмей жүгіріп жүрмін. Әбекең үстіне костюм киіп алған, машинаның ішінде қара терге түсіп отыр.

Сондағы менің таң қалғаным, әлі есімнен кетпейді. Қол орамалымен кең маңдайын асықпай сүртіп қойып:

- Бұл темір ғой. Темірге сенім жоқ. Ештеңе етпейді, асықпа, - деп қояды.

Сол кезде Әбекеңнің сабырлы қалпы мені сабама түсіргендей болды да, өйтіп-бүйтіп, ақыры көлігімді от алдырдым.

Қарағанды қаласындағы «Березка» деп аталып кеткен аудандағы үйіне апарып салдым. Жолшыбай сөйлесіп отырдық. Байқағаным өмірлік тәжірибесі мол, әрбір сөзін баппен, нығарлап айтатын, ұстамды, өте қарапайым адам екен. Академикпін деп шіреніп отырған жоқ. Оқытушылық қызметімді жаңа ғана бастаған шағым ғой. Бұрын ол кісіні сырттай көргенде

«Шіркін-ай, ана кісімен сөйлеспек былай тұрсын, жанына барудың өзі қиын шығар», - деп ойлайтынбыз. Сондай академик ағамыз дәл жанымда, алдыңғы орындықта отырды. Әдеттегідей «Қай жақтан боласың?», «Не істейсің?» дегендей сұрақтар қойып, жауабымды естіген соң ісіме сәттілік тілеп, жарым ырыс болатын жақсы сөздерін аямай айтып отырды.

Қолтығынан демей отырып, үйіне кіргізіп салдым да, ақ тілекті Ағамыздың алғысын алдым. Жанында көп уақыт бола алмасам да, сол сәт менің есімде әлі күнге дейін сақталып келеді.

Асыл қасиетті ардақты адамның есімін ұмытпай, кейде ол кісінің көзін көрген ағалардан да сыр тартып көремін. Сондай әңгімелер кезінде ол кісінің уақытты зая кетірмеуге ерекше көңіл бөлгендігі қатты таңғалдырды. Әбекеннің естеліктерін оқығанымда, маңыздылығы төмен, съездерге, симпозиумдарға, жиналыстарға кеткен уақытыма өкінемін деп жазған екен. Сол сияқты қаламыздағы Кеншілердің мәдениет сарайында академик ағамыздың 90 жылдығы аталып өтіп жатқанда, сөз сөйлеп, тілегін білдірушілердің көптігінен: «Елді шаршатып, уақыттарын алмайық», - деп біржарым сағаттан соң салтанатты жиналысты уақытында аяқтатқандығына куәгер болдым.

Академик А. Сағыновтың мейлі шахта директоры бол, мейлі завод басшысы бол, кім болсаң да адам бол деген мағынадағы қанатты сөзін университетіміздің білім алушыларымен кездесулерде әрқашанда насихаттап отырымын.

ПРОЕКТ «АСУ ВУЗ» – НАЧАЛО АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗАМИ

В 1970-80-е годы была проведена работа по созданию автоматизированных информационных систем. Силами НИИ ВШ СССР был создан комплекс программ, известный под названием «АСУ ВУЗ». Данный комплекс централизованно внедрялся в крупнейшие вузы страны, имеющие наибольший технический и интеллектуальный потенциал. В вычислительных центрах эти системы дорабатывались специалистами соответствующих вузов, создавались новые подсистемы. Среди типовых программ проекта «АСУ ВУЗ» можно выделить такие, как контингент студентов, кадры ППС, сессия, абитуриент, текущая успеваемость, посещаемость, выпускник [1].

Значима и роль Карагандинского политехнического института в проекте «АСУ ВУЗ». В Казахстане в эти годы данной проблематикой на уровне министерства занимались ряд ведущих учебных заведений республики:

- Казахский политехнический институт (г. Алматы);
- Карагандинский политехнический институт (г. Караганда);
- строительно-дорожный институт (г. Устькаменегорск);
- химико-технологический институт (г. Шымкент).

Эти годы стали наиболее успешными в истории Карагандинского политехнического института (КарПТИ). Под руководством ректора Сагинова А.С. и проректора Бырьки В.Ф. в институте вводились в эксплуатацию новые учебные и научные лаборатории, был создан вычислительный центр, оснащенный, по тем временам, наиболее современной вычислительной техникой (СМ ЭВМ, ЕС ЭВМ). В этот период институт добился высшей формы компьютеризации учебного и воспитательного процессов. В институте неоднократно проводились Всесоюзные семинары по проблемам АСУ ВШ и использования вычислительной техники в учебном процессе. По развитию этих работ Карагандинский политехнический институт занимал ведущее положение среди вузов республики. Благодаря этим достижениям и авторитету ректора Сагинова А.С. КарПТИ стал головной организацией по проблемам автоматизации управления высшей школы в Казахстане [2].

Бырька В.Ф. многие годы являлся главным конструктором проекта по разработке и внедрению АСУ высшей школой Казахстана, а

вычислительный центр института под его руководством стал наиболее совершенной информационной системой коллективного пользования в республике [2].

Деятельность ВЦ КарПТИ. Структурно ВЦ КарПТИ состоял из следующих подразделений:

- компьютерный зал;
- диспетчерская;
- отдел подготовки данных;
- отдел математического обеспечения ЭВМ;
- лаборатория ОАСУ ВШ Казахстана

Специалисты отдела математического обеспечения ЭВМ разработали программную систему, предназначенную для расширения функциональности используемой операционной системы ДОС ЭВМ. Суть новшества заключалась в следующем:

организовано рабочее место пользователя, оснащенное дисплеем;
обеспечена связь данного рабочего места с ЭВМ;

пользователь на рабочем месте набирал текст программы и отправлял в очередь на выполнение;

операционная система в пакетном режиме выполняла задание из очереди.

Благодаря этой системе стал возможным удаленный доступ к ресурсам ЭВМ. Для удобства пользователей был организован компьютерный класс с 15-20 рабочими местами. Такой подход увеличил количество решаемых на ЭВМ за смену задач и, как следствие, позволил увеличить количество пользователей (сотрудников и студентов) ЭВМ.

Для своего времени это было очень прогрессивным решением и улучшило условия обучения студентов программированию.

Сотрудники лаборатории ОАСУ ВШ Казахстана занимались автоматизацией поставленных министерством задач. Основными используемыми языками были Ассемблер, Кобол и Фортран. Язык программирования Фортран в основном использовался студентами и научными сотрудниками.

Список использованных источников:

1. АСУ ВУЗ [Электронный ресурс] // Wikipedia. URL:

https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=АСУ_ВУЗ&oldid=140153414

2. Зинчук Д. Компьютерный прогресс // Индустриальная Караганда. – 2011. 7 мая (№ 52). – С.7.

ҚАЗІРГІ ИНЖЕНЕР-ПЕДАГОГ ДАЯРЛЫҒЫНДА Ә. САҒЫНОВ МҰРАСЫНЫҢ МАҢЫЗЫ

XXI ғасырдың инженер-педагогы – тек техникалық білімі бар маман емес, ол сонымен бірге жастардың кәсіби бағыт-бағдарын айқындайтын, жаңа технологияларды меңгерте алатын тұлға. Қазіргі жоғары техникалық оқу орындарына жүктеліп отырған басты міндет – өндіріс талабына сай, кәсіби құзыретті әрі педагогикалық мәдениеті жоғары инженер-педагогтар даярлау.

Осы тұрғыдан алғанда, Қазақстанның техникалық білім беру жүйесінің дамуына ерекше үлес қосқан академик Әбілқас Сағыновтың педагогикалық мұрасы қазіргі инженер-педагог даярлау мәселесінде үлкен теориялық және практикалық мәнге ие. Сағыновтың еңбектері инженер тұлғасының тұтас моделін ұсынды – ол ғылым мен өндірісті, білім мен тәрбиені біртұтас үдеріс ретінде қарастырған.

Ә.Сағынов идеялары – инженер-педагог даярлығының әдіснамалық негізі. Ә.Сағыновтың ғылыми тұжырымдары инженер кадрларды даярлаудың мазмұнын анықтауда іргелі рөл атқарды. Оның көзқарасында инженер маманын қалыптастыру – тек техникалық білім берумен шектелмейді, бұл үдеріс адамның дүниетанымын, мәдениетін және кәсіби жауапкершілігін дамытумен тікелей байланысты.

Ғалымның «Инженер – ойлау мәдениеті жоғары, ғылыми талдау мен тәжірибені ұштастыра алатын тұлға» деген пікірі қазіргі педагогикалық парадигмамен үндес. Бүгінгі инженер-педагог өз саласында ғана емес, оқыту әдістемесінде де инновациялық бағыт ұстануы тиіс.

Сағынов ұсынған әдіснамалық қағидалар – жүйелілік, өндірістік бағдар, ғылыми негізділік және тұлғалық даму – инженер-педагог даярлығының іргетасы болып табылады.

Қазіргі инженер-педагог даярлығы және Сағынов дәстүрінің жалғасы өз бағытын табуда. Қазіргі заман инженер-педагогынан цифрлық білім беру ортасында жұмыс істей алу, жаңа оқыту технологияларын меңгеру және студенттердің шығармашылық әлеуетін дамыту қабілеті талап етіледі. Осы міндеттерді жүзеге асыруда Сағынов идеялары заманауи маңызға ие болып отыр.

Мысалы, Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінде инженер-педагогтарды даярлау барысында STEM-білім беру, виртуалды зертханалар, өндірістік практикамен ықпалдасқан оқу жобалары кеңінен енгізілген. Мұндай тәсілдер ғалымның «өндіріс пен білімнің өзара байланысы – сапалы инженер дайындығының кепілі» деген қағидасын іс жүзінде жүзеге асырады.

Инженер-педагогтың кәсіби дамуының маңызды бөлігі – өндірістік ойлау мен педагогикалық рефлексияның үйлесуі. Сағынов бұл туралы: «Инженердің шынайы шеберлігі тек техниканы білуде емес, адамды түсіне білуде» деп көрсеткен. Бұл ой инженер-педагогика ғылымының негізгі ұстанымына айналды.

Сағынов мұрасы және құндылықтық бағдардағы инженерлік білім мәселесін сөз етер болсақ, инженерлік білім беру тек технологиялық емес, құндылықтық бағытқа да ие болуы тиіс. Сағынов мұрасындағы басты идеялардың бірі – инженерді ел мүддесіне, қоғам дамуына қызмет етуге тәрбиелеу. Оның пікірінше, инженерлік ойлау тек өндіріс тиімділігімен емес, әлеуметтік жауапкершілікпен ұштасуы керек.

Қазіргі инженер-педагог дайындығында бұл идеялар жас ұрпаққа кәсіби этика, экологиялық мәдениет және еңбектің адамгершілік мәнін түсіндіру арқылы жүзеге асуда. Осы арқылы инженер-педагог өз мамандығын рухани тұрғыда түсінетін, ұлттық құндылықтарды насихаттайтын тұлғаға айналады.

Сағынов идеяларының цифрлық дәуірдегі жаңа интерпретациясы. Бүгінгі таңда инженер-педагог қызметі цифрлық трансформация жағдайында дамып келеді. Big Data, жасанды интеллект, Smart Education платформалары сияқты жаңа құралдар оқыту әдістерін түбегейлі өзгертуде.

Сағыновтың «Білім мен еңбек бірлігі» қағидасы осы өзгерістер жағдайында жаңа мәнге ие болды: инженер-педагог енді тек білім беруші емес, цифрлық жобаларды ұйымдастырушы, инновацияны үйретуші және зерттеу жүргізуші тұлға. Сондықтан Сағынов идеяларын қайта зерделеу – цифрлық дәуірдегі инженерлік педагогиканың ғылыми-әдіснамалық негізін нығайтуға бағытталған маңызды қадам.

Академик Ә. Сағыновтың мұрасы – инженерлік білім беру мен педагогикалық шеберліктің тоғысқан тұсы. Оның идеялары инженер-педагог даярлаудың стратегиялық бағыттарын айқындап, қазіргі цифрлық дәуірдің талаптарымен толық үйлесіп отыр.

Сағынов қалыптастырған қағидалар – өндіріс пен білім бірлігі, ғылым мен тәрбиенің сабақтастығы, адамгершілік пен кәсібиліктің үйлесімі – қазіргі инженер-педагогтың кәсіби бейнесін қалыптастырудың басты өлшемдері болып табылады.

Осылайша, Ә. Сағыновтың ғылыми-педагогикалық мұрасы бүгінгі инженерлік білім берудің заманауи мазмұнын байытып, ұлттық техникалық мектептің дамуына бағыт-бағдар беруді жалғастыруда.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1 Сағынов Ә. *Инженер мамандар даярлаудағы жаңа бағыттар*. – Қарағанды, 1980.

2 Сағынов Ә. *Техникалық білім беру жүйесін жетілдіру жолдары*. – Қарағанды, 1982.

3 Жұмаділова А., Тұяқбаева Г. *Инженерлік педагогика негіздері*. – Алматы, 2020

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАЗАХСТАНА: ТРАДИЦИИ АКАДЕМИКА А. С. САГИНОВА И ЕГО УЧЕНИКОВ

История становления и развития Карагандинского технического университета неразрывно связана с именем академика Абылкаса Сагиновича Сагинова – ученого, организатора образования, государственного деятеля, чья деятельность определила направление инженерной школы Центрального Казахстана на многие десятилетия вперед. Под его руководством формировались научные коллективы, создавались кафедры, открывались новые специальности, укреплялась связь науки и промышленности. Абылкас Сагинович сумел сформировать в университете особую атмосферу, где ценились не только знания, но и культура научного мышления, уважение к труду, стремление к созиданию. Именно созданная академиком Сагиновым научная школа стала фундаментом последующего развития университета. Она характеризовалась высокой ответственностью преподавателей, активной исследовательской деятельностью студентов и постоянной ориентацией на инновации. Особенностью этой школы было сочетание строгой инженерной подготовки с гуманистическими ценностями – уважением к личности, профессиональной этикой, стремлением приносить реальную пользу обществу. Благодаря этому Карагандинский технический университет стал не просто учебным заведением, но центром формирования инженерной интеллигенции региона.

Эта научная среда стала основой для развития целой плеяды ученых и педагогов, продолживших начатое им дело. Среди них – доктор технических наук, профессор Владимир Викторович Яворский, деятельность которого связана с формированием и укреплением направления информационных технологий и системного анализа в инженерном образовании.

Профессиональный путь Владимира Викторовича начался в Томском политехническом институте – одном из ведущих научных центров СССР. Окончив в 1973 и 1976 годах с отличием две специальности – «Прикладная математика» и «Экономика и организация радиоэлектронной промышленности», он получил фундаментальную подготовку в области моделирования, оптимизации и анализа сложных систем. Уже в эти годы его исследовательские интересы были направлены на вопросы построения автоматизированных систем управления и математических моделей процессов в производстве. В 1976 году решением специализированного Совета Д063.47.01 при Томском политехническом институте ему присуждена ученая степень кандидата технических наук.

С 1978 года начинается важный этап его научной биографии, связанный с Карагандинским политехническим институтом (ныне – Карагандинский технический университет). Именно здесь научный потенциал, сформированный в Томске, находит свое применение и развитие в казахстанской инженерной школе, истоки которой восходят к организационному наследию академика Абылкаса Сагинова.

Работая на кафедре «Автоматизированные информационные системы», Владимир Викторович занимался созданием методических основ новой области – информационных технологий в инженерном образовании. Под его руководством формировались учебные программы, создавались новые лаборатории, разрабатывались программные комплексы и интерактивные обучающие системы.

Значительный вклад Яворского В.В. связан с внедрением компьютерных технологий в процесс обучения. Им была разработана обучающая среда «АЛИСА», системы дистанционного и смешанного обучения, тестирующие комплексы, обучающие веб-порталы, которые стали основой цифровой трансформации образования в КарГТУ и ряде других вузов Казахстана. Эти разработки позволили вывести учебный процесс на новый уровень, обеспечив доступность знаний и новые форматы взаимодействия преподавателя и студента.

В 2002 году Владимир Викторович защитил докторскую диссертацию на тему «Методы моделирования взаимосвязей и параметров функционирования многоуровневых организационных структур». В 2004 году удостоен ученого звания профессора МОН РК. Яворский В.В. является членом Республиканского УМС по специальностям «Вычислительная техника и программное обеспечение» и «Автоматизация и управление».

Яворский В.В. имеет более 570 научных публикаций, им издано 7 учебников, 15 учебных пособий по республиканскому плану, 27 монографий, получено 13 свидетельств на интеллектуальную собственность, авторское свидетельство. Под его научным руководством защищены свыше 45 магистерских диссертаций, восемь кандидатских и три докторские диссертации.

Путь профессора Владимира Викторовича Яворского – это путь ученого, который сохранил и развил традиции инженерного образования, заложенные академиком Абылкасом Сагиновичем Сагиновым. Его деятельность отражает ту самую идею непрерывности научной школы, где знания, опыт и культура мышления передаются от поколения к поколению.

Так поддерживается и укрепляется фундамент Карагандинского технического университета: фундамент, основанный на науке, ответственности и созидании – тех ценностях, которые были и остаются сердцем дела, начатого академиком Абылкасом Сагиновичем Сагиновым.

Список использованных источников

1. Энциклопедия Карагандинского государственного технического университета (к 55-летию университета)/ Под редакцией НАН РК А.М. Газалиева.- Караганда: Издательство КарГТУ, 2008, 308 с.

АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВ – КӨРНЕКТІ ҒАЛЫМ

Қазақстанның дамуына ерекше үлес қосқан танымал тұлғалардың бірі – академик Әбілқас Сағынұлы Сағынов. Қазақ халқы Әбілқас Сағыновты инженер-ғалым, білікті ұстаз, қазақ елінің ғылым мен білім саласының өркендеуіне айрықша еңбегін сіңірген көрнекті қайраткер және Қазақстандағы инженерлік-техникалық білімнің дамуына үлес қосқан ғалымдарды бірі ретінде біледі.

Ғалымның өмір жолы мен қызметіне тоқталатын болсақ, 1915 жылы 27 желтоқсанда Павлодар облысының, Баянауыл ауылында өмірге келген. Алғашқы еңбек жолын 1931 жылы «Прибалхашстрой» Өспен трест кенінде моторист болып бастаған екен. 1932 жылы Қарағанды тау-кен техникумына оқуға түседі. Техникумды бітіргеннен кейін Артем атындағы Днепропетровск тау-кен институтында оқуын жалғастырады. Институтты аяқтағаннан кейін 1948 жылға дейін Әбілқас Сағынұлы Қарағанды көмір бассейнінде учаске бастығы, бас инженер, шақты директоры болып қызмет жасайды. 1948-1951 жылдар аралығында Қарағанды қаласының Госгортехнадзор Басқармасының басшысы, «Қарағанды көміртілігі» трестінің бас инженері қызметтерін атқарады.

1951 жылы Ә.Ә. Сағынов ғылыми диссертациясын сәтті қорғап, техника ғылымдарының кандидаты дәрежесін алады.

1955 жылы Әбілқас Сағынұлы Сағынов Қарағанды тау-кен институтының директоры болып тағайындалады. Қарағанды политехникалық институтын (қазіргі Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті) Ректор лауазымында 33 жыл бойы қызмет жасайды. Осы жылдары Ә.С. Сағыновтың басшылығымен оқу орны көптеген жетістіктерге жетіп, еліміздегі жетекші техникалық жоғары оқу орындарының біріне айналады.

Ғалымның ғылыми еңбектері мен жаңалықтары негізінен тау-кен ісі, пайдалы қазбаларды өндіру технологиясы, өндіріс қауіпсіздігі, көмір қабатын әзірлеуге, метанды қабаттарды газсыздандыруға, көмір қабаттарын қолайлы жүйелермен өндіруге т.б ірі мәселелерді шешуге бағытталады. Ә.С. Сағынов жүзден аса ғылыми мақала, монография, оқу құралдарының авторы болды. Ғалымның ашқан жаңалықтары, еңбектері өндіріс саласында кеңінен қолданылып, еліміздің экономикасын дамытуда ерекше орын алады.

Ұстаздық және ұйымдастырушылық қызметіне тоқталатын болсақ, бірнеше буын мықты инженерлер, білікті мамандар, ғалымдар даярлаған ұлағатты ұстаз деп мақтана аламыз. Ғалым жастарды адалдыққа, білімге, ғылымға, еңбекқорлыққа, елге қызмет етуге шақырды. Ә.Ә. Сағынов

пайдалы қазбалар кен орындарын қазу технологиясы және кешенді механикаландыру бойынша ғылыми мектептің негізін құрды. Оқу орнымызды жақын және алыс шетелдерге де кеңінен танытты. Ұстаз ретінде ол кісі әр студенттің қабілетін байқап, ғылыми ізденіске бағыттай білді. Ә.С. Сағынов басшылық жасаған уақытта әрбір шешіміне, ісіне жауапты сан мыңдаған білікті инженерлер шығарылды. Оның тәрбиелеген түлектері бүгінде Қазақстанның барлық облыстарында әртүрлі салада сапалы қызмет жасап, халықтың ықыласына бөленіп жүр.

Халқына, еліне адал қызмет жасаған Әбілқас Сағынов көптеген марапаттарға ие болды. Солардың бірі, ҚазССР Мемлекеттік сыйлығының екі мәрте лауреаты, Социалистік Еңбек Ері атағы, ҚР Ұлттық ғылым академиясының академигі, Қазақстан Республикасының ғылым мен техникасына еңбек сіңірген қайраткері.

1993 жылы Қарағанды көмір бассейнін дамытуға және халық шаруашылығына білікті кадрлар даярлауға үлес қосқаны үшін Әбілқас Сағыновқа «Қарағанды қаласының азаматы» атағы берілді.

Ә.С.Сағыновтың құрметіне және оның есімін мәңгі сақтау мақсатында 33 жыл басшылық жасаған «Пайдалы қазбалардың кен орындарын қазу» кафедрасына ғалымның аты берілді. Сондай-ақ университетіміздің 2 корпусының 205 дәрісханасына да оның есімі берілген болатын. 2012 жылы 21 желтоқсанда ҚарМТУ-дың бас корпусы алдындағы алаңға ғалымға ескерткіш орнатылды.

Сонымен қатар, Қарағанды техникалық университетінде Сағынов оқулары ретінде танымал «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асырудың негізі» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциялар өткізіліп отырады.

Әбілқас Сағыновтың өмірі – еңбек пен адалдықтың, ғылым мен білімнің, патриоттықтың үлгісі деп айтуға болады. Ғалым ел болашағы – білімді жастардың қолында деп есептеді және соған бар күш-жігерін жұмсады. Ғалымның есімі Қарағанды техникалық университетіне беріліп, бұл оқу орны бүгінде оның атын иеленіп отыр. Бұл – ұлттың қамын ойлап, еліне ұшан-теңіз сіңірген еңбегіне лайықты құрмет деп санаймыз.

Қорыта айтқанда, Әбілқас Сағынұлы Сағынов – ұлт руханияты мен ғылымның тарихындағы ерекше тұлға. Оның ерен еңбектері мен өнегелі өмірі кейінгі ұрпаққа бағыт-бағдар береді. Осындай ұлы тұлғаның өмір жолы бізді білімге және Отанға адал қызмет етуге шақырады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Қазақстан ұлттық энциклопедиясы, 7 том.
2. Сагинов А.С. О пройденном пути. Воспоминания / Ғылым. – 1996.
3. Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. Карагандинский государственный технический университет. – Karaganda State Technical University: К 60-летию университета. Караганда: ТОО «Арко», 2013.

АКАДЕМИК АБЫЛКАС САГИНОВИЧ САГИНОВ: ОТ ПРАКТИКА ПРОИЗВОДСТВА ДО АРХИТЕКТОРА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА

Формирование индустриального потенциала и национальной научно-технической элиты Казахстана в XX веке осуществлялось усилиями плеяды выдающихся деятелей, чей личный путь был неразрывно связан с историей республики. Среди них особое место занимает академик Абылкас Сагинович Сагинов – личность, уникальным образом сочетавшая в себе ученого, талантливого организатора промышленности и гениального педагога-реформатора.

Фундаментом всей последующей деятельности А.С. Сагинова стал его уникальный производственный и научный опыт. Родившись в 1915 году в селе Баян-Аул, он начал свой трудовой путь в 1931 году простым мотористом на Успенском руднике. Получив образование в Днепропетровском горном институте, он более пятнадцати лет проработал на шахтах Карагандинского угольного бассейна, пройдя путь от начальника участка и главного инженера до директора шахты и руководителя технического отдела угольного треста. Этот бесценный практический опыт сформировал у него глубокое, детальное понимание реальных проблем и технологических потребностей производства, что впоследствии стало краеугольным камнем всей его педагогической и научной философии.

Переход в 1948 году на руководящие должности в системе Госгортехнадзора и треста «Карагандауглеразрезы», а затем, в 1951 году, назначение директором Карагандинского филиала Всесоюзного научно-исследовательского угольного института (ВУГИ) ознаменовали новый. Под его руководством филиал был преобразован в Карагандинский научно-исследовательский угольный институт (КНИУИ). Защита в том же году кандидатской диссертации на тему «Современное состояние методов разработки пологопадающих тонких и средней мощности пластов Карагандинского бассейна и их анализ и перспективы развития» и руководство профильным НИИ позволили ему сформировать целостное, научно обоснованное видение проблем угледобычи и наметить стратегические пути их решения. Этот период стал ключевым связующим звеном между его производственной практикой и будущей масштабной академической и образовательной деятельностью.

Назначение в 1955 году директором Карагандинского горного института (преобразованного в 1958 году в Политехнический институт) стало судьбоносным моментом не только для самого А.С. Сагинова, но и для всего технического образования региона. Его 33-летнее руководство

КарПТИ – это история целенаправленного и последовательного создания эффективной, жизнеспособной модели «Университет – Научно-образовательно-производственный комплекс», которая и сегодня остается актуальной.

Ключевые элементы этой модели, реализованные под его руководством, включали:

- глубокая и системная интеграция с производством;
- ориентация на кадровый запрос региона;
- неразрывный синтез педагогики и науки.

Научно-организационный талант А.С. Сагинова в полной мере проявился в его деятельности в Академии наук Казахской ССР. Его избрание членом-корреспондентом (1961 г.) и затем академиком (1970 г.) стало признанием его заслуг перед отечественной наукой. Являясь признанным лидером в области горного дела, он координировал комплексные научные программы, объединявшие усилия академических институтов, вузов и отраслевых НИИ, тем самым определяя стратегические направления развития технических наук в республике.

Его научные достижения, всегда имевшие ярко выраженную прикладную направленность, были дважды отмечены высшими научными наградами республики – Государственной премией Казахской ССР. В 1974 году он стал лауреатом в составе авторского коллектива за работу по механике горных пород, а в 1987 году – как руководитель работы «Разработка теории и создание гидравлических машин ударного действия для горно-добывающих и строительных отраслей промышленности Казахской ССР».

Важнейшим и наиболее долговременным результатом его деятельности стало создание собственной научной школы. Под его непосредственным научным руководством было успешно защищено 50 кандидатских и 11 докторских диссертаций. Его ученики, составляющие цвет горной науки и промышленности Казахстана, продолжили и развили его идеи, обеспечив преемственность научного знания и кадровый потенциал для отрасли.

Высшее государственное признание – звание Героя Социалистического Труда (1971 г.), звания «Заслуженный деятель науки и техники Республики Казахстан» (1995 г.) и «Почетный гражданин Караганды» (1993 г.) – являются объективным и заслуженным свидетельством его неоценимого вклада в экономическое, научное и образовательное развитие страны.

Список использованных источников

1. Каренов р. С. Роль академика АС Сагинова в становлении и развитии экономических школ, в подготовке высококвалифицированных экономических кадров в Карагандинском политехническом институте в 1955-1987 годы //Труды Университета. – 2015. – №. 4. – С. 20-21.

2. Интыков т. С., кызыров к. Б. Сагинов АС-горный инженер, ученый, общественный деятель, педагог, семьянин и Человек //Труды Университета. – 2015. – №. 4. – С. 14-18.

АКАДЕМИК С.А. САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАН
РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ҒЫЛЫМИ ЖӘНЕ ОҚУ-АҒАРТУ ҚЫЗМЕТІ

Академик Әбілқас Сағынов (1915–2006) — көрнекті ғалым, педагог және Қазақстандағы жоғары техникалық білім беру саласының ұйымдастырушысы. Оның қызметі елдегі инженерлік мектептің қалыптасуында шешуші рөл атқарды. Ғылыми еңбектері, басқарушылық шешімдері мен педагогикалық қағидалары Қазақстандағы заманауи техникалық білім беру жүйесінің негізін қалады.

Қазақ тау-кен металлургия институтын (қазіргі Қ. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ) бітіргеннен кейін Сағынов тау-кен өндірісі саласында еңбек жолын бастады. Ол өндіріс үдерістерін терең меңгеріп, бұл тәжірибесін кейін ғылыми зерттеулер мен инженер мамандарды даярлауда тиімді пайдаланды.

1953 жылы Әбілқас Сағынов Қарағанды политехникалық институтының (қазіргі Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті) ректоры болып тағайындалды. Оның басшылығымен оқу орны Қазақстандағы жетекші инженерлік білім орталықтарының біріне айналды. Ол өндіріс қажеттіліктеріне бейімделген мамандар даярлау жүйесін енгізді: оқу үдерісінің практикамен тығыз байланысын орнатып, студенттер мен оқытушыларды нақты ғылыми-техникалық жобаларға тартты.

Сағынов инженерлік пәндердің мазмұнын жаңартуға ерекше назар аударды. Оның жетекшілігімен жаңа оқу жоспарлары жасалып, автоматтандыру, механикаландыру және өндірістік үдерістерді басқару бойынша жаңа курстар енгізілді. Ол техникалық білім тек кәсіби дағдыларды қалыптастырып қана қоймай, инженерлік ойлау қабілетін және инновациялық ізденіске бейімділікті дамытуы қажет деп санады.

Ғылым саласында Әбілқас Сағынов тау-кен ісі мен минералдық шикізатты өндіру және өңдеу технологиясы бойынша танымал маман болды. Ол шахталардың өнімділігін арттыру, тау-кен кәсіпорындарының қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету және кен орындарын ұтымды пайдалану мәселелерін зерттеді. Оның 200-ден астам ғылыми еңбегі жарық көріп, көптеген авторлық куәліктер мен патенттерге ие болды. Зерттеу нәтижелері Қарағанды көмір бассейні кәсіпорындарында енгізіліп, өндіріс тиімділігі мен қауіпсіздігін арттырды.

Сағынов қалыптастырған ғылыми мектеп бүгінгі күнге дейін өз жұмысын жалғастыруда. Оның жетекшілігімен 50-ден астам ғылым кандидаттары мен докторлары даярланды. Ол Қазақстандағы инженерлік

зерттеулердің дамуына, халықаралық ғылыми ынтымақтастықтың кеңеюіне және жас ғалымдардың өндірістік мәселелерді шешуге тартылуына зор үлес қосты.

Оның қызметінің маңызды бағыттарының бірі — білім мен ғылымның материалдық-техникалық базасын дамыту болды. Сағыновтың басшылығымен Қарағанды политехникалық институтында жаңа зертханалар мен оқу корпустары ашылып, қуатты зерттеу инфрақұрылымы құрылды. Бұл студенттер мен оқытушыларға өндірістік жағдайға жақын тәжірибелер жүргізуге мүмкіндік берді.

Академик Әбілқас Сағынов инженерлік білімді дамытуға арналған мемлекеттік бағдарламаларды әзірлеуге белсенді қатысты. Ол техникалық мамандықтардың беделін арттыру, ғылыми жетістіктерді оқу үдерісіне енгізу және инновациялық оқыту технологияларын дамыту қажеттігін үнемі атап өтті. Оның педагогикалық мұрасы — инженер тек маман ғана емес, сонымен қатар зерттеуші, өздігінен дамуға қабілетті тұлға болуы тиіс деген қағидаға негізделген.

Ғылым мен білімді дамытудағы ерекше еңбегі үшін Әбілқас Сағынов Қазақстан Ұлттық ғылым академиясының академигі болып сайланды. Ол Ленин және Еңбек Қызыл Ту ордендерімен, сондай-ақ Қазақ КСР Мемлекеттік сыйлығымен марапатталды. Оның есімі Қарағанды техникалық университетіне берілді — бұл оқу орны еліміздің техникалық прогресінің символына айналды.

Осылайша, академик Әбілқас Сағыновтың Қазақстандағы техникалық білім мен ғылымның дамуына қосқан үлесі — тиімді инженерлік даярлық жүйесін қалыптастыру, ұлттық тау-кен ғылыми мектебін құру, инновациялық оқыту әдістерін енгізу және ғылым мен өндіріс арасындағы байланысты нығайту болып табылады. Оның қызметі отандық техникалық білім мен ғылыми зерттеулердің әрі қарай дамуына берік негіз қалдырды.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Сағынов. Ә. С. Тау-кен ісі мен техникалық білім жөніндегі таңдамалы еңбектер. Қарағанды, 2000ж.
2. Әбілқас Сағынов: өмірі мен қызметі. / Е. Ж. Тлеужановтың редакциясымен. Алматы, 2014 ж.
3. Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті: Тарих және қазіргі заман. Алматы, 2015 ж.
4. Қазақстан Ұлттық ғылым академиясы. Қазақстан ғалымдарының биографиялық анықтамалығы. Алматы, 2010 ж.
5. Қадыров. Б. Қазақстандағы инженерлік білімнің дамуы. Астана, 2018 ж.

ЖАСТАРҒА ҮЛГІ БОЛҒАН ҰЛЫ ТҮЛҒА – ӘБІЛҚАС САҒЫНОВ

Әбілқас Сағынов (1915-2006) – қазақ ғалымы, техника ғылымының докторы (1967), профессор (1958), Қазақ КСР Ғылым академиясының академигі (1970), Социалистік Еңбек Ері (1971). Қазақстанның еңбек сіңірген ғылым және техника қайраткері.

Әбілқас Сағыновтың өмір тарихы — XX ғасырдағы Қазақстанның ғылымы мен техникасының өркендеу тарихымен тығыз байланысты. Ол еліміздің жоғары білім және инженерлік кадрлар даярлау ісіне зор үлес қосқан тұлғалардың бірі. Ол қарапайым ауыл баласынан бастап, елге танымал ғалым, ұстаз, академик, инженер кадрлар даярлаудың ұйымдастырушысы дәрежесіне дейін көтерілген тұлға.

Әбілқас Сағыновтың жастарға қалдырған мұрасы — тек ғылыми еңбектер мен жетістіктер ғана емес, сонымен қатар еңбекқорлықтың, адалдықтың, білім мен отаншылдықтың үлгісі. Ол өз өмірін Қазақстанның инженерлік-техникалық саласын дамытуға және жастарды сапалы білім мен ғылымға баулуға арнады.

Ғалымның жастарға қалдырған негізгі мұрасының бағыттары:

1. *Білім мен ғылымға адалдық:*

✓ Инженерлік және техникалық мамандықтардың қоғамдағы рөлін ерекше атап өтті.

✓ Өз замандастарын ғана емес, кейінгі буынды да ғылыми ізденіске, жаңашылдыққа шақырды.

2. *Еңбекқорлық пен табандылық үлгісі:*

✓ Сағынов жастайынан қиындық көрсе де, еңбек арқылы жетістікке жетуге болатынын дәлелдеді.

✓ Қажырлы еңбегімен ғалым, академик, жоғары оқу орнының басшысы дәрежесіне дейін көтерілді.

✓ «Еңбек — адамның ең үлкен байлығы» деген қағиданы ұстанып, студенттерін де соған баулыды.

3. *Отанына және халқына қызмет ету идеясы:*

✓ Ол үшін ғылым — жеке жетістік емес, ел дамуына қосқан үлес еді.

✓ Тау-кен өндірісі мен техника саласындағы зерттеулері Қазақстан экономикасының өсуіне тікелей әсер етті.

✓ Ол жастарды туған жердің дамуына үлес қосуға, ел игілігі үшін еңбек етуге шақырды.

4. *Адамгершілік және ұстаздық өнеге:*

✓ Ректор, ұстаз ретінде ол мыңдаған жас инженерлерге жол көрсетті.

✓ Әр студентке әділдікпен, қамқорлықпен қарады.

5. Мұрасының жалғасы

✓ Қазір оның есімімен аталатын «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» — оның рухани мұрасының жалғасы.

✓ Университет студенттері мен жас ғалымдары Сағыновтың еңбегі мен өмір жолын үлгі тұтады.

Әбілқас Сағыновтың жастарға қалдырған мұрасы — білімге ұмтылу, еңбекке адалдық, елге қызмет ету және адамгершілік қасиеттерді сақтау.

Ә. Сағынов еңбек пен адалдықтың символы деуге болады. Оның өмірі – еңбекқорлықтың нағыз үлгісі. Таңертең бірінші келіп, кешке соңғы болып кететін. Институтты дамыту, жаңа зертханалар ашу, студенттерге жағдай жасау – өмірлік мақсаты болды. Сонымен қатар, ол елге адалдық пен отансүйгіштік үлгісі ретінде де танымал тұлға. Қазақстан инженерлік мектебінің негізін қалаушылардың бірі. Өз еңбегімен еліміздің техникалық білім жүйесін жаңа деңгейге көтерді.

Әбілқас Сағынов – өз заманының ар-намысы мен ақыл-парасатын бойына жинаған тұлға. Оның естелігі – бүгінгі жастардың бойындағы білімге, еңбекке, адамдыққа деген ұмтылыста өмір сүруде.

Әбілқас Сағыновтың ғылыми зерттеулері - Қазақстандағы тау-кен ісі, кен өндіру технологиясы және инженерлік білім саласының дамуына зор үлес қосқан маңызды ғылыми мұра. Ол еліміздің техникалық ғылымының іргетасын қалаушылардың бірі саналады. Әбілқас Сағыновтың негізгі ғылыми еңбектері жерасты кен өндіру процесін жетілдіру, табиғи ресурстарды тиімді пайдалану, және өндірістегі қауіпсіздік пен өнімділікті арттыру мәселелеріне арналғанын айтуға болады. Ғалымның зерттеулері көмір және металл кендерін өндірудің тиімді әдістерін жасау; тау-кен қазбаларының тұрақтылығын арттыру; қабат қысымын есептеу және басқару әдістерін жетілдіру; кен орындарын игерудің экологиялық және экономикалық тиімді жолдарын ұсынуға бағытталған. Жастар оның еңбекқорлығы мен табандылығын ерекше бағалайды. Сағынов еңбегі арқылы «қазақ жастары да ғылым мен техникада биік белестерге жете алады» деген сенім қалыптастырды.

Жастар оны мейірімділік пен әділдік иесі, нағыз ұстаздың бейнесі ретінде көреді. Ә.Сағыновтың адамгершілік қасиеттері студенттерге рухани үлгі болып отыр. Елге қызмет ету жолы жастардың патриоттық сезімін оятатын өнеге. Ол «Ел дамуы білім мен еңбектен басталады» деген ұстанымды өмірімен дәлелдеді. Жастар Ә.Сағыновты тек өткеннің тұлғасы емес, болашаққа бағдар беруші тұлға ретінде қабылдайды.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

1. https://www.kstu.kz/garmoniya-velichiya-skromnosti/?utm_source=chatgpt.com
2. https://egemen.kz/article/19141-saghynov-taghylymy?utm_source=chatgpt.com
3. https://egemen.kz/article/19141-saghynov-taghylymy?utm_source=chatgpt.com

АКАДЕМИК А. С. САГИНОВ И РАЗВИТИЕ ИНТЕГРАЦИИ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА В КАЗАХСТАНЕ

В современном мире ключевым фактором устойчивого экономического и социального развития является тесная взаимосвязь науки, образования и производства. Эти три элемента формируют основу инновационной экономики, где знания и технологии превращаются в реальные продукты, повышающие качество жизни и конкурентоспособность государства. Казахстан, как страна с мощным индустриальным потенциалом и богатыми природными ресурсами, на протяжении десятилетий формировал собственную модель научно-производственной интеграции. Существенный вклад в её становление внёс выдающийся учёный, инженер, педагог и организатор высшего образования – академик Абылкас Сагинович Сагинов.

Имя А.С. Сагинова неразрывно связано с развитием горной науки, технического образования и промышленности Центрального Казахстана. Он стал одним из тех, кто сумел создать живую связь между ВУЗом, научным исследованием и производством, превратив Караганду в крупный центр инженерной мысли и подготовки кадров для всей страны [1]. Его деятельность является ярким примером успешной интеграции науки, образования и производства, основанной на реальных потребностях отрасли и глубоких профессиональных знаниях.

Общеизвестно, что период сер. XX в. был временем бурного промышленного развития Казахстана. Центральный Казахстан, где сосредоточены крупнейшие угольные, металлургические и машиностроительные предприятия, нуждался в огромном количестве инженеров, техников, исследователей. После Великой Отечественной войны резко возросла потребность в энергоресурсах, прежде всего – в угле. Карагандинский угольный бассейн стал основным поставщиком топлива для индустриальных центров Советского Союза. Однако развитие промышленности опережало развитие системы образования. В республике ощущался острый дефицит инженерных кадров, способных решать сложные технологические задачи, разрабатывать новые методы добычи и переработки полезных ископаемых, внедрять научные достижения в производство. В этих условиях требовалось создать научно-образовательный центр, способный объединить теоретическую науку, инженерную подготовку и практические задачи предприятий.

Создание Карагандинского горного института в 1953 году стало ответом на этот вызов. С самого начала институт ориентировался на потребности региона и промышленности. У истоков его организации стоял Абылкас Сагинович Сагинов, именно с его именем связано формирование

модели вузовской науки, ориентированной на промышленное производство. Основным направлением научной деятельности академика А.С. Сагинова были вопросы повышения эффективности разработки угольных месторождений, механизации горных работ, безопасности труда и организации производства. Он внёс весомый вклад в развитие теории и практики ведения горных работ на мощных и пологопадающих пластах Карагандинского бассейна. Под его руководством велись фундаментальные и прикладные исследования в области: оптимизации технологических схем разработки угольных пластов; совершенствования систем проветривания и безопасности шахт; рационального использования горного оборудования; внедрения механизированных комплексов и горных комбайнов; повышения производительности труда и культуры безопасности [2, л. 58].

Особое внимание А.С. Сагинов уделял связи между научными исследованиями и их практическим применением. Он считал, что истинная ценность науки заключается не только в теоретических открытиях, но и в способности изменять реальное производство. Поэтому результаты исследований института сразу внедрялись на предприятиях региона – на шахтах Карагандинского бассейна и угледобывающих комбинатах. Эти работы позволили существенно повысить эффективность добычи угля, сократить производственные потери и улучшить условия труда шахтёров. Научные школы, созданные под руководством А.С. Сагинова, стали основой дальнейшего развития горного дела в Казахстане.

Академик А.С. Сагинов был не только учёным и инженером, но и педагогом-гуманистом. Он уделял большое внимание воспитанию молодёжи, формированию у студентов ответственности, трудолюбия, любви к своей профессии. Его лекции отличались ясностью, конкретностью и вдохновляющим стилем. Он верил, что инженер должен быть не просто специалистом, а личностью, способной мыслить широко и принимать решения, значимые для общества.

Как ректор, А.С. Сагинов проявил выдающиеся способности руководителя, учёного и стратега. Его управленческая модель основывалась на трёх ключевых принципах: связь с производством, развитие материально-технической базы, кадровая политика. Его наследие – это не только история одного человека, но и часть истории казахстанской науки, образования и промышленности. Сегодня, когда Казахстан движется по пути инновационного развития, идеи академика А.С. Сагинова вновь приобретают особое значение как источник вдохновения и практической мудрости.

Список использованных источников

1. Сагинов А. С. *Избранные труды*. – Караганда: Издательство КарГТУ, 1995.
2. ГАКО.Ф. 1. Оп. 71. Д. 312.
3. Пивень Г. Ученый, организатор высшей школы (к 85-летию академика А. Сагинова) // *Индустриальная Караганда*. – 2000. – 20 декабря.

А.С. САГИНОВ КАК УЧЁНЫЙ И ОРГАНИЗАТОР: МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

За всю историю человечества произошло огромное множество событий, которые вершили личности с огромной волей и целеустремлённостью. Исследуя роль личности в истории, Г.В. Плеханов отмечал, что талантливый человек может проявить себя при наличии двух условий: «Во-первых, его талант должен сделать его более других соответствующим общественным нуждам данной эпохи... Во-вторых, существующий общественный строй не должен заграждать дорогу личности...». Когда эти условия налицо, талант становится «общественной силой» [1, 28]. Таким талантом обладал академик НАН РК, доктор технических наук, лауреат Государственных премий, Герой Социалистического Труда Абылкас Сагинович Сагинов.

Как следует из автобиографии, написанной А.С. Сагиновым 9 декабря 1954 года «... родился в 1915 году в селе Баян – аул б. Павлодарского уезда б. Семипалатинской губернии в семье мелкого торговца. До 1931 года я учился в средней школе, находясь на иждивении родителей. В 1932 году я поступил в Карагандинский горный техникум, откуда, после окончания первого курса, в 1933 году, перешел в Днепропетровский Горный институт, который окончил в 1939 году, получив специальность горного инженера по разработке полезных ископаемых» [2, 16].

Заслуга А.С. Сагинов заключается в том, что он большое внимание уделял вопросам научно-технического прогресса, дальнейшему развитию шахтного фонда, что дало ему возможность в 1947 году поступить в заочную аспирантуру Института горного дела Академии наук Казахской ССР. В начале 1948 г. он получил приглашение занять должность начальника горного района Госгорнадзора. Здесь Абылкас Сагинович преследовал цель – собирать материалы, вплотную заняться диссертацией.

После окончания войны надо было восстанавливать народное хозяйство страны, и шахты работали с повышенной нагрузкой. Для дальнейшего повышения эффективности работы шахт бассейна необходимо было заняться вопросами упорядоченного горного хозяйства, внедрением передовых систем разработки и технологии. Эта работа была обобщена в диссертации А.С. Сагинова по теме «Современное состояние методов разработки пологопадающих тонких и средней мощности пластов Карагандинского бассейна, их анализ и перспектива развития».

В 1951 году А.С. Сагинов был назначен директором Карагандинского филиала Всесоюзного научно-исследовательского угольного института, преобразованного под его руководством в 1952 году в Карагандинский

научно-исследовательский угольный институт. В этот период проявился яркий талант А.С. Сагинова как крупного организатора и ученого, сформировавшего коллектив исследователей, способных решать сложные проблемы, возникшие перед шахтерами третьей угольной кочегарки. Под руководством Абылкаса Сагиновича институтом были успешно решены крупные проблемы, связанные с разработкой мощных угольных пластов.

В 1955 году А.С. Сагинов был назначен директором Карагандинского горного института, преобразованного в 1958 году в Карагандинский политехнический институт. В должности ректора он проработал в течение 33 лет, одновременно заведя кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых». Абылкас Сагинович вложил немало труда в становление Карагандинского политехнического института как одного из ведущих технических вузов Советского Союза. Первоочередное внимание он уделял вопросам подготовки научно-педагогических кадров, создал исключительно благоприятные условия для творческого роста преподавателей и сотрудников института. С первых дней своей работы на посту ректора он поставил перед собой задачу готовить преподавательские кадры из числа выпускников, окончивших ведущие вузы Москвы, Ленинграда, Киева, Новосибирска, Свердловска, также КарПТИ, направляя их в целевую аспирантуру.

Своим личным примером А.С. Сагинов показывал пример целеустремленности в научной деятельности, в результате чего его многолетняя плодотворная инженерная и научная деятельность получила высокую оценку Ученого совета Московского горного института, который в 1967 году единогласно присудил ему ученую степень доктора технических наук по итогам защиты докторской диссертации по теме «Исследование и совершенствование методов подземной разработки угольных пластов Карагандинского бассейна».

Личность – это всегда человек, и личностью не может быть никто, кроме человека. В этом понятии выражается самое главное, что присуще данному человеку – совокупность его внутренних свойств как существа общественного, таких, как черты разума, души, поведения. Личностью не рождаются, а становятся в определённых общественных условиях. Абылкаса Сагиновича Сагинова заслуженно можно считать настоящей личностью, примером для всех поколений. За период научно-педагогической деятельности он внес значительный вклад в технический прогресс горнодобывающей отрасли Республики Казахстан, а также в подготовку специалистов высшей квалификации.

Список использованных источников

1. Плеханов Г.В. *Избранные философские произведения в 5-ти тт. Т. 2.* - М., 1956. - 334с.
2. Государственный архив Карагандинской области. Фонд 1 партийный архив, опись 71, дело 312.

ҰЖЫМДЫ ТАҢДАЙ БІЛГЕН ДӘУІР ТҰЛҒАСЫ ӘБІЛҚАС САҒЫНОВ

Атамұра өз болмысын өзіне ұғындырудың, жеке басты танытатын құндылықтың, адамтануға бұратын дәстүрлі бағдар екені даусыз. Мына түйіндіні ата-бабамыз «қанмен келген қасиет – термен бекиді», - деп бекер айтпаған. Академик Әбілқас Сағынұлы Сағыновтың атқарған инженерлік, ұйымдастырушылық және ғылыми-ағартушылық қызметтерінің орны «жеке бір дастан» десек, Одақ көлеміне әйгілі еткен оның жоғары оқу орнына сіңірген еңбегінде теңдесі жоқ. Әсіресе, кадр мәселесіне, ғылыми қызметкерлердің өсуіне көп көңіл бөлді. 1960 жылы ректордың басшылығымен қоғамтану кафедрасы ұйымдастырылды. Кафедраны басқару қызметіне Қарағанды қаласының облыстың қоғамдық өміріне белсене араласқан Дүйсетай Аймағамбетұлы Шаймұхановты шақырады. Ол еңбек жолын мектеп мұғалімі, 1951-1960 жылдары облыстық комсомол және партия комитеттерінің хатшысы қызметін атқарған, ал 1959 жылы тарих ғылымдарының кандидаттық диссертациясын ойдағыдай қорғаған азамат еді. Институт тірлігінде ірілігімен дараланып, ардың жолын бойтұмар еткен Дүйсетай Аймағамбетұлы кафедраны ұйымдастырып, (1960-1963, 1965-1974) кадрларды дайындауда зор үлесін қосты. Жиырма жыл ішінде бес ғылым докторы кафедраны басқарды, олар Д.Шаймұханов, Б.Қасенов, Ш.Қашықов, М.Құлыбеков, Ә.Жұмасұлтанов. Бұл республикада өте сирек кездесетін жағдай еді. Ректор Әбілқас Сағынов әр уақытта ұжымды дұрыс таңдағанын білдіреді.

Дүйсетай Аймағамбетұлы Шаймұханов 1928 жылдың қаңтар айында Бұқар жырау (бұрынғы Ульянов) ауданында орналасқан Жастілек ауылында дүниеге келген. Арқа журналистикасының абыз ақсақалы, қарымды қаламгер Аман Жанғожин: «Ауылымыз туралы сөз қозғалғанда алдымен аузымызға Дүйсетай Шаймұхановтай ағамыздың аты түсетін... Айтайын дегенім, аяққа құйған астай шағын ғана Жастілек деген ауылдан Дүйсекең ағамызға еліктеп, біз де білім нәрінен сусындап, көздеген мақсатымызға жете алдық», - дейді.

Аталмыш институтының профессоры Ә.Жұмасұлтанов естелігінде: «Бір күні Алматыға, ҚазМУ-дың тарих факультетіне Қарағанды қаласынан политехникалық институтта қоғамтану кафедрасының жетекшісі Дүйсетай Шаймұханов ректор Ә.Сағыновтың тапсыруы бойынша алдағы жылы аспирантура бітіретін жастарды жұмысқа шақыру туралы тапсырмамен келгенін айтты. Менің Дүйсекеңе маған барған бетте бірден пәтер болады ма? деген сұрағыма, Дүйсекең бұл мәселенің қолма-қол шешетінін айтты».

Екі естелік те Дүйсетай ағамыздың білімі терең, өзгеден ерекше ой байламы тың тәжірибелердің үйлесімділігінен бастау алатыны көрініп тұр.

Ондай азаматтың қарым-қатынастағы байсалды мінезі жұрттың құрметіне, шәкірттерінің жүрегіне жол таба білген нағыз Ұстаз болғанын көрсетеді.

Қандай қызмет атқарып жүрсе де, еңбек жолына үңілген адам оның ғұмыры білім мен ғылым саласына арналғаны жайында (170 астам ғылыми еңбегі, онға жуық монографиясы жарық көрді, соның ішінде Қарағанды көмір бассейнінің, металлургия комбинатының, қасіретті мекен – Карлагтың және қасиетті мекен – Қарқаралының тарихын зерттеген – төрт еңбегімен кеңінен танымал), сол еңбектерінің еленгенін аңғартады.

Сонымен қатар, Дүйсетай Аймағамбетұлы Қарағанды мемлекеттік университеті тарих кафедрасының меңгерушісі, Қарағанды педагогикалық дене тәрбие институтының ректоры қызметін абыроймен атқарды. Осынау еңбектері ескеріліп, Қарағанды қаласының Құрметті Азаматы атағына ие болып, ол тұрған үйге мемориалдық тақта орнатылды, университеттің бір аудиториясына есімі берілді. Оның ғылыми жетекшілігімен тарих ғылымы бойынша он бес адам кандидаттық және екі адам докторлық диссертация қорғады. Сондай-ақ, Е.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеттің тарих мамандығы бойынша ашылған кандидаттық және докторлық диссертациялар қорғау жөніндегі Кеңестің төрағасы болды.

Адамның аманатын орындау – былайша айтсақ, адамның міндеті. Дәл осы мінезді баланың бойына сіңіруде отбасы мен ұстаздар шешуші рөл атқарады. Адамгершілік – адамды келбеттеуде ізгілікке бастар бағдар және әрекет. Осы түсінікпен есептесу – ұрпақ алдында мұраға қалдыру - біздің басты міндетіміз. Ол елдің тұтастығын, беріктігін, сананың сергектігін бойында сақтаудың бірден-бір кепілдігі. Бұған дәлел ретінде Міржақып Дулатұлының айтқан сөзін үлгіге келтірсек жеткілікті сияқты: «Адамның алдымен адам сипаты болуға тиіс».

Ардақты Дүйсетай ағамыздың өмірден озғанына желтоқсанның жиырма бірінде 19 жыл толады. «Жақсының аты, ғалымның хаты өлмейді», - демекші, текті азаматтың аты мен мұрасы, өмірдегі өнегесі ел-жұртымен бірге жасай берсін, - дей келе, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеттің бір аудиториясына есімі берілсін ойымды ұсынамын. Сөз соңында, «Ұстазыңды өле өлгенше мадақта, сол емес пе сені қосқан санатқа» - деп бабаларымыз айтқандай, қазақтың ардақты ұлы, еліміздің білімі мен ғылымына телегей теңіз үлес қосқан Академик Әбілқас Сағынұлы Сағыновтың жарқын бейнесі жадымызда мәңгі қалады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Молдабеков Ж. Қазақтану: ділгірлігі мен тағылымы. // Қазақ тарихы № 5, 1995 ж., Б. 5.
2. Штрихи к портрету: академик А.С.Сагинов / Под редакцией академика НАН РК А.М.Газалиева. – Караганда: Издательство КарГТУ, 2008., Б. 108.
3. Ардагер журналист, қарымды қаламгер Аман Жангожын – 80 жасқа // <https://ortalyq.kz/a-yryn-zh-rip-any-bas-an/>

А.С. САҒИНОВТЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК БІЛІМ МЕН ҒЫЛЫМИ КАДРЛАРДЫ ДАЯРЛАУДАҒЫ СТРАТЕГИЯЛЫҚ РӨЛІ

Қазіргі Қазақстанның индустриялық-инновациялық дамуы инженерлік кадрлардың сапасы мен ғылыми әлеуетіне тікелей байланысты. Бұл тұрғыда техникалық жоғары білім беру жүйесін қалыптастыру мен дамыту ісінде академик А.С. Сағиновтың стратегиялық рөлі ерекше. Ол инженерлік білімді елдің экономикалық қауіпсіздігі мен ғылыми тәуелсіздігінің негізгі факторы ретінде қарастырды және білім, ғылым мен өндіріс арасындағы интеграцияны дамытудың теориялық және ұйымдастырушылық негізін қалады.

А.С. Сағиновтың стратегиясы инженерлік білім беру жүйесін өндіріс талабына бейімдеуге бағытталды. Ол инженер мамандарды даярлау ісінде теория мен практиканың бірлігін қамтамасыз ету қажеттігін дәлелдеп, осы бағытта оқу процесін түбегейлі жаңғыртуды ұсынды. Сағиновтың бастамалары нәтижесінде оқу бағдарламалары нақты өндірістік міндеттермен ұштасып, инженерлік ойлау мәдениеті мен практикалық дағдыларға басымдық берілді. Бұл тәсіл кейін дуальды білім беру жүйесінің ғылыми негізіне айналды.

Сонымен қатар, Сағиновтың стратегиялық көзқарасы инженерлік білім сапасын арттырудың басты тетігі ретінде ғылыми-зерттеу қызметін дамытуға бағытталды. Ол инженер мамандардың ғылыми әлеуетін арттыру үшін жоғары оқу орындарының құрылымына зерттеу лабораторияларын, салалық ғылыми орталықтарды енгізудің маңызын атап көрсетті. Мұндай модель студенттердің шығармашылық және зерттеу қабілеттерін дамытып, инженерлік шешім қабылдау мәдениетін қалыптастыруға мүмкіндік берді.

Ғалымның тағы бір стратегиялық бастамасы – ғылыми кадрлар даярлау жүйесін қалыптастыру болды. А.С. Сағинов инженерлік ғылымның іргетасы болып табылатын аспирантура мен ғылыми мектептер жүйесін дамытудың маңызын негіздеді. Оның бастамасымен жас ғалымдарды тәрбиелеу, ғылыми жетекшілік институтын нығайту, халықаралық ғылыми ынтымақтастықты кеңейту бағыттары жүзеге асырылды. Бұл бастамалар Қазақстандағы инженерлік ғылымның дамуына жаңа серпін берді.

Сағиновтың идеялары инженер мамандарды даярлауда тұлғалық және этикалық құндылықтарды қалыптастырудың да негізін қалады. Оның пікірінше, инженер – тек техникалық білімі бар маман емес, елдің дамуына жауапкершілікпен қарайтын кәсіби және азаматтық сана-сезімі жоғары тұлға болуы тиіс. Бұл көзқарас қазіргі заманғы инженерлік этика мен кәсіби мәдениет қағидаларының теориялық негізін қалады. Сағинов инженер

тұлғасын тәрбиелеуде еңбек мәдениеті, ұжымдық жауапкершілік, экологиялық сананы дамыту, және өндірістік қауіпсіздік қағидаттарын маңызды факторлар ретінде қарастырды. Ол инженердің рөлі тек өндіріс шеңберінде шектелмей, қоғамның әлеуметтік-экономикалық дамуына тікелей ықпал ететін интеллектуалды көшбасшы болуы керек деп санады.

А.С. Сағиновтың стратегиялық ұстанымдары инженерлік білімді ізгілендіру мен ұлттық құндылықтармен ұштастырудың алғашқы үлгілерінің бірі болды. Ол техникалық білім беру процесіне әлеуметтік жауапкершілік, мәдени орта және адамгершілік ұстанымдарды енгізу арқылы инженер мамандардың жаңа буынын қалыптастыруға бағытталған жүйелі тәсіл ұсынды. Бүгінгі күні бұл қағидалар тұрақты даму тұжырымдамасымен және заманауи білім саясатының құндылықтарымен үндеседі. Сағиновтың көзқарасы бойынша, техникалық прогресс адам мен қоғам мүддесіне қызмет етуі тиіс, сондықтан инженерлік білім тек технологиялық емес, рухани және әлеуметтік бағыттылыққа да ие болуы қажет. Оның бұл идеялары қазіргі білім берудің гуманизациялану үрдісімен және инженерлік этика мен тұрақты дамуға бағытталған жаһандық трендтермен үйлесім табады. Сонымен қатар, Сағинов инженерлік білім мазмұнында ұлттық рухани құндылықтарды сақтай отырып, заманауи технологиялық инновацияларды енгізудің маңызын атап көрсетті. Ол ғылым мен техниканың дамуы ұлттық мәдениеттен ажырамай, қоғамның адамгершілік негіздерін нығайтуға ықпал етуі керек деген ұстанымды ұстанды.

Қорытындылай келе, академик А.С. Сағиновтың инженерлік білім мен ғылыми кадрларды даярлаудағы стратегиялық рөлі – ұлттық инженерлік мектептің ғылыми-теориялық негізін қалауда, білім мен өндірістің бірлігін қамтамасыз етуде және инновациялық ойлау жүйесін дамытуда айқын көрінді. Оның идеялары бүгінгі таңда Қазақстанның техникалық университеттерінің даму стратегиясында, дуальды білім беру жүйесінде және инженерлік кадрларды даярлау саясатының негізінде өз жалғасын табуда.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Сағинов Ә.С. Өмір жолым – инженерлік ізденіс жолы. — Қарағанды: ҚарТУ баспасы, 2005. — 212
2. Қарағанды техникалық университеті. Академик Әбілқас Сағынұлы Сағиновтың өмірі мен еңбегі туралы естеліктер жинағы. — Қарағанды: ҚарТУ, 2015. — 178 б.
3. Бектұров С.Қ. Қазақстандағы техникалық білім берудің қалыптасуы мен дамуы. — Астана: Фолиант, 2018. — 245 б.
4. ҚР ҰҒА материалдары. Академик Ә.С. Сағиновтың 100 жылдығына арналған естелік жинақ. — Алматы: Ғылым, 2015. — 156 б.
5. Сейітов А.Б. Инженерлік кадрлар даярлау жүйесінің эволюциясы (1950–2000 жж.). — Қарағанды: Болашақ университеті, 2020. — 196 б.

АКАДЕМИК А. С. САҒЫНОВТЫҢ ҒЫЛЫМИ ДӘСТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ҒЫЛЫМДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Мақалада академик А. С. Сағыновтың Қазақстанның тау-кен және техникалық ғылымдарын дамытудағы ғылыми дәстүрлері қарастырылып, олардың қазіргі заманғы инженерлік ғылым мен жасанды интеллект (АІ) технологияларымен сабақтастығы талданады. Ұлы академиктің ғылыми мұрасының заманауи цифрлық дәуірдегі өзектілігі мен инженерлік зерттеулерде жасанды интеллектті қолданудың жаңа перспективалары сипатталады.

Қазақстан ғылымының тарихында академик Асан Сағыновтың есімі ерекше орын алады. Ол еліміздің тау-кен өнеркәсібін, инженерлік білім мен ғылымды дамытуға зор үлес қосқан көрнекті ғалым, ұйымдастырушы және ұстаз болды. А. С. Сағынов өз еңбектерінде өндірістік процестерді ғылыми тұрғыдан талдауға, инженерлік есептеулерді нақты деректерге негіздеуге және ғылыми нәтижелерді өндірісте тиімді пайдалануға баса мән берді.

Бүгінгі таңда оның ғылыми дәстүрлері ақпараттық технологиялар мен жасанды интеллект дәуірінде жаңа мағынаға ие болып отыр. Инженерлік ғылым мен өндірісте АІ жүйелерін пайдалану – Сағынов ұстанған ғылыми тәсілдердің табиғи жалғасы болып табылады.

Академик Сағыновтың негізгі ғылыми қызметі тау-кен ісі, әсіресе шахта қазбаларының тұрақтылығын қамтамасыз ету, көмір өндірудің қауіпсіз әдістерін жетілдіру, және жерасты кен орындарын тиімді игеру мәселелеріне арналды. Ол кен орындарын пайдалану кезінде табиғи және техногендік факторлардың өзара әсерін зерттеп, ғылыми негізделген инженерлік шешімдер ұсынды.

Сағыновтың еңбектерінде инженердің аналитикалық ойлау мәдениеті мен өндіріс үдерісін жүйелі басқару қағидаты ерекше орын алды. Дәл осы қағидаттар қазіргі кезде жасанды интеллект жүйелерінің негізінде жатыр – яғни, үлкен деректерді талдау, модельдеу және болжам жасау арқылы тиімді шешім қабылдау.

Қазіргі инженерлік ғылымда жасанды интеллект төмендегі бағыттарда кеңінен қолданыла бастады:

– Тау-кен өндірісін модельдеу: жасанды интеллект көмегімен жер қойнауының геологиялық құрылымын 3D модельдеу, қауіпті аймақтарды алдын ала болжау және шахталардағы тәуекел деңгейін азайтуға болады.

– Өндірістік процестерді оптимизациялау: машиналық оқыту алгоритмдері энергия тұтыну мен ресурстарды пайдалану тиімділігін арттырады, өндіріс шығындарын азайтады.

– Қауіпсіздік жүйелерін интеллектуалдандыру: AI негізіндегі бейнебақылау жүйелері апаттың немесе қауіпті жағдайдың белгілерін ерте анықтай алады, бұл Сағынов көтерген еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету идеяларымен үндес.

– Деректерге негізделген шешім қабылдау: тау-кен саласындағы үлкен көлемдегі өндірістік және геологиялық деректерді талдау арқылы AI кен өндіру стратегияларын автоматты түрде түзетуге мүмкіндік береді.

А. С. Сағынов ғылыми зерттеулерде жүйелілік, дәлдік және практикалық бағыттылық принциптерін ұстанды. Бұл принциптер қазіргі цифрлық инженерияның және жасанды интеллект технологияларының негізіне айналды.

Егер Сағынов дәуірінде инженер деректерді қолмен талдаса, бүгінде сол әдіс AI көмегімен автоматтандырылып, әлдеқайда терең әрі жедел нәтижелер береді.

Қазіргі уақытта осындай инженерлік есептерді шешуде жасанды интеллект әдістерін қолдану үлкен мүмкіндіктер ашады. Мысалы, нейрондық желілер мен машиналық оқыту алгоритмдері арқылы желдету жүйелеріндегі ауа қысымы мен газ құрамының өзгерісін автоматты түрде болжауға және апатты жағдайлардың алдын алуға болады. Бұл тәсіл Сағыновтың ғылыми дәстүрлерін цифрлық дәуір жағдайында жалғастырудың көрінісі болып табылады.

Осы тұрғыдан алғанда, Сағынов мектебінің ғылыми дәстүрлері – жасанды интеллект дәуірінде өз жалғасын тауып отыр. Оның инженерлік көзқарасы қазіргі заманның “ақылды өндіріс” (Smart Industry) және “Индустрия 4.0” ұғымдарымен үйлеседі.

Академик А. С. Сағыновтың ғылыми дәстүрлері мен тау-кен өнеркәсібіндегі зерттеулері Қазақстандағы инженерлік ғылымның іргетасын қалады. Бүгінгі цифрлық қоғам мен жасанды интеллект технологиялары осы дәстүрлерді жаңа деңгейге көтеріп отыр. Сағыновтың “ғылым мен өндірістің бірлігі” қағидасы инженерлік салаларда AI жүйелерін енгізудің негізгі философиясына айналуға.

Әдебиеттер тізімі

1. Сағынов а. С., кван с. С., адилов к. Н. Методы анализа и оптимизации технологических схем угольных шахт. — алма-ата: наука, 1974. — 287 с.
2. Сағынов а. С. Проблемы разработки угольных пластов карагандинского бассейна. — м.: недра, 1976. — 400 с.
3. Исаков в. С. Искусственный интеллект в горнодобывающей промышленности: новые возможности и преимущества // вестник науки. – 2023. – №2 (59).
4. Абишев к., төлегенов а. Жасанды интеллект және инженерлік есептеулер. – нұр-сұлтан: ұлттық инженерлік академия, 2021.

АНАЛИЗ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИДЕЙ АКАДЕМИКА САГИНОВА В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Современное инженерное образование требует пересмотра традиционных подходов к подготовке специалистов в условиях стремительного технологического прогресса. В этом контексте обращение к наследию выдающихся педагогов и организаторов высшей школы приобретает особое значение. Одним из таких деятелей является академик Абылкас Сагинович Сагинов - ученый, ректор Карагандинского политехнического института (ныне Карагандинский технический университет), основатель научных школ, внесший неоценимый вклад в развитие инженерного образования Казахстана. Его профессиональные и личностные качества вызывали доверие, а опыт работы в системе высшего образования позволял рассчитывать на успешное становление нового вуза.

Занимая должность руководителя, А. С. Сагинов уделял особое внимание качеству учебного процесса. Он посещал лекции, семинарские и лабораторные занятия, анализировал их эффективность, способствуя росту педагогического мастерства преподавателей. Он настойчиво добивался повышения квалификации профессорско-преподавательского состава, внедрения современных подходов к обучению и использования новых технологий. Большое значение придавалось обновлению лабораторного оборудования, расширению учебно-методической базы, созданию условий, повышающих интерес студентов к обучению и научной работе. Создание филиалов на предприятиях, развитие отраслевых лабораторий, внедрение результатов научных исследований в промышленность - всё это отражает современные принципы дуального образования и практикоориентированного обучения, активно применяемые ведущими техническими вузами мира.

Стремясь повысить уровень подготовки поступающих, прежде всего молодых специалистов, уже имеющих производственный опыт, А. С. Сагинов выступил инициатором организации при институте специальных подготовительных курсов. Их задача заключалась в том, чтобы помочь абитуриентам восполнить пробелы в знаниях, упорядочить необходимый учебный материал и успешно пройти вступительные испытания, а также адаптироваться к образовательным требованиям технического вуза. Введение таких курсов существенно улучшило качество контингента первокурсников и повысило уровень их готовности к обучению.

Заметным шагом в развитии института стало и открытие вечернего филиала на базе одного из ведущих предприятий региона. Благодаря этому инженерно-технические кадры получили возможность получить высшее образование, не отрываясь от производственного процесса. Работа филиала укрепила взаимодействие вуза с промышленностью, усилила практическую направленность подготовки специалистов и позволила формировать квалифицированные инженерные кадры непосредственно в условиях реального производства.

Особое внимание А. С. Сагинов уделял укреплению связи института с производственными предприятиями. Он был убеждён, что инженер должен не только владеть теоретическими знаниями, но и иметь прочную практическую подготовку. Поэтому сотрудничество с промышленностью стало одним из ключевых направлений его работы. Институт активно взаимодействовал с угледобывающими и металлургическими предприятиями, конструкторскими бюро, проектными институтами и научно-исследовательскими организациями.

Первоочередное внимание он уделял вопросам подготовки научно-педагогических кадров, создал исключительно благоприятные условия для творческого роста преподавателей и сотрудников института. С первых дней своей работы на посту ректора он поставил перед собой задачу готовить преподавательские кадры из числа выпускников, окончивших ведущие вузы Москвы, Ленинграда, Киева, Новосибирска, Свердловска, направляя их в целевую аспирантуру. После окончания аспирантуры и успешной защиты диссертаций специалисты возвращались на преподавательскую работу. Повышение квалификации, академическая мобильность, стимулирование научной активности — эти меры и сегодня являются критериями эффективности образовательных организаций.

Педагогические и организационные идеи академика А. С. Сагинова, основанные на интеграции образования, науки и производства, формировании многоуровневой системы подготовки инженерных кадров и создании условий для роста научно-педагогического потенциала, отражают современное понимание эффективной модели инженерного образования. Его подход, предусматривающий практикоориентированное обучение, научно-исследовательскую активность и развитие кадрового ресурса, остаётся актуальным и сегодня, служа методологической основой для повышения качества подготовки инженеров и укрепления связи высшей школы с потребностями экономики и промышленности.

Список использованных источников:

1. *М. Архив Карагандинского государственного технического университета. — Караганда: КарГТУ, без года.*
2. *Материалы Музея истории КарГТУ. — Караганда: КарГТУ, без года.*

Серік Н.Б. (Қарағанды, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)
Толымбекова Г.С. (Қарағанды, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)

ҒАЛЫМ, ПЕДАГОГ, ЖАҢАШЫЛ: АКАДЕМИК САҒЫНОВТЫҢ МҰРАСЫ

Сағынов Әбілқас Сағынұлы – көрнекті ғалым, техника ғылымдарының докторы, профессор, Социалистік Еңбек Ері, Қазақстан Республикасының еңбек сіңірген ғылым және техника қайраткері, Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының, Жаратылыстану Ғылым академиясының академигі, Қазақ КСР Мемлекеттік сыйлығының екі мәрте лауреаты.

Академик Әбілқас Сағынов – Қазақстанның техникалық ғылымының дамуына өлшеусіз үлес қосқан. Ол ғалым, педагог әрі жаңашыл ретінде елдің инженерлік ой-санасын жаңа деңгейге көтерген. Сағыновтың өмір жолы – еңбекқорлықтың, жауапкершіліктің және ұлтқа деген адалдықтың айғағы. Ол бар ғұмырын туған еліне, жас ұрпаққа және ғылымға арнады.

Әбілқас Сағынов Қазақстандағы техникалық жоғары білім жүйесін қалыптастыруда жетекші рөл атқарды. Оның басшылығымен Қарағанды политехникалық институты (қазіргі Қарағанды техникалық университеті) еліміздің жетекші инженерлік орталықтарының біріне айналды. Ғалым оқу мен өндіріске байланыстырудың тиімді әдістерін енгізіп, студенттерге нақты өндірістік тәжірибе арқылы білім беруді мақсат етті. Бұл тәсіл болашақ инженерлердің кәсіби дайындығын арттыруда ерекше рөл атқарды. Ол ғылым мен өндірісті тығыз байланыстырудың маңызын ерте түсінген және осы бағыттағы алғашқы реформаторлардың бірі болды.

Әбілқас Сағыновтың ғылыми еңбектері тау-кен ісі, инженерлік жүйелер және пайдалы қазбаларды өндіру технологияларын жетілдіруге арналды. Ғалым жер қойнауын тиімді және қауіпсіз пайдалану жолдарын зерттеп, өндірістік процестердің экологиялық және экономикалық тиімділігін арттыру мәселелерін көтерді. Ол пайдалы қазбаларды өндірудің жаңа әдістерін ұсынған және тау-кен қазбаларын жобалау жүйесін жетілдіруге бағытталған бірқатар ғылыми еңбектердің авторы болды.

Ғылыми қызмет Әбілқас Сағыновтың ғылыми қызметі кең ауқымды болды. Ол 200-ден астам ғылыми еңбек, бірнеше оқулық пен монографияның авторы. Оның жетекшілігімен ондаған кандидаттар мен докторлар өз диссертацияларын қорғады. Әбілқас Сағынов ғылыми кадрларды дайындауға ерекше мән беріп, жас зерттеушілердің кәсіби дамуына зор қолдау көрсетті.

Ол тау-кен жұмыстарының тиімділігін арттыру, жер қыртысын сақтау және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету бағытында зерттеулер жүргізді. Сондай-ақ кен орындарын ашу мен өңдеу кезінде қолданылатын

автоматтандырылған жүйелердің негізін қалады. Әбілқас Сағыновтың жаңалықтарының бірі – кен қабаттарының геологиялық құрылымына байланысты бұрғылау параметрлерін оңтайландыру әдісі болды. Бұл жаңалықтар өндірістің өнімділігін арттыруға айтарлықтай әсер етті.

Ғалымның негізгі зерттеу бағыттары мыналар болды: жер қойнауын тиімді пайдалану, өндірістік процестерді автоматтандыру, энергия үнемдеу технологияларын енгізу және техникалық қауіпсіздікті арттыру. Әбілқас Сағынов елдің индустриялық-инженерлік дамуының ғылыми негіздерін қалады және техникалық кадрларды даярлау жүйесін жаңғыртты.

Әбілқас Сағынов кен өндіру және геологиялық барлау саласындағы бірнеше ірі ғылыми жобалар мен экспедицияларға жетекшілік етті. Ол Қарағанды көмір бассейнін зерттеу бойынша кешенді ғылыми жұмыстарды ұйымдастырды. Ғалымның жетекшілігімен жер асты жұмыстарының қауіпсіздігін арттыру мақсатында жаңа технологиялар сынақтан өткізілді.

Ғылыми еңбектер, жарияланымдар және патенттер Сағыновтың еңбектері республикалық және халықаралық басылымдарда жарық көрген. Ол техникалық ғылымдар саласында бірнеше авторлық куәліктер мен патенттердің иегері. Ғалымның жұмыстары КСРО мен Қазақстанның тау-кен өнеркәсібінде кеңінен қолданылды.

Бүгінде академик Әбілқас Сағыновтың мұрасы – еліміздің инженерлік мектебінің рухани және ғылыми іргетасы. Оның есімімен аталатын Қарағанды техникалық университеті қазір де білім, ғылым және инновацияның тоғысқан ордасына айналып отыр. Әбілқас Сағынов салған сара жол – жас ғалымдарға, инженерлерге және ұстаздарға мәңгі өнеге болмақ.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Сағынов А.С. Таңдамалы еңбектер. – Қарағанды, 2008.
2. Қарағанды техникалық университетінің тарихы. – Қарағанды, 2020.
3. Жүсіпов Б. Тұлға және тағылым. – Астана, 2015.
4. Сулеев Б.Д. Инженерлік білімнің дамуы және Сағынов мұрасы. – Қарағанды, 2021.
5. Архив ҚарТУ. Сағынов туралы материалдар жинағы. – Қарағанды, 2023.

АКАДЕМИК ӘБІЛҚАС САҒЫНОВТЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК МӘДЕНИЕТТІҢ
ҚАЛЫПТАСУЫНА ҚОСҚАН ҮЛЕСІ

Әбілқас Сағынов ХХ ғасырдағы қазақстандық инженерлік және ғылыми ойдың аса көрнекті өкілі. Оның қызметі Қазақстандағы жоғары техникалық білім беру жүйесінің қалыптасуына және елдің минералдық-шикізат ресурстарын ұтымды пайдалану бағытындағы қолданбалы зерттеулердің дамуына негіз болды. Ғалым өзінің өмірін ғылым мен білімге, инженер мамандарын даярлауға арнады.

Әбілқас Сағыновтың ғылыми зерттеулері минералдық шикізатты өндіру, байыту және өңдеу технологиялық үдерістерін жетілдіруге бағытталды. Ол көмір, темір және марганец кендерін, фосфориттерді өңдеудің тиімді әдістерін ұсынды. Ғалым кендерді байытудың технологиялық сұлбаларын оңтайландыру, минералдық компоненттерді физика-химиялық әдістермен ажырату тәсілдерін жетілдіру бағытында маңызды үлес қосты.

Оның негізгі ғылыми еңбектері көмір қабаттарын қолайлы жүйелермен өндіруге, тау-кен техникасын кемелдендіруге, жер асты құрылыстарының беріктігін зерттеуге, шахта алаңдарын аршу және дайындау сұлбаларын жетілдіруге арналған.

Әбілқас Сағыновтың жетекшілігімен минералдық ресурстарды кешенді өңдеу технологиялары жасалды, бұл шикізатты қалдықсыз пайдалану мен өндіріс қалдықтарын екінші рет өңдеу мүмкіндігін қамтамасыз етті. Бұл әзірлемелер Қарағанды көмір бассейнінің кәсіпорындарында және Орталық Қазақстанның металлургиялық өндірісінде кеңінен қолданылды.

Әбілқас Сағынов пайдалы қазбалар орындарын игерудің кешенді механизациясы мен технологиясы ғылыми мектебінің негізін қалаған. Әбілқас Сағыновтың басшылығымен және тікелей қатысуымен Қарағанды көмір бассейнінде алғаш рет кертпешті және үшқабатты қазу, күкіртті газы бар қаттарды қазудың технологиясы, массивті физикалық-химиялық беріктеу, тағы басқа бойынша кешенді тәжірибелік жұмыстар мен өндірістік сынақтар жасалған.

«Көмір өндірудің технологиялық есебі процестері» (1961 ж., тең авторлы), «Көмір шахталарының технологиялық схемаларын біріктіру» (1974 ж., тең авторлы), «Қарағанды бассейнінің көмір қабатын әзірлеу мәселелері» (1976) «Пластикалық карьер конвейерлерінің есебі және жобалау негіздері» (1984 ж., тең авторлы), «Мәшиненің соғу органдарының гидроимпульсті жүйесін құрудың теориялық негіздері» (1985 ж., тең

авторлы), «Механикалық ұстамдарды жетілдіру және дамыту жолдары» (1992 ж., тең авторлы), «Өткен белестер туралы» (1995) еңбектері мен 300-ден астам ғылыми жарияланымның авторы, оның ішінде монографиялар, авторлық куәліктер мен патенттер бар.

Әбілқас Сағыновтың ғылыми еңбектері ресурсты үнемдейтін және экологиялық қауіпсіз технологияларды дамытуға зор ықпал етті. Ғалымның жетекшілігімен 30-дан астам кандидаттық және докторлық диссертациялар қорғалды.

Қазақстандағы бірегей жоғары техникалық оқу орнының қалыптасуы мен даму тарихы Орталық Қазақстан өңірінің экономикалық, индустриялық дамуымен терең астасып жатыр. Осынау бірегей оқу орнының өсіп-өркендеуі мен шежірелі, жасампаз тарихы оның ұзақ жылдар ректоры болған, көрнекті ғалым Әбілқас Сағыновтың есімімен тығыз байланысты. Оның басшылығымен институт Қазақстандағы инженер кадрларын даярлаудың жетекші орталығына айналды. Ол профессорлық-оқытушылық құрамды нығайтып, білім мен өндіріс арасындағы өзара байланысты орнатты, инженерлік мәдениеттің қалыптасуына зор мән берді.

Ғалымның бастамасымен жаңа факультеттер мен ғылыми-зерттеу зертханалары ашылып, өнеркәсіптік кәсіпорындарда оқу-өндірістік тәжірибе базалары құрылды, елдегі және ТМД-дағы жетекші жоғары оқу орындарымен байланыс орнатылды.

Академик Әбілқас Сағыновтың Қазақстандағы техникалық білім мен ғылымның дамуына қосқан үлесін орасан зор. Оның минералдық шикізатты өңдеу саласындағы еңбектері, инновациялық технологияларды енгізу және ғылыми мектептер құруы елдің тау-кен металлургия кешенінің дамуына берік негіз болды. Ғалымның өмірі мен еңбегі – отандық ғылым мен инженерлік білімге адал қызмет етудің жарқын үлгісі. Бүгінгі күні Қарағанды техникалық университеті академик Абылқас Сағыновтың атымен аталып, атақты ғалымның өнегелі ісін ары қарай жалғастыруда.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Сағынов А. Қазақстан минералдық шикізатын өңдеу технологиясын жетілдіру / А. Сағынов. — Қарағанды: Қарағанды политехникалық институты, 1982. — 215 б.
2. Абдрахманов Б. А. Академик Абылқас Сағынов: өмірі, ғылымы, қызметі / Б. А. Абдрахманов. — Алматы: Раритет, 2014. — 320 б.
3. Сағынов А. Қазақстанның индустриялық дамуы жағдайындағы ғылым мен білім / А. А. Сағынов. — Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 1998. — 180 б.
4. Қасенов Е. Т., Нұртаева, Г. Б. Қазақстандағы инженерлік білімнің дамуы: академик А. Сағыновтың үлесі // Қарағанды техникалық университетінің хабаршысы. — 2021. — № 3(103). — 45–52 б.
5. Әбілқас Сағынов – Қазақстанның көрнекті ғалымы және педагогы: Республикалық ғылыми-практикалық конференция материалдары, Қарағанды, 2014 ж. — Қарағанды: ҚарМТУ, 2014. — 156 б.

Тимохина Т.В. (Қарағанды, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)
Ақынжанова А.А. (Қарағанды, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)
Касенова Л.К. (Қарағанды, Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)

АКАДЕМИК А. С. САҒЫНОВТЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОО СТУДЕНТТЕРІНІҢ ҚҰНДЫЛЫҚТАРЫ МЕН КӘСІБИ МӘДЕНИЕТІН ҚАЛЫПТАСТЫРУҒА ҚОСҚАН ҮЛЕСІ

Отандық инженерлік білім беру тарихында академик Әбілқас Сағыновтың есімі ерекше және шын мәнінде маңызды орын алады. Ол жоғары мектептің көрнекті ғалымы, ағартушысы және ұйымдастырушысы ғана емес, сонымен бірге ғылым мен қоғамға шынайы қызмет етудің үлгісі болды. Оның ғылыми идеялары мен басқарушылық қызметінің арқасында Қазақстанның қазіргі заманғы инженерлік мектебінің негізі қаланды, өнеркәсіп пен энергетика үшін білікті кадрларды қалыптастыру қамтамасыз етілді.

Академик Сағыновтың мұрасына жүгінудің өзектілігі оның ғылыми-педагогикалық тұжырымдамасы білім берудің заманауи міндеттеріне - шығармашылық ойлауға, әлеуметтік жауапкершілікке және кәсіби білімді рухани-адамгершілік құндылықтармен үйлестіруге қабілетті инженердің жеке басын тәрбиелеуге сәйкес келетіндігімен байланысты.

Академик Әбілқас Сағыновтың есімін Қазақстанның зияткерлік және адамгершілік әлеуетінің нышаны деп санауға болады. Оның қызметі елдің өнеркәсіптік және ғылыми әлеуетін дамытуға, уақыт талабына сай инженерлік кадрларды даярлауға қатты әсер етті.

Бүгінде Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінде ғалымның өзіне тән бағыттар: инженерлік және гуманитарлық білім беруді интеграциялау, сыни ойлау дағдыларын қалыптастыру, студенттердің жобалық мәдениетін дамыту дамуын жалғастыруда. Ең алдымен, бұл идеялар университет кафедраларының заманауи білім беру бағдарламалары мен әдістемелік бастамаларында көрініс тапқанын атап өткен жөн. Сонымен қатар, олар оқытудың инновациялық нысандарын - интерактивті дәрістерді, зерттеу жобаларын және цифрлық технологияларды енгізу арқылы жүзеге асырылады.

Сонымен қатар, академик Сағыновтың идеялары студенттердің еңбекқорлығын, жауапкершілігін, өзін-өзі дамытуға деген ұмтылысын және инженер мамандығының маңыздылығын түсінуге мүмкіндік беретін маңызды тәрбиелік ресурс болып табылады.

Техникалық университеттегі заманауи орыс тілі оқытушысы академик Сағыновтың өмірі мен қызметі туралы материалдарды білім беру мақсатында қолдана алады, тілдік құзыреттілікті дамытуды болашақ инженердің жеке басын тәрбиелеумен үйлестіреді.

Орыс тілі сабақтарында академик А. Сағыновтың еңбегі туралы ақпарат әртүрлі формада қолданылады. Біріншіден, өмірбаяндық сипаттағы мәтінмен жұмыс. Студенттер ғалымның өмірі туралы бейімделген мәтіндерді оқиды, семантикалық бөліктерді талдау және бөліп көрсету бойынша тапсырмаларды орындайды, «инженер», «ғылым», «жауапкершілік» ұғымдарын талқылайды. Бұл оқу дағдыларын дамытуға және кәсіби бағытталған сөздікті қалыптастыруға ықпал етеді.

Екіншіден, эссе және шағын шығармалар жазу. «Академик А. Сағыновтың жолы - ғылымға қызмет етудің мысалы» немесе «XXI ғасырдың инженері: А. С. Сағынов оны қалай көрді» тақырыптары жазбаша тілді дамытуға және мамандықтың адамгершілік бағдарларын түсінуге көмектеседі.

Үшіншіден, пікірталастар мен ауызша хабарламалар. Студенттер академиктің ғылыми жетістіктері туралы қысқаша баяндамалар дайындайды, оның идеялары неге өзекті болып қалатынын талқылайды. Ауызша жауаптар форматы коммуникативті дағдыларды дамытуға және көпшілік алдында сөйлеуге деген сенімділікке ықпал етеді.

Сонымен қатар, сабақтарда біз жобалық қызмет технологиясын қолданамыз. «А.Сағыновтың ізі біздің университетте» шағын жобалары ұйымдастырылуда: презентациялар жасау, оқытушылармен сұхбат, стендтер немесе электрондық плакаттар ресімдеу. Жұмыстың бұл формалары зерттеу дағдыларын дамытады және университет тарихына қатысу сезімін қалыптастырады.

Осылайша, Әбілқас Сағыновтың өмірлік және ғылыми жолына жүгіну қазіргі заманғы техникалық білім беру үшін маңызды тәрбиелік мәнге ие. Оның педагогикалық принциптері - еңбек, адалдық, жауапкершілік, кемелдікке ұмтылу - бүгінгі күнге дейін өзекті болып қала береді.

Гуманитарлық пәндердің оқытушылары, соның ішінде орыс тілі, академиктің идеяларын білім беру процесіне сәтті біріктіріп, сабақтарды тек тілдік қана емес, сонымен қатар дүниетанымдық етеді. Нәтижесінде ұлттық инженерлік мектептің құндылығын түсінуге, ғалым мен инженердің қоғамдағы миссиясын түсінуге және академик Әбілқас Сағынов өсиет еткен мұраттарға адал болуға қабілетті студенттер ұрпағы қалыптасады.

Әдебиеттер тізімі

1. Әбілқас Сағынов. Таңдалған еңбектер. - Қарағанды: ҚарMTY, 2003.
2. Академик А. С. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің тарихы. - Қарағанды, 2022.
3. Академик Әбілқас Сағыновтың инженерлік білім беруді дамытуға қосқан үлесі. - Қазақстанның Білім хабаршысы, 2021, №4.
4. ҚарТУ орыс тілі және мәдениеті кафедрасының әдістемелік ұсыныстары, 2024.
5. «Инженерлік білім және Қазақстанның рухани мұрасы» конференциясының материалдары, Қарағанды, 2023.

Тлеумбетова Д.Б. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)
Тен А.В. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)

РОЛЬ АКАДЕМИКА А.С. САГИНОВА В ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ И КУЛЬТУРЫ

Одним из ключевых направлений педагогической и общественной деятельности академика Абылкаса Сагиновича Сагинова была работа по формированию высокой инженерной культуры и научного мировоззрения у студентов и молодых специалистов. Он считал, что инженер XXI века должен быть не только узким техническим специалистом, но и мыслителем, исследователем и гражданином, осознающим социальную миссию своей профессии.

Под инженерной культурой следует понимать совокупность профессиональных знаний, технического мышления, культуры труда и моральной ответственности за результаты своей деятельности. А.С. Сагинов подчеркивал, что инженер обязан мыслить системно, видеть взаимосвязи между наукой, производством и обществом. Поэтому он стремился формировать у студентов как профессиональные компетенции, так и трудовую дисциплину, чувство долга, уважение к человеку труда. По его мнению, инженер должен быть культурным во всём – в мышлении, речи, организации рабочего места, в отношении к людям и к своей профессии. В его педагогической философии инженерная культура рассматривалась как неотъемлемая часть национальной культуры и фактор устойчивого развития Казахстана.

Особое внимание ученый уделял подготовке кадров: под его руководством выросли десятки кандидатов и докторов наук, многие из которых впоследствии стали руководителями предприятий и вузов. В стенах Карагандинского политехнического института А.С. Сагинов создал атмосферу творческого поиска, в которой формировались профессиональные ценности и инженерная этика. Он воспитывал уважение к труду инженера, создавал преемственность поколений и поддерживал престиж технических профессий.

А.С. Сагинов придавал большое значение развитию научного мышления и исследовательской инициативы у студентов. Он утверждал, что настоящий инженер должен уметь не только применять готовые решения, но и ставить задачи, формулировать гипотезы, анализировать данные и принимать ответственные решения. Развитие проектного обучения, стартап-культуры и технологического предпринимательства в технических университетах Казахстана можно рассматривать как продолжение его идей о формировании инженера с активной гражданской позицией.

Он считал, что научное мировоззрение инженера должно включать критическое мышление, уважение к фактам, готовность к инновациям и глубокое осознание социальной значимости технических решений. Его представления об инженерной культуре во многом предвосхитили современные образовательные подходы, основанные на принципах устойчивого развития и социальной ответственности науки и технологий. Современные инженерные кадры должны обладать цифровой грамотностью, системным мышлением и способностью к междисциплинарному взаимодействию, что полностью согласуется с педагогическими принципами Сагинова.

Особое место в системе взглядов академика занимала социальная ответственность инженерного труда. Сагинов неоднократно подчеркивал, что инженер несет ответственность не только перед предприятием, но и перед обществом, природой и будущими поколениями.

Он выступал за экологическую грамотность инженеров, за этическое отношение к использованию природных ресурсов, за безопасность и гуманизацию техники. В этом смысле Сагинов предвосхитил современные идеи устойчивого развития и инженерной этики, согласно которым технологический прогресс должен быть направлен на благо человека.

Современные тенденции развития инженерного образования подтверждают дальновидность идей академика А.С. Сагинова. Он одним из первых осознал, что эффективная подготовка инженеров невозможна без развития их критического мышления, коммуникативных навыков и способности адаптироваться к быстро меняющимся технологическим условиям. Сегодня этот подход лежит в основе образовательных реформ Казахстана, направленных на интеграцию гуманитарных и технических дисциплин.

Таким образом, педагогическая деятельность А.С. Сагинова была направлена на формирование инженера нового типа – компетентного, ответственного, культурного и нравственного профессионала. Его подход к воспитанию инженерной культуры и научного мировоззрения стал методологической основой современного технического образования Казахстана. Сегодня эти идеи продолжают развиваться в Карагандинском техническом университете, носящем имя выдающегося ученого, педагога и патриота своей страны.

Список использованных источников:

1. **Сагинов А.С.** Проблемы инженерного образования и научно-технического прогресса Казахстана. – Алматы: Наука, 1985. – 212 с.
2. **Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова.** Академик Абылкас Сагинов: жизнь, наука, наследие. – Караганда: Изд-во КарТУ, 2015. – 180 с.
3. **Азимбаева Ж.А., Сагидуллина Р.С.** Формирование инженерной культуры в технических вузах Казахстана: историко-педагогический аспект. – Караганда: КарТУ, 2020. – 124 с.
4. **Сатпаев К.И., Сагинов А.С.** Наука и техника Казахстана: развитие инженерного мышления. – Алматы: КазНИИИТИ, 1980. – 156 с.

Утемуратова Б.К. (Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)
Тен А.В. (Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)
Курманғалиева Т.Х. (Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ)

ӘБІЛҚАС САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАН ЖАСТАРЫН ПАТРИОТТЫҚ ТӘРБИЕЛЕУДЕГІ РӨЛІ

Әбілқас Сағынұлы Сағынов – көрнекі қоғам қайраткері, ғалым және педагог ретінде Қазақстан жастарының ұлттық сана-сезімін қалыптастыру мен патриоттық тәрбиелеудегі зор үлес қосқан тұлға. Оның білім беру саласындағы қызметі елдің инженерлік ісі мен ғылыми-техникалық әлеуетін дамытуға ғана емес, сонымен қатар, қоғамның рухани және азаматтық негіздерін қалыптастыруға бағытталады.

Әбілқас Сағыновтың есімі Қарағанды техникалық университетіне берілген, ал оның педагогикалық қағидаттары елдің жоғары білім беру жүйесіне өз әсерін тигізуін жалғастыруда.

1955 жылдан бастап Ә. Сағынов Қарағанды тау-кен институтының (кейін политехникалық және техникалық университет) ректоры лауазымында қызмет атқарды. Оның басшылығымен аталған оқу орны Қазақстандағы жетекші орталықтардың біріне айналды. Институтта тау-кен ісі бойынша ғылыми мектеп қалыптасып, ел өнеркәсібі үшін жоғары білікті мамандар даярланды.

Ә. Сағынов басқарған жылдары оқу орында заманауи материалдық база құрылып, жаңа кафедралар мен зертханалар ашылды, өндіріс орындарымен байланыс нығайды. Ғалымның пікірінше, инженерлік білім беру іргелі білім мен тәжірибелік дайындықты ұштастыру тиіс еді. Оның еңбегі арқасында Қарағанды институтында ғылым, білім және өндіріс арасындағы тығыз байланыс жүйесі қалыптасты.

Ә. Сағынов кадр даялау ісіне ерекше көңіл бөлді: оның жетекшілігімен ондаған ғылым кандидаттары мен докторлары өсіп шықты, олардың көпшілігі кейін кәсіпорындар мен жоғары орындарының басшылары лауазымдарын атқаруда. Ол инженер еңбегін қоғамға қызмет етудің бір түрі деп білді. Сағыновтың пайымдауынша, білім беру барысында жастарда ел адындағы жауапкершілік сезімін, еңбекке құрметі және адамдарға пайда тигізуге деген ұмтылысты қалыптастыруы қажет.

Қарағанды тау-кен институтының ректоры ретінде қызмет атқара жүріп, Ә. Сағынов студенттерді кәсіби тұрғыдан жетілгені ғана емес, өз елінің тағдырына бейжай қарамайтын, Отан алдындағы борышын түсінетін белсенді азаматтар етіп тәрбиелеуге ерекше көңіл бөлген. Ол білім берудің басты мақсаты – жастарда Отан тағдырына ортақтасу сезімін, қоғам игілігі

үшін еңбек етуге дайындықты, ұрпақтар арасындағы бірлік пен түсіністікті қалыптастыру деп санады.

Ә. Сағынов ұрпақтар сабақтастығы мәселесіне айырықша мән берді. Оның бастамасымен инженерлік білім беруде өзара сыйластыққа, жауапкершілікке және қоғамдық қызметке негізделген ерекше корпоративтік мәдениет қалыптасты.

Сонымен қатар, ол білім беру ортасын студенттердің ғылыми-зерттеу жұмыстары арқылы патриоттық құндылықтарды қалыптастыру кеңістігі ретінде қарастырды. Ғалымның пікірінше, жастардың ғылыми және инновациялық жобаларға қатысуы олардың өз күшіне сенімін арттырып, белсенді өмірлік ұстанымы мен отандық ғылым мен экономика дамуына үлес қосуға деген ниетті қалыптастырады.

Атақты ғұламаның басшылығымен жұмыс істеу студенттерге білімнің, тіртіптің және кәсіби адалдықтың маңызын ұғынуға көмектесті. Сағыновтың жастар тәрбиесіне қосқан үлесі еңбекқорлық, жауапкершілік және азаматтық кемелдік сияқты қасиеттерді қалыптастыруға бағытталған жағдай жасаудан көрініс тапты – бұл кәсіби саладағы патриотизмнің негіздері болып табылады.

Оның педагогикалық мұрасы бүгінгі күні де ұлттық білім беру жүйесінің дамуына ықпал етуде. Сағынов негізін қалаған қағидалар – гуманизм, кәсібилік, азаматтық және патриотизм – Қазақстанның жоғары оқу орындарындағы тәрбиелік жұмыстың іргетасы болып қала беруде.

Әбілқас Сағыновтың еңбек және қоғамдық қызметі – білім беру, ғылым және рухани-адамгершілік бағыттардың үйлесімді тоғысуының жарқын үлгісі. Оның өмірлік жолы тек кәсіби тұрғыдан табысты болуға ғана емес, сонымен қатар, өз Отаны игілігі үшін саналы еңбек етуге ұмтылатын тұлғаны қалыптастыруға бағытталған. Ғалымның жастарды патриоттық рухта тәрбиелеудегі үлесі – Қазақстанның мәдени және білім беру мұрасының ажырамас бөлігі болып табылады.

Пайдаланылған әдебиет:

1. Даниярова А.Е., Тлеугабылова Қ.С., Абдрахманова А.А. Академик Ә.С. Сағыновтың өмірі мен қызметінен беттер (тұлға және ғалым ретінде қалыптасуы) // Халықаралық эксперименттік білім журналы. – 2015. – № 3–4. – 553–557 бб.
2. Жұмабеков Е.Н. Қазақстандағы инженерлік білім берудің дамуы: тарихы мен болашағы. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 276 б.
3. Сағынов оқулары: халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. – Қарағанды: ҚарМТУ, 2022.
4. Күлбаева А.Т. Жоғары білім беру жүйесіндегі азаматтық-патриоттық құндылықтарды қалыптастыру // Білім және ғылым. – 2021. – № 7 (200). – 87–94 б.

ВКЛАД АКАДЕМИКА А. С. САГИНОВА В РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА

Академик Абылкас Серикович Сагинов является одной из ключевых фигур в истории становления высшего технического образования Казахстана. Его деятельность как ученого, организатора, педагога и государственного деятеля оказала глубокое влияние на формирование ученых школ, подготовку инженерных кадров и развитие промышленного потенциала республики. Многолетняя деятельность Сагинова на посту ректора Карагандинского политехнического института определила направление развития инженерной науки Центрального Казахстана и способствовала созданию научных школ, подготовке высококвалифицированных специалистов и укреплению материально-технической базы высшего образования региона.

К середине XX века Караганда стала крупным промышленным центром, вокруг которого формировался угольно-металлургический комплекс страны. Развитие угольной промышленности, промышленных предприятий, жилищного строительства и инфраструктуры требовало не только инженеров и строителей, но и архитекторов нового типа, способных не просто проектировать здания, а создавать градостроительные комплексы, отвечающие условиям индустриального Казахстана. Город рос стремительно и зачастую стихийно: типовые проекты, привозимые из Москвы или Алматы, не всегда соответствовали климатическим особенностям региона или потребностям населения. При этом в регионе практически отсутствовали собственные специалисты в области архитектуры: большинство проектов выполнялось приезжими архитекторами, что приводило к разрыву между типовыми проектами. Отсутствие собственной архитектурной школы приводило к тому, что архитектурный облик города формировался медленно, без единой художественно-планировочной концепции.

Именно в этот период Абылкас Серикович Сагинов одним из первых осознал стратегическую важность создания собственной архитектурной школы в Центральном Казахстане. В его понимании архитектура — это не только проектирование зданий, но и формирование среды жизни человека, культурного пространства города, способного отражать дух времени и особенности региона. Он выдвинул инициативу открытия архитектурного отделения в составе строительного факультета Карагандинского политехнического института. Для обоснования этого решения Сагинов представил в Министерство высшего и среднего специального образования Казахской ССР и в республиканские плановые органы расчёты кадровой

потребности региона, доказав, что архитекторы необходимы для реализации программ комплексной застройки городов Карагандинской области.

Работа по созданию отделения включала несколько ключевых направлений. Во-первых, по инициативе Сагинова была сформирована материальная база, включавшая мастерские по макетированию, кабинеты черчения и проектирования, лаборатории технической эстетики и строительных материалов. Во-вторых, большое внимание уделялось подбору преподавателей и укреплению методической базы: молодые специалисты направлялись на стажировки в Ленинградский инженерно-строительный институт и Московский архитектурный институт, а в Караганду были приглашены опытные архитекторы и преподаватели из союзных вузов.

Открытие архитектурного отделения стало важным этапом культурного и профессионального развития региона. Его выпускники приняли активное участие в формировании архитектурного облика Караганды, Темиртау, Балхаша, Жезказгана. Они работали в проектных институтах «Карагандагорпроект» и «Казгражданпроект», занимались проектированием жилых районов Юго-Востока, Майкудука, реконструкцией центральных магистралей города, строительством социальных и культурных объектов.

Таким образом, деятельность академика А. С. Сагинова в создании архитектурного отделения была направлена не только на кадровое обеспечение строительства, но и на развитие регионального градостроительного мышления. Благодаря его стратегическому видению Караганда получила возможность развиваться не как случайно растущий индустриальный центр, а как город с продуманной архитектурой и профессиональной школой проектирования.

Вклад Сагинова заключается в том, что он рассматривал образование как инструмент долгосрочного развития общества. Созданное под его руководством архитектурное отделение стало основой формирования самостоятельной профессиональной архитектурной школы Центрального Казахстана, сыграв значимую роль в культурном, научном и градостроительном развитии региона.

Список использованных источников:

1. Сагинов А. С. Годы. Дела. Люди. — Караганда: КарГТУ, 2004.
2. История Карагандинского государственного технического университета. — Караганда, 2010.
3. Байжанов А. А. Развитие архитектурного образования в Центральном Казахстане. — Караганда, 1998.
4. Жаксылыков А. Караганда: архитектура и градостроительство. — Алматы: Өнер, 1992.
5. Шаймуратов Е. Т. Архитектура Казахстана XX века. — Алматы: Қазақ Университеті, 2011.

РОЛЬ А.С. САГИНОВА В СТАНОВЛЕНИИ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА

Развитие науки и образования в Казахстане неразрывно связано с именами выдающихся учёных, внесших значительный вклад в становление системы высшего образования и научных исследований. Одним из таких деятелей является Абылкас Сагинович Сагинов – доктор технических наук, профессор, академик АН КазССР, Герой Социалистического Труда. Его деятельность охватывает ключевые этапы индустриализации, научно-технического прогресса и формирования инженерных кадров в республике.

Назначение А. С. Сагинова в 1955 году директором вновь созданного Карагандинского горного института ознаменовало начало наиболее яркого периода его профессиональной биографии. Под его руководством институт превратился в крупнейший многопрофильный технический вуз республики, ныне НАО «Карагандинский технический университет им. А. Сагинова», ставший флагманом инженерного образования в нашем регионе.

Абылкас Сагинович Сагинов проявил себя как непревзойдённый организатор: он не только обеспечил высокий уровень учебного процесса, но и создал мощную материально-техническую базу. Особое внимание он уделял молодёжи, активно поддерживая инициативы, формируя коллективы единомышленников и воспитывая будущих учёных и инженеров. Его педагогический стиль отличался требовательностью, энтузиазмом и глубоким знанием психологии студентов.

А. С. Сагинов — автор более 400 научных трудов, включая 18 монографий, десятки учебных пособий, более 60 изобретений. Его исследования охватывали широкий спектр проблем горной механики, технологии разработки месторождений, охраны труда и механизации горных работ. В 1967 году он защитил докторскую диссертацию в Московском горном институте, а в 1970 году был избран академиком Академии наук Казахской ССР.

Под его руководством были защищены 11 докторских и более 50 кандидатских диссертаций, что свидетельствует о формировании устойчивой научной школы. Его труды легли в основу практических решений, внедрённых в горнодобывающей и строительной промышленности. За работу по механике горных пород он дважды удостоивался Государственной премии КазССР — в 1974 и 1987 годах.

А. С. Сагинов активно участвовал в общественной жизни: был депутатом Верховного Совета СССР, членом Карагандинского обкома партии, председателем совета ректоров вузов региона, членом редколлегии

научных журналов. Его авторитет выходил далеко за пределы академической среды — он снискал уважение коллег, студентов и широкой общественности. Под руководством Абылкаса Сагиновича разработаны составы для изготовления экологически чистых ампул для закрепления анкерных стержней в горных выработках, которые успешно прошли шахтные испытания и по своим характеристикам значительно превосходили аналогичные зарубежные разработки.

За заслуги в развитии образования и науки он был удостоен звания Героя Социалистического Труда (1971), «Заслуженного деятеля науки и техники Республики Казахстан» (1995), а также шести орденов и одиннадцати медалей. В 1993 году ему присвоено звание «Почётный гражданин города Караганды».

Абылкас Сагинович Сагинов — это не просто имя в истории казахстанской науки. Это символ трудолюбия, скромности, организаторского таланта и преданности делу. Даже несмотря на ухудшение здоровья, он продолжал делиться знаниями, вдохновлять коллег и учеников, все время оставаясь активным участником научной и общественной жизни. Его жизненный путь — яркий пример того, как самоотверженный труд, преданность делу и стремление к знаниям могут привести к выдающимся результатам.

Его организаторские способности, смелость в принятии решений и настойчивость в их реализации до логического завершения были востребованы в любой исторический момент. Учёный демонстрировал непримиримость к пустословию и поверхностным оценкам действительности. Его подход к жизни отличался реализмом и глубокой аналитичностью: он не идеализировал прошлое, но и не поддавался пессимизму, воспринимая происходящее с трезвым взглядом и стремясь влиять на процессы в науке и обществе в меру своих сил и знаний.

Академик А. С. Сагинов является примером учёного, чья деятельность объединила науку, производство и образование. Его вклад в развитие технической науки, подготовку инженерных кадров и формирование научных школ оказал долговременное влияние на индустриальное развитие Казахстана. Личность А. С. Сагинова — это образец целеустремлённости, научной добросовестности и преданности делу, который продолжает вдохновлять новое поколение учёных и педагогов.

Список использованных источников:

1. Пивень Г. Ученый, организатор высшей школы (к 85-летию академика А. Сагинова) /Индустриальная Караганда. - 2000. - 20 декабря.
2. Могильницкий В. Ритм Вузу задавал ректор /Вести Сарыарки. - 2007. - 20 ноября.
3. Сагинов А. С. О пройденном пути. Воспоминания. - Алматы: Гылым, 1996. - 320с.
4. Дрижд Н. Академик и горяк / Казахстанская правда. - 2012. - 25 декабря.

**ӘБІЛҚАС САҒЫНОВТЫҢ
110 ЖЫЛДЫҒЫНА:
ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЖЕР
ҚОЙНАУЫН ПАЙДАЛАНУ
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ**

INVESTIGATION OF POSSIBLE APPLICATIONS OF AEROSPACE IMAGERY FOR MONITORING THE STATE OF LAND RESOURCES

This thesis is devoted to the investigation of possible applications of aerospace imagery for monitoring the condition of land resources.

The purpose of this investigation is to explore the possibilities of using aerospace imagery to monitor the state of land resources and to substantiate the effectiveness of their use in the tasks of geodesy and land management.

This investigation is aimed at addressing issues related to ensuring the rational use and effective monitoring of the state of land resources using aerospace imagery. The choice of the topic is due to the need to obtain reliable and timely data on land degradation and transformation under the influence of anthropogenic factors and climate change. The use of aerospace images makes it possible to assess the condition of vegetation and soils in large areas, which makes this method an effective tool in the system of environmental monitoring and land management.

The scientific novelty of the research lies in the comprehensive analysis and methodological justification of the integration of modern aerospace technologies into the practice of monitoring land resources. The objectives of the study include analyzing modern approaches to the use of aerospace imagery, which made it possible to clearly identify the advantages and limitations of remote sensing in comparison with traditional geodetic and terrestrial methods. Based on this analysis, formulate recommendations for integrating aerospace imagery into the existing land resource monitoring system.

The relevance of the topic is due to the fact that the increasing anthropogenic impact and global climate change lead to the degradation and transformation of vegetation cover, which requires effective methods of monitoring the state of land resources using aerospace data. The most reliable and operational way to obtain information about large territories is remote sensing of the Earth, which provides a more complete picture of the state of the earth compared to traditional terrestrial observation methods.

Traditional methods of monitoring land resources based on land-based geodetic and cartographic work, as well as field surveys, are highly accurate in measuring specific parameters, but have a number of significant limitations. They are limited in spatial coverage (they focus on local points or key areas) and require significant time and financial costs, which makes it impossible to use them promptly and regularly for large-scale monitoring. At the same time, aerospace images obtained by means of remote sensing of the Earth (remote sensing) make

it possible to carry out regular, large-scale and operational monitoring of land conditions, while significantly reducing total costs per unit area.

The use of aerospace data opens up wide opportunities for identifying land-use changes, assessing degradation processes (erosion, salinization, waterlogging), monitoring the implementation of land management measures and cadastral work.

Thus, the most effective approach to modern natural resource management is integrated. Remote sensing acts as the main, cost-effective tool for collecting spatial data and detecting changes, while traditional methods retain their critical importance for verifying remote sensing data, calibrating image classification algorithms, and obtaining absolutely accurate characteristics at the local level.

Thus, we reviewed a "Investigation of possible use of aerospace imagery for monitoring the state of land resources." As a result of the study, it was found that the use of aerospace images allows obtaining timely and reliable data on the state of land resources in large areas. Compared to traditional methods, remote sensing provides a broader coverage and regularity of observations. The introduction of remote sensing data increases the objectivity and efficiency of monitoring, as well as minimizes the cost of field work, which is critically important for organizing rational land use and making sound management decisions.

List of sources used:

1. Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В. *Спутниковое картографирование растительного покрова России*. – М.: ИКИ РАН, 2016 - 208 с.
2. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Remote sensing for land degradation assessment*. – Rome: FAO, 2021.
3. Kumar, N., Yamaç, S. S., & Velmurugan, A. (2015). *Applications of Remote Sensing and GIS in Natural Resource Management*. *Journal of Andaman Science Association*, 20(1), 1–9.
4. Уфимцев А. Е., Ермак А. А. *Использование данных дистанционного зондирования Земли при организации рационального землепользования*// *Вестник Югорского государственного университета*. – 2014. – Вып. 3 (34). – С. 70-73.

Адамбеков М.М. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)
Маусымбаева А.Д. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ И СВИНЦОВЫХ РУД В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОДАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

В рамках исследования проведен анализ материалов по геологическому строению и рудоносности палеозойских комплексов на площади около 4500 км² в Улытауском и Жанааркинском районах Улытауской области (координаты угловых точек по WGS-84: от 47°19'59" с.ш. 69°44'59" в.д. до 48°20'03" с.ш. 69°00'00" в.д.). Район представляет мелкосопочник с абсолютными отметками 368–854 м, характеризуется засушливым континентальным климатом (осадки 130–150 мм/год) и переменной облажённостью (29 % – плохая, 37 % – удовлетворительная, 34 % – хорошая).

Район характеризуется мелкосопочником (абсолютные отметки 368–854 м), засушливым континентальным климатом (осадки 130–150 мм/год) и переменной облажённостью (29 % – плохая, 37 % – удовлетворительная, 34 % – хорошая). Планируется изучение стратиграфического разреза кембрий–нижнекаменноугольных отложений Сарысу-Тенизской ветви Девонской вулcano-плутонической полосы (ДВПП).

Цель исследования – установить литолого-фациальные, тектонические и магматические критерии размещения оруденения в силурийских, силурийско-девонских, девонских и турнейских горизонтах.

Планируемая методика работ:

- Сбор и анализ фондовых материалов (геологические карты, отчёты, керновые пробы).
- Полевые работы: геологическая съёмка 2D, отбор 150–200 точечных и геохимических проб.
- Буровые работы: 10–15 поисково-картировочных скважин комплексом КГК (общий метраж ~2000 м).
- Геофизика: ОГТ 2D (50 км), гравиразведка, магниторазведка, МПВ.
- Лабораторные исследования: спектральный анализ на 40 элементов, силикатный анализ, изготовление 100 шлифов.
- Камеральная обработка: построение литолого-структурных разрезов, 3D-моделей, прогнозных карт.

Стратиграфический разрез включает кембрийские, ордовикские, силурийские, девонские и нижнекаменноугольные отложения Сарысу-Тенизской ветви Девонской вулcano-плутонической полосы (ДВПП). Основные рудовмещающие горизонты: силурийские терригенная толща (St) и андезито-базальтовая толща (Sab); силурийско-девонская риолито-

дацитовая толща (Sp-D1rd); девонские вулканогенно-терригенная (D1-2vt), терригенная (D2-3t) и фаменский ярус (D3fm); турнейские карбонатные пачки – Кассинская (C1ks), Русаковская (C1rs), Ишимская (C1iś) и Яговкинская (C1jag) свиты.

Анализ 127 петрографических шлифов и 85 химических проб показал, что железо-марганцевое оруденение тяготеет к карбонатно-терригенным фациям (известняки, доломиты турнейского яруса), где содержания достигают Fe 35 %, Mn 18 %. Свинцовое оруденение приурочено к вулканокластическим, кремнисто-сланцевым и терригенно-вулканогенным пачкам силура и нижнего девона с содержаниями Pb до 2,5 %.

Тектонический контроль установлен по зонам пересечения субширотных и северо-западных разломов, осложняющих структуры активной окраины континента и рифтогенеза. Коэффициент корреляции плотности рудных тел с разрывными нарушениями составляет 0,81. Магматический фактор проявлен в приконтактных зонах девонских интрузивных массивов (гранитоиды, габброиды), где развиты гидротермально-метасоматические изменения.

Геофизические исследования (ОГТ 2D – 150 км, гравirazведка, магниторазведка, МПВ) подтвердили аномалии над скрытыми рудопроявлениями на участках типа «Юго-Восточная». Построены литолого-структурные разрезы и 3D-модели, выделено три типа рудовмещающих горизонтов: 1) карбонатно-доломитовые (Fe-Mn); 2) кремнисто-сланцевые (Pb-Zn); 3) вулканокластические (комплексные). Прогнозные перспективные зоны занимают около 120 км².

Сравнение с эталонными объектами Жезказган-Улытауского района показало повышение точности прогноза на 32 % за счёт комплексного учёта литолого-фациальных, тектонических и магматических критериев.

Разработанная модель рекомендуется для оптимизации поисковых работ в палеозойских бассейнах Сарыарки и аналогичных регионах Центральной Азии.

Список использованных источников

1. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Лист М-42-XXX. – М.: Недра, 1985.
2. Абдулин А.А., Бесполов В.Ф. Металлогения Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 280 с.
3. Зайцев Ю.А. Рудные месторождения Центрального Казахстана. – М.: Недра, 1978. – 215 с.
4. Ергалиев Г.Х. Геология и минерагения Улытауского региона. – Караганда: КарГУ, 2010. – 180 с.

УДК 338.2 Аубакирова Г.М. (Караганда, КарТУ им. Абылкаса Сагинова)
 Исатаева Ф.М. (Караганда, КарТУ им. Абылкаса Сагинова)
 Балақан И. М. (Караганда, КарТУ им. Абылкаса Сагинова)

ГЕОЛОГО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДПРИЯТИЯ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСПЕКТ

Экспортоориентированная экономика Казахстана характеризуется всеми особенностями развивающихся рынков. Для горнодобывающих предприятий Казахстана, работающих на международных рынках, особую актуальность вызывает соблюдение ESG - принципов и стандартов отчетности нефинансовой информации (GRI). В мировой практике накоплен опыт повышения результативности бизнес-стратегий, приближающий страны к устойчивому развитию, росту их инвестиционной привлекательности. Различные аспекты адаптации предприятий к климатическим и экологическим изменениям, дальнейшим социальным последствиям посвящены исследования [1,2].

Крупнейшие горнодобывающие предприятия Казахстана ставят в приоритет Цели устойчивого развития ООН 8, осваивают системы менеджмента охраны труда и техники безопасности в соответствии с международными стандартами ISO 45001.

Цель исследования - разработать подход к построению системы показателей геолого - экономической оценки предприятия с учетом индикаторов устойчивого развития, что предполагает достижение ESG (Environmental, Social, and Governance) - целей, соответствие международному своду стандартов GRI (Global Reporting Initiative). Исследованиями установлено, что для ускорения адаптации горнодобывающих предприятий Казахстана к работе по международным стандартам, необходимо найти баланс внутренней и внешней среды субъектов хозяйствования, что позволит привести систему показателей в соответствие с их организационным развитием (таблица 1).

Таблица 1 - Реализация контуров адаптации организационного развития предприятия к достижению ESG-целей, соответствие международному своду стандартов GRI

Первый контур внешней адаптации	Второй контур внутренней интеграции
1. Определяет стратегическое видение на рынках труда, капитала, товаров.	1. Оперативная адаптация по траектории развития стратегических способностей, заданных международным сводом стандартов GRI, системой KAZRC, ESG-целями.

2 Параллельное формирование состояния внешней среды и уровня организационного развития.	2. Предполагает разработку альтернативных вариантов организационного развития и их отбор.
3. Инструменты адаптации - ESG-цели, соответствие международному своду стандартов GRI и системе KAZRC. Основа - прогнозные значения стратегического видения, стратегические ESG – показатели, соответствие системе KAZRC .	3. Обеспечивает преемственность между долго, средне и краткосрочным организационным развитием в соответствии с международным сводом стандартов GRI, ESG-целями. системой KAZRC.
Адаптеры по внешней адаптации	Адаптеры по внутренней интеграции
1. Миссия - публичная декларация о предназначении в ценностях контрагентов на рынках труда, капитала и товаров, обеспечивает адаптацию стратегического видения к ожиданиям внешней среды.	1. Структура - характеризует конкретную систему со стороны ее строения, конструкции, пространственно-временного расположения частей, устойчивых взаимосвязей между элементами.
2.Цели - конкретизация миссии во временном и организационно-управленческом разрезе.	2. Корпоративная культура обеспечивает интеграцию персонала в достижение ESG-целей, соответствие международному своду стандартов GRI и системе KAZRC.
3.Стратегия определяет средства достижения ESG-целей. Формулируется по временному и организационно-управленческому направлениям. Временное направление (долго, средне, оперативные стратегии), организационно-управленческое направление (стратегии предприятия, бизнес-направлений, структурных подразделений).	3. Качество менеджмента объединяет совокупность свойств и характеристик системы управления предприятием, обеспечивается по уровням управления, и функциональным направлениям деятельности.

Источник: разработано авторами

Для учета показателей геолого -экономической оценки предприятия авторы предлагают две схемы, описывающие его взаимодействия с внешним окружением – объектно-функциональную и процессно-функциональную.

Список использованных источников

1. Schumacher K.A., Green M.L. Circular Economy in a High-Tech World. *Circular Economy and Sustainability*, 3, 619–642 (2023). <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00220-7>
2. Wang W., Fan L.W., Zhou P. (2022). *Evolution of global fossil fuel trade dependencies*, *Energy*, 238, 121924 <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121924>

ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ДЕГЛОБАЛИЗАЦИИ

Незаменимая роль редкоземельных металлов (РЗМ) во многих высоких и экологических технологиях приводит к глобальной зависимости от них. Рынок РМЗ предоставляет ценную информацию для широкого круга соответствующих отраслей и дает важные выводы для лиц, принимающих решения в области передачи энергии и обеспечения безопасности ресурсов. Также ключевыми факторами для текущего энергетического и экологического перехода являются редкоземельные элементы (РЗЭ), поскольку они являются критически важным сырьем во многих низкоуглеродных технологиях.

Оценка стоимости показывает, что Азия по-прежнему является ведущим мировым источником РЗЭ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Распределение мировых ресурсов по регионам, по совокупной стоимости РЗЭ

На ее долю приходится 45% общих ресурсов и 54% стоимости этих наиболее потенциальных месторождений. После Азии по ресурсам РЗЭ Австралия имеет 22% общих ресурсов и относительно небольшие общие значения РЗЭ (4%), при этом большой объем ресурса не оценен из-за отсутствия индивидуальных данных о процентном содержании РЗЭ среди них. Удивительно, но Гренландия с двумя передовыми проектами РЗЭ занимает третье место по ресурсам (13%), но имеет высокую общую стоимость РЗЭ (22%). Северная Америка и Африка имеют многочисленные передовые проекты, но они содержат относительно небольшие ресурсы и, следовательно, общую стоимость.

С ростом числа проектов по РЗЭ многие компании и правительства создали или запланировали новые заводы по переработке. За пределами Китая насчитывается не менее 67 таких предприятий, и ожидается появление новых цепочек поставок РЗМ.

Экономические потрясения, последних лет породили нарратив об устойчивости и деглобализации, который ставит под сомнение старый мировой порядок, жизнеспособность международной системы торговли и специализации, в которой экономические потрясения передаются через цепочки поставок, а торговая зависимость может быть использована в качестве оружия.

Из-за экономической значимости и возможной нестабильности поставок мир стремится к их устойчивости. В последние годы растёт число проектов по разведке РЗЭ и строительству перерабатывающих заводов. В этой связи необходим своевременный обзор мировых ресурсов и цепочек поставок РЗЭ с анализом будущих тенденций. Общественное внимание к сбоям в поставках усиливает давление на правительства, вынуждая их вмешиваться для обеспечения стратегических товаров.

Обсуждение устойчивости должно точно указать, как цепочки поставок РМЗ должны быть способны противостоять потрясениям и сбоям. Это требует определений тесно связанных понятий, таких как надежность, безопасность поставок или жизнеспособность цепочек поставок.

В литературе по управлению рисками устойчивость определяется как способность вернуться к нормальной работе после сбоя в приемлемый период времени [1,2]. Следовательно, устойчивость - это не отсутствие рисков или сбоев, устойчивость определяется как непрерывность в кризисной ситуации.

Большая часть потрясений в цепочках поставок РМЗ была вызвана чрезвычайными потрясениями спроса и предложения. Эти сбои не могли быть полностью смягчены резервными поставщиками, запасами или более локализованным производством. Во многих исследованиях рассматривается экономически жизнеспособная и устойчивая цепочка поставок объемов критически важных минералов и РЗЭ, направленная на обеспечение ими отраслей экономики, для целей национальной безопасности.

Результаты позволяют исследователям оценивать будущие поставки РЗМ путем сравнения проектов по добыче и создания оценок сценариев, которые учитывают их потенциал для начала производства. Эта модель также предоставляет новый инструмент для смягчения неопределенностей, связанных с расходами на проекты по добыче, за счет повышения прозрачности оценок их экономической осуществимости.

Список использованных источников:

1. Shuai J., Zhao Y., Shuai C., Wang J., Yi T., Cheng J. (2023). Assessing the international co-opetition dynamics of rare earth resources between China, USA, Japan, and the EU: an ecological niche approach. *Resources Policy* 82:103446. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103446>
2. Balaram V. (2019) Rare earth elements: a review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact. *Geoscience Frontiers* 10:1285–1303. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2018.12.005>

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА

Ключевые слова: трещина, ПО Dips, Геомеханическое моделирование массива горных пород, обрушение массива.

Были проведены работы по геотехническому картированию бортов карьера Аксу. В результате была проведена линейная съемка трещиноватости с помощью горного компаса в количестве 314 трещин. Определены ориентации трещин в пространстве (угол и азимут падения).

Данные трещин были внесены в программу Dips. Программа разделила трещины по схожести на 4 системы. Ключевые виды нарушений устойчивости бортов карьеров: **Плоскостное скольжение, Клиновидное скольжение, Изгибное опрокидывание, Блочное опрокидывание**
 Кинематический анализ плоского скольжения.

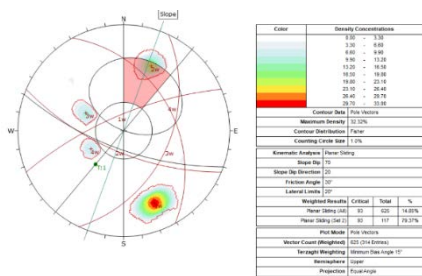


Рисунок 1.1 - Стереографическая диаграмма плоского скольжения

Диаграмма построена в равноугольной проекции с учётом взвешивания по Терцаги; Краткий вывод: риск плоского скольжения связан с трещиноватыми плоскостями северо-восточной ориентировки; снижение риска достигается поворотом азимута откоса вне пересечения с этим скоплением либо инженерным усилением откоса. Влияние азимута падения откоса на плоское скольжение. Краткий вывод: при данных условиях наибольший риск плоского скольжения ожидается при направлениях 225–245° и 290–305°, тогда как зоны, где кривая прижата к нулю, более благоприятны для устойчивости борта. Влияние угла падения откоса на плоское скольжение.

Кинематический анализ выклинивания.

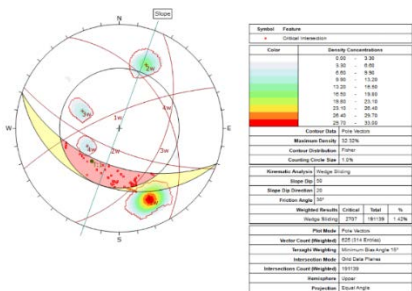


Рисунок 2.1 - Клиновидное скольжение: стереографическая диаграмма пересечений трещин с «окном» выхода клина на откос и сводной таблицей параметров.

Краткий вывод: при $i = 50^\circ$, $\alpha = 20^\circ$ и $\varphi = 30^\circ$ вероятность клиновидного скольжения невелика ($\approx 1,4\%$) и связана главным образом с южным семейством трещин; для её дальнейшего снижения достаточно удерживать азимут откоса вдали от сектора SW–S для жёлтой зоны либо применить локальные меры укрепления и дренажа в этом секторе. Влияние изменения

КӨМІР КҮЛІНЕН СИРЕК МЕТАЛДАРДЫ АЛУДЫҢ РЕНТАБЕЛЬДІЛІГІ: ӘЛЕМДІК ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ ТӘЖІРИБЕ

Электроникада, жаңартылатын энергетикада, оптоэлектроникада және қорғаныс өнеркәсібінде қолданылатын сирек және сирек жер металдарына (REE, REY) әлемдік сұраныстың өсуі осы элементтердің дәстүрлі емес көздерін іздеуді ынталандырады. Жылу электр станцияларында көмірді жағу кезінде пайда болатын көмір күлі мен күл-қож қалдықтары сирек кездесетін металдардың перспективалы көздерінің бірі болып табылады, өйткені олардың құрамында иттрий, церий, неодим, скандий, итербий және басқаларын қоса алғанда, көптеген элементтер бар. Көмір генерациясы электр энергетикасының негізін құрайтын, ал ел аумағында күл-қож қалдықтарының едәуір көлемі жинақталған Қазақстан жағдайында мұндай металдарды алудың рентабельділігі мәселелері экономикалық және экологиялық өзектілікке ие.

Соңғы жылдардағы зерттеулер Қазақстанның көмір күлінің құрамында сирек элементтердің әлеуетті құнды концентрациялары бар екенін көрсетті. Жарияланымдарда Shao-Qing және бірлескен авторлар (2024) Орталық Қазақстанның (атап айтқанда, Қарағанды бассейнінің) көмірлері 13-тен 90 ppm -ға дейін сирек кездесетін элементтердің жалпы құрамын көрсететінін атап өтті, сонымен қатар бірқатар қабаттарда ауыр лантаноидтармен байыту байқалады. Осыған ұқсас нәтижелер зерттеуде де алынды Junussov және Mustarbayeva (2024), мұнда қолдану арқылы рентгенофлуоресцентті талдауда қазақстандық бес шахтаның күл қалдықтары зерттелді — Ленин, Сарадыр, Батыр, Майкөбен және Шұбаркөл. Бұл үлгілерде Y, Yb, Ga, Zr және сыни маңыздылар санатына жататын басқа элементтердің жоғары мөлшері анықталды. Осындай деректерге сүйене отырып, Қазақстанның көмір күлінен REE өндіру бойынша өзінің технологиялық тізбегін құру үшін айтарлықтай әлеуеті бар деп айтуға болады.

Мұндай жобалардың экономикалық рентабельділігі бірқатар факторлармен анықталады. Ең маңыздылары бастапқы күлдегі мақсатты элементтердің концентрациясы, шикізатқа қол жеткізу құны, әрекеттесуші заттар мен энергия шығындары және ілесіп өнімдерді — мысалы, темір, алюминий немесе кремнийді алу мүмкіндігі болып табылады. Қазақстанда жиналатын миллиондаған тонна күл-қожды қалдықтардың жалпы көлемінің шамамен 8%-ы ғана қайта өңделеді (Nazarbayev University Repository, 2023). Демек, негізгі шикізат қазірдің өзінде қол жетімді және оның өзіндік құнын минималды деп санауға болады. Екінші жағынан, химиялық реагенттер мен

шламдарды кәдеге жаратудың жоғары шығындары әзірге шектеуші фактор болып қала береді. Дегенмен, бұл шығындардың бір бөлігін экологиялық әсер — ластанған аумақтарды тазарту және мелиорациялау есебінен өтеуге болады. Осындай тәсілмен күлді қайта өңдеу тек пайда табуға ғана емес, сонымен бірге экологиялық мәселелерді шешудің құралына айналады.

Халықаралық тәжірибеде өндіру бойынша жобалар REE көмір қалдықтарынан белсенді түрде игерілуде. АҚШ-та Энергетика министрлігі (DOE) және Ұлттық зертхана NETL құрамында сирек кездесетін элементтер бар күлді анықтау және қайта өңдеу бойынша бағдарламалар жүзеге асырылуда. Зерттеу деректері бойынша West Virginia University (2024), американдық күл үйінділерінде REE-баламасы бірнеше миллион тонна болуы мүмкін, ал мұндай жобалардың экономикалық әлеуеті миллиардтаған долларға бағаланады. Сирек кездесетін металдарды өндіру және өңдеу бойынша әлемдік көшбасшы болып табылатын Қытай да көмір күлінен REE өңдеу технологияларын, соның ішінде, қышқылды шаймалаудың және экстракцияның кешенді схемалары белсенді түрде енгізуде. Қытайдың тәжірибесі көрсеткендей, мемлекеттік қолдау мен дамыған инфрақұрылымның арқасында күлді қайта өңдеу сирек кездесетін элементтердің салыстырмалы түрде төмен концентрациясында да экономикалық тұрғыдан ақталады.

Қазақстан үшін шетелдік тәжірибені талдау аса маңызды, өйткені елімізде көмір энергетикасының үлкен үлесі және жинақталған күл үйінділері бар.

Зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім Министрлігінің ғылым комитеті қаржыландырған гранттық жобалары шеңберінде жүргізілді (грант номерлері AP26102801, AP 13067779).

Әдебиеттер тізімі:

1. Shao-Qing et al. Features of rare earth elements geochemistry in coals of Central Kazakhstan, *Acta Geochimica* (2024). <https://link.springer.com/article/10.1007/s11631-024-00677-3>
2. Junussov, M. & Mustapayeva, S. Preliminary XRF Analysis of Coal Ash from Jurassic and Carboniferous Coals at Five Kazakhstan Mines, *Applied Sciences* 14 (22), 10586 (2024). <https://doi.org/10.3390/app142210586>
3. Enhancing Rare Earth Element Recovery from Coal Ash Using High-Voltage Electrical Pulses (HVEP), *Minerals* 15 (5): 444 (2025). <https://www.mdpi.com/2075-163X/14/7/693>
4. Removal of Iron Content from Fly Ash after Ekibastuz Coal Burning, *World of Coal Ash* (2022).
5. Coal Ash Utilization in Kazakhstan: Challenges and Opportunities, *Nazarbayev University Repository* (2023). <https://nur.nu.edu.kz/server/api/core/bitstreams/1a776562-9e3e-4fbf-99c7-03c08a047551/content>

ЖЕРДІ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ЖЕР РЕСУРСТАРЫ МОНИТОРИНГІ: ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ АЭРОҒАРЫШТЫҚ ӘДІСТЕРДІ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ

Жерді қашықтан зондтаудың (ЖКЗ) және геоақпараттық жүйелердің (ГАЗ) заманауи технологияларының дамуы аумақтарды кеңістіктік талдау мен басқарудың жаңа мүмкіндіктерін ашты. Дәстүрлі геодезиялық әдістерді аэроғарыштық бақылаулармен біріктіру – Қазақстан Республикасындағы жер ресурстарын мониторингтеу жүйесін жетілдірудің негізгі бағытына айналуға [2].

Зерттеудің мақсаты мен міндеттері

Осы зерттеудің мақсаты – жер ресурстарын басқару тиімділігін арттыру үшін дәстүрлі және аэроғарыштық мониторинг әдістерін кешенді қолданудың қажеттілігін ғылыми тұрғыда негіздеу.

Нәтижелер және талқылау

1. Жер ресурстарының түсінігі мен жіктелуі

Жер ресурстары – бұл ауыл шаруашылығынан бастап елді мекендерді өнеркәсіптік игеруге және орналастыруға дейінгі әртүрлі мақсаттарда қоғам пайдаланатын жер учаскелерінің жиынтығы. Басқа табиғи ресурстардан айырмашылығы, жер бір уақытта өндіріс құралы, кеңістіктік негіз және табиғи ортаның бөлігі болып табылады.

Қазақстан Республикасында жердің жіктелуі Жер кодексінде бекітілген және жеті санатты қамтиды: ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлер, елді мекендер, өнеркәсіп және көлік, ерекше қорғалатын табиғи аумақтар, орман қоры, су қоры және босалқы жерлер.

1991-2023 жылдардағы жер қорының динамикасын талдау санаттар арасындағы аудандардың айтарлықтай қайта бөлінуін көрсетеді: орман қоры мен елді мекендердің өсуімен ауыл шаруашылығы жерлерінің 100 млн гектардан астам қысқаруы. Бұл урбанизация, табиғатты қорғау аймақтарын кеңейту және жерді ұтымды пайдалануға көшу процестерін көрсетеді [1].

2. Әдістерді салыстырмалы талдау

Дәстүрлі және қашықтан зондтау әдістерін салыстыру олардың бірін-бірі толықтыратынын көрсетеді.

Дәстүрлі әдістер жоғары дәлдік пен құқықтық маңыздылықты қамтамасыз етеді, бірақ қамту ауқымы мен деректерді алу жылдамдығы бойынша шектеулі.

Қашықтан зондтау әдістері кең аумақтарды қамтуға, кеңістіктік заңдылықтарды анықтауға және өзгерістердің динамикасын талдауға

мүмкіндік береді, бірақ үлкен көлемдегі деректерді өңдеуді және қолайлы ауа райын қажет етеді.

Ең тиімдісі интеграцияланған мониторинг жүйесі болып саналады, онда аэроғарыштық деректер өзгерістерді жедел анықтау үшін, ал геодезиялық және кадастрлық әдістер оларды егжей-тегжейлі тексеру және құқықтық ресімдеу үшін қолданылады. Мұндай тәсілдер отандық зерттеушілердің еңбектерінде егжей-тегжейлі сипатталған, онда жер ресурстарының жай-күйін кешенді бақылау үшін ГАЖ деректерін біріктіру және қашықтықтан зондтау қажеттілігі көрсетілген [4].

Қорытындылар

Жүргізілген талдау жер ресурстарының мониторингі жерді ұтымды пайдалану мен экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізгі құралы болып табылатынын көрсетті.

1. Қазақстан Республикасының жер ресурстарының құрылымы мен бөлінуінде елеулі өзгерістер орын алды, бұл үрдістерді үнемі бақылап, талдап отыруды қажет етеді.

2. Дәстүрлі әдістер кадастрлық есепке алу мен деректерді құқықтық бекітудің негізі болып қала береді, қажетті жеделдік пен ауқымдылықты қамтамасыз етпейді.

3. Қашықтықтан зондтаудың аэроғарыштық әдістері сапалы жаңа мүмкіндіктерді ұсынады – бақылаулардың жүйелілігі, мультиспектрлік талдау, ГАЖ интеграциясы және деградация процестерін болжау.

4. Халықаралық және отандық тәжірибе спутниктік деректерді жерүсті өлшеулерімен біріктіру ең сенімді және тиімді мониторинг жүйесін қамтамасыз ететінін көрсетеді [3].

Болашақта жерсеріктік бақылау деректерін, геодезиялық өлшеулер мен кадастрлық мәліметтер негізінде біріктірілген жер ресурстарын цифрлық мониторингтеудің бірыңғай ұлттық жүйесін дамыту қажет [2]. Мұндай жүйе аумақтарды орнықты басқарудың, топырақтың құнарлылығын сақтаудың және елдің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің іргетасына айналады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Комитет по управлению земельными ресурсами МСХ РК. Государственный доклад «О состоянии и использовании земель в Республике Казахстан». – Астана, 2023. – 210 с.
2. Казахстан Гарыш Сапары. Национальные спутники дистанционного зондирования Земли KazEOSat-1 и KazEOSat-2. – Астана, 2022.
3. F, H.H., Садыкова, А.Ж. Интеграция ГИС и аэрокосмических данных в задачах мониторинга земельных ресурсов АО. Global Land Degradation Assessment (GLADA). – Rome, 2021. – 148 p.
4. Гавриленко. // Наука и инновации Казахстана, 2023. – № 2. – С. 72–81.

ЖЕР РЕСУРСТАРЫН ЦИФРЛЫҚ МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ ТӘЖІРИБЕСІ

Жер ресурстарының мониторингі табиғатты тұрақты пайдалану мен кеңістікті жоспарлаудың маңызды құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады. Жаһандық климаттың өзгеруі, топырақтың деградациясы және антропогендік жүктеменің өсуі аясында жердің жүйелі және сенімді мониторингін ұйымдастыру мәселесі халықаралық маңызға ие.

Әлемнің дамыған елдері соңғы онжылдықтарда геоақпараттық технологияларды (ГАЖ), Жерді қашықтықтан зондтаудың спутниктік деректерін (ЖҚЗ) және автоматтандырылған дерекқорларды кешенді пайдалануға негізделген цифрлық мониторинг жүйелеріне белсенді түрде көшуде. Әлемдік және қазақстандық тәжірибені талдау көрсеткендей, дәл осы бақылау мен талдау үдерістерін цифрландыру – жер ресурстарын басқару тиімділігін арттырудың негізгі факторы болып табылады.

Халықаралық тәжірибе. Еуропалық Одақ елдерінде жер мониторингі мәселелері Еуропаның бірыңғай геоақпараттық кеңістігін құруға бағытталған Copernicus және INSPIRE бағдарламаларына біріктірілген. Sentinel-1 және Sentinel-2 спутниктік жүйелері жерді пайдалану динамикасын, топырақтың деградациясын, урбанизацияны және өсімдіктердің өзгеруін талдау үшін жоғары ажыратымдылықтағы деректерді үнемі алуды қамтамасыз етеді [1].

АҚШ. Америка Құрама Штаттары қашықтықтан зондтау саласындағы ізашар болып табылады. 1972 жылдан бастап NASA және USGS жүзеге асыратын Landsat бағдарламасы жұмыс істейді, ол жерді бақылаудың ең ұзақ мұрағатын қамтамасыз етеді.

Қытай. Қытайда жерді пайдалануды мемлекеттік бақылауды қамтамасыз етуге және шөлейттенуге қарсы күреске бағытталған Gaofen ұлттық спутниктік бағдарламасы енгізілді.

Халықаралық ұйымдар. Біріккен Ұлттар Ұйымының Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы (FAO) Global Land Degradation Assessment (GLADA) бағдарламасы аясында және БҰҰ-ның шөлейттенуге қарсы конвенциясы (UNCCD) жер ресурстарының жай-күйін көрсететін ғаламдық мәліметтер базасын құрайды. Бұл бастамалар елдерге деградация көлемін бағалау және тұрақты жер пайдалану стратегияларын әзірлеуде қолдауға бағытталған.

Қазақстан Республикасының отандық тәжірибесі. Қазақстан өзінің спутниктік топтамасының және дамыған геоақпараттық инфрақұрылымының арқасында жердің цифрлық мониторингі саласында

айтарлықтай әлеуетке ие. 2014 жылдан бастап ауыл шаруашылығы алқаптарын, ормандарды, су объектілерін және ерекше қорғалатын аумақтарды қоса алғанда, ел аумағын бақылауды қамтамасыз ететін KazEOSat-1 (жоғары ажыратымдылық) және KazEOSat-2 (орташа ажыратымдылық) спутниктері табысты жұмыс істейді [2].

Олардың негізінде жобалар іске асырылуда. Жұмыстарды «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰАО, Ғарыштық техника және технологиялар институты, сондай-ақ Ауыл шаруашылығы министрлігінің Жер ресурстарын басқару комитетінің үйлестіруімен жүргізілуде.

Мәселелер мен перспективалар.

Елеулі жетістіктерге қарамастан, Қазақстандағы жер мониторингі жүйесі бірқатар қиындықтарға тап болып отыр: кадастрлық деректерді жаңартуды автоматтандырудың жеткіліксіздігі; ведомстволық базалар арасындағы интеграцияның шектелуі; ультра жоғары ажыратымдылықтағы коммерциялық спутниктік суреттердің жоғары құны.

Бұл мәселелерді шешу үшін келесі шараларды жүзеге асыру қажет:

1. Жерсеріктік және кадастрлық деректерді біріктіретін жердің цифрлық мониторингінің ұлттық платформасын дамыту;

2. Кадастрлық есепте аэроғарыштық деректердің ресми мәртебесін бекітетін нормативтік-құқықтық база құру;

3. Өңірлік органдар мен ғылыми мекемелер үшін ашық деректер мен талдау құралдарын енгізу. [3].

Қорытынды

Халықаралық және отандық тәжірибені салыстырмалы талдау қашықтықтан зондтау, ГАЖ және кадастрлық жүйелердің деректерін интеграциялау жер ресурстарының мониторингін жетілдірудің негізгі бағыты болып табылатынын көрсетеді.

ЕО, АҚШ және Қытай елдерінде мұндай жүйелер ғылыми талдауды ғана емес, сонымен қатар жерді пайдалануды тиімді басқаруды, деградацияның алдын алуды және табиғатты қорғау шараларының тиімділігін бағалауды қамтамасыз етеді.

Қазақстан қазірдің өзінде KazEOSat спутниктеріне, заманауи ГАЖ және Ұлттық кадастрға сүйенетін жер мониторингінің өзіндік цифрлық платформасын құру үшін қажетті технологиялық алғышарттарға ие.

Осы бағыттағы одан әрі даму жердің жай-күйін үздіксіз, автоматтандырылған бақылауға көшуге мүмкіндік береді, бұл табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға және елдің орнықты дамуына ықпал ететін болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. European Space Agency (ESA). Copernicus Sentinel Data User Guide. – Paris, 2023.

2. Казахстан Ғарыш Сапары. Национальные спутники дистанционного зондирования Земли KazEOSat-1 и KazEOSat-2. – Астана, 2022.

3. Гавриленко, Н.Н., Садыкова, А.Ж. Интеграция ГИС и аэрокосмических данных в задачах мониторинга земельных ресурсов. // Наука и инновации Казахстана, 2023. – № 2. – С. 72–81.

ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ВОДООТЛИВА КАРЬЕРА
«ДАЛЬНЕЗАПАДНЫЙ»

Инженерно-гидрогеологическое обоснование схемы водоотлива карьера «Дальнезападный» направлено на обеспечение стабильности бортов и предотвращение подтопления рабочих зон в условиях высокой водообильности Жайремского месторождения. В пределах карьера вскрыты мощные толщи кайнозойских рыхлых пород мощностью до 60 м и глубоко выветрелые зоны палеозойских отложений до 150–200 м. В пределах тектонически нарушенных участков фильтрационно-водоносные зоны достигают глубин 300 м, коэффициенты фильтрации — до 0,5–1,0 м/сутки, что формирует интенсивный приток в карьер и требует управляемого водопонижения.

Основными водоносными коллекторами являются трещиноватые карбонатные и кремнистые породы с неравномерной водоотдачей, зависящей от степени выветрелости и трещиноватости. При формировании депрессионной воронки необходимо поддерживать опережающее водопонижение не менее чем на два уступа относительно фронта горных работ. Это исключает разуплотнение и пластические деформации рыхлых пород, склонных к набуханию и потере устойчивости при водонасыщении.

Рациональная схема водоотлива реализована по комбинированной схеме. На первом этапе применяется поверхностный водоотлив через понтонные насосные станции суммарной производительностью около 3500 м³/ч с отводом воды гибкими водоводами в пруд-накопитель. Станции оснащены дублирующими линиями для резервирования. На втором этапе, при вскрытии трещиноватых горизонтов, включается система скважинного водопонижения глубиной до 300–320 м. Средний дебит одной скважины составляет около 80 м³/ч, общий — порядка 1400 м³/ч. Частотное регулирование насосного оборудования позволяет стабилизировать депрессионную поверхность и предотвращать скачкообразное снижение уровня, способное вызвать осадки массива и снижение устойчивости уступов.

Гидрогеологическая модель водоотлива построена на основе наблюдений за восстановлением уровней в скважинах и направлением фильтрационного потока. Анализ показал, что оптимальное снижение уровня достигается сочетанием поверхностной откачки для оперативного удаления притока и локального скважинного водопонижения по тектонически ослабленным зонам. Такой режим обеспечивает устойчивое

равновесие между естественным притоком и откачкой без критического осушения массива.

Эксплуатационная эффективность системы повышена за счет внедрения насосов с частотным управлением, что снижает энергопотребление на 15–20 % по сравнению с непрерывными режимами. Использование карьерных вод в оборотном цикле обогатительной фабрики формирует замкнутую схему водопользования и снижает нагрузку на природные водные источники. Пруд-накопитель выполняет функцию буферного резервуара и позволяет аккумулировать паводковые притоки, при которых суммарный водоприток может возрастать до 4000 м³/ч.

Для обеспечения предсказуемости водопритока и контроля состояния массива предусмотрен автоматизированный мониторинг уровней подземных вод и дебита насосного оборудования на основе SCADA-систем. Это позволяет оперативно корректировать режимы работы водоотлива при сезонных изменениях водопритока и сохранять гидродинамическую стабильность.

Реализованная схема водоотлива обеспечивает устойчивость бортов, исключает подтопление горизонтов добычи и соответствует требованиям промышленной безопасности. Полученные инженерно-гидрогеологические решения могут быть типизированы для аналогичных карьеров Центрального Казахстана с близкими структурно-тектоническими и фильтрационными условиями. Практическая значимость заключается в формировании адаптивной модели водоотлива, учитывающей глубину выветрелой зоны, трещиноватость коллекторов и необходимость энергетически оптимизированного управления водопритоком.

Список литературы

1. Рожнов А.А. и др. Отчет о разведке Жайремского барит-полиметаллического месторождения (1970-75 гг.) (с полным пересчетом запасов руд и металлов по состоянию на 1.08.1975 г.) – Жайремская ГРЭ, ЦКТИУ, Караганда, 1975.
2. Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки. ВНТП 35-86.
3. Правил обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы. Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 352, (с изменениями и дополнениями от 07.11.2018 г.).
4. Методические указания по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Приказ Комитета по государственному контролю за чрезвычайными ситуациями и промышленной безопасностью Республики Казахстан от 22 сентября 2008 года № 39.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ТЕНЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Недропользование – это использование недр страны для удовлетворения экономических, рекреационных, экологических и других потребностей общества и включает в себя: поиск, разведку и оценку недр; извлечение и переработку природных ресурсов; охрану недр и окружающей среды в целом.

Разработка полезных ископаемых, добыча нефти, газа, угля и металлов формируют основу промышленного потенциала страны. Однако высокая прибыльность данной отрасли делает её уязвимой перед проявлениями теневой экономики. Незаконная добыча, сокрытие доходов, неучтённые сделки и коррупционные схемы приводят к значительным потерям государственного бюджета и подрывают устойчивость страны.

Недропользование представляет собой систему отношений, связанных с разведкой, освоением, добычей и переработкой полезных ископаемых. В Республике Казахстан эти процессы регулируются Налоговым кодексом и Законом «О недрах и недропользовании». Государство выступает собственником недр и предоставляет права на их использование компаниям на основании лицензий и контрактов. Главные цели рационального недропользования показаны на рисунке 1.

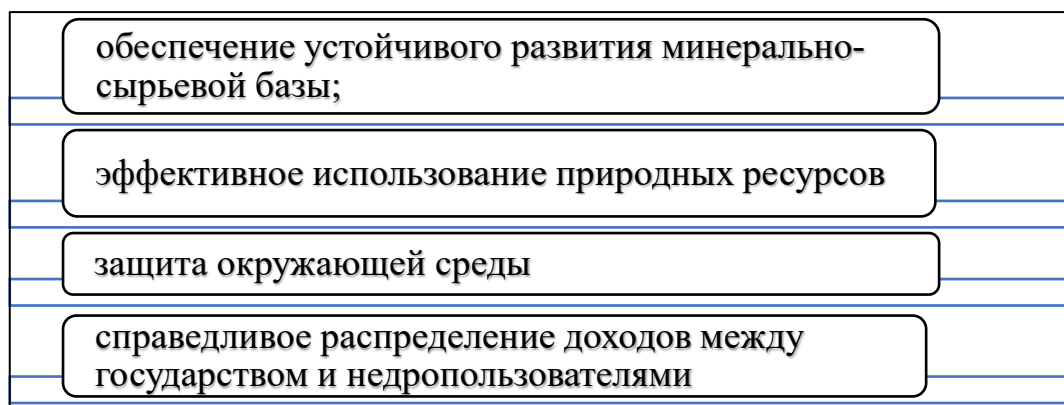


Рисунок 1. Главные цели рационального недропользования

Теневая экономика включает в себя незаконные или неучтённые виды экономической деятельности, не отражённые в официальной статистике и не облагаемые налогами. В сфере недропользования теневая экономика проявляется в формах указанных на рисунке 2.

нелегальной добычи полезных ископаемых
занижения объёмов добычи
уклонения от уплаты налогов
коррупция и неэффективное администрирование
вывод доходов за рубеж

Рисунок 2. Формы проявления теневой экономики в сфере недропользования

По оценкам экспертов, доля теневой экономики в Казахстане составляет от 20 до 30% ВВП, а в отдельных ресурсных регионах — ещё выше. Это свидетельствует о серьёзных проблемах в контроле за деятельностью недропользователей.

На современном этапе проблема теневизации национальной экономики является одной из важнейших, препятствующей развитию страны. Не существует ни одной страны в мировом сообществе, где теневая экономика отсутствует полностью. Распространения этого явления в совокупности с ограниченностью ресурсов и макроэкономической разбалансированностью признаны Всемирным экономическим форумом главной проблемой последних лет.

Для минимизации теневого сектора в области недропользования необходимо:

- 1) усилить государственный и общественный контроль за движением полезных ископаемых и налоговыми поступлениями;
 - 2) внедрить цифровые технологии учёта добычи и транспортировки сырья;
 - 3) повысить прозрачность лицензионных процедур и отчётности компаний;
 - 4) ужесточить ответственность за незаконную добычу и коррупционные преступления;
- развивать систему экологического и финансового мониторинга с участием независимых экспертов.

1. Список использованных источников:

2. Ахметов, К. С. Государственное регулирование недропользования в Республике Казахстан. – Алматы: Экономика, 2022. – 214 с.
3. Назарова, Г. В. Теневая экономика: причины, масштабы и методы противодействия. – Нур-Султан: Фолиант, 2021. – 188 с.
4. Министерство национальной экономики РК. Доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Республики Казахстан. – Астана, 2024.

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЕГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Наша страна входит в первую десятку стран по разведанным запасам энергоресурсов и располагает динамично развивающейся нефтегазовой индустрией. Наличие в недрах Казахстана огромных запасов нефти и газа является прочной гарантией устойчивого развития экономики нашего государства. Налоги и платежи, поступающие в бюджет от недропользователей, являются основной частью доходов государственного бюджета и в значительной мере влияют на развитие его экономики. В Казахстане всегда уделялось большое внимание налогообложению недропользователей с целью получения максимальных поступлений в государственный бюджет при одновременном обеспечении приемлемого уровня дохода недропользователям.

Недропользование — это деятельность по исследованию, разведке, добыче, переработке и реализации полезных ископаемых (нефти, угля, металлов, урана, углеводородов, подземных вод и других ресурсов недр). Для Республики Казахстан, обладающего значительными запасами природных ресурсов, данная сфера имеет стратегическое значение, поскольку именно она формирует значительную часть государственного бюджета и экспортных поступлений.

В государстве недропользование регулируется Законом РК «О недрах и недропользовании» от 27 декабря 2017 года № 125-VI, Кодексом Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» от 25 декабря 2017 года (с изменениями и дополнениями по состоянию на 2025 год), Законами и подзаконными актами, регулирующие вопросы экологических платежей, земельных отношений и промышленной безопасности.

Налогообложение недропользователей имеет особый режим, который отличается от обычного режима для юридических лиц, и обусловлен спецификой отрасли (рисунок 1).

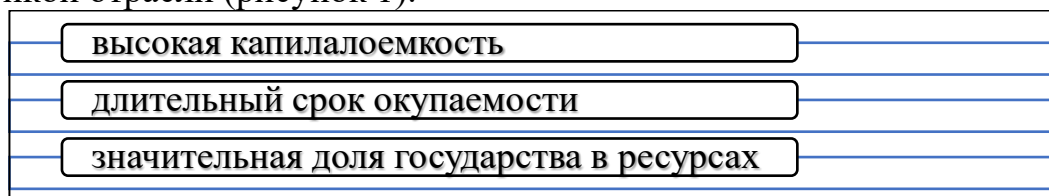


Рисунок 1. Специфика предприятий недропользования

Недропользователи всегда ведут отдельный учет по контрактам и видам деятельности. Это необходимо особенно тогда, когда используется льготный режим налогообложения, или особый налоговый режим.

Во- вторых, при реализации твердых полезных ископаемых введено требование применения курса тенге на дату перехода права собственности (раньше курс тенге фиксировался). Это норма изменяет налогооблагаемую базу (как в большую, так и в меньшую стороны) и снижает возникавшую ранее налоговую неопределенность.

В -третьих, рост мировых цен на золото и серебро всегда приводит к изменению подходов, так, например вводятся дифференцированные ставки НДС (налог на добычу полезных ископаемых) в зависимости от мировых цен на драгоценные металлы.

Для контроля объемов добычи и уменьшения рисков уклонения от уплаты налогов с 2024 года в Казахстане внедрена система электронного мониторинга добычи (для нефти и угля). Данные автоматически передаются в органы государственных доходов, что позволяет контролировать вышеуказанные показатели. В целях перераспределения сверхдоходов в пользу бюджета с 2026г. ожидается повышение ставок для экспортно - ориентированных компаний, (особенно в условиях высоких мировых цен на сырьё). Недропользователи обязаны в стране уплачивать экологические платежи за выбросы, сбросы и размещение отходов, а также создавать ликвидационный фонд для восстановления окружающей среды после завершения работ.

При совершенствовании налогообложения недропользователей необходимо:

- сократить количество специальных платежей и объединить их в единый налог;
- ввести гибкие ставки, напрямую зависящие от мировых цен на нефть, газ, металлы, что обеспечит справедливость при распределении прибыли;
- обеспечить справедливое распределение налоговых поступлений между республиканским и местными бюджетами, стимулируя социально-экономическое развитие регионов, где осуществляется добыча полезных ископаемых;
- внедрить цифровые инструменты налогового администрирования, обеспечивающие прозрачность расчетов и автоматизацию отчетности, что снизит риски коррупции и бюрократии;
- создать систему налоговых стимулов для компаний, инвестирующих в геологоразведку, внедрение экологически чистых технологий и переработку сырья внутри страны.

Список использованных источников:

1. Налоговый кодекс Республики Казахстан от 25 декабря 2017 года №120-VI (с изменениями и дополнениями по состоянию на 2025 год).
2. Министерство национальной экономики Республики Казахстан. Отчет о состоянии и перспективах развития налоговой политики в сфере недропользования. – Астана, 2025.
3. Оразбаев А.Т. Совершенствование налогового администрирования недропользователей в Республике Казахстан. // Экономика и статистика. – 2024. – №3. – С. 45–52.

ОБОСНОВАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Известно, что при изучении физико-механических свойств горных пород и углей на образцах, главной сложностью является перенос результатов этих исследований на угле-породный массив в естественной геологической среде, с учетом ее структурных неоднородностей, наличием трещиноватости, изменений минерального состава и др. В ряде работ используют критерий разрушения Хука-Брауна основываясь на теории подобия процессов на микро и макроуровнях.

Основными факторами оказывающими влияние на безопасное ведение добычи угля на шахтах Карагандинского бассейна являются внезапные выбросы угля и газа. Практически все угольные пласты отнесенные к опасным по возможному проявлению геодинамических явлений, в основном связаны с тектонически ослабленными участками. Метан в угле находится в свободном состоянии в системе пор угля в трещинах и каналах; в адсорбированной пленке на поверхности угольного вещества, в том числе, на внутренней поверхности пор, каналов трещин; в виде твердого раствора, абсорбированного метана в угле. Его содержание имеет решающее значения для обеспечения эксплуатационной безопасности и коммерческой оценке ресурсов угля и газа при разработке Карагандинского бассейна.

Вопросам связи внезапных выбросов угля и газа с тектоническими нарушениями, а точнее с зонами интенсивной трещиноватости угольного массива, посвящен ряд работ.

Все эти факты свидетельствуют о важности исследований фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и физико-механических свойств (ФМС) угольного пласта в скважинах в естественном состоянии напряженно-деформированного массива, а также определения характеристик трещиноватости пласта и вмещающих пород, включая оценку положения плоскости трещиноватости, характер заполнения и размер трещин, а также выделения из общей трещиноватости трещины геологического характера и трещины появившиеся в процессе бурения скважин.

Важность геофизических исследований в скважинах основывается не только для оценки физико-механических свойств горных пород и угольных пластов в естественном состоянии, но и для анализа изменений их свойств этих свойств под действием изменяющейся нагрузки при отработке вышележащих и нижележащих угольных пластов, изменения газового давления пластов при их дегазации, оценке коэффициента бокового

распора. Все эти характеристики комплексно связаны с проницаемостью угольных пластов, формированием сводов, пучением подошвы и другими факторами определяющими технологию добычи углей, а также эффективность гидрорасчленения угольного пласта и оценку риска газодинамических явлений.

Выбран оптимальный комплекс для изучения литологического разреза в разведочных Карагандинского угольного бассейна. Для определения физико-механических, фильтрационно-емкостных и термических характеристик угольных пластов и вмещающих пород был выбран соответствующий комплекс ГИС включительно гамма каротаж, Искривление, кавернометрии, кажущееся сопротивление, вызванная поляризация, индукционный каротаж, самопроизвольная поляризация, термометрия, гамма-гамма плотностной, акустический широкополосный, акустический имиджер.

Разработан оптимальный комплекс геофизических методов исследования скважин и методика интерпретации для оценки фильтрационно-емкостных и физико-механических свойств угольных пластов и вмещающих пород. Результаты исследований могут быть использованы для планирования гидроразрыва пласта (по данным имиджевого каротажа, характеризующего систему газоотводящих разломов и трещин), а также для определения блочности угля в массиве (RQD, частота трещин) и угла их залегания (по стереограммам нарушенности). Комплекс исследований может применяться для прогноза рисков возникновения различных явлений, особенно при 3D-моделировании строения шахтного поля. По данным каротажа скважин будет определён общий коэффициент пористости и коэффициент эффективной пористости. Сравнение прочностных характеристик, полученных по данным геофизических исследований скважин, с результатами лабораторных испытаний образцов за весь период разработки Карагандинского бассейна позволит обосновывать необходимость создания специализированной лаборатории для комплексного изучения физико-механических свойств угольных пластов. Эти данные дадут возможность формировать более точные модели, применяемые при проектировании горных работ и обеспечении безопасных условий труда шахтёров.

Список использованных источников

1. Л.С. Вольнова. Геолого-газовая типизация шахтных полей Тентекской мульды Карагандинского бассейна по условиям дегазации угольных пластов с поверхности // Горный информационно-аналитический бюллетень, №6.-2014. С. 367-381.
2. Байкенжина А.Ж. Выявление и картирование тектонических нарушений как индикаторов выбросоопасных зон методом МОГТ-3D в условиях Карагандинского угольного бассейна // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2018. Т. 329. № 8. 145-155.

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫ БАРЛАУ, ӨНДІРУ ЖӘНЕ ӨНДЕУДЕГІ ҮШ ТЕХНОЛОГИЯ

Жер үсті геохимиялық барлау топыраққа, тау жыныстарына, суға, өсімдіктерге және буларға (мысалы, топырақ газындағы сынап пен көмірсутектерге) металдардың немесе көмілген кен орнының болуын көрсететін басқа элементтердің іздерінің болуын талдауды қамтиды. Геохимиялық әдістер көптеген пайдалы қазбалар кен орындарын ашуда шешуші рөл атқарды және олар барлаудың стандартты әдісі болып қала береді.

Перспективті технологиялар-бұл геологиялық құрылымдарды және ұнғымалар арасындағы физикалық қасиеттердің өзгеруін анықтайтын геофизикалық әдістер, мысалы, көлденең сейсмикалық томография (NRC, 1996b).

Қашықтықтан зондтау - бұл спектрлік деректерді (инфрақызыл және ультракүлгін толқын ұзындығында көрінетін) жер бетінен борттық платформа, әдетте жоғары ұшу аппараты немесе жер орбитасы арқылы тіркеу (NRC, 2000). Бұл технологияны құруда мемлекеттік қолдау шешуші рөл атқарды. Заманауи технологияларға Landsat тақырыптық карта жасау аппараты және АҚШ-тың жетілдірілген көп спектрлі карта жасау аппараты, сондай-ақ француз ғарыш агенттігі әзірлеген жоғары ажыратымдылықтағы панхроматикалық бейнелеу (SPOT) технологиясы, сондай-ақ бұлтпен жабылған немесе өсімдіктермен тығыз өскен аймақтарға арналған рельефті радиолокациялық бейнелеу (RadarSat) кіреді. АҚШ үкіметі кейбір қолданыстағы жүйелерді коммерциялық секторға берді және қазіргі уақытта бірнеше жеке спутниктер жұмыс істейді және егжей-тегжейлі (4 метрлік ажыратымдылық) көп спектрлі кадрларды ұсынады. Бұл деректерді пайдалы қазбаларды барлау секторы, сондай-ақ көптеген басқа өндірістік, ғылыми және үкіметтік топтар пайдаланады. Перспективалы жаңа мультиспектрлік технологияларды мемлекеттік және салалық топтар әзірлейді. Shuttle radar topographic mapping (SRTM) жүйесі жоғары сапалы, егжей-тегжейлі сандық топографиялық және графикалық деректерді ұсынады. Жетілдірілген жылу сәулеленуі және шағылысу ғарыштық миссиясы (ASTER) көп жолақты жылу деректерін қамтамасыз етеді.

Гиперспектральды технологиялар жер бетінің минералогиясын картаға түсіру үшін пайдаланылуы мүмкін қосымша деректерді жинау үшін әзірленуде. Ұлттық аэронавтика және ғарыш әкімшілігі (NASA) биіктіктегі авиациялық жүйені-көрінетін/инфрақызыл борттық спектрометрді (AVIRIS) әзірледі. Бұл сенсордың деректері Пайдалы қазбаларды барлау үшін де, Америка Құрама Штаттарындағы бірнеше нысандардағы

шахталарды жабу үшін де сәтті пайдаланылды. Барлауға айтарлықтай пайда әкелетін ғылыми зерттеулер мен әзірлемелерді жүргізудің көптеген мүмкіндіктері бар (3-1-кесте), олардың көпшілігі басқа салалардағы қолданыстағы технологияларды қолдануды қамтиды. Технологиялық дамуды қолдау, ең алдымен бұрғылау технологиялары мен аналитикалық құралдарды миниатюризациялау, барлау жұмыстарының тиімділігін күрт арттырып, тау-кен процесін жақсартып алады.

Қазіргі уақытта өнеркәсіп көптеген жаңа геохимиялық және геофизикалық технологиялардың дамуын қолдаса да, химия, биология және топырақтың спектрлік сипаттамалары бойынша іргелі зерттеулер минералды өнеркәсіпке айтарлықтай пайда әкелуі мүмкін. Ғарыштық қашықтықтан зондтауды, атап айтқанда гиперспектральды жүйелерді одан әрі мемлекеттік қолдау бұл технологияның қолданылуы мүмкін кезеңге жетуін қамтамасыз ету үшін қажет болады.

Геология ғылымдары саласында іргелі ғылымға, соның ішінде геологиялық картаға түсіру мен геохимиялық зерттеулерге үлкен қолдау көрсету пайдалы қазбаларды барлауда айтарлықтай, бірақ бірте-бірте жақсартуларды қамтамасыз етеді. Термодинамикалық-кинетикалық деректерді және кен жүйелерінің егжей-тегжейлі төрт өлшемді геологиялық құрылымдарын қоса алғанда, іргелі білімдегі олқылықтарды толтыру пайдалы қазбаларды барлау мен игеру үшін ғана емес, сонымен қатар пайдалы қазбаларды өндіру мен өңдеу үшін де артықшылықтар береді. Термодинамикалық-кинетикалық деректер кен жүйелерінің уақыт өте келе қалай дамығанын, кендер мен қалдықтардағы минералдардың Гидрологиядағы постминирленген өзгерістерге ұшырағаннан кейін қалай әрекет ететінін және жаңа өңдеу технологияларын қалай дамыту керектігін жақсырақ түсінуге мүмкіндік береді. Кен жүйесінің геологиялық құрылымы тау жыныстарының түрлерін және олардың құрылымдарын, мысалы, ақаулар мен жарықтар сияқты үш өлшемді бөлуді, сондай—ақ тау жыныстары мен құрылымдардың қалай пайда болғандығы туралы төртінші уақытты өлшеуді қамтиды.

Список литературы:

1. Короновский Н.В. *Общая геология*. – М., 2006.
2. *Общая геология*./Под.ред. проф. А.К.Соколовского. – М., КДУ, 2006. 448 с.
3. Сейітов Н. *Геология негіздері*. – Алматы, 2000.
4. Тұяқбаев Н., Арыстанов К., Әбішев Б. *Жалпы геология курсы*. – Алматы: Білім, 1993.
5. Хаин В.Е. *Основные проблемы современной геологии*. – М., 2003.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ И УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МАРГАНЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В условиях растущего спроса на марганец как ключевой компонент в производстве сталей, аккумуляторов и других высокотехнологичных материалов, эффективная разведка и моделирование марганцевых месторождений приобретают стратегическое значение. Традиционные методы геолого-геофизической интерпретации, основанные на ручном анализе данных сейсморазведки, магниторазведки, гравиметрии и логирования скважин, часто сталкиваются с ограничениями: субъективностью интерпретации, высокой трудоемкостью и неполным учетом многомерных взаимосвязей в данных. Это приводит к ошибкам в построении геологических моделей, что увеличивает риски и затраты на разведку.

Применение методов машинного обучения (МО) позволяет преодолеть эти барьеры, обеспечивая автоматизированную обработку больших объемов разнородных данных, выявление скрытых паттернов и прогнозирование с высокой точностью. В контексте марганцевых месторождений, характеризующихся сложной стратиграфией, тектоникой и минерализацией (например, в осадочных или вулканогенно-осадочных формациях), МО способствует комплексной интерпретации, оптимизации траекторий бурения и уточнению резервуаров. Данная работа ориентирована на решение задач докторантского исследования, фокусирующегося на интеграции ИИ в геологоразведочные процессы для повышения эффективности добычи стратегических полезных ископаемых.

Основная цель – разработка и апробация методологии на основе МО для комплексной интерпретации геолого-геофизических данных с целью оптимизации разведки и уточнения геологических моделей марганцевых месторождений.

Исследование проведено на основе данных с марганцевых месторождений и зарубежных аналогов (Австралия, ЮАР), включая:

- Сейсмические данные (2D/3D-кубы, атрибуты: амплитуда, частота, фазовый спектр).
- Геофизические логи (гамма-каротаж, нейтронные и плотностные логи).
- Геохимические и минералогические данные (содержание Mn, Fe, SiO₂). Общий объем данных – более 500 ГБ, охватывающий 150 скважин и 200 км² площади.

Предобработка данных включала нормализацию, удаление выбросов с помощью алгоритмов DBSCAN и интерполяцию пропусков via KNN-импутация. Для комплексной интерпретации применены следующие методы МО: 1. Классификация пород и фаций; 2. Регрессия содержания марганца; 3. Интеграция данных и моделирование.

Обучение моделей проводилось на GPU (NVIDIA RTX 3080) с использованием библиотек TensorFlow и Scikit-learn. Гиперпараметры оптимизированы via Optuna (байесовская оптимизация).

Применение разработанной методологии на данных Никопольского марганцевого бассейна позволило:

- Выявить 15% ранее неучтенных зон минерализации за счет автоматизированной классификации сейсмических атрибутов (снижение ложных срабатываний на 25% по сравнению с ручной интерпретацией).
- Уточнить геологические модели: объем прогнозируемых запасов марганца увеличен на 12% (с 1.2 до 1.35 млн т) при снижении неопределенности (стандартное отклонение от 18% до 9%).
- Оптимизировать разведку: предложены 7 новых точек бурения с вероятностью успеха > 75%, что сокращает затраты на 20–30% (расчет на основе Monte-Carlo симуляций).

Разработанная методология на основе МО обеспечивает комплексную интерпретацию геолого-геофизических данных, значительно повышая точность геологических моделей и эффективность разведки марганцевых месторождений. Полученные результаты подтверждают потенциал ИИ для снижения рисков в геологоразведке, что особенно актуально в условиях дефицита ресурсов.

Перспективы: расширение на мультимодальные данные (LiDAR, гиперспектральные снимки) и внедрение в реал-тайм системы для оперативной корректировки моделей. Дальнейшие исследования в рамках докторантской диссертации будут фокусироваться на объяснимом ИИ (XAI) для повышения интерпретируемости моделей.

Список использованных источников:

1. Goodfellow I. et al. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
2. Chen T., Guestrin C. *XGBoost: A Scalable Tree Boosting System* // KDD'16, 2016.
3. Araya-Polo M. et al. *Deep Learning for Seismic Data Processing* // *The Leading Edge*, 2018.
4. *Украинские геологические отчеты по Никопольскому бассейну, 2020–2024.*

СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДНО-ЗОЛОТОГО ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НУРКАЗГАН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ

Месторождение Нурказган, расположенное в Центральном Казахстане, приурочено к структурам Центрально-Азиатского орогенного пояса (ЦАП) — крупнейшего аккреционного орогена Земли, отличающегося высоким металлогеническим потенциалом. Целью исследования является выявление структурно-металлогенических особенностей формирования медно-золотого порфирового оруденения Нурказгана и определение поисковых критериев аналогичных объектов в пределах Центрального Казахстана.

Нурказган сформировался в пределах Казахо-Монгольской магматической дуги в геодинамической обстановке активной континентальной окраины в силурийско-девонское время. Он относится к второй металлогенической эпохе порфирового оруденения Центрального Казахстана, когда происходило внедрение интрузий известково-щелочной серии в условиях надсубдукционной вулканической дуги.

Рудоносные толщи сложены вулканогенно-пирокластическими образованиями верхнего ордовика (нурказганская свита), прорываемыми полифазным интрузивным комплексом габбро-монцит-диорит-тоналитового ряда. Магматизм имеет надсубдукционную природу и характеризуется известково-щелочной петрохимической специализацией. Именно внедрение интрузий послужило источником тепла, флюидов и металлов, обусловивших формирование рудных тел.

На месторождении установлена типичная вертикальная метасоматическая зональность: Подрудная зона — хлорит-фельдшпатолиты, слабо выраженная калиевая альтерация; Рудная зона — кварц-серицитовые метасоматиты, главная рудовмещающая фация; Надрудная зона — пропилиты с развитием эпидота, хлорита и карбонатов.

Основные рудные минералы — халькопирит, борнит, ковеллин, пирит, с попутными компонентами Au, Mo, Ag, Pt, Te, Se, Pd. Характерно присутствие Co-As-W минералов (саффлорит, кобальтин, глаукодот, шеелит).

Генетическая модель формирования

Эволюция рудообразования Нурказгана включает:
1 Формирование вулканической дуги и накопление ордовикских вулканитов.

2.Внедрение интрузий диорит-гранодиоритового состава (силур-девон).

3.Экзолевацию флюидов, обогащенных Cu, Au, Mo.

4.Формирование метасоматической зональности и отложение сульфидов.

5.Позднюю полиметаллическую стадию с образованием галенита и сфалерита.

6. Пострудные тектонические подвижки, ограничившие рудное тело.

Поисковые критерии:

Региональные: приуроченность к структурам Казахо-Монгольской магматической дуги, наличие интрузий диорит-гранодиоритового состава силурийско-девонского возраста, тектонические узлы пересечения глубинных разломов.

Локальные: зоны интенсивной кварц-серицитовой альтерации и пропилитизации, геохимические аномалии Cu, Au, Mo, Ag, As, присутствие индикаторных минералов (саффлорит, глаукодот, шеелит).

Месторождение Нурказган представляет собой классическую палеозойскую медно-золотую порфировую систему, генетически связанную с надсубдукционным магматизмом активной континентальной окраины. Его изучение позволяет уточнить металлогеническую эволюцию Центрального Казахстана и определить критерии поисков новых медно-золотых порфировых объектов. Разработанные структурно-металлогенические критерии могут быть использованы при планировании и проведении дальнейших геологоразведочных работ в регионе.

Список использованной литературы:

1. Антонюк Р.М., Хамзин Б.С., Исмаилов Х.К., Ключков М.И. (2012) Геодинамическая позиция месторождений металлических полезных ископаемых Центрального Казахстана. В сб.: Особенности геологического строения и металлогении Казахстана. Науки о Земле в Казахстане. Алматы. С. 93–103.
2. Геологическое строение, минералогия и условия образования медно-золотых руд месторождения Нурказган (Центральный Казахстан) // Отечественная геология. 2016. № 3. С. 35–45.
3. Berger, B.R., Mars, J.C., Denning, P.D., Phillips, J.D., Hammarstrom, J.M., Zientek, M.L., Dicken, C.L., & Drew, L.J. (2011) Porphyry Copper Assessment of Western Central Asia. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5090–C.
4. Robb, L.J. (2005) Introduction to Ore-Forming Processes. Blackwell Publishing.
5. Seltmann, R. & Porter, T.M. (2005) The Porphyry Cu-Au/Mo Deposits of Central Eurasia: 1. Tectonic, Geologic & Metallogenic Setting, and Significant Deposits. In Porter, T.M. (Ed.), Super Porphyry Copper & Gold Deposits: A Global Perspective. PGC Publishing, Adelaide, v. 2, pp. 467-512

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ СВЯЗИ С
МЕДНО-ПОРФИРОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ
РУДОПРОЯВЛЕНИЯ КАРАБАС

Рудопроявление Карабас, расположенное в Актогайском районе Карагандинской области (Рисунок 1), длительное время рассматривалось как непромышленный объект на основании результатов геологоразведочных работ 1960-х – 1980-х годов. Однако ревизия исторических данных и современные исследования, проведенные ТОО «ERG Exploration» с 2023 года, выявили его высокий потенциал как объекта медно-порфирового типа. Ключевую роль в формировании подобных месторождений играют метасоматические процессы, которые не только сопровождают оруденение, но и являются надежным поисковым критерием. Целью данного исследования является установление пространственной и генетической связи зональности метасоматических изменений с распределением медно-молибденового оруденения на площади Карабас.

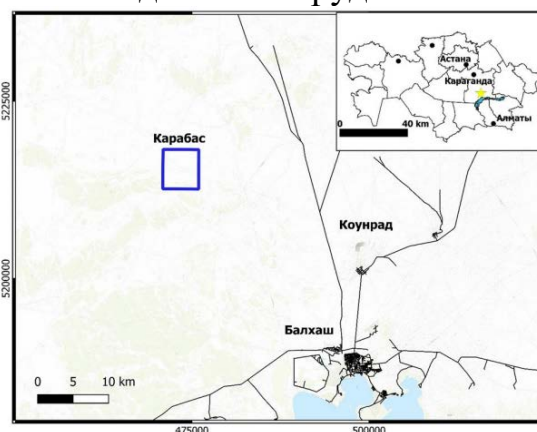


Рисунок 1 – Положение площади Карабас на физико-географической карте.

Рудопроявление Карабас приурочено к массивам Большой и Малый Карабас, сложенным интрузивными породами гранодиорит-порфирового состава. Работы предшественников зафиксировали здесь развитие вторичных кварцитов, однако их связь с оруденением не была детализирована.

В ходе исследований 2023-2024 гг. был применен комплекс методов:

1. Детальные геологические маршруты и опробование для документирования метасоматических изменений в коренных выходах и рыхлых отложениях.
2. Геохимическое опробование (XRF-анализ, лабораторные исследования по методу ME-ICP61) рыхлых отложений, шурфов и керн.
3. Поисково-оценочное колонковое бурение (35 скважин общим метражом 15 140 п.м.) с сплошным опробованием керн.

4. Геофизические исследования (электроразведка методом ВП), позволившие выделить зоны высокой поляризуемости и проводимости.

В пределах массивов Большой и Малый Карабас выделен комплекс метасоматитов, характерный для медно-порфировых систем. Наиболее широко развиты:

Вторичные кварциты: Являются основным метасоматитом, формирующим продуктивную толщу. Процессы окварцевания привели к значительному увеличению хрупкости пород, что способствовало образованию благоприятной структуры для проникновения рудоносных флюидов и отложения сульфидов.

Аргиллизация: Проявляется в замещении полевых шпатов серицитом и каолинитом. Эта стадия метасоматоза тесно ассоциирована с сульфидной минерализацией, так как при разрушении полевых шпатов высвобождались катионы, способствовавшие осаждению меди.

Ожелезнение: Наблюдается в виде лимонитизации по первичным сульфидам и развития гематита, что особенно хорошо фиксируется на поверхности и в зоне окисления.

Метасоматические изменения имеют многофазный характер, что указывает на сложную и продолжительную историю развития гидротермальной системы. Наличие гранодиорит-порфиров, подвергшихся интенсивным изменениям, подтверждает многостадийность интрузивного магматизма, являющуюся благоприятным фактором для рудогенеза.

Результаты бурения 2024 года однозначно доказали прямую пространственную связь между зонами развития метасоматитов и интервалами промышленных содержаний меди и молибдена.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что метасоматические изменения (окварцевание, аргиллизация) являются не просто сопутствующим явлением, а главным фактором контроля медно-порфирового оруденения на рудопроявлении Карабас. Выявленная зональность метасоматитов и сопряженной с ними сульфидной минерализации имеет прямую поисковую значимость.

Дальнейшие исследования будут направлены на детальное моделирование метасоматической зональности, изучение минеральных ассоциаций и физико-химических условий рудообразования, что позволит создать надежную геолого-генетическую модель месторождения для оптимизации дальнейших разведочных работ и оценки его полного минерально-сырьевого потенциала.

Список использованной литературы:

1. Алексеева Л.К. Окончательный отчет по теме «Поисковое обследование вторичных кварцитов на медь, золото и др. полезные ископаемые». Алма-Ата, Балхашская геологоразведочная экспедиция, 1966.
2. Колесникова Н.Г. Детальные поисковые работы на площади участка Западные Борлы. Балхаш, Балхашская геологоразведочная экспедиция, 1981.
3. Кузьменко Б.Ф. Отчет о результатах поисково-разведочных работ на медном рудопроявлении Карабас и месторождениях Каскырказган и Кенькудук за 1964-65 гг. в Актогайском районе Карагандинской области. Балхаш, Центрально-Казахстанское геологическое управление (ЦКГУ), 1965.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ УЧАСТКА “ВОСТОЧНЫЙ” САРЫСУ-ТЕНИЗСКОГО СЕГМЕНТА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Исследования, результаты которых приведены в настоящем тезисе, получены авторами при проведении комплексных геолого-геофизических работ ТОО «Азимут Геология» в рамках двух проектов госбюджетной программы 089 «Обеспечение рационального и комплексного использования недр и повышение геологической изученности территории Республики Казахстан» в 2020-2022 годах.

Площадь участка «Восточный» составляет 1148 км². В геологическом строении участка доминируют вулканогенные отложения, возраст которых предшествующими исследователями оценивался в интервале нижнего-среднего девона, либо в нерасчлененном варианте, либо с выделением толщ нижнего и среднего девона. Органических остатков, подтверждающих девонский возраст пород, на площади не обнаружено [1].

На начало работ каких-либо данных об абсолютном возрасте интрузий описываемого участка не было. Радиологические данные (9 определений калий-аргоновым методом по биотиту, КазИМС) определяют интервал возраста 372-407 млн. лет, среднее значение – 392 млн. лет (граница эмского и эйфельского веков, МСШ-2020). Возраст комплекса принимался как среднедевонский [2].

Пробы на определение абсолютного возраста пород при проведении геолого-геофизических работ ТОО «Азимут Геология» отбирались в процессе маршрутов из коренных обнажений.

Перед исследованием пробы были издроблены до фракции 1 мм, после чего были переданы в Институт геологии и минералогии имени В. С. Соболева СО РАН (г. Новосибирск) для дальнейших исследований.

Полученные результаты определений возраста пород по участку представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ пробы	Глевасский Е.Б., 1961 ГС-200	Колесник А.П., 1971 ГС-50	Бабич К.Н., 1987 ГГФ-50	Антонюк Р.М. 2012, ГДП-200	Глухов А.М., 2022	Абсолютный возраст, млн. лет, 2022
Покровные образования						
124	-	-	D ₂ tl ₁	D ₃ v ₂	Sp-D ₁ rd	414±3
АВЖ-4-21	D ₁₋₂ kd	-	D ₂ ug	-	Sp-D ₁ rd	416±3
197	D ₁₋₂ kd			D ₃ v ₂	Sp-D ₁ rd	421±2

Интрузивные образования						
№ пробы	Глевасский Е.Б., 1961 ГС-200	Колесник А.П., 1971 ГС-50	Тастанбеков Д., 1979 ГС-50	Антонюк Р.М. 2012, ГДП-200	Глухов А.М., 2022	Абсолютный возраст, млн. лет, 2022
122/2	-	ζD_1	-	$q\xi\pi D_3kk$	$q\delta\pi D_1l$	413±2
131	-	-	D_1mn^e	$q\xi\pi D_3kk$	$q\delta\pi D_1l$	413±2
115	-	αD_1	-	$\mu\delta\pi D_3kk$	$\gamma\delta\pi D_1l$	417±2
117	-	ζD_1	-	$q\xi\pi D_3kk$	$\gamma\delta\pi D_1l$	416±3
118	-	ζD_1	-	$q\xi\pi D_3kk$	$\gamma\delta\pi D_1l$	413±2
АВЖ-3-21	-	-	λD_{1-2}	$q\xi\pi D_3kk$	$\gamma\delta\pi D_1l$	417±2
АВЖ-8-21	-	ζD_1	-	$q\xi\pi D_3kk$	$\gamma\delta\pi D_1l$	416±2
СЖК-4-48,4-49,6	-	-	-	$q\xi\pi D_3kk$	$\gamma\pi D_1l$	415±2
АВЖ-5-21	-	ζD_1	-	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_3kk$	$\lambda\gamma\pi D_1l$	417±2
АВЖ-6-21	-	$\pi\lambda D_2$	-	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_3kk$	$\lambda\gamma\pi D_1l$	417±2
АВЖ-7-21	-	$\gamma\pi D_{2-3}$	-	$\epsilon\lambda\gamma\pi_2 D_3kk$	$\lambda\gamma\pi D_1l$	415±2
АВЖ-10-21	-	$\pi\lambda D_2$	-	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_3kk$	$\lambda\gamma\pi D_1l$	416±2
АБЖ-1	-	-	λD_{1-2}	$q\xi\pi D_3kk$	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_1l$	417±3
АБЖ-2	-	-	λD_{1-2}	$q\xi\pi D_3kk$	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_1l$	415±2
128	-	$\pi\lambda D_2$	-	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_3kk$	$\epsilon\lambda\gamma\pi D_1l$	415±2

Проведенные исследования дают основание утверждать, что породы изученной территории сформировались в узком интервале геологического времени, не выходящего за пределы 418±3 - 412±3 млн. лет. В абсолютном летоисчислении это соответствует лохковскому ярусу нижнего девона и существенно отличается от существовавших ранее данных (408-360±8млн. лет).

Список использованных источников

1. Альперович Е.В., Антонюк Р.М., Бандалетов С.М. Геологическая карта Казахской ССР. Объяснительная записка. – Алма-Ата: ВСЕГЕИ, 1981 – 334 с.
2. International Chronostratigraphic Chart. International Commission on Stratigraphy. – Australian, 2020.

ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕТОДА ПАРОГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ (SAGD) ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАНБАС

Современное развитие нефтегазовой отрасли Казахстана связано с необходимостью эффективного освоения месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Одним из таких объектов является месторождение Каражанбас, расположенное в Мангистауской области. Данное месторождение относится к категории сложных по разработке из-за высокой вязкости нефти и относительно небольшой глубины залегания продуктивных пластов - порядка 800 м. Средняя вязкость нефти в пластовых условиях достигает 2000–10 000 мПа·с, что требует применения тепловых методов увеличения нефтеотдачи.

На протяжении последних десятилетий на Каражанбасе успешно применяются циклические паротепловые методы (CSS-Cyclic Steam Stimulation). Эти технологии позволяют частично повысить нефтеотдачу, однако их эффективность ограничена значительными теплотерями, неравномерным прогревом пласта и быстрым снижением температуры в межцикловые периоды. В результате коэффициент извлечения нефти (КИН) не превышает 35–40 %, что указывает на наличие значительных неразработанных запасов [1].

Основной причиной низкой эффективности существующих методов является то, что большая часть тепловой энергии теряется при транспортировке пара по стволу скважины и при прогреве верхней части пласта.

При этом часть пара конденсируется ещё до достижения продуктивного горизонта, что снижает температуру и давление в зоне фильтрации нефти. В таких условиях внедрение технологии парогравитационного дренирования (SAGD - Steam Assisted Gravity Drainage) является перспективным направлением развития [2].

Технология SAGD представляет собой процесс, при котором две параллельные горизонтальные скважины бурятся на малом расстоянии друг от друга. В верхнюю скважину закачивается пар, нагревающий пласт, а по нижней скважине разжиженная нефть стекает под действием силы тяжести и откачивается на поверхность. Этот метод обеспечивает более равномерный прогрев и высокий коэффициент извлечения нефти (до 70 % от начальных запасов), что в несколько раз превышает показатели традиционных паротепловых технологий.

Однако при глубине около 800м реализация SAGD требует специальных инженерных решений, направленных на поддержание

температуры пара на заданном уровне. Одним из таких решений является использование системы скважинного термоэлектрического модуля, который позволяет компенсировать теплотери и регулировать температуру теплоносителя в реальном времени.

Результаты исследований позволили выявить закономерности распределения температуры по длине ствола скважины и установить, что использование термоэлектрического модуля обеспечивает повышение температуры пара на 8–12 % и снижение теплотерь до 10 % на глубине 800 м. Это, в свою очередь, приводит к увеличению нефтеотдачи пласта и повышению энергетической эффективности всего процесса.

Внедрение усовершенствованного метода SAGD на месторождении Каражанбас позволит обеспечить: повышение коэффициента извлечения нефти до 55–60 %; сокращение расхода пара на 15–20 % при сохранении требуемого температурного режима; снижение себестоимости добычи тяжёлой нефти; улучшение экологических показателей за счёт оптимизации использования тепловой энергии.

Реализация данного подхода позволит впервые в Казахстане апробировать технологию SAGD в условиях сравнительно небольшой глубины залегания, что откроет возможность её дальнейшего применения на аналогичных месторождениях, таких как Северный Бузачи и Алатюбек. В долгосрочной перспективе это обеспечит рост внутренней добычи тяжёлых нефтей и укрепит энергетическую независимость страны.

В ходе работы авторами проведен комплекс аналитических и экспериментальных исследований, включающих: анализ существующих мировых технологий SAGD и их применимости в условиях Казахстана; термодинамическое моделирование теплопередачи в стволе скважины с учётом вязкости нефти и теплопроводности горных пород Каражанбаса; разработку и испытание концепции скважинного термоэлектрического модуля; определение оптимальных параметров закачки пара и конструкции горизонтальных скважин.

Таким образом, проведённые исследования подтверждают, что месторождение Каражанбас обладает благоприятными условиями для внедрения технологии парогравитационного дренирования (SAGD) с применением системы термоэлектрического подогрева. Это позволит значительно повысить эффективность добычи тяжёлых нефтей при относительно небольшой глубине залегания и станет важным шагом в развитии тепловых технологий Казахстана

Список использованных источников:

- 1. Анализ разработки месторождения Каражанбас (по состоянию на 01.01.2015 г.): отчет АО «КазНИПИ-мунайгаз» по договору № 15-KGD1-0840 от 08.06.2015 (рег. № 83/15-н). 315 с.*
- 2. Заурбеков К.С., Заурбеков С.А., Балгаев Д.Е., Расширение возможности применения гравитационного дренирования с закачкой пара (SteamAssisted Gravity Drainage) и закачки пара с растворителем (Expanding Solvent - Steam-Assisted Gravity Drainage). Горный журнал Казахстана №7 (219) 2023.*

БЕНЗИН САПАСЫН АРТТЫРУ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕГІ БЕНЗОЛДЫ АЗАЙТУ ӘДІСТЕРІ

Қазіргі кезеңде мұнай өңдеу өнеркәсібінің өзекті міндеттерінің бірі – заманауи экологиялық талаптарға сай келетін автомобиль бензиндерінің өндірісін жетілдіру және олардың қайта өңдеу технологияларын дамыту болып табылады. Бұл бағыттағы зерттеулер қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту мен энергетикалық тиімділікті арттыруға бағытталған. Бензол адам ағзасында лейкомия ауруын тудырады. Медициналық зерттеулер бензолдың уытты әсері оның канцерогенді, мутагенді және тератогенді қасиеттерге ие екенін дәлелдеді. Сонымен қатар, автобензин құрамындағы бензол қозғалтқышта нагардың (тұнбаның) пайда болуын көбейтіп, түтін мен полициклді ароматты көмірсутектердің (ПАУ) мөлшерін арттырады [1], [2].

Ароматты көмірсутектердің бензин құрамындағы мөлшері артқанда, жанбаған көмірсутектердің атмосфераға бөлінуі де артады. Бұл байланыс ПАУ канцерогендерінің нақты концентрациясымен дәл сәйкес келмесе де, айтарлықтай тәуелділік бар [3].

Экологиялық маңызы. Бензолдың қоршаған ортаға шығарылуының дәлелденген бір себебі - ароматты көмірсутектердің жоғары мөлшері. Бензин құрамындағы бензол мен барлық жанбаған көмірсутек шығарындылары (шығатын газдар, жанармай жүйесінен булану, жанармай құю кезіндегі шығындар) арасында тікелей байланыс бар. Катализаторлық нейтрализаторы жоқ көліктерде бензолдың атмосфераға таралуының негізгі себебі – шығатын газдар (шамамен 70 %), булану (20 %) және құю кезіндегі шығындар (10 %). Сондықтан бензолдың деңгейін төмендету ауа сапасын жақсартып, адам денсаулығын қорғауда маңызды экологиялық шара болып табылады [4]. Риформинг катализаторларындағы бензол мөлшерін азайту әдістері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Риформинг катализаторларындағы бензол мөлшерін азайту әдістері

№	Әдіс	Сипаттамасы	Артықшылықтары	Кемшіліктері
1	Риформинг шикізатынан прекурсорларды жою	Риформинг шикізатын фракциялап, бензол түзетін қосылыстарды болдырмау	Бензол деңгейін айтарлықтай төмендетеді	Шикізат ресурстары азаяды, өндіріс көлемі төмендейді
2	Модификацияланған шикізат дайындау	Алдын ала фракциялау арқылы бензол түзетін компоненттерді алып тастау	Бензол мөлшері азаяды	Жалпы октан саны төмендейді, фракция

				құрылымы ауырады
3	Экстракция (Sulfolane процесі)	Бензолды бензиннен бөлуді қамтамасыз ететін химиялық әдіс	Бензолды тиімді бөліп алу	Бензин ресурстары азаяды
4	Жеңіл рифформатты изомерлеу	Бензолға бай жеңіл фракцияны изомерлеп, бензолды қанықтыру	Жоғары октанды компонент алу	Көп сутек қажет, күрделі жабдық қажет
5	Пропиленмен алкилирлеу	Рифформатты пропиленмен алкилирлеу арқылы бензолсыз өнім алу	Бензолды төмендетіп, октан санын арттырады	Каталитикалық крекинг қондырғысын қажет етеді

Жоғарыда келтірілген кестеде риформинг катализаттарындағы бензол мөлшерін азайтуға арналған негізгі әдістер мен олардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Риформаттағы бензолдың мөлшерін азайту әдістері 2-кестеде көрсетілген [5].

Әрбір әдістің өзіндік тиімділігі мен қолдану шектеулері бар, сондықтан бензол деңгейін төмендету үшін кешенді тәсілдерді қолдану маңызды. Бұл отын сапасын жақсартып, экологиялық талаптарға сәйкес келуге мүмкіндік береді.

Фракциялаудан кейін бензолды фракцияны өңдеу жолдары:

- Риформаттағы бензол фракциясын гидрлеу. Бұл әдістің кемшілігі - түзілетін циклогексанның октан саны бензолға қарағанда айтарлықтай төмен (83 қарсы 106 – зерттеу әдісі бойынша).

- Риформаттың 85°C-қа дейінгі фракциясын гидроизомерлеу. Нәтижесінде түзілетін метилциклопентанның октан саны циклогексанға қарағанда жоғары (ОЧ ИМ = 91), бірақ бензолдан төмен. Алайда бұл процесс н-алкандардың да изомерленуімен қатар жүретіндіктен, жалпы октан саны төмендемейді [6].

Қорытынды. Автокөлік отынындағы бензол деңгейін төмендету - экологиялық және техникалық тұрғыдан күрделі, бірақ өте қажетті процесс. Бензолдың адам ағзасына және қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту үшін риформинг катализаттарындағы бензол мөлшерін азайтудың кешенді әдістерін қолдану қажет. Осы шаралар ауа сапасын жақсартып, халықтың денсаулығын қорғауда және экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Сейдахметова Н. Б. Мұнай және газ өңдеу химиясы / Н. Б. Сейдахметова // ҚазҰТЗУ баспасы, Алматы – 2016. – 220 б.
2. Кенжебаев А. Ш., Мұхамедияров Б. Т. Мұнай химиясы және мұнай өңдеу технологиясы / А. Ш. Кенжебаев, Б. Т. Мұхамедияров // АМУ баспасы, Атырау – 2018. – 198 б.
3. Темірғалиева Г. Ж. Қазақстандағы автокөлік отынының экологиялық аспектілері / Г. Ж. Темірғалиева // БҚИТУ баспасы, Орал – 2020. – 145 б.
4. Жұмағазиева Г. Ж., Кенжесова В. И. Автокөлік бензиніндегі бензол деңгейін төмендету жолдары / Г. Ж. Жұмағазиева, В. И. Кенжесова // БҚИТУ Хабаршысы

ТҮП МАҢЫ АЙМАҒЫНА ҚЫШҚЫЛДЫҚ ӘСЕР ЕТУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУДЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Мұнай және газ өндіру үдерісінде ұңғыма түп маңы аймағының (ҰТМА) өткізгіштігі кен орындарын тиімді игеру мен қабат өнімділігін арттырудың шешуші факторы болып табылады. Ұңғыма түп маңы аймағында бұрғылау және пайдалану кезінде әртүрлі механикалық және химиялық факторлардың әсерінен фильтрациялық қасиеттердің төмендеуі байқалады. Бұл аймақтың кеуектілігі мен өткізгіштігі азайып, мұнай бергіштік коэффициентін төмендетеді.

Осы мәселені шешудің тиімді тәсілдерінің бірі – қышқылдық әсер ету әдісі (acid treatment) болып табылады. Бұл әдістің мәні – қабат жыныстарының минералдық құрамына сәйкес таңдалған қышқыл ерітінділерін айдау арқылы түп маңы аймағының өткізгіштігін қалпына келтіру немесе арттыру. Әсіресе әктасты және доломитті коллекторларда тұз қышқылы (HCl) негізіндегі ерітінділер кеңінен қолданылады.

Қышқыл ерітінді жыныс құрамындағы кальций карбонатымен (CaCO_3) және магниймен (MgCO_3) реакцияға түсіп, ерімелі тұздар мен газ түзеді:



Бұл реакция нәтижесінде жыныстың микрожарықтарында жаңа фильтрациялық каналдар түзіледі, соның арқасында мұнайдың қозғалыс жолдары ұлғайып, қабат өткізгіштігі бірнеше есеге артады.

Қышқылдық өңдеу жұмыстарының геологиялық тиімділігі ұңғыма орналасқан қабаттың литологиялық–физикалық қасиеттеріне, минералдық құрамына, температурасына және қышқыл ерітіндінің концентрациясына тәуелді. Сондықтан әр кен орны үшін қышқыл түрі мен әсер ету режимі жеке таңдалады.

Қазіргі таңда көлденең ұңғымаларда қышқылдық әсер ету әдісін қолдану ерекше өзектілікке ие. Мұндай ұңғымаларда арнайы пакерлі жүйелер арқылы мультистадийлі қышқылдық өңдеу (MSA — Multistage Acidizing) жүргізіледі, бұл ұңғыма бойындағы барлық өнімді интервалдарға біркелкі әсер етуге мүмкіндік береді.

Жаңа буынды ингибиторлармен, сульфамин қышқылы, гельденген және эмульгирленген жүйелермен біріктірілген өңдеу тәсілдері жыныстың шамадан тыс еруін болдырмай, әсер ету тереңдігін тиімді бақылауға мүмкіндік береді.

Кесте 1 – Қышқылдық әсер ету нәтижесіндегі қабат өткізгіштігі мен мұнай өндіру динамикасы

№	Ұңғыма атауы	Қабат тереңдігі, м	Бастапқы өткізгіштік, мД	Қышқылдық өңдеуден кейінгі өткізгіштік, мД	Дебиттің артуы, %	Қолданылған қышқыл түрі	Ескертпе
1	№102	2380	8,5	19,2	+126	HCl 12%	Кальцитті қабат
2	№115	2415	5,4	12,8	+137	HCl + HF (компл.)	Доломитті қабат
3	№119	2300	11,3	24,1	+113	HCl 10%	Біркелкі литология
4	№120	2480	6,1	15,4	+152	HCl + ингибитор	Қабат температурасы жоғары
5	№132	2525	9,0	20,7	+130	Сульфамин қышқылы	Тұтқыр мұнай аймағы

Зерттеулер көрсеткендей, қышқылдық әсер ету әдісінен кейін қабат өткізгіштігі 1,5–3 есе артады, ал мұнай өндіру дебиті орта есеппен 20–60%-ға дейін жоғарылайды. Бұл өз кезегінде кен орындарын ұтымды және ұзақ мерзімді пайдалануға жағдай жасайды.

Қышқылдық әсер ету әдісі — ұңғыма түп маңы аймағының фильтрациялық қасиеттерін жақсартып, мұнайбергіштікті арттырудың ғылыми негізделген, экономикалық тұрғыдан тиімді геотехнологиялық тәсілі болып табылады. Оның тиімділігі қабаттың геологиялық құрылымын, минералогиялық құрамын және гидродинамикалық ерекшеліктерін терең зерттеу арқылы айқындалады. Болашақта бұл технологияны көлденең ұңғымаларда және карбонатты қабаттарда кеңінен қолдану мұнай қорларын барынша пайдалануға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Абдрахманов, Н. Н. Мұнай және газ ұңғымаларын игеру және жөндеу технологиясы. — Алматы: ҚазҰТЗУ баспасы, 2019. — 256 б.
2. Ерғалиев, А. Т., Қалиасқаров, Е. Б. Ұңғымалардың түп маңы аймағын өңдеу әдістері. — Атырау: АМЖГУ, 2020. — 142 б.
3. Гуреев, А. А., Сулейманов, А. И. Повышение нефтеотдачи пластов кислотными обработками. — Москва: Недра, 2015. — 272 с.
4. Economides, M. J., Nolte, K. G. Reservoir Stimulation. — 3rd ed. — New York: Wiley, 2000. — 856 p.
5. ҚР Энергетика министрлігі. Мұнай және газ ұңғымаларын жөндеу және қышқылдық өңдеу бойынша техникалық регламент. — Астана, 2022. — 45 б.

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИХ
АЛГОРИТМОВ В ПОВЫШЕНИИ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Современная тенденция в геолого-геостатистическом моделировании направлена на переход от традиционного интерпретационного подхода к цифровым и воспроизводимым методам моделирования недр. С развитием мощных программных платформ (*Micromine*, *Leapfrog*, *Datamine*, *Surpac*) появилась возможность интегрировать большие объёмы геологических, геохимических и геофизических данных в единую цифровую систему, что значительно увеличило качество и скорость построения моделей месторождений.

Для месторождений Центрального Казахстана, в частности Кентобе–Тогайской зоны, где распространены стратиформные контактово-метаморфизованные железистые тела, использование цифровых технологий особенно важно. Такие объекты характеризуются сложной анизотропией, вариабельностью мощности и неоднородностью состава, что требует применения геостатистических алгоритмов с учётом пространственной корреляции данных и достоверной оценки неопределённостей [1].

Исследование базируется на использовании геоинформационных систем (ГГИС) *Micromine* и *Leapfrog* в сочетании с геостатистическим анализом. В процессе моделирования были реализованы следующие этапы [2]:

1. Сбор и валидация данных: импорт буровых и аналитических данных, проверка координат, QA/QC-контроль стандартов и дублей, композитирование и декластеризация проб.

2. Геологическое моделирование: построение каркасных моделей рудных тел. В *Micromine* использовался эксплицитный метод, обеспечивающий строгий контроль геометрии и литологических границ; в *Leapfrog* — имплицитный метод для тестирования альтернативных структурных сценариев.

3. Геостатистический анализ: построение экспериментальных и теоретических вариограмм, определение направлений анизотропии, подбор моделей (сферическая, экспоненциальная), оценка дальностей корреляции.

4. Интерполяция содержания полезного компонента: сравнение методов *Ordinary Kriging (OK)*, *Inverse Distance Weighting (IDW)* и *Radial Basis*

Function (RBF) с вариацией параметров радиусов поиска, числа соседей и квот по скважинам.

5. Верификация и чувствительность: кросс-валидация (ME, RMSE, QQ-графики, swath-профили) и анализ влияния параметров на стабильность итоговой оценки.

Использование цифровых алгоритмов позволило разработать регламент выбора параметров интерполяции, обеспечивающий оптимальный баланс между точностью и геологической достоверностью.

Применение цифровых технологий позволило:

- повысить качество подготовки и унификации данных;
- выявить геологически обоснованные домены с устойчивыми вариограммными параметрами;
- обеспечить сопоставимость результатов при разных сценариях интерполяции;
- сократить субъективность ручных интерпретаций благодаря автоматизированным процедурам проверки.

Сравнение моделей, построенных методами ОК, IDW и NN, показало, что обычный кригинг (ОК) даёт наиболее устойчивые оценки с минимальной систематической ошибкой, тогда как IDW демонстрирует повышенную чувствительность к редким выбросам, а NN — избыточное сглаживание в слабозаконтуренных зонах [3].

Использование имплицитного моделирования в *Leapfrog* позволяет оперативно выявить крупные структурные тренды и уточнить геометрию тел, а эксплицитное моделирование в *Micromine* обеспечило точную привязку к литологическим контактам и керновым описаниям [4]. Комбинация этих подходов доказала эффективность гибридного цифрового моделирования, обеспечивающего как геологическую точность, так и вычислительную эффективность.

Список использованных источников:

1. Li, Zezheng, Yifan Li, Yuanshuai Duan, Aimin Yang, Zhenghan Xu, and Jianming Zhi. 2022. "Study on the Basic Characteristics of Iron Ore Powder with Different Particle Sizes" *Minerals* 12, no. 8: 973. <https://doi.org/10.3390/min12080973>
2. Ali Rezaei, Hossein Hassani, Parviz Moarefvand, Abbas Golmohammadi. *Grade 3D Block Modeling and Reserve Estimation of the C-North Iron Skarn Ore Deposit, Sangam, NE Iran*. Vol. 6 (2019). <https://doi.org/10.15377/2409-5710.2019.06.4>
3. Maniteja, M.; Samanta, G.; Gebretsadik, A.; Tsae, N.B.; Rai, S.S.; Fissaha, Y.; Okada, N.; Kawamura, Y. *Advancing Iron Ore Grade Estimation: A Comparative Study of Machine Learning and Ordinary Kriging*. *Minerals* 2025, 15, 131. <https://doi.org/10.3390/min15020131>
4. Кожухов А. А., Омельченко Д. Р., Мельниченко И. А., Ческидов В. В., Мосейкин В. В. *Создание модели распределения полезного компонента в железорудном месторождении // Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2023. – № 8. – С. 5–17. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_8_0_5.

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ ОЦЕНКИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Редкоземельные металлы (РЗМ) — это стратегически значимая группа элементов, без которых невозможно развитие высокотехнологичных и «зеленых» отраслей экономики, включая производство электроники, аккумуляторов, ветровых турбин и электромобилей. Их роль в обеспечении перехода к устойчивому развитию признана на глобальном уровне. Согласно отчетам Экономического и социального совета ООН (ЭКОСОС), формирование устойчивой минерально-сырьевой базы является ключевым условием достижения Целей устойчивого развития (ЦУР), в частности ЦУР 7, ЦУР 9 и ЦУР 12.

Для Казахстана, обладающего значительным потенциалом редкоземельных месторождений, развитие минерально-сырьевой базы РЗМ представляет собой стратегическое направление. Однако ограниченность геологоразведочных данных, недостаток инвестиционной привлекательности и отсутствие глубокой переработки сырья препятствуют эффективному использованию этого потенциала. Поэтому актуальным является комплексный анализ состояния минерально-сырьевой базы и формулировка рекомендаций по ее развитию в соответствии с международными стандартами и принципами ООН.

По данным Геологической службы США (USGS) и Комитета геологии Казахстана, на территории Республики Казахстан выявлено свыше 50 проявлений и месторождений редкоземельных металлов (Кент, Каражарта, Аксу, Куктал и др.), но доля вовлеченных в промышленную разработку участков не превышает 10%. Основные запасы сосредоточены в северо-восточных и центральных регионах страны и связаны с гранитными и карбонатитовыми формациями.

По оценке ЭКОСОС, глобальная добыча РЗМ в последние годы демонстрирует монополизацию со стороны ограниченного числа стран. Китай обеспечивает более 60% мировой добычи и 85% переработки. Казахстан при этом обладает значительными запасами, но находится на периферии международного рынка из-за технологического отставания и отсутствия инфраструктуры для глубокой переработки.

Внутренние проблемы включают:

- Недостаточную геологоразведку и устаревшую методическую базу. Большинство данных получено в советский период, без применения современных методов 3D-моделирования, дистанционного зондирования и геохимического картирования.

- Отсутствие национальной программы по редкоземельным металлам. Стратегические документы (Государственная программа геологического изучения недр, Стратегия развития горно-металлургического комплекса до 2030 г.) лишь фрагментарно упоминают РЗМ.

- Экологические и социальные риски. ЭКОСОС отмечает, что устойчивое управление природными ресурсами должно учитывать воздействие добычи на экосистемы и местные сообщества. В Казахстане пока отсутствуют устойчивые модели взаимодействия недропользователей с регионами присутствия.

- Низкий уровень международного сотрудничества. В рамках ООН и международных инициатив (UNFC — United Nations Framework Classification for Resources) Казахстан пока не интегрировал свои национальные классификации ресурсов в единую систему.

На основе анализа данных ЭКОСОС, USGS и отечественных источников можно выделить несколько приоритетных направлений для повышения эффективности оценки и развития минерально-сырьевой базы редкоземельных металлов:

- внедрение международных стандартов оценки ресурсов (UNFC);
- разработку национальной стратегии по редкоземельным металлам;
- создание центра компетенций и научно-образовательных консорциумов;
- развитие экологически безопасных технологий добычи и переработки;
- цифровизацию данных и участие Казахстана в глобальных инициативах ООН и Мирового банка по открытым геоинформационным платформам.

Эффективная оценка и устойчивое развитие минерально-сырьевой базы редкоземельных металлов — ключевой фактор технологической и экономической независимости Казахстана. Использование рекомендаций ЭКОСОС и международных инструментов позволит обеспечить прозрачность, инвестиционную привлекательность и экологическую устойчивость отрасли.

Список использованных источников:

1. United Nations Economic and Social Council (ECOSOC). *Reports on Sustainable Development*, 2023.
2. United Nations Framework Classification for Resources (UNFC), Geneva, 2022.
3. Geological Survey of the United States (USGS). *Rare Earths 2024 Summary*.
4. Министерство индустрии и инфраструктурного развития РК. *Геологическая информация Казахстана*, 2023.
5. OECD. *Critical Minerals for the Energy Transition*, 2024.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ЖЕЗКАЗГАНА

Жезказган в контексте геологической и палеонтологической науки

Центральный Казахстан, и в частности Жезказганский регион, представляет огромный интерес для палеонтологов. Это связано с его уникальной геологической структурой, которая включает в себя породы, сформировавшиеся в палеозойскую эру — более 250 миллионов лет назад. Эти породы содержат ценные свидетельства существования древних морей, флоры и фауны, сменявшихся в течение миллионов лет.

Жезказганская синклиналь — крупная геологическая структура, где сосредоточены медные месторождения, сложена преимущественно песчаниками, глинами, известняками и доломитами, сформировавшимися в условиях древних морей. Именно в этих отложениях и были найдены остатки морских беспозвоночных — брахиопод, мшанок, трилобитов, а также отпечатки древних растений, таких как лепидодендроны и сигиллярии.

Палеонтологическая находка региона Жезказгана

Жезказганские брахиоподы хорошо сохранились в известняках и глинистых сланцах, образующих Жезказганскую серию. Среди них часто встречаются представители родов *Productus*, *Spirifer*, *Athyris* и *Rhynchonella*, которые относятся к типичным формам пермской морской фауны. Их раковины имеют двустворчатое строение, иногда с радиальными складками и орнаментом, что делает их легко узнаваемыми в полевых условиях. По составу и особенностям распространения брахиопод можно сделать вывод, что в пермское время район Жезказгана находился в условиях спокойного мелководного шельфа, где оседали тонкие глинисто-карбонатные осадки. Обилие этих организмов свидетельствует о благоприятных условиях обитания — тёплой воде, хорошем кислородном режиме и устойчивом уровне моря. Находки брахиопод имеют важное стратиграфическое значение: они позволяют точно определить возраст пород и соотнести слои Жезказганского региона с другими пермскими отложениями Центрального Казахстана. Благодаря этим ископаемым удалось уточнить границы морских фаций и подтвердить морское происхождение многих осадочных толщ. Таким образом, жезказганские брахиоподы представляют собой не только интересные палеонтологические находки, но и ценный материал для изучения геологической истории региона. Они помогают восстановить

картину древнего пермского моря, существовавшего на месте современного Центрального Казахстана, и понять процессы, формировавшие осадочные породы, известные сегодня под названием Жезказганская серия

Перспективы дальнейших исследований

Сегодня Жезказган остаётся малоизученным с точки зрения палеонтологии. Тем не менее, современные методы — цифровое сканирование пород, палеоботанический анализ, радиометрическое датирование — открывают новые перспективы. Регион может стать площадкой для:

мультидисциплинарных экспедиций,
международных научных обменов,
развития научного туризма и просвещения.

Также есть потенциал для создания отдельного палеонтологического раздела музея, полевых стажировок для студентов, интеграции местных школ в проекты по исследованию древней жизни региона.

Жезказган — это не только промышленный центр и памятник казахстанской металлургии. Это также геологическая летопись, в которой сохранились свидетельства жизни задолго до появления человечества. Палеонтология в этом регионе пока не раскрыта полностью, но уже имеющиеся находки позволяют говорить о его огромном научном потенциале. Изучение древней природы Жезказгана — важный шаг к пониманию глобальной эволюции жизни на Земле и уважению к культурному и природному наследию нашей планеты.

Литература:

1. Абдрахманов, К. Н. (2003). *Геология Казахстана*. Алматы: Наука.
2. Байменов, А. Ж. (2019). Геологическое строение Жезказганского района. *Геология и полезные ископаемые Центрального Казахстана*, №3, с. 45–52.
3. Бейсенов, А. К. (2020). Археологические памятники эпохи палеометалла Жезказганского региона. *Вестник Карагандинского университета. История. Философия. Социология*, №2(98), с. 73–81.
4. Рыскулов, А. (2015). Древние металлоплавильные центры Центрального Казахстана. *Материалы международной конференции по археологии Евразии, Астана*.
5. Сулейменов, Е. (2018). *История металлургии Центрального Казахстана*. Караганда: Изд-во КарГУ.

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ

Юго-западная часть Прикаспийской впадины представляет собой один из наиболее перспективных нефтегазоносных регионов Казахстана, характеризующийся сложным геологическим строением и высокой неоднородностью коллекторов. Для эффективной разработки месторождений необходимо достоверно проводить оценку нефтенасыщенности пластов. Для решения этой задачи используют результаты геофизических исследований [1].

Комплекс геофизических исследований скважин (ГИС), обеспечивающий оценку нефтенасыщенности пластов на месторождении Караган, включает: боковой каротаж (БК), индукционный каротаж (ИК), высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование (ВИКИЗ) [2].

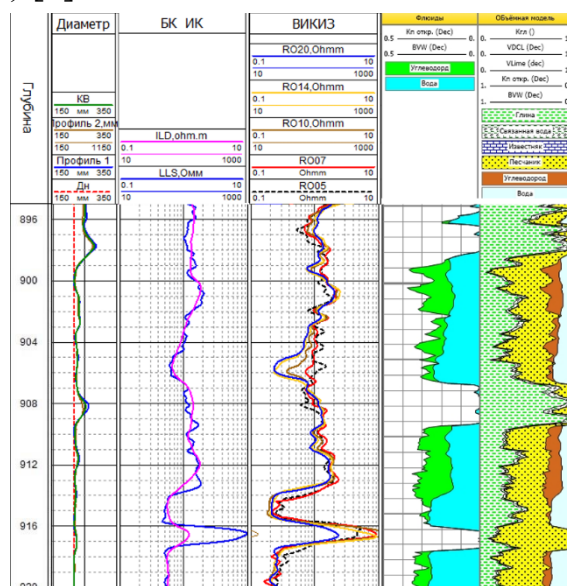


Рисунок 1 – Пример комплексной интерпретации геофизических
данных по скважине №101 месторождения Караган

Комплексная интерпретация данных каротажа позволяет определять эффективную пористость, коэффициент насыщенности, тип насыщения (вода, нефть, газ), а также уточнять положение водонефтяных контактов (ВНК).

Нефтегазонасыщенность рассчитана через удельное электрическое сопротивление по уравнению Арчи.

При расчете нефтегазонасыщенности были использованы петрофизические зависимости: $P_{\text{п}}=1/K_{\text{п}}^2$ и $P_{\text{н}}=1/K_{\text{в}}^2$ [3].

Сопротивление пластовой воды принято – 0,03 Омм.

Исследования проведены в меловых и юрских отложениях в интервале глубин 700,0–1320,0 м. В литологическом отношении разрез представлен массивными глинами, песчаниками и известняками.

Меловые отложения представлены водонасыщенными и нефтенасыщенными песчаниками. Присутствие углеводородов отмечается в нижненекомских отложениях мелового горизонта.

Также отмечаются хорошие коллекторские свойства пластов в интервалах 898,9–902,1 м и 909,4–913,9 м (данный коллектор имеет ВНК).

Верхнеюрские отложения представлены карбонатными породами.

В среднеюрских отложениях отмечаются несколько нефтенасыщенных коллекторов с хорошими фильтрационно-емкостными свойствами. Результаты комплексной интерпретации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты комплексной интерпретации данных ГИС

№	Кровля, м	Подшва, м	Мощность, м	ρ , Омм	Кнг, д.ед.	Литология	Характер насыщения
1	875.3	877.0	1.7	1.65	0.53	Глинист.песчаник	Слабонефтенасыщен
2	898.8	902.1	3.3	1.70	0.58	Песчаник	Нефтенасыщен
3	902.1	906.2	4.1	1.97	0.25	Глинист.песчаник	Слабонефтенасыщен
4	909.4	913.9	4.5	1.54	0.50	Песчаник	Нефтенасыщен с ВНК

Результаты исследований показывают, что использование комплекса методов ГИС обеспечивает высокую точность определения нефтенасыщенности и выделения продуктивных интервалов. Для более точной оценки нефтенасыщенности пластов рекомендуется объединять данные ГИС с результатами лабораторных анализов керна и гидродинамических испытаний. Совместная интерпретация помогает уточнить границы нефтяных и водоносных зон, определить мощность продуктивных пластов и построить детальные модели распределения флюидов в пластах [3].

Данный подход широко используется на месторождениях Прикаспийской впадины и показывает высокую эффективность при мониторинге изменения состояния нефтяных залежей во времени.

Список использованных источников

1. Султанов К. А. Нефтегазовая геология Казахстана. – Астана: Фолиант, 2021. – 312 с.
2. Гайнуллин А. Ф. Геофизические методы оценки нефтенасыщенности. – М: Недра, 2018. – 264 с.
3. Абуллин Ф. Х. ГИС и интерпретация данных каротажа. – Алматы: КазНТУ, 2022. – 215 с.

АЛТЫНТАУ ГРАНОДИОРИТ МАССИВІНІҢ СИРЕКМЕТАЛЛҚОСАЛҚЫ МИНЕРАЛДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Алтынтау гранодиорит массиві Көкшетау қаласының оңтүстік-батысында орналасқан және бұрынғы Васильковское, қазіргі Алтынтау Көкшетау алтын кенімен геологиялық тұрғыдан біртұтас құрылымдық жүйені құрайды. Бұл аймақ Орталық Қазақстан гранитоид белдеуінің құрамына кіреді және өзінің күрделі магмалық, гидротермалдық және метасоматикалық эволюциясымен ерекшеленеді. Массивтің минералдық құрамы күрделі және көпсатылы магмалық процестердің әсерінен қалыптасқан. Сирекметалл минералдарының таралуын зерттеу кеннің металлогениялық табиғатын түсінуге және қосымша пайдалы компоненттерді (Ta, Nb, W, Mo, Be және басқалар) анықтауға мүмкіндік береді.

Алтынтау массиві орта–жоғары гранодиориттер мен кварц диориттерден тұрады. Жыныстар сұр-қоңыр түсті, тығыз, плагиоклаз, биотит және амфибол минералдарынан құралған. Кен аймағы бірнеше құрылымдық-бұзылу аймақтарымен тілімделген, олардың бойымен гидротермалдық өзгерістер мен минералдану процестері дамыған. Массивтің магмалық жыныстарында кварц-титанит, циркон, монацит, апатит, ксенотим, колумбит және касситерит сияқты қосалқы минералдар анықталған. Бұл минералдар сирек элементтердің тасымалдаушысы ретінде маңызды рөл атқарады.

Зерттеу нәтижесінде минералдардың кеңістіктік таралуы гранодиориттердің текстуралық ерекшеліктерімен және гидротермалдық қайта кристалдану дәрежесімен тығыз байланысты екені анықталды. Тантал-ниобийлі минералдар (колумбит-танталит, самарскит) көбінесе плагиоклаз бен биотиттің арасындағы ұсақ түйірлі агрегаттар түрінде кездеседі. Циркон мен монацит көбіне магмалық кристалдану кезеңінде пайда болып, гранодиориттердің барлық типтерінде кездеседі. Касситерит және вольфрамит минералдары гидротермалдық сатыда түзілген және кварц тамырларымен байланысты.

Оптикалық микроскоп және электронды микронаналық талдау нәтижесінде минералдардың морфологиялық типтері мен элементтік құрамы нақтыланды. Циркон кристалдарының ядро-беткей құрылымы олардың көпсатылы кристалданғанын көрсетеді. Колумбит-танталит минералдарында танталдың үлесі 15–20% аралығында, ал ниобий 30–40% дейін жетеді. Монацит құрамында жеңіл сирекжер элементтері (Ce, La, Nd) басым, ал ксенотим құрамында ауыр сирекжер элементтері (Y, Dy, Er) шоғырланған.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша Алтынтау гранодиорит массиві сирекметалл минералдардың қалыптасу және шоғырлану орталығы ретінде жоғары әлеуетке ие екені анықталды. Бұл аймақ тек алтын кенінің ғана емес, сонымен қатар сирекметалл ресурстарының да маңызды көзі болып табылады. Болашақта минералдардың изотоптық және химиялық талдауын тереңдету арқылы массивтің магмалық эволюциясын нақтылау және сирек элементтердің экономикалық маңызын бағалау ұсынылады.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Кулагин В.А., Геология и металлогения Кокшетауского региона, Алматы, 2008 ж.
2. Жүсіпов Н.Б., Металлогения гранитоидных массивов Центрального Казахстана, Қарағанды, 2016 ж.
3. Altintau Mining LLP, Internal geological report, 2024 ж.
4. Кряжева Т. В., Мұхамедьяров Д. З., Мәжітова Д. С., Байдильдинова А. Т. Тақырыбы бойынша ғылыми-зерттеу жұмысының есебі: «Васильков кен байыту комбинатында кенді гранитоидтардан сирек металды және сирек жерлік акцессорлық минералдар түрінде инновациялық өнеркәсіптік шикізат алу технологиясын әзірлеу және енгізу», Қарағанды, 2013 ж. – 84 б.

АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

В настоящее время бесперебойное водоснабжение крайне важно для различных отраслей производства, и подземные воды занимают в этом основное место. Различают четыре основные группы подземных вод: пресные – используются для питья и бытовых нужд; промышленные – применяются в производственных процессах, термальные – используются для отопления и выработки энергии; минеральные – используются в лечебных и профилактических целях, а также для производства напитков.

Особое внимание уделяется поиску и разведке подземных вод в связи с развитием горнодобывающих предприятий, так как в пределах районов их развития требуется привлечение новых источников водоснабжения.

Основная задача заключается в определении перспективных участков для проведения работ по геологическому изучению и выбору комплекса методов, которые позволили бы при минимальных трудозатратах предельно оперативно найти и оценить месторождение подземных вод [1].

При поиске подземных вод одним из основных методов определения их месторождений являются геофизические исследования.

Целью исследований является выявление разломов, зон трещиноватости и дробления, определение глубин залегания зон открытой трещиноватости на участке Бала-Саускандык, расположенного в Кызылординской области, Шиелинский район, в 60 км на северо-восток от п. Шиели.

Комплекс проводимых исследований включал следующие полевые геофизические методы: магниторазведка, микромагниторазведка, электроразведочные работы методом переходных процессов.

Магниторазведка проводилась с использованием протонных оверхаузеровских магнитометров MMPOS-1 с GPS-опцией. Электроразведочные работы методом переходных процессов (МПП) проводились с использованием комплекса «ЦИКЛ-8» [2].

На основе анализа аномального магнитного поля на пяти площадках выявлен ряд разрывных нарушений субширотного, меридионального, северо-западного и северо-восточного простирания. Данные нарушения отвечают элементам разрывной тектоники, которые могут контролировать зоны обводнения, рисунок 1.

По данным площадной съемки МПП на четырех площадках построены геоэлектрические разрезы кажущегося электрического сопротивления ($R_{\text{отau}}$) и погоризонтные планы изолиний $R_{\text{отau}}$ в масштабе 1:2 000. Анализ поля кажущегося сопротивления позволил выделить ряд локальных аномалий низких значений кажущегося электрического сопротивления ($R_{\text{отau}}$), отвечающих зонам обводнения, рисунок 2.

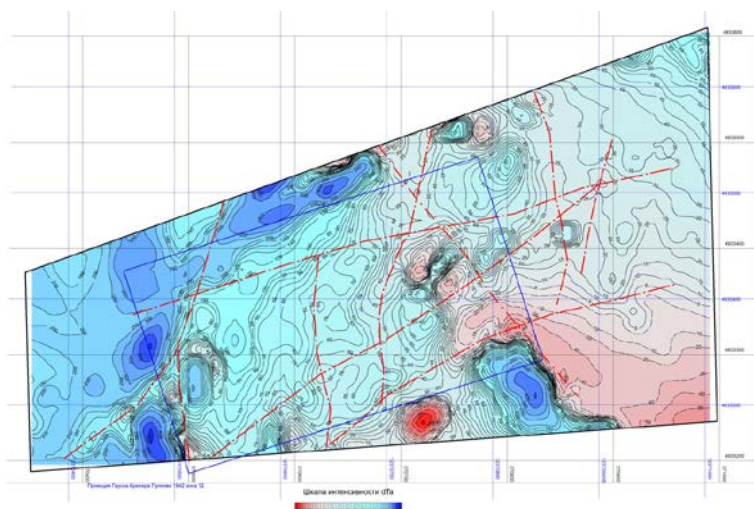


Рисунок 1 – Карта изодинам ΔT_a . Участок 3

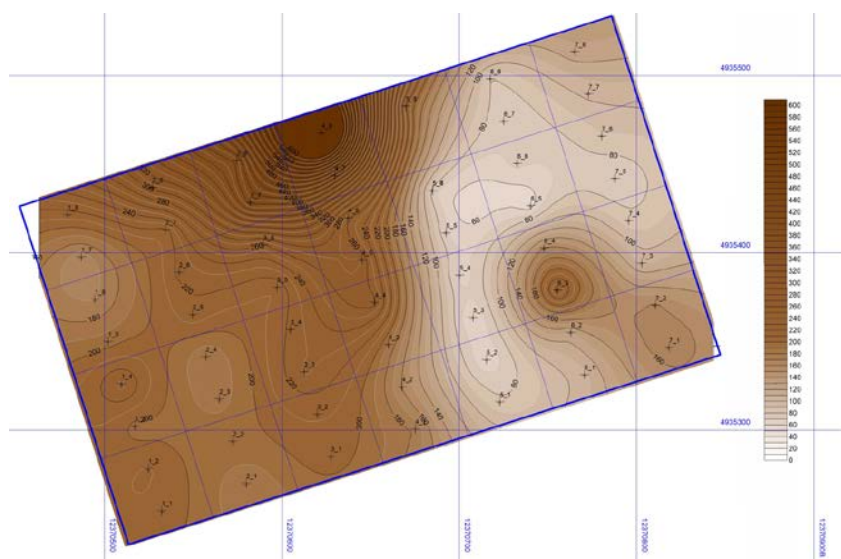


Рисунок 2 – Карта изолиний кажущегося электрического сопротивления ($R_{\text{отau}}$). Участок 3

Список использованных источников

1. Пинкевич М.Н. Методика поисков и разведки месторождений подземных вод в пределах гидрогеологических массивов (на примере Олимпиадинской площади). Международный научно-исследовательский журнал. № 5 (47). Часть 6. Стр 89–92
2. Гусев Е.В. Методы полевой геофизики: учебное пособие / Е.В. Гусев. Томск: Изд-во ТПУ, 2012, 216 с.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО УЛЫТАУ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ ГЕНЕЗИСА И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА

В статье рассматриваются генетические особенности формирования медно-никелевого оруденения Северного Улытау, направленные на определение взаимосвязи генезиса и минерального состава. В исследовании целью поставлено изучение редкоземельной и благороднометальной (PGE) минерализации в медно-никелевом и медном оруденении Северного Улытау, а также определение закономерностей её распределения для укрепления минерально-сырьевой базы Республики Казахстан. На исследуемой территории площадей масштаба 1:200000 на территории листов М-42-ХІХ и М-42-ХХV (рис. 1) обнаружены выходы пикритов и карбонатитов с сульфидной минерализацией.



Рисунок 1 – Обзорная карта района исследования

В этих породах ранее были зафиксированы микровключения платиноидов и редкоземельных элементов, что указывает на высокую перспективность региона.

Комплексное исследование микроминералов и микровключений редкоземельных элементов и платиноидов в сульфидных ассоциациях пикритов и карбонатитов Северного Улытау с использованием современных методов микроанализа способствует уточнению стадий рудообразования и показывает, как они влияют на накопление целевых элементов. Предполагается, что распределение РЗЭ и ЭПГ контролируется сочетанием магматической ликвации и последующих гидротермальных процессов.

Полученные результаты могут применяться для оценки перспектив района, обоснования направлений поисково-оценочных работ и выбора эффективных методов обогащения сырья с учётом минеральных форм нахождения элементов. Понимание особенностей локализации редкоземельных и платинометалльных элементов напрямую влияет на технологические решения и экономическую эффективность освоения месторождений.

В ходе исследования описаны формы нахождения редкоземельных элементов и платиноидов в сульфидных рудах, проведена оценка распространения благороднометалльного и редкоземельного оруденения в пределах известных и прилегающих площадей Северного Улытау, выявлены участки концентрации, проведены комплексы минералогическо-петрографических и геохимических анализов. На основании полученных данных строятся геохимические схемы распределения РЗЭ и ЭПГ, выявлены связи с этапами рудообразования и выделены поисковые критерии для аналогичных объектов.

Список использованных источников

1. Бейсеев О.Б. Сульфидное медно-никель-кобальтовое оруденение в массивах ультраосновных и основных пород бассейна реки Каратурсай (Северный Улытау). Алма-Ата: ОН-ТИ КазИМСа. 1968. 55с.
2. Михайлов Н.П., Семенов Ю.Л. Каратурсайский диабаз-пикритовый комплекс в Казахстане и некоторые вопросы петрологии пикритов. Советская геология. 1965. № 3. С. 43–58.
3. Степанец В.Г., Левин В.Л., Ли Е.С. Составы и формы нахождения платиноидов и редкоземельных элементов в сульфидах пикритов каратурсайского комплекса Северного Улытау. Известия НАН РК, Серия геологии и технических наук. № 3, 2018. С. 348-365.

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДЕВОНСКИХ ОБЪЕКТОВ СЕВЕРНОГО БОРТА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Северная бортовая зона Прикаспийской низменности является одной из ключевых структурных зон региона, примыкающих к Прикаспийской впадине. Несмотря на высокий уровень изученности палеозойских отложений в целом, девонский комплекс остаётся наименее исследованным в аспекте нефтегазоносности. Между тем геологическое строение и литофациальные особенности девона указывают на наличие предпосылок для формирования промышленных залежей углеводородов. Изучение этих перспектив представляет значительный научный и практический интерес для расширения ресурсной базы углеводородов региона.

Девон представлен преимущественно терригенными и карбонатными формациями, сформировавшимися в различных фациальных обстановках - от прибрежно-морских до лагунно-шельфовых. Отмечается значительная латеральная изменчивость разреза, наличие локальных рифогенных построек и зон трещиноватости, что создаёт условия для формирования потенциальных ловушек.

Изучение этих перспектив представляет значительный научный и практический интерес для расширения ресурсной базы углеводородов региона. Детальное картирование структуры, анализ фациальных комплексов и оценка тектонических особенностей позволяют более точно прогнозировать распределение потенциальных залежей.

Кроме того, комплексный подход к изучению девонских отложений способствует формированию эффективных стратегий разведки и добычи, снижению геологических рисков и оптимизации инвестиционных решений в нефтегазовой отрасли. Это особенно важно для регионов с высокой значимостью углеводородного потенциала, где точность прогнозов напрямую влияет на экономическую эффективность проектов.

Коллекторские свойства пород неоднородны: пористость составляет в среднем 8–15 %, проницаемость достигает 30–50 мД. Вторичные процессы доломитизации, кавернозности и растворения оказывают существенное влияние на развитие ёмкостных свойств пород.

Геохимические исследования свидетельствуют о значительном содержании органического вещества (до 2–4 % Сор_г) в глинисто-карбонатных толщах среднего и верхнего девона. Тип керогена преимущественно смешанный (II–III), что указывает на возможность генерации как нефти, так и газа.

Потенциальные ловушки представлены рифогенными, структурно-стратиграфическими и тектонически экранированными типами. В пределах отдельных поднятий и антиклиналей отмечаются геофизические аномалии, требующие детального изучения с целью подтверждения наличия залежей углеводородов.

В настоящее время детальная сейсморазведка по девонскому комплексу выполнена лишь фрагментарно. Наличие структурных и геохимических признаков нефтегазоносности требует уточнения через комплексную интерпретацию 2D/3D сейсмических данных и геохимическое районирование.

Особое внимание следует уделить выявлению и картированию рифогенных построек, способных служить локальными коллекторами нефти и газа. Перспективным направлением является проведение параметрического бурения для изучения коллекторских свойств и подтверждения флюидонасыщенности девонских толщ.

Девонский комплекс северной бортовой зоны Прикаспийской низменности обладает значительным, но недостаточно реализованным нефтегазовым потенциалом. Основные предпосылки нефтегазоносности связаны с наличием зрелых нефтегазоматеринских пород, развитием рифогенных структур и тектонических ловушек, а также благоприятными условиями для миграции и аккумуляции углеводородов.

Дальнейшее развитие исследований должно быть направлено на использование современных геофизических и геохимических технологий, уточнение структурно-тектонических моделей и комплексную оценку нефтегазосистемы региона.

Литература:

1. *Petroleum geology and resources of the North Caspian Basin, Kazakhstan and Russia — U.S. Geological Survey. Исследование охватывает Северную Каспийскую область: указаны, что основные залежи залегают в карбонатах девон-нижнепермского возраста, и что углеводородные системы связаны с верхнедевонскими–нижнепермскими черносланцевыми отложениями.*
2. *U.S. Geological Survey. Petroleum geology and resources of the North Caspian Basin, Kazakhstan and Russia.*

ОТВОД ТАЛЫХ ВОД И МЕТОДЫ ИХ УДЕРЖАНИЯ:
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Водные ресурсы являются основой жизни на Земле, но их распределение неоднородно и подвержен переменам из-за климатических изменений, антропогенной деятельности и изменений в водных режимах. Удержание водных ресурсов становится все более актуальной задачей в условиях глобального потепления и увеличения населения. В этой статье будут рассмотрены современные подходы и перспективы разработки технологий для удержания водных ресурсов.

В мировой практике успешно применяются агролесомелиорационные системы, включающие террасирование, создание лесополос и полосовых насаждений, что способствует снижению поверхностного стока и испарения, а также увеличению влагоудерживающей способности почвы [1]. Мульчирование и использование гидрогелей позволяют значительно уменьшить испарение и повысить водоудерживающую способность почвы, что особенно актуально в засушливых регионах Азии и Африки.

Инновационные подходы включают нанотехнологии и биоинженерные решения, такие как создание сенсорных систем для мониторинга влажности почвы и внедрение растений с повышенной водоиспользующей способностью [2]. Такие методы позволяют оптимизировать использование воды и повысить устойчивость сельского хозяйства к климатическим изменениям.

В горных районах, таких как Китай, Индия и Казахстан, реализуются проекты по сбору талых вод в водосборных сооружениях, водохранилищах и системах капельного орошения. Эти меры помогают направлять воду к корням растений, снижая потери и обеспечивая водоснабжение в периоды засух [3].

В Казахстане особое внимание уделяется восстановлению природных водоносных горизонтов и созданию зон впитывания для перезарядки подземных вод. Используются также методы очистки и десульфатации талых вод для расширения их применения в сельском хозяйстве и промышленности.

Таблица 1
Методы и технологии удержания влаги в почве

Категория	Методы и практики	Примеры/Описание
Агротехнические методы	Посадка трав, кустарников, мульчирование	Увеличение удержания влаги, снижение испарения

Технологии ирригации	Капельное орошение, автоматизированные системы	Минимизация потерь воды, оптимизация водопотребления
Гидрологические сооружения	Водоудерживающие дамбы, пруды, водохранилища	Управление потоками талых вод, сбор и хранение воды
Биологические методы	Посадка лесных насаждений, внедрение растений с глубокими корнями	Укрепление почвы, повышение водоудерживающей способности
Ландшафтные инженерные решения	Террасирование, восстановление естественных водоносных систем	Предотвращение эрозии, управление стоком воды
Мониторинг и моделирование	Спутниковое наблюдение, беспилотники, гидрологическое моделирование	Оценка влажности, прогнозирование водных ресурсов

Несмотря на развитие технологий, внедрение современных методов удержания влаги сталкивается с рядом препятствий: недостатком финансирования, слабой инфраструктурой и нехваткой технических знаний. В будущем важна интеграция цифровых систем мониторинга, автоматизированных систем управления орошением и возобновляемых источников энергии, таких как солнечные насосы.

Международное сотрудничество и обмен опытом играют ключевую роль в развитии инновационных решений. В рамках программ поддержки реализуются проекты по созданию систем сбора талых вод, повышению эффективности водопользования и адаптации технологий к климатическим условиям различных стран.

Эффективное управление удержание влаги являются важнейшими задачами для обеспечения устойчивого развития водных ресурсов и сельского хозяйства в условиях глобальных климатических изменений. Инновационные методы, междисциплинарный подход и международное сотрудничество позволят повысить эффективность использования воды и снизить негативные последствия засух.

Список использованных источников

1. Айтбаев, А., Коллеги, А. (2020). Использование гидрогелей для повышения водосохраняющих свойств почв Казахстана. **Журнал аграрных технологий**, 12(3), 45–52.
2. Жумабаев, К., соавт. (2022). Новые материалы для удержания влаги в условиях засушливого климата. **Инновационные технологии в сельском хозяйстве**, 8(1), 15–22.
3. Базарбаев, А., соавт. (2018). Водосборные системы в горных районах Казахстана: опыт и перспективы. **Воды Казахстана**, 4, 23–29.

ИМПУЛЬСНЫЕ НЕЙТРОННЫЕ МЕТОДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ

Определение нефтегазонасыщенности пластов-коллекторов является одной из ключевых задач промысловой геофизики. Среди методов геофизических исследований особое место занимают нейтронные, а именно импульсные нейтронные методы, которые позволяют контролировать насыщенность даже в сложных геологических условия и давать достоверные данные о распределении углеводородов в разрезе (рисунок 1) [1].

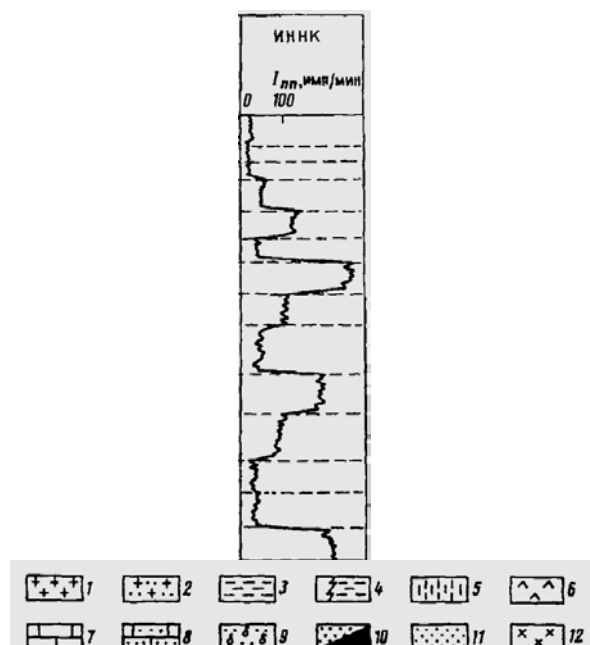


Рисунок 1 – Схематичные диаграммы, полученные ядерными методами в разрезе осадочных пород (по Д. И. Добрынину и др.):

- 1 – каменная соль; 2 – калийная соль; 3 – глина; 4 – размытый пласт с большой каверной; 5 – гипс; 6 – ангидрит; 7 – известняк низкопористый; 8 – известняк высокопористый; песчаник (песок): 9 – газоносный, 10 – нефтеносный, 11 – водоносный; 12 метаморфизованная порода

Импульсные нейтронные приборы основаны на регистрации потока замедленных нейтронов или гамма-квантов, возникающих в результате взаимодействия нейтронов с ядрами водорода и других элементов. Наиболее распространённым методом является ИИНК (импульсный нейтрон-нейтронный каротаж), фиксирующий интенсивность замедленных нейтронов, что напрямую связано с количеством водорода в поровом пространстве, а значит – с насыщенностью нефтью или водой [2].

Главное достоинство импульсных методов – их чувствительность к изменениям нефтегазонасыщенности [3].

Преимущества импульсных нейтронных методов:

- a) Контроль остаточной нефтегазонасыщенности [2].
- b) Применимость в сложных условиях.
- c) Независимость от литологической неоднородности [1].

Импульсные нейтронные методы активно применяются для:

- определения текущей и остаточной нефтенасыщенности в зрелых месторождениях;
- контроля фронта вытеснения при заводнении;
- уточнения водонефтяных и газонефтяных контактов;
- оценки эффективности мероприятий по повышению нефтеотдачи [4].

Кроме того, развитие цифровых методов обработки данных позволило автоматизировать анализ ИННК с применением искусственного интеллекта и нейросетей, что особенно ценно при интерпретации больших массивов данных мониторинга.

На примере ряда месторождений Прикаспийской впадины и Тенгизского региона были выявлено, что использование импульсных нейтронных методов позволяет более точно оценивать остаточные насыщенности и выявлять малоэффективные зоны заводнения. Это способствует корректировке геолого-гидродинамических моделей и повышению коэффициента извлечения нефти [3].

Таким образом, импульсные нейтронные методы занимают особое место в системе геофизических исследований скважин. Их уникальная способность работать в обсаженных стволах, высокая чувствительность к насыщенности и применимость для мониторинга делают ИННК одним из главных инструментов для изучения текущей и остаточной нефтегазонасыщенности. Комплексное использование импульсных нейтронных методов совместно с другими видами ГИС обеспечивает более полное представление о состоянии залежей и способствует рациональной эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Список используемой литературы:

1. Черепанов В. В. и др. Применение технологий нейтронного каротажа скважин при разработке нефтегазоконденсатных месторождений. Состояние и перспективы развития //Газовая промышленность. – 2019. – №. S1 (782). – С. 44–49.
2. Сизов Д. А., Вдовкин А. В. Аналитика методов определения остаточного коэффициента нефтегазонасыщения в обсаженных скважинах //Труды университета. – 2021. – №. 2. – С. 107–113.
3. Машкин К. А. и др. Опыт применения методов импульсного нейтронного каротажа при оценке текущей нефтенасыщенности в скважинах на месторождениях ООО «Башинефть-Добыча» //Нефть. Газ. Новации. – 2019. – №. 2. – С. 32–37.
4. Машкин К. А. и др. Опыт применения импульсных нейтронных методов каротажа в нефтегазовых скважинах //Каротажник. – 2021. – №. 4. – С. 16–24.

ҚУАТЫ ТӨМЕН ТІК ЖАТҚАН КЕН ДЕНЕЛЕРДІ АШЫҚ ӘДІСПЕН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ ПРОБЛЕММАЛАР

Қуаты төмен кен денелерін ашық әдіспен өндіру тау-кен ісіндегі күрделі, әрі экономикалық жағынан тиімсіз мәселе болып келеді. Мұндай кен орындарының ерекшелігі руда денесінің қалыңдығының аз (көбінесе 8–10 м дейін) болуы және құлау бұрышының үлкендігімен (50–60°-тан жоғары) сипатталады, бұл карьер кеңістігінің қолайсыз геометриялық параметрлерін қалыптастырады. Аталған факторлар технологиялық тәуекелдің жоғары деңгейіне, руда жоғалымдарының артуына, пайдалы компоненттің сапасының төмендеуіне және артық аршылым жұмыстарының орындалуына әкеледі.

Негізгі мәселелердің бірі – аршылым жұмыстары көлемінің күрт артуы. Руда денесі тік орналасқан жағдайда карьер жыныс үйінділерінің орнықтылығын қамтамасыз ету үшін қия беткейлердің еңістігі төмендетіліп, карьер контуры көлденең бағытта айтарлықтай кеңейтіледі. Бұл аршылым коэффициентінің шекті экономикалық мәндерге дейін ұлғаюына алып келеді. Карьер тереңдеген сайын пайдалы қазбаны өндіру көлемі мен аршылым жыныстарын жылжыту көлемі арасындағы тепе-теңдік бұзылады, нәтижесінде өндірудің өзіндік құны ұлғаяды және объектінің экономикалық тиімділігі төмендейді.

Келесі маңызды мәселе — руда разубождануының артуы. Руда денесінің қуатының аздығы кен мен бос жынысты экскавациялау кезінде дәл шекаралау мүмкіндігін төмендетеді. Стандартты шөмішті экскаваторларды қолдану руда мен бос жыныстардың араласуына әкеледі, бұл рудадағы пайдалы компоненттің орташа мөлшерін төмендетеді және байыту көрсеткіштерін нашарлатады. Руда жоғалымдарын азайту үшін жоғары дәлдіктегі бұрғы-тесіу технологияларын, тар шөмішті экскаваторларды және жедел геологиялық бақылау жүйелерін қолдану қажет, алайда бұл капиталдық және пайдалану шығындарын арттырады.

Технологиялық көлік пен карьер техникаларын орналастыру мәселелері де маңызды орын алады. Уступтар мен жұмыс алаңдарының шектеулі ені ірі габаритті карьер техникасын тиімді әрі қауіпсіз пайдалануға мүмкіндік бермейді. Бұл жағдайда төмен өнімділікті, бірақ маневрлілігі жоғары машиналарды қолдануға тура келеді, ол өндірістік циклдардың созылуына және шығындардың өсуіне әкеледі.

Карьер борттарының орнықтылығын қамтамасыз ету де күрделі міндет болып табылады. Тік құлаған руда денелері мен әртекті жыныстар жағдайында опырылу және сырғу қауіпті аймақтары пайда болуы мүмкін.

Бұл тұрақты геомеханикалық мониторингті, анкерлік және ұстап бекітуші конструкцияларды, сондай-ақ беткей еңістерін төмендетуді талап етеді. Мұндай шаралар қосымша шығындарға әкеледі.

Аталған факторлардың жиынтығы өндірудің өзіндік құнының артуына, рентабельділіктің төмендеуіне және карьерді пайдаланудың экономикалық мерзімінің қысқаруына алып келеді. Мұндай жағдайда ең тиімді шешім ретінде ашық-кен асты біріктірілген өндіру кестесі қарастырылады. Бастапқы кезеңде руда денесінің жоғарғы бөліктері ашық әдіспен өндіріледі, ал аршылым коэффициенті шекті деңгейге жеткен кезде алуан түрлі жер асты өндіру әдістеріне (камералық-бағаналы, қабатты, жерасты қуыстарының басқарылмалы құлатуы және т.б.) көшу жүзеге асырылады.

Қорытындылай келе, аз қуатты, тік құлаған руда денелерін ашық әдіспен өңдеу аршылым жұмыстары көлемінің өсуімен, руда жоғалымдарының ұлғаюымен, карьер техникасын орналастыру күрделілігімен, борттардың орнықтылығын қамтамасыз ету қажеттілігімен және өзіндік құнның артуымен сипатталады. Бұл жағдайларда тиімділікті арттыру үшін арнайы жоғары дәлдік технологияларын қолдану, карьер параметрлерін оңтайландыру және ашық-кен асты біріктірілген өндіру жүйелеріне көшу ұсынылады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ржевский В.В., Новик Г.Ф. Основы открытых горных работ. – М.: Недра, 1988. – 480 с.
2. Лиходеев Н.Н., Кузнецов В.А. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. – М.: Недра, 2002. – 624 с.
3. Климов В.А. Технология разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом. – М.: Академкнига, 2010. – 496 с.
4. Панов В.А. Карьерный транспорт: учебное пособие. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 268 с.
5. Ржевский В.В. Взрывное дело. – М.: Недра, 1995. – 560 с.

СТРОЕНИЕ РОССЫПЕЙ ТОБОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Тобольское титан-циркониевое россыпное месторождение представляет интерес как один из перспективных объектов североказахстанской россыпной провинции, где изучение морфологии и внутреннего строения продуктивных песков позволяет уточнить закономерности размещения тяжёлых минералов и оценить перспективы дальнейшего освоения подобных объектов.

Месторождение включает 14 разобщённых между собой россыпей (Рисунок 1), расположенных в Денисовском районе Костанайской области. Ближайший крупный населённый пункт — город Житикара, находящийся в 60 км к западу от центра рудных участков. В геоморфологическом отношении район представляет собой приподнятую равнину, слабо расчленённую гидрографической сетью.

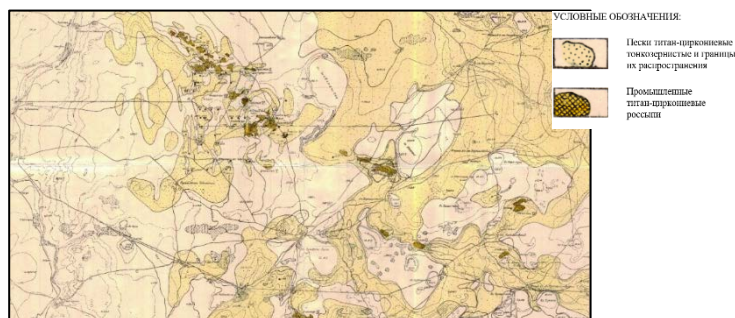


Рисунок-1: Карта распространения титан-циркониевых россыпей в районе Тобольского месторождения (Нечаев П.В. и др., 1955 г.)

Современная конфигурация россыпей определяется сочетанием морфологических и литогенетических факторов: характером склонов возвышенностей, неровностями поверхности плотика и интенсивностью четвертичных размылов. Большинство россыпей вытянуты вдоль склонов, расположены несколько ниже вершин и имеют уклон в сторону понижения рельефа. Их длина варьирует от 200–300 м до 7–8 км, ширина — от 100 до 1500 м, площадь - от 0,02 до 3,5 км². Простираение изменяется в соответствии с морфологией рельефа: в северной части района оно северо-западное (уч. VII), в средней — меридиональное (уч. VI, IV, III), а в южной - близкое к широтному (уч. IX, V, II, XIII).

Наиболее крупные - россыпи VII, I и III участков. Суммарная площадь разведанных россыпей составляет 13,2 км². Часть из них — фрагменты некогда единой россыпи, расчленённой последующими размывами. Нарушение сплошности подтверждается наличием мелких останцев,

уменьшением мощности или отсутствием обогащённых слоёв в понижениях рельефа и, наоборот, их сохранностью в углублениях плотика.

Размывы обусловили появление безрудных участков, где на поверхность выходят породы плотика или россыпь перекрыта торфами. На участках III, IV бис, VI россыпь местами лежит на неровной поверхности палеозоя, что придаёт ей меридиональную вытянутость. Выклинивание происходит за счёт уменьшения мощности песков и снижения концентрации рудного шлиха.

В горизонтальном плане выделяется обогащённая головная часть россыпи, от которой вниз по склону тянется струя обогащённых песков. При наличии нескольких рудных горизонтов их тела нередко вытянуты несогласно: нижние - по меридиональным депрессиям, верхние — вдоль склонов. Строение россыпей вдоль простирания изменяется мало; изменения по простиранию происходят на коротких расстояниях. В вертикальном разрезе наблюдается чередование тонких прослоев песков, различно обогащённых тяжёлыми минералами, объединённых в серии и рудные горизонты.

В пределах слоя отмечается уменьшение крупности и содержания шлиха вниз по склону - от десятков и сотен кг/м³ в головной части до менее 10 кг/м³ в нижней. Верхние серии часто сдвинуты к вершинам, что указывает на трансгрессивный характер водоёма, в пределах которого происходило осадконакопление. Более сложное строение наблюдается на участках III, IV бис, IV и VI, где седиментация нарушалась временными потоками.

Верхние рудные слои частично сцементированы (песчаники составляют 30–60 % массы) и залегают на глубине до 2 м. Их образование связано с осаждением солей из инфильтрационных или испаряющихся вод. Среди песков встречаются прослой железистых и известковистых песчаников, образовавшихся при пропитывании песков солями Fe и Ca у уровней грунтовых вод. Нижние и средние горизонты характеризуются большей мощностью и устойчивой слоистостью, что свидетельствует о спокойных условиях седиментации.

Вторичные изменения формы и строения россыпей связаны с четвертичными размывами, развеванием и деятельностью землероев. Эти процессы частично разрушили продуктивные тела, но также способствовали перераспределению тяжёлых минералов и их локальному обогащению в приповерхностных горизонтах.

Список использованных источников:

1. Тобольское россыпное титано-циркониевое месторождение. Геологическая записка с подсчетом запасов на I/XII-1955 г. 1955 г.
2. Домбровский А.В., Жуков А.М., Гайкапова Г.В. Месторождения титана Казахстана // Справочник. – Алматы, 1997. – С. 20–73.

ХРОМ-НИКЕЛЬДІ ФЕРРОҚОРЫТПАНЫ МЕТАЛЛОТЕРМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ӨНДІРУ

Ферроқорытпалар - болат және шойын өндірісінде кеңінен қолданылатын маңызды легирлеуші материалдар. Олардың ішінде хром-никельді ферроқорытпалар ерекше орын алады, себебі олар жоғары коррозияға төзімді және ыстыққа берік болаттардың негізгі құрам бөлігі болып табылады. Хром мен никельдің бірлескен әсері болаттың беріктігін, иілімділігін және термиялық тұрақтылығын арттырады. Сондықтан бұл элементтерді тиімді және экономикалық тұрғыдан негізделген жолмен өндіру – металлургия саласының маңызды мәселелерінің бірі.

Никель - сирек кездесетін, бірақ стратегиялық маңызы жоғары металл. Ол көбінесе ультрамафиттік және магмалық тау жыныстарында кездеседі. Әлем бойынша никельдің ең ірі кен орындары Индонезия, Филиппин, Ресей (Норильск), Канада (Садбери) және Австралияда (Маунт Кейт, Мурин-Мурин) орналасқан. Бұл елдер әлемдік никель өндірісінің шамамен 80%-ын қамтамасыз етеді.

Қазақстанда никель мен кобальттың едәуір қоры бар. Негізгі кен орындары Кемпірсай ультрамафит белдеуі (Ақтөбе облысы), Дон кен орны, Ақтөбе және Қостанай облыстарының латеритті кендері, сондай-ақ Қарғалы және Ақжал аудандарының сульфидті кендері болып табылады. Кемпірсай аймағының никель кендері негізінен силікатты типке жатады, құрамында 1–2% Ni және 0,03–0,1% Co бар. Бұл кендер болашақта никель өндірісін ұлғайту үшін үлкен әлеуетке ие.

Қазақстанда никель өндіру мен өңдеу бағытында бірнеше ғылыми және өндірістік жобалар іске асырылуда. Мысалы, Ақтөбе облысындағы «Қазақмыс» және «ОралТау» кәсіпорындары никель мен кобальт концентраттарын кешенді өңдеу технологияларын зерттеуде.

Ферроқорытпаларды алу әдістерінің ішінде металлотермиялық әдіс ерекше орын алады. Бұл әдіс жоғары температурада металдардың тотықтарын белсенді металдармен қалпына келтіруге негізделген. Электр энергиясын аз қажет етуі, экологиялық тұрғыдан таза болуы және көміртектің аз мөлшерде қатысуы – металлотермиялық әдістің басты артықшылықтары болып саналады.

Металлотермиялық әдіс – химиялық тотықсыздандыру процесіне негізделген тәсіл, онда тотықтарды белсенді металлмен (мысалы, алюминий, кремний немесе кальциймен) қалпына келтіреді. Бұл әдістің басты артықшылығы – электр энергиясын көп қажет етпейді және жоғары сапалы, көміртексіз ферроқорытпа алуға мүмкіндік береді.

Металлотермиялық әдіс — тотықсыздандыру (қалпына келтіру) реакциясына негізделген жоғары температуралы химиялық процесс. Мұнда никель мен хромның тотықтары алюминий, кремний немесе кальций сияқты белсенді металл арқылы қалпына келтіріледі. Бұл реакциялар қатты экзотермиялық сипатқа ие, яғни өздігінен жүріп, көп мөлшерде жылу бөледі. Сондықтан процессті жүзеге асыру үшін сыртқы энергия көзін (электр немесе отын) көп қажет етпейді.

Металлотермиялық процесте қалпына келтірудің термодинамикалық мүмкіндігі қалпына келтіруші металдың оттекке деген химиялық туыстығына (аффинитетіне) байланысты. Егер қалпына келтіруші металлдың оксид түзу энтальпиясы тотықтың энтальпиясынан төмен болса, реакция өздігінен жүреді. Мысалы, алюминий мен кремнийдің оттекке аффинитеті жоғары болғандықтан, олар никель мен хром оксидтерін оңай қалпына келтіреді.

Металлотермиялық әдістің тағы бір ерекшелігі — реакция жылдамдығын, температураны және өнім сапасын реттеу үшін реакциялық қоспаға флюстер (CaF_2 , Na_3AlF_6 т.б.) немесе инертті толтырғыштар қосылады. Нәтижесінде балқу процесі біркелкі жүреді, шлак пен металл қабаттарының бөлінуі жақсарады және алынған қорытпаның сапасы артады.

Металлотермиялық әдіс – хром-никельді ферроқорытпаны өндірудің тиімді, энергия үнемдейтін және экологиялық тұрғыдан таза технологиялық тәсілі. Бұл әдіс электр энергиясын аз жұмсай отырып, жоғары температуралы химиялық реакциялар есебінен жылу өндіреді және процессті өздігінен жүргізуге мүмкіндік береді. Хром мен никельдің тотықтарын белсенді металдармен қалпына келтіру нәтижесінде жоғары тазалықтағы, аз көміртекті және механикалық қасиеттері жоғары ферроқорытпа алынады.

Металлотермиялық процестердің дамуы металлургиялық өндірістің болашағын айқындайды. Бұл әдісті жетілдіру арқылы шикізатты кешенді пайдалану, қалдықсыз технологияларды енгізу және өнімнің сапасын арттыру мүмкіндігі кеңейеді. Қазақстан аумағында хром мен никельдің мол табиғи қоры бар екендігін ескерсек, металлотермиялық әдіске негізделген өндіріс елдің стратегиялық металлургиялық әлеуетін арттыруға, импорттық тәуелділікті азайтуға және жаңа жоғары технологиялық өнімдер шығаруға жол ашады.

Сондықтан болашақта металлотермиялық әдістерді ғылыми тұрғыда терең зерттеу, термодинамикалық модельдеу, реагенттер құрамын оңтайландыру және автоматтандырылған өндірістік процестерді енгізу — отандық металлургияның инновациялық дамуының басты бағыты болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

Қойлыбаев, А. А., Әбдірахманов, Қ. Б. Металлургиялық процестер және агрегаттар. – Алматы: Білім, 2018. – 356 б.

Назарбаев, А. Ж., Бектенов, Т. С. Ферроқорытпалар өндірісінің негіздері. – Қарағанды: ҚарMTY баспасы, 2020. – 214 б.

КӨКТАСЖАЛ КЕН ОРНЫНЫҢ (ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН) СУЛЬФИДТІ МЫС КЕНДЕРІНІҢ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Көктасжал мыс-порфирлі кен орны – Орталық Қазақстан аумағындағы сульфидті минералдану кеңінен тараған типтік нысандардың бірі болып табылады. Сульфидті мыс кендері қышқыл және орта құрамды интрузивті жыныстардың енуімен қатар жүрген күрделі гидротермалдық үдерістердің нәтижесінде қалыптасқан. Минералогиялық-геохимиялық зерттеулер сульфидті кендердің қалыптасуы магматизмнің соңғы сатыларында жүргенін және айқын зоналылықпен сипатталатынын көрсетеді [1].

Сульфидті кендердің негізгі кен минералдары-халькопирит, борнит, халькозин, ковеллин және пирит. Сфалерит пен Галена аз мөлшерде кездеседі. Металл емес минералдардың ішінде кварц, серицит, хлорит және карбонаттар басым. Негізгі кен минералы-халькопирит кварц және кварц-серицит-хлорит агрегаттарының құрамында түйіршікті, сызықты және ұя тәрізді түзілімдер түрінде кездеседі [1].

Кен минералдарының таралуы бойынша тік аймақтылық байқалады: борнит-халькопирит бірлестіктерінің басым болуымен кен бағанының жоғарғы бөлігінде тереңдігі бар пирит-халькопирит қосылыстарына көшу байқалады. Мұндай өзгеріс гидротермиялық ерітінділердің физика-химиялық параметрлерінің – температураның, қысымның және тотығу-тотықсыздану жағдайларының өзгеруіне байланысты [2, 3]. Кендерде күміс, висмут, селен және теллур сияқты қосалқы элементтердің жоғары мөлшері анықталды, бұл мыс-порфирлік жүйелерге тән ерекшелік болып табылады және Орталық Қазақстандағы ұқсас кен орындарымен (Бозшакөл, Айдарлы, көк-көк және т.б.) кендеу процестерінің ортақтығын көрсетеді.

Негізгі құрамнан басқа, кендердің құрылымы көбінесе күрделі текстуралық және минералогиялық дифференциациямен сипатталады. Халькопирит пен борнит пириттің ішінде жұқа тамырлар мен қосындылар түзе алады, бұл минералданудың әртүрлі кезеңдерінде кенді ерітінділердің бірнеше рет түсуін көрсететін торлы немесе сәулелі құрылымды жасайды. Серицит және хлорит сияқты металл емес минералдар метасоматикалық өзгерістердің көрсеткіші ретінде ғана емес, сонымен қатар кендердің физикалық құрылымын қалыптастыруға қатысады, оның сынғыштығы мен байыту әдістеріне әсер етеді. Көмекші элементтердің мазмұнын талдау кристалдану жағдайларын қайта құруға ғана емес, сонымен қатар флотация және гидрометаллургиялық өңдеу әдістерін қоса алғанда, өндеудің технологиялық ерекшеліктерін болжауға мүмкіндік береді. Мұндай күрделі

минералогиялық көрініс гидротермиялық процестердің жоғары аймақтылығы мен күрделілігін растайды, бұл Кенді денелердің дамыған тік және бүйірлік өзгергіштігі бар мыс-порфирлік жүйелерге тән.

Сульфидті кендердің минералогиялық ерекшеліктерін кешенді зерттеу кен түзілу кезеңдерін нақтылауға, минералдардың түзілу реттілігін анықтауға және олардың таралуының кеңістіктік заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік береді. Кен және металл емес минералдардың құрылымын, ассоциацияларын және күміс, висмут, селен және теллур сияқты қосалқы элементтердің құрамын талдау гидротермиялық процестердің физикалық-химиялық жағдайлары, соның ішінде температура, қысым және тотығу-тотықсыздану параметрлері туралы маңызды ақпарат береді. Алынған мәліметтер кен түзілу тарихын дәлірек қайта құруға ықпал етіп қана қоймайды, сонымен қатар одан әрі геологиялық барлау жұмыстары үшін ең перспективалы учаскелерді анықтауға, кендерді өндіру және байыту әдістерін онтайландыруға, сондай-ақ өндеудің технологиялық ерекшеліктерін болжауға мүмкіндік береді. Мұндай кешенді тәсіл кен орындарын игерудің экономикалық орындылығын бағалаудың және мыс-порфирлік жүйелердегі зерттеулердің тиімділігін арттырудың кілті болып табылады.

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде келесі қорытындылар жасалды:

1. Көктасжал кен орнындағы сульфидті кендер көпсатылы қалыптасуымен және айқын тік зоналылығымен сипатталады.

2. Негізгі кендік минералдар – халькопирит, борнит, халькозин және ковеллин, олар мыс-порфирлі жүйелерге тән минералдық ассоциациялар түзеді.

3. Кендердің минералды-текстуралық және геохимиялық ерекшеліктері бұл нысанды әрі қарайғы зерттеу мен өндірістік игеру үшін перспективалы объект ретінде қарастыруға мүмкіндік береді [2, 3].

Әдебиеттер тізімі

1. Дужникова Е.В., Кряжева Т.В., Кенжин Б.М. Көктасжал кен орнындағы кендердің минералдық құрамы және олардың түзілу жағдайлары // ШҚМТУ хабаршысы. – 2018.
2. Titley S.R. Porphyry Copper Deposits. Economic Geology 100th Anniversary Volume. – 2005.
3. Seedorff E. et al. Porphyry Copper Deposit Model. U.S. Geological Survey Open-File Report 2010–1041. – 2011.

ЖЕЗҚАЗҒАН ОЙПАТЫНЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНІҢ ІЗДЕУ ҰҢҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР КЕШЕНІН ТАЛДАУ

Зерттелетін аумақ Ұлытау облысының Ұлытау ауданында орналасқан. Зерттелетін аумақтың оңтүстік бөлігінде барлау желілері мен нүктелерінен шамамен 2 км қашықтықта Теректі станциясы орналасқан; оңтүстікке қарай 3 км Борсеңгір ауылы орналасқан. Ауданның рельефі – ұсақ шоқылар мен бөлшектелген аласа таулардың үйлесімдігі, тік, көбінесе жартасты беткейлері жалпақ, бойлық, жұмсақ толқынды аңғарлармен бөлінген. Алаңның климаты құрғақ және континентті. Аумақтың өсімдіктері далалық және шөлейтті. Ауданның гидрографиялық желісі Қара-Кеңгір өзенінің су жинайтын қоймасына тиесілі, ол бүкіл алаңнан су жинайды [1].

Зерттелетін аумақта іздеу ұңғымаларында электрокаротаж, магниттік қабылдағыштық каротажы (МҚК), туындаған поляризация каротажы (ПК), электродтық потенциалдар әдісі (ЭПӘ), гамма-каротаж (ГК), кавернометрия (КМ), сондай-ақ зарядталған электр денесінің әдісі (ЗЭӘ) кіретін геофизикалық зерттеулер кешені жүргізілді [2].

Геофизикалық зерттеулер геологиялық құрылымды нақтылау, ұңғымалардың бөлінуін литологиялық бөлшектеу, кен денелерін (кен орындарын) анықтау, олардың морфологиясы мен құрылымын бағалау мақсатында жүргізілді. Геофизикалық деректерді интерпретациялау тау жыныстарының физикалық қасиеттерін көрсететін олардың ауытқуларының қарқындылығы бойынша каротаждық қисықтар кешені бойынша жүргізілді.

Электр каротажын жүргізу кезінде ұңғыма оқпаны бойынша тау жыныстарының айқын меншікті кедергісін тіркеу 1:200 тереңдік масштабында А0,95М0,1N табан асты градиент-зондымен жүргізілді. Градиент-зонд қисығы бойынша қабаттарды бөлшектеу үшін мыналар басшылыққа алынды: жоғары омдық қабаттың табаны қарсылық қисығында максимуммен, жабын минимуммен белгіленді.

Гамма-каротаж тау жыныстарының табиғи радиобелсенділігін NaJ(Tl) кристалы бар ұңғыма радиометрін қолдану арқылы өлшеуден тұрады. ГК қисықтары бойынша гамма-белсенділігі жоғарылаған қабаттардың шекаралары келесідей анықталды: қабаттың табаны биік өрдің ортасында, ал жабын – белсенділіктің күрт төмендеуінің ортасында байқалды. Магниттік қабылдағыштық каротажына сәйкес зондты қоршап тұрған тау жыныстарының магниттік қабылдағыштығының шамасы анықталды.

Туындаған поляризацияның каротажы жердегі қайталама электр өрістерін зерттеуге негізделген. Туындаған поляризация құбылысы төмен жиілікті электр өрісінде (0-100 Гц) қатты және сұйық заттардан тұратын әртекті (гетерогенді) ортада ғана байқалады. Тау жыныстарының әртектілік дәрежесі неғұрлым жоғары болса, поляризациялану деңгейі соғұрлым жоғары болады. Кавернометрия ұңғыманың диаметрін анықтау мақсатында 1:200 жазба масштабында орындалды.

Төмен жиілікті айнымалы токтағы іздеу ұңғымаларында зарядталған электр денесін зерттеу алдын-ала бұзылған бақылау желісі (планшет) бойынша потенциал градиентін өзгертуде жүргізілді. Электродтар зертханалық зерттеулер бойынша талдау нәтижелерін пайдалана отырып, минералдану аймақтарындағы тереңдіктегі ұңғымаларда жерге қосылды.

Зерттелетін аумақтың геологиялық құрылымына тән ерекшелік ұңғымалардың қималары бойынша жыныстардың литологиялық өзгергіштігі болып табылады. Геофизикалық зерттеулердің нәтижелерін түсіндірудің мысалы 1-суретте келтірілген.

1-сурет – СДК-1 іздеу-карталау ұңғымасындағы ГАЗ деректерін интерпретациялау нәтижелері

Зерттеу аралығы 0,7 м-ге дейін гранит-порфирлер бойынша ұсақ тасты-сазды мүжілу қыртысы; 0,7–11,5 м аралықта – гранит порфирі бойынша қоңыр түстен бастап ашық сұр-қоңырға дейінгі шақпақтасты мүжілу қыртысы; 11,5-17,5 м аралықта гранит-порфирлер шақпатастан бастап шағылдық-сазды күйге дейін, түсі жасыл-сұрдан бастап қызғылт-сұрға дейін қарқынды мүжілгені; 17,5-25,0 м аралықта ашық-сұр, ірі түйіршікті, массивті, аз мөлшерде күңгірт түсті граниттер байқалады. Тау жыныстары қарқынды жарықшақталған, қиыршық тасқа дейін ұсақталған. Жарықшақ жазықтықтарымен және бойымен жұқа түйіршікті пириттің қабыршақты қақ түріндегі сульфидті минералдану, хлорит үлдірлері байқалады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

1. Пономарева М.В. / Выявление перспективных площадей в пределах Жезказганской впадины комплексом геолого-геофизических исследований / М.В. Пономарева, Е.В. Пономарева, А.Т. Тунгушбаева, Д.А. Инкин // Горный журнал Казахстана. 2024. №5. С. 25-29.

2. Соколов А.Г. Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / А.Г. Соколов, Н. В. Черных; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 143 с.

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН КЕН ОРЫНДАРЫНДА МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ ГЕЛИОМИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫШҚЫЛДАУ ӘДІСІ

Қазіргі таңда мұнай өндіру және өңдеу салаларының дамуы қоршаған ортаға айтарлықтай экологиялық жүктеме түсіруде. Соның ішінде ең өзекті мәселелердің бірі – мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарды қалпына келтіру, яғни рекультивациялау. Мұндай ластану мұнай ұңғымаларының апаттары, шлам жинағыштардың толып кетуі және өндірістік алаңдардың дұрыс пайдаланылмауы салдарынан туындайды. Мұнайлы қалдықтар құрамында көмірсутектер, ауыр металдар мен тұрақты органикалық қосылыстар көп болғандықтан, олар табиғи ортада ұзақ уақыт ыдырамайды және экожүйеге зиян тигізеді.

Мұнаймен ластанған топырақтың сипаттамасы:

Мұнай шламы мен ластанған топырақтардың физика-химиялық қасиеттері әртүрлі болады. Мұнай шламының құрамында мұнай өнімдері – 15–25%, механикалық қоспалар – 70–75%, су – 5–8%. Ал мұнаймен ластанған топырақта негізгі бөлік – минералды топырақ пен механикалық бөлшектер, мұнай мен судың үлесі шамамен 10%-ға дейін жетеді. Қалдықтардың қауіптілік класы бойынша: бұрғылау қалдықтары – 4, мұнай шламдары – 3, мұнаймен ластанған топырақ – 4 класты қалдықтарға жатады.

Қолданыстағы рекультивация әдістері және олардың кемшіліктері:

Бүгінгі күні мұнаймен ластанған топырақты залалсыздандыру үшін физикалық, химиялық, термиялық және биологиялық әдістер қолданылады.

- *топырақты көму және көгалдандыру* – мұнай топырақтан кетпейтіндіктен, тек көрнекі нәтиже береді.

- *ластанған топырақты тасымалдап тастау* – экономикалық жағынан тиімсіз, себебі тасымалдау мен орналастыру шығындары жоғары.

- *сорбентпен жабу әдісі* – алдыңғы әдістердің кемшіліктерін қайталайды.

- *шетелдік экстракциялық қондырғылар* – өнімділігі төмен (тәулігіне 2–6 м³), бағасы жоғары, пайдалануға тиімсіз.

- *микробиологиялық препараттар (мысалы, «Путидойл»)* – тиімді, бірақ тек қолайлы климат жағдайларында жұмыс істейді.

Осы себепті қазіргі таңда энергия үнемдеуші, экологиялық таза және қарапайым технологияларды енгізу өзекті болып отыр.

Канадалық «парникті тізбектік» әдіс:

Канадалық ғалымдар ұсынған бұл әдіс табиғи микробиологиялық тотығу процесіне негізделген. Тізбек құрылысы 1-суретте көрсетілген.

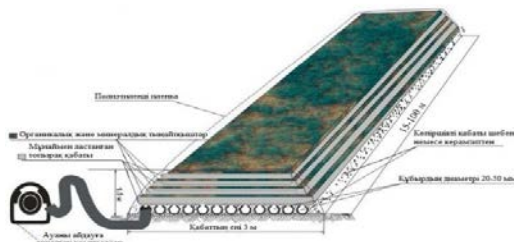
Мұнаймен ластанған топырақ пен тыңайтқыштар қабаты полиэтилен пленкамен жабылып, астына ауа өткізгіш құбырлар орналастырылады. Компрессор арқылы ауа үрленіп, микробиологиялық қышқылдану процесі жылдамдайды. Нәтижесінде 2 апта ішінде мұнай толық ыдырап, топырақ қайта өсімдік егуге жарамды күйге келеді. Әдіс арзан, қарапайым және экологиялық қауіпсіз.

Канадалық әдістің артықшылықтары:

- табиғи энергия көзін (күн жылуы) пайдалану;
- топырақты тасымалдауды қажет етпейді;
- арнайы қымбат құрал-жабдықтарды талап етпейді;
- микробиологиялық процестерді тиімді күшейтеді;
- алынған топырақ ауыл шаруашылығына жарамды.

Кемшіліктері:

- жел мен температура ауытқуына тәуелділік;
- түнгі уақытта жылу жоғалуы;
- полиэтилен жабынының жеткіліксіз оқшаулауы;
- қосымша жылыту мен ауа айдау шығындарының болуы.



Сурет 1 – Мұнаймен ластанған топырақтың рекультивациясының схемасы.

Жаңа ұсынылған әдіс – Маңғыстау өңіріне бейімделген гелиопарниктік рекультивация. Маңғыстау облысының климаттық жағдайлары (жоғары күн радиациясы, ұзақ жылы кезең) бұл аймақ үшін күн энергиясын барынша пайдалану мүмкіндігін береді.

Ұсынылған әдіс Канадалық тәсілдің жетілдірілген түрі болып табылады және келесі элементтерден тұрады:

- екіқабатты шыны жылуалмастырғыш гелиоқаптама;
- ауақыздырғыш-аккумулятор типті гелиокондырғыштар;
- ылғалдандыруға арналған теңіз немесе минералданған суды пайдаланатын жүйе.

Пайдаланылған әдебиеттердің тізімі:

1. Оценка воздействия на окружающую среду на нефтеокисляющий биопрепарат. – Атырау: ТОО «ЭКО-САФ», 2018. [Оценка воздействия на окружающую среду на нефтеокисляющий биопрепарат. – Атырау: ТОО «ЭКО-САФ», 2018.]
2. Калимолдина Л.Н., Абилкасова С.О. Мұнаймен ластанған топырақты тазарту әдісін зерттеу // Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. Алматы - №3. 2019. 95-98 б.
3. Исмаилов Н.М., Пиковский Ю.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. [Ismailov N.M., Pikovskij YU.I. Sovremennoe sostoyanie metodov rekul'tivacii neftezagryaznennyh zemel'. Vosstanovlenie neftezagryaznennyh pochvennyh ekosistem. – М.: Nauka, 1988.]

**ТАУ-КЕН ІСІНДЕГІ ЗАМАНАУИ
ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН
ИННОВАЦИЯЛАР**

EFFECT OF FREE SULFUR ON MINERAL SURFACE ON SELECTIVE FLOTATION

In the enrichment of copper – sulfide ores at the Zhezkazgan deposit, together with copper concentrate, other components are obtained in large quantities. Of these, the main one is lead, the high content of lead in copper concentrate complicates its metallurgical separation, contributes to the accumulation of copper in large quantities in the composition of slags, pollutes the final product-anode copper, and most importantly - the release of smoke from copper smelters pollutes the atmosphere.

In this regard, the goal was set to isolate galenite containing 0.05-0.1% lead from copper-sulphite ores as a separate product with a copper ratio of 1:10 (1:15).

To achieve this goal, the main flotation advantages of galenite in comparison with copper-sulfide were used [1].

Selective flotation of minerals without aggregates, based on the regulation of the composition of surface compounds in the composition. It is known that in the case of obtaining simple sulfur, the flotation speed of sulfide in the surface area is maximum.

At the moment, about the complete suppression of sulfide for the composition of surface compounds, there is no well-known and experimentally confirmed hypothesis. However, the more electronegativity atoms the surface area contains, the more hydrated the minerals are.

It is known that the electrostatic Series $F > O > N > Cl > Br > S > P$ is bolted. Thus, during selective flotation of galenite, free sulfur is formed in the surface area, and, accordingly, oxygen compounds are formed in the surface area of copper sulfide.

Differences in surface compounds are determined by the interaction of specific reagents with active centers. The first task, unified for all methods, is the task of creating conditions for the formation of free elemental sulfur in galenite.

The second task is to ensure the formation of oxygen compounds in the surface area of copper sulfide in the reagent mode. The second task can be solved in different ways:

- oxidation of elemental sulfur to a sulfoxide compound;
- with the formation of insoluble oxygen compounds (salts or complex compounds);
- adhesion of mineral residues formed in the pulp to the surface area;
- with the introduction of a selective acting depressor (as a collector during flotation).

From the point of view of environmentalists and economists, that is, for the reduction of the nomenclature and the consumption of reagents, the processing of the water cycle and the treatment of wastewater, the first three methods are suitable. In addition, it is known that the suppression of direct selective flotation should be provided by the effect of temporary dominant minerals.

The formation of elemental sulfur in the surface layer of sulfide minerals led to selective flotation. This article discusses the conditions of selective flotation of galenite from copper-sulfide ores. Selective flotation of galenite occurs if hydrophobic sulfur is formed in its composition, and wetting of oxygen-containing compounds prevails on the surface of copper sulfide.

When the ore layer contains an atom with high electronegativity, minerals are well hydrated, that is, the degree of hydrophilicity increases. Purpose of the research work:

Creating conditions to ensure the formation of free elemental sulfur in the surface area of the mineral galenite; ensuring the formation of hydrophilizing, i.e. oxygen compounds that increase the degree of wetting in the surface area of copper sulfide.

This goal can be solved in the following ways:

a) oxidation of sulfur to a sulfoxide compound; B) salting of insoluble salts or complex compounds in the surface area of copper sulfide; C) introduction of selectively acting depressants.

To find out the differences in the composition of compounds on the surface of galenite and copper sulfides, the effect of two pressing reagents was studied: sodium thiosulfate and red blood salt [1].

The mechanism of action of sodium thiosulfate on the surface of a copper mineral is to increase oxygen-containing hydrophilic zones, during the interaction on the surface of galenite, it slows down the oxidation of sulfur in the Free State and leads to the formation of sulfur in the Free State, which increases hydrophobicity on its surface as a result of intramolecular redox [2].

The natural flotation of chalcocite is suppressed by potassium hexacyanoferrate (III). The degree of hydration of sulfide minerals in the surface area was determined by the presence of free sulfur on the surface of galenite and copper minerals by differential thermal analysis methods and IR spectroscopy in combination with thermogravimetric analysis.

List of literature]

1. Akimbekova B.B., Omarova N.K. *Zhana flotation agentter. Oku kuraly. Karaganda, KarSTU, 2011.*
2. Kozin V.Z. *Ore enrichment testing. Studies.stipend. – Yekaterinburg, 2008.*

RESEARCH AND ANALYSIS OF THE ACCURACY OF GEODETIC METHODS FOR MONITORING THE DEFORMATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Modern construction is characterized by the growing complexity and scale of engineering structures, which increases the requirements for their reliability, stability, and operational safety. Ensuring structural safety requires timely detection of deformations and displacements in load-bearing elements, allowing prevention of accidents and extension of service life.

Geodetic methods play a key role in technical monitoring systems by providing quantitative assessments of spatial changes in buildings and structures with high precision. However, the accuracy of the obtained data depends significantly on the applied observation methods, the precision of instruments, and environmental conditions.

This research focuses on the analysis and evaluation of the accuracy of various geodetic methods used for monitoring structural deformations, as well as on identifying optimal approaches for improving the reliability and stability of observation results.

Research Methodology

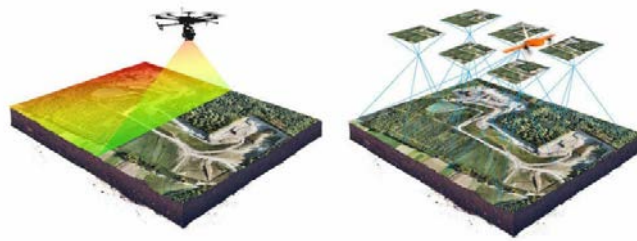
The study involved a comparative analysis of traditional and modern geodetic technologies applied for deformation monitoring, including:

- **High-precision geometric leveling**, ensuring vertical displacement measurements with millimeter accuracy;
- **Trigonometric leveling**, used for rapid control when access to the structure is limited;
- **Tacheometric measurements**, allowing three-dimensional monitoring of spatial displacements;
- **GNSS (GPS/GLONASS) observations**, providing long-term deformation tracking based on satellite positioning;
- **Laser scanning and photogrammetry**, representing advanced methods for

3D modeling and deformation analysis.

Different observation schemes were modeled, and error characteristics were assessed for each method. Special attention was given to the influence of

external factors such as temperature fluctuations, vibrations, illumination, and atmospheric conditions on measurement stability and accuracy.



Picture 1 - Using DronaMaps to reach remote areas

Results and Discussion

The analysis revealed that using a single geodetic method does not always ensure sufficient data reliability. For instance, geometric leveling offers high precision but requires significant time and favorable conditions. Trigonometric and tacheometric techniques are more mobile but sensitive to line-of-sight errors and atmospheric refraction.

Satellite methods (GNSS) allow real-time deformation monitoring but require careful signal processing and instrument calibration. Combining classical and modern techniques, as well as implementing integrated observation systems, significantly enhances the precision and reliability of deformation assessments.

The study established that a combination of geometric leveling and GNSS observations provides the best balance between accuracy, speed, and stability of measurements. Recommendations were developed for selecting observation schemes, monitoring intervals, and data processing methods.

Conclusions

1. A comprehensive analysis of geodetic methods for monitoring building and structural deformations has been carried out, identifying their advantages and limitations under different operating conditions.

2. The main factors affecting measurement accuracy were determined, including instrument precision and environmental influences.

3. An optimized methodology for the combined use of classical and satellite-based geodetic methods was developed to improve monitoring accuracy and reliability.

4. The obtained results can be applied in the design of geodetic monitoring systems, the development of regulatory documents, and the implementation of automated systems for structural health control.

References:

1. *A general review of the deformation monitoring techniques and a case study: Analysing deformations using GPS/levelling* (S. Erol, B. Erol, T. Ayan, 2004)
2. *Perfecting the methods of monitoring the buildings and structures deformation* (Y. N. Kornilov, O. S. Tsareva, 2020)
3. *Optimization of locating robotic total stations for determining the deformations of buildings and structures* (Hatoum H.M., Mustafin M.G., 2020)

INNOVATIVE APPROACHES TO EXTENDING THE LIFE CYCLE OF
CATERPILLAR MINING EQUIPMENT DURING OVERHAULS

The modern mining industry is characterized by a high level of mechanization and a dependency on reliable equipment for production. A significant portion of enterprise costs is associated with the operation and maintenance of mining equipment—excavators, trucks, bulldozers, and loaders. In this environment, innovations in equipment overhauls play a key role in ensuring sustainable production, reducing costs, and increasing equipment efficiency.

One way to improve operational efficiency is through the implementation of innovations in Caterpillar equipment overhauls performed by authorized dealers. The use of certified remanufacturing technologies, modern diagnostic systems, and engineering solutions extends the life cycle of equipment, improves its reliability, and reduces downtime [1].

The objective of this study is to analyze innovative approaches to overhauling Caterpillar mining equipment, aimed at extending equipment life and improving mining efficiency.

Key objectives:

1. To study the features of certified overhauls for Caterpillar equipment.
2. To identify innovative technologies for the remanufacturing of components and assemblies.
3. Assess the impact of modernization on technical and economic performance.

A major overhaul includes complete machine disassembly, inspection, refurbishment or replacement of parts, assembly, and testing. Unlike conventional repairs, it is performed according to manufacturer standards, ensuring the preservation of performance characteristics and extending the equipment's service life [2].

Key innovation areas:

1. Certified remanufacturing technologies – use of original procedures, including repair of gearbox housings, frames, gears, and cylinders. This reduces costs while maintaining reliability.
2. Digital diagnostics – Cat ET and Cat Inspect systems provide accurate component condition analysis, reducing downtime and improving repair planning accuracy.

3. Workpiece upgrades – refurbishment of bodies, buckets, and blades using wear-resistant steel liners and modern welding methods, reducing wear and extending the time between overhauls.

4. 3D modeling and engineering analysis – load modeling and design optimization to increase durability and prevent recurring failures.

5. Sustainable development principles – component remanufacturing reduces waste and environmental impact [3].

The implementation of these technologies improves equipment reliability and operational efficiency.

Results of applying these innovations:

- machine life extension to 70–85% of new life, with repair costs up to 70% of the new price;

- increased technical availability to 0,9–0,95;

- reducing production costs by reducing fleet renewal costs;

- improving operating conditions through the modernization of structural components.

Innovative overhauls are becoming an important element of resource conservation strategies and increased efficiency in mining operations.

References

[1]. Ермаков А.Н., Левин Д.В. Инновационные технологии технического обслуживания и капитального ремонта карьерной техники. // Вестник горной науки. – 2022. – №4. – С. 72–78.

[2]. Caterpillar Inc. Cat Certified Rebuild Program. – Official Technical Documentation, 2023.

[3]. Кузнецов В.А., Панов С.Г. Повышение эффективности эксплуатации горнотранспортных машин путем внедрения инновационных технологий ремонта. // Горная промышленность. – 2021. – №3. – С. 54–59.

OIL SHALE AS A SOURCE OF HYDROGEN FOR HYDROGENATION OF PHENANTRENE

This work aims to study the influence of oil shale on phenanthrene hydrogenation and its potential as a hydrogen donor. The reaction was carried out in a stainless steel reactor (0.01 L) at 4 MPa, 420 °C, for 60 min. Phenanthrene mass was 1 g; oil shale and polyethylene were added at 1% each. Results are given in Table 1.

Table 1 - Reaction products obtained from phenanthrene hydrogenation

№	Hydrogenation conditions	Without oil shale		With oil shale		
	Hydrogenation products	in N ₂ medium	in H ₂ medium	in N ₂ medium	in H ₂ medium	in H ₂ medium with polyethylene
		Content, %				
1	Benzene, butyl-	-	-	-	0.25	-
2	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-	0.55	0.10	3.24	5.94	0.60
3	Naphthalene	0.16	-	1.2	3.43	0.70
4	Naphthalene, 1-ethyl	-	-	-	-	0.37
5	Naphthalene, 3-ethyl	-	-	-	-	0.30
6	Dibenzothiophene	3.80	3.94	3.4	4.41	2.74
7	Indan, 1-methyl-	-	-	-	0.74	-
8	2,2'-dimethyl-1,1'-biphenyl	-	-	-	-	0.46
9	Anthracene, 9,10-dihydro-	-	-	0.49	-	-
10	Phenanthrene, 9,10-dihydro-	-	1.01	-	6.11	-
11	Phenanthrene, 1,2-dihydro-	-	-	-	-	18.10
12	Phenanthrene, 1,2,3,4-tetrahydro-	-	-	-	-	7.10
13	Phenanthrene, 1,2,3,4-tetrahydro-	-	-	-	-	0.31
14	9-Ethylphenanthrene	-	-	0.89	-	-
15	Phenanthrene	95.49	94.95	90.77	79.12	69.32

The table shows that in the absence of oil shale, phenanthrene hydrogenation in both an inert atmosphere and a hydrogen atmosphere is minimal, with the initial compound remaining the main product. The presence of oil shale in the H₂ medium significantly increases the formation of hydrogenated phenanthrenes, and the addition of polyethylene further enhances this effect. Thus, oil shale exhibits

hydrogen-donor properties and promotes the efficient hydrogenation of phenanthrene.

The process of this invention produces a high yield of hydrogen from raw oil shale fines produced during the grinding and sizing of run-of-mine shale to the size required for processes such as hydrotreating and hydrogasification. The fines produced during such grinding typically amount to about 5 to 15 weight percent of the run-of-mine shale fed to the crushers. Presently, the shale fines are frequently disposed of in the mine workings and thus their energy potential is wasted and they may contribute to pollution of ground water. According to the process of this invention, oil shale fines having average diameters of less than about 0.125 inch are introduced into a fluidized reaction bed maintained within a reaction vessel at temperatures of about 1200 to about 2000° F. Introduction of the oil shale fines directly into the fluidized bed itself is an important aspect of this invention to provide rapid heat-up of the oil shale in order to have as little production as possible of liquids or gases by pyrolysis or thermal retorting as the feed shale passes through the 900° to 1400° F. temperature range.

The reaction bed is maintained fluidized by upward passage of steam and oxygen, the steam being introduced in a weight ratio of about 0.1 to about 10 pounds per pound of organic carbon in the oil shale feed, and the oxygen being introduced in less than the stoichiometric quantity for complete combustion of the organic carbonaceous kerogen content of the oil shale. The steam and oxygen react with the organic carbon components of the oil shale producing spent shale and product gas comprising hydrogen and carbon monoxide.

The synthesis gas may be purified and its carbon monoxide content catalytically converted to the desired hydrogen. We have found that by the process of this invention generally more than 90 percent of the organic carbon in the oil shale is converted and frequently up to 99 percent. The process of this invention when used in an integrated hydrotreating oil shale plant may result in improvements in yields of net synthetic crude oil from oil shale in the order of 20-25 percent, as compared with prior hydrogen production methods. The process of this invention has the further advantage of essentially complete removal of kerogen and in a preferred embodiment, removal of sulfur from raw shale fines, thus eliminating their potential formation of acid-mine drainage or leaching of organic materials into underground waters.

References

1. Dzhusupbekova, U.Zh., Chernyakova R. M., Kaiynbaeva R.A., Sultanbaeva G.Sh., &Agataeva A.A. (2020). *Metody obezvezhivaniya i utilizatsii nefteshlamov* [Methods for the neutralization and disposal of oil sludge]. *Khimicheskii zhurnal Kazakhstana—Chemical Journal of Kazakhstan*,1, 15–30.
2. Marinaite, I.I., Sorokovikova, L.M., Sinyukovich, V.N. et al. *Oil Products in Lake Baikal and Its Tributaries. Water Resour*49, 458–466 (2022). <https://doi.org/10.1134/S0097807822030101>
3. Lyubimenko, V. A., Frolov, V. I., Krestovnikov, M. P., & Lesin, S. V. (2016). *Mathematical Modeling of Thermal Cracking of Oil Sludge Activated by Electromagnetic Radiation. Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 52(2), 134–140. <https://doi.org/10.1007/s10553-016-0683-4>
4. Barshabayeva, A., Balpanova, N.; Aitbekova, D.; Baikenov, M.; Aubakirov, Y.; Khalikova, Z.S.; Tusipkhan, A.; Tulebaeva, B.; Gulzhan, T. (2022). *The influence of various factors on nanocatalyst activity during benzothiophene hydrogenation. Applied Sciences* 12, 24,12792. <https://doi.org/10.3390/app122412792>

STUDY OF REGULARITIES OF DRILLING AND BLASTING INFLUENCE ON MINERAL EXTRACTION PROCESSES EFFICIENCY

In this thesis, we study the regularities of the influence of drilling and blasting parameters on the efficiency of mineral extraction processes.

Drilling and blasting operations (D&B) are among the primary steps in the extraction of rock mass and ore in both open-pit and underground mining. The efficiency of these operations directly affects downstream stages such as loading, hauling, crushing, and grinding, thereby impacting overall production cost, energy consumption, and recovery of useful mineral resources. In this research we examine how controllable parameters interact with geological and geotechnical factors of the rock mass, to influence fragmentation quality, diggability, and ultimately the efficiency of mineral extraction.

A growing body of literature has investigated the impact of key blast design parameters on fragmentation and downstream process efficiency. For example, Losaladjome Mboyo et al. (2024) found that optimizing surface blast design parameters (burden, spacing, stemming, powder factor) for a copper-bearing ore reduced the X_{80} particle size from 500 mm to 120 mm, yielding up to a 20 % increase in throughput and 29 % reduction in comminution energy consumption.

Relevance: with increasing demand for minerals and growing cost pressures in mining operations, optimizing the drilling and blasting phase is critical to reducing energy consumption, lowering operating costs, and minimizing environmental impact. The efficiency of the fragmentation influences the entire extraction-to-processing chain, making D&B a key cost and performance lever.

Scientific novelty: while individual studies have addressed specific parameters, there is limited work that systematically analyzes the regularities (i.e., consistent relationships) between multiple D&B parameters and extraction efficiency across different mining scenarios. This research aims to fill that gap by integrating geometric, explosive, and time-related parameters with rock mass properties and linking them quantitatively to efficiency metrics.

The aim of this study is to identify and quantify the regularities by which drilling and blasting parameters influence the efficiency of mineral extraction processes.

Objectives :to review and classify key controllable D&B parameters and significant uncontrollable rock mass variables;

- to collect and analyze data from case studies (open-pit and underground) showing parameter values and resulting fragmentation/throughput metrics.

- to develop empirical relationships (or validate existing models such as Kuz-Ram) linking D&B parameters to extraction efficiency indicators; (fragmentation size, throughput, energy consumption, cost).

- to propose optimized parameter ranges (or guidelines) under varying geological conditions;

It is hypothesized that within a given geological environment, there exists a stable functional relationship between key controllable drilling and blasting parameters (such as burden, spacing, stemming length, powder factor) and extraction efficiency metrics (fragmentation size, throughput, specific energy consumption). Furthermore, adjusting these parameters according to rock mass characteristics will significantly enhance efficiency.

Conclusion

Thus, we have examined the subject of the regularities by which drilling and blasting parameters influence the efficiency of mineral extraction processes. By reviewing current literature, identifying key variables, proposing objectives and hypotheses, and outlining methods and materials, this work lays the foundation for a systematic investigation into optimizing blasting design to enhance extraction efficiency.

References

- 1 Бекенов К.Е. (2021). *Ашық кен орындарында бұрғы-жарылыс жұмыстарының параметрлерін оңтайландыру*. Алматы: Қазақ тау-кен институты.
- 2 Mataev, A., Ivanov, D., & Karimov, B. (2023). "Calculation of optimal drilling and blasting parameters in high-strength rock." *Mining Science and Technology Bulletin*, 15(2), 93–105
- 3 Перинчек Д., Кая М., Озкан О. (2025). "Нелинейная оптимизация параметров буровзрывных работ." *Горный журнал*, №1, с. 44–58.

INNOVATIVE SOLUTIONS IN COAL CHEMISTRY: ASSESSMENT OF
THE ECONOMIC EFFICIENCY OF METHANOL PRODUCTION

In modern conditions, coal's market position is deteriorating due to a number of risks:

1. Production risks associated with the technological process of coal mining and processing (mine accidents, fires, flooding, etc.);
2. Technical risks arising from the wear and tear of machinery, non-compliance of equipment with modern requirements;
3. Geological risks, i.e. landslides, methane emissions, hard-to-reach formations;
4. Environmental risks related to the impact on the natural environment and the consequences of environmental requirements;
5. Market risks, i.e. reduction of coal consumption due to the transition to gas and renewable energy sources;
6. Economic risks, i.e. falling global coal prices, rising production costs, and inflation.

Solid minerals remain the basic source of the global share of energy. Coal contains mainly carbon, but also includes hydrogen, oxygen, nitrogen, sulfur, and mineral impurities.

It is known that increasing carbon emissions have the negative impact on climate change, therefore, capture and disposal is becoming a promising technology that can significantly reduce carbon emissions. The transformation of carbon into necessary chemical components will improve the state of the natural environment, as well as increase the competitive advantage of the business entity.

The important raw material for the production of various necessary chemicals is the conversion of carbon into methanol. The priority areas of its application are the production of a number of chemicals, energy, transport, pharmaceuticals.

The world's leading producer of methanol is China (55%). This is followed by the Middle East (20%) and North America (8%). In 2023, China, as the key producer of methanol, produced 65 million tons [1].

Currently, China is the leading consumer of methanol, accounting for about 58% of methanol consumption [2]. Global methanol consumption may increase from the current 97 million tons to 107-131 million tons by 2030, and increase to 125-161 million tons by 2040 [1].

The process of coal gasification using various gasification factors is carried out at a high temperature of 1200-1800 °C and a pressure of 2-7 MPa. The process can be carried out in ground installations or in underground georeactors. Further gas purification and treatment processes make it possible to recover heat,

relatively easily separate and bind CO₂, and produce synthesis gas and hydrogen, which can be further used in the chemical or energy industries [3].

The scheme of the technological route of coal gasification for generating electricity and methanol includes and provides the significant reduction in specific carbon dioxide emissions:

Capital investments and operating costs of the gas chemical complex are estimated using the combination of valuation methods, discounted cash flows and scenario analysis, taking into account the necessary equipment [4]. Performance indicators of the methanol production technology of their coal: one-time costs of setting up production; current costs of carbon chemical processing; profit; payback period; profitability level of methanol production; net discounted income.

One of the main cost items in coal gasification schemes is the cost of fuel, which is about 50% of all operating costs. All calculations are given in US dollars due to fluctuations in the tenge exchange rate.

Production is profitable starting at the price of 450 US dollars/ton at the methanol production volume of 200 thousand tons/year. Production is profitable starting at the price of 350 US dollars/ton at the methanol production volume of 400 and 600 thousand tons/year.

Already at the price of 450 USD/ton and the methanol production volume of 400 thousand tons, the project becomes NDI-positive with the payback period of 7,9 years. At the price of 400 US dollars/ton and the methanol production volume of 600 thousand tenge, the project becomes NDI-positive with the payback period of 7,8 years. At the price of 350 USD/ton and the methanol production volume of 600 thousand tons, the NDI is negative, i.e. the project will be unprofitable for the investor under these assumptions.

REFERENCES:

1. *Methanol: global production and consumption*. Access mode 18.08.2025 [//https://pronpz.ru/science/review/metanol-mirovoe-proizvodstvo.html](https://pronpz.ru/science/review/metanol-mirovoe-proizvodstvo.html)
2. IHS Markit. *Chemical World Analysis Long-Term Chemical Market Trends*; IHS Markit: London, UK, 2019.
3. Borowiecki T., Kijenski J., Machnikowski J., Sciazko M. *Clean Energy, Chemical Products and Fuels from Coal*; Institute of Chemical Processing of Coal Publishing House: Zabrze, Poland, 2018.
4. Towler G., Sinnott R. *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*; Elsevier: Butterworth-Heinemann, Kidlington, United Kingdom, 2022. - 1019 p. [//https://elmoukrie.com/wp-content/uploads/2022/06/chemical-engineering-design-principles-practice-and-economics-of-plant-and-process-design-gavin-towler-ray-sinnott-3edition.pdf](https://elmoukrie.com/wp-content/uploads/2022/06/chemical-engineering-design-principles-practice-and-economics-of-plant-and-process-design-gavin-towler-ray-sinnott-3edition.pdf)

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREDICTING GEOLOGICAL
RISKS IN SURVEYING

The modern development of digital technologies has a significant impact on the mining industry, including surveying. One of the most promising areas is the use of artificial intelligence (AI) for predicting geological risks—collapses, deformations of workings, and displacements of rock masses. The use of AI increases the accuracy of analysis, reduces the influence of the human factor, and improves the safety of mining operations. Geological risks are a combination of adverse processes occurring in the earth's crust that can lead to accidents. Traditional analysis methods are based on long-term observations and manual calculations, which often limit their efficiency. The introduction of artificial intelligence makes it possible to automatically process large volumes of data obtained from sensors, laser scanners, and unmanned aerial vehicles. Machine learning models and neural networks are successfully used to analyze spatial data, predict deformations, and identify high-risk zones. For example, AI can determine the probability of roof collapses or rock displacements based on 3D mine models and historical observation records. Image processing from drones and satellites allows monitoring the condition of slopes and quarry walls. In several countries, projects for implementing intelligent monitoring systems have already been carried out. In Canada and Australia, AI is used to assess the stability of quarry slopes, while in Kazakhstan, research is being conducted to create neural models that analyze surveying measurement results. Such systems are integrated into digital twins of mines, providing a comprehensive real-time picture of the condition of mining workings. The use of artificial intelligence provides several advantages: increased prediction accuracy, faster data analysis, optimization of production decisions, and improved industrial safety. However, there are also challenges: high equipment costs, the need for specialist training, and limited training datasets. Thus, the use of AI in predicting geological risks is an important step toward the digitalization of surveying. In the future, intelligent systems will become an integral part of mining enterprise management, ensuring efficient and safe operations.

List of references:

1. Malyshev V.G., Kornilov S.N. *Modern Methods of Surveying Measurements*. — Moscow: Nedra, 2021.
2. Zhang Y., Liu Q. *AI Applications in Mining and Geological Engineering*. — *Journal of Mining Science*, 2023.
3. Saginov A.S. *Surveying Support of Mining Operations*. — Karaganda, 2018.

ADAPTIVE FACADE SYSTEMS FOR MINING REGIONS OF
KAZAKHSTAN IN A CONTINENTAL CLIMATE

The development of the construction sector in regions associated with mineral extraction requires the implementation of advanced engineering solutions that ensure high energy efficiency, environmental safety, and a comfortable indoor climate. Mining territories of Kazakhstan are characterized not only by a harsh continental climate, but also by significant technogenic impacts: elevated dust concentration in the air, vibration from mining equipment and ore transportation, aggressive emissions, and strong wind loads. Traditional facade systems often fail to withstand such combined environmental stress, leading to accelerated material degradation and increased operational costs.

Under these conditions, adaptive facade systems (AFS) represent an advanced technological solution. They are capable of automatically modifying their functional characteristics based on external conditions: regulating ventilation and filtration of air, enhancing protection against dust and toxic particles, and increasing thermal insulation during low temperatures. As a result, buildings maintain energy efficiency while gaining improved resistance to harsh industrial environments.

The aim of this research is to determine effective approaches for the implementation of adaptive facade systems in mining regions of Kazakhstan, taking into account extreme climatic and technogenic factors.

Main objectives:

- analyze the impact of mining activities on facade durability;
- study types of adaptive facade systems applicable in technogenic environments;
- perform modeling to evaluate energy efficiency and filtration performance;
- conduct comparative analysis of materials, including local mineral-based resources;
- develop recommendations for integrating AFS into industrial and residential buildings in mining zones.

The research applies methods of climate data analysis, building thermophysics modeling, BIM-based simulation, and energy performance assessment. Software such as Autodesk Revit was used. Main evaluation criteria include dust protection, vibration resistance, thermal insulation, and cost efficiency over the entire lifecycle.

Classification of adaptive facade systems

№	System type	Description	Advantages	Limitations
1.	Adaptive filtration facades	Filtration of dust and harmful gases	Protection from industrial emissions	Filter maintenance required
2.	Double-skin facades	Ventilated air cavity between layers	Dust and vibration resistance	High initial investment
3.	PCM-integrated facades	Thermal energy storage using phase-change materials	Stable indoor temperatures	Requires additional protective layers
4.	Intelligent glazing	Adjustable thermal and light transmission	Reduced energy consumption	Dependent on power supply
5.	Mineral-based composite facades	Produced using Kazakhstan's mining resources	Import substitution and increased durability	Requires industrial scaling

Numerical studies have shown that the results of experimental modeling and the key advantages for Kazakhstan are as follows:

№	Benefit	Result
1.	Reduced heating and cooling loads	Lower energy bills (reduce the building's annual energy consumption by 25-35%)
2.	Protection from dust and toxic emissions	Reduction in harmful particle penetration by 40–60%
3.	Vibration and wind resistance	Service life of facades increased by 25%
4.	Industrial development	Lower construction costs due to use of local mineral raw materials

Adaptive facade systems are an effective solution for ensuring resilience, energy efficiency, and indoor comfort in mining regions of the Republic of Kazakhstan. Their implementation contributes to reducing operational costs, protecting occupants and structures from technogenic impacts, and promoting the growth of the national construction industry based on domestic resource utilization.

List of references

1. Iqbal Shah, Riccardo Talami, *Enhancing building envelopes: Parametric analysis of shading systems for opaque facades and their comparison with cool paints*, National University of Singapore, 2025. -16p.
2. SP RK 2.04-01-2017 *Construction Climatology*, 2017. – 47p.
3. Architect Eng. Waleed Saad Alawsey, *Intelligent Facades in Buildings Facades of Buildings – Case Study*, Dept. of architectural engineering, University of Technology, Baghdad, Iraq, 2016. – 14p.
4. Klooster T., “*Smart Application in Architecture and Design*”, Basel, Birkhäuser, 2009.
5. Autodesk Revit and DesignBuilder Manuals, 2024.

POSSIBILITIES OF USING ASH AND SLAG WASTE

This paper researches the accumulation and potential for recycling of coal ash and slag waste (ASW) in Kazakhstan. Innovative recycling methods, technologies for extracting valuable components, and potential uses of ASW in construction and industry are analyzed. Particular attention is paid to the environmental and economic aspects of recycling.

Currently, ash waste is usually stored in special accumulators (Figure 1). The problem is that waste accumulators take up large areas and change the landscape.



Figure 1 - Ash waste accumulators (photo by the authors)

As a rule, the sanitary protection zone for dumps is 500 ... 1000 m. This distance can also be excluded from agricultural use or residential construction.

The purpose of this study is to explore an environmental approach to the processing and utilization of ash and slag. This will reduce the impact on ecosystems and provide eco-economic benefits.

The energy and metallurgy industries generate for the majority of ash and slag waste. Significant areas are occupied by ash dumps. The accumulated waste has a negative impact on all components of the environment: it can cause dusting and contamination of soil, surface water, and groundwater with heavy metals.

The chemical composition of coal ash and slag varies depending on the coal used. For example, Ekibastuz coal ash is characterized by high SiO_2 (61.04%) and Al_2O_3 (23.78%) contents, while Maikuben coal ash contains significant amounts of Fe_2O_3 (8.27%) and CaO (5.84%).

ASW are used in various sectors of the economy. Thus, ASW is used in construction [1, 2]. It has found application in road construction, providing strength and durability of the material for intensive traffic loads [2, 3, 4]. Ash and slag waste are used as a filter for water purification [2].

The largest use of ash and slag is in the production of building materials. Ash and slag are used as:

- additives to cement and concrete (cement savings);
- a component in brick production (reduction in fuel consumption);
- filler in road construction;
- raw materials for cellular concrete (foam concrete, aerated concrete).

An interesting research area is the use of ash and slag in the production of special concretes. Using fly ash as a cement additive not only reduces production costs but also improves the physical and mechanical properties of concrete. In road construction, fly ash materials are used to create road bases, which is especially important in regions where traditional aggregates are in short supply.

Another important area is the use of ASW in agriculture as substrates and fertilizers to improve soil quality, as well as in the chemical industry.

This research paper explores the possibility of using ASW for biological reclamation of disturbed lands in the mining industry. At first, the research was conducted in a laboratory setting. Then the studies were conducted on industrial waste dumps from enterprises in Central Kazakhstan. The research revealed that ASW can be used as an alternative to natural soil.

The use of ASW allows not only to reduce the amount of waste disposal, but also to significantly reduce the cost of construction materials, as well as to reduce the amount of ash disposal. This will reduce the negative impact on land resources and preserve them for agriculture.

This is in line with Kazakhstan's goals for transitioning to a green economy, which call for increasing the share of industrial waste recycled.

List of references

1. Seisenova, A., Nuraly, A., Baiseitov, D., Kapizov, O., Oryngaliyeva, S., Alimkulova, Z., Mutushev, A. *Comprehensive Assessment of Ash and Slag Waste for the Synthesis of Silicon-Based Functional Materials*. *Processes* 2025, 13, 2722.
2. Nurmakova, S., Sarsembin, U., Dalbanbay, A., Abilova, G., Tusupova, B., Kurbanova, L., Zharkimbaeva, G., Shanbayev M., *Innovative approaches to the processing of ash and slag materials from the fuel and energy sector in the context of sustainable development*. *Engineering Journal of Satbayev University*, 2025, 147(3), 30–39.
3. Mashaan, N.; Yogi, B. *Mining Waste Materials in Road Construction*. *Encyclopedia* 2025, 5, 83.
4. Bieliatynskyi Andrii, Yang Shilin, Pershakov Valerii, Akmalidinova Oleksandra, Krayushkina Kateryna, Shao Meiyu. *Prospects for the Use of Ash and Slag Waste in the Construction of Road Pavement // The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 2022, 17 (4), p. 80-94

Token L. Zh. (Abylkas Saginov Karaganda Technical University)
Zhakupova Sh. S. (Abylkas Saginov Karaganda Technical University)

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK TO REDUCE THE LEVEL OF OCCUPATIONAL INJURIES AMONG EMPLOYEES AT THE PRODUCTION OF LLP “KAZAKHMYST ENERGY”

Modern energy enterprises are characterized by a high level of production hazards, which requires a systematic approach to occupational risk management. The growing demands for occupational safety, digitalization, and implementation of ISO 45001 standards highlight the importance of scientific research aimed at minimizing injuries and ensuring workplace safety.

The main goal of occupational risk management is not only to identify hazards but also to quantify their potential impact on employees. At LLP “Kazakhmys Energy”, the operation of power plants, electrical equipment, and pressure systems poses potential dangers during maintenance and repair activities.

The aim of the research is to analyze and assess occupational risks at LLP “Kazakhmys Energy” to reduce injury rates and improve occupational safety performance.

Main objectives:

- to study modern methods of occupational risk analysis and assessment in the energy sector;
- to identify key hazardous and harmful factors;
- to perform a quantitative assessment of risks by probability and severity;
- to develop and justify preventive measures for risk reduction.

The study employed FMEA, risk matrix, and SWIFT analysis in accordance with ST RK ISO 45001-2019 standards. The analysis used workplace monitoring data, occupational safety reports, and statistics on accidents from 2022–2024.

The assessment revealed that the highest risks are associated with electrical operations, maintenance work, and equipment handling. The main causes of injuries were found to be human error, violation of safety rules, and equipment wear.

Occupational risk analysis methods and their characteristics

Method	Description	Advantages	Limitations
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	Comprehensive and systematic	Requires detailed data
Risk Matrix	Probability-severity classification	Simple and visual	Subjective judgment possible
SWIFT	Sequential hazard identification	Useful at early stages	No probability assessment

Check-lists	Compliance verification	Convenient for audits	Limited analytical depth

Risk assessment process:

- hazard identification;
- collection and analysis of production data;
- building a probability–severity risk matrix;
- calculating risk priority index;
- developing preventive measures.

The summarized risk categories are presented below:

Risk type	Probability	Severity	Risk level	Mitigation measures
Electrical injury	Medium	High	Significant	Training, PPE, supervision
Thermal burn	Medium	Medium	Moderate	Insulation, awareness sessions
Mechanical injury	High	Medium	High	Equipment upgrade, barriers
Fall from height	Low	High	Moderate	Safety harness, inspection
Noise & vibration exposure	Medium	Medium	Moderate	Protective gear, environment monitoring

The results demonstrate that implementing internal safety audits, regular staff training, and digital risk monitoring systems can reduce occupational injuries by up to 30%. The creation of a centralized database for incidents enhances proactive safety management and prevents recurrence.

Overall, a combination of organizational, technical, and preventive measures, along with digitalization of occupational safety processes, leads to sustainable risk reduction and promotes a safety-oriented culture at LLP “Kazakhmys Energy.”

List of references:

1. GOST 12.0.230-2007 “Occupational Safety Management Systems. Risk Management Principles.
2. ST RK ISO 45001-2019 “Occupational Health and Safety Management Systems”.
3. Grachev, V.A. *Occupational Risk Assessment and Management in Industry*. Moscow: Academia, 2021.
4. *Guidelines for Occupational Risk Management*. Ministry of Labour of the Republic of Kazakhstan, Astana, 2020.
5. Klimov, E.N. *Safety of Human Activity*. Saint Petersburg: Piter, 2022.

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE MINING INDUSTRY OF KAZAKHSTAN

The mining industry of Kazakhstan, rich in mineral resources and industrial heritage, is entering a stage of active digital transformation. Artificial Intelligence (AI) is becoming a crucial element of modernization, enabling the optimization of production processes, the enhancement of occupational safety, and the reduction of environmental risks.

Kazakhstan, as one of the key mineral suppliers in Central Asia, has a unique opportunity to integrate AI into traditional industries while maintaining sustainable development principles. The introduction of AI-based systems for predictive maintenance is one of the most efficient and quickly implementable solutions.

Machine learning algorithms, analyzing vibration, temperature, and performance indicators, can predict potential failures in mining equipment. This approach significantly reduces unplanned downtime and financial losses. In Karaganda's coal and ore mines, where much of the equipment has been operating for decades, predictive maintenance represents the most practical way to increase reliability without costly upgrades.

Another promising direction is the application of AI in geological exploration and ore-grade estimation. By combining drone-based hyperspectral imaging and neural network analysis, engineers can predict mineral composition and optimize excavation planning.

This technology reduces waste, improves energy efficiency, and helps achieve higher recovery rates while preserving ecological balance. Digital twins have become a central concept in modern mining innovation. A digital twin allows engineers to simulate a mine's production processes in real time, test various operational strategies, and forecast the outcomes without disrupting actual production.

In Kazakhstan, where mining sites are often located in remote areas, digital twins enable remote control, performance optimization, and rapid decision-making.

However, successful digital transformation depends not only on technology but also on education. Universities such as Saginov Technical University play an essential role in preparing highly qualified engineers capable of integrating AI and data science into industrial practice. Joint projects between academia and mining companies will accelerate innovation, foster research in data-driven geology, and ensure a sustainable workforce transformation.

In conclusion, the integration of AI into the mining industry of Kazakhstan aligns with global trends of Industry 4.0. By focusing on predictive maintenance, digital twins, and intelligent ore analysis, Kazakhstan can strengthen its technological sovereignty and maintain competitiveness in the global resource market. Artificial Intelligence represents not only a tool of efficiency but also a strategic vector for national industrial progress.

References

:

1. Zhang, Y., et al. (2023). *AI Applications in Mining Engineering*. *Journal of Mining Science*, 59(3), 245–256.
2. Nurpeissova, A., & Akhmetov, B. (2022). *Digital Transformation of the Mining Sector in Kazakhstan*. *Eurasian Mining*, 4(18), 55–63.
3. Deloitte Insights (2023). *The Future of Mining: AI, Automation, and Analytics*. Deloitte Global Report.
4. Saginov, A. (1987). *Engineering Education and Industrial Development in Kazakhstan*. Karaganda Technical Press.
5. World Economic Forum (2024). *Mining and Metals 4.0: AI for Sustainable Operations*. WEF White Paper.

GEOMECHANICAL PRINCIPLES FOR CONTROLLING THE STRESS– STRAIN STATE OF THE NEAR-CONTOUR ROCK MASS OF MINE WORKINGS IN COAL MINES

Research conducted using mathematical models with a modern numerical modeling software suite makes it possible to determine the influence of mining–geological factors on the operating conditions of mine support systems [1, 2]. Analytical modeling was performed using the numerical finite element method [3, 4].

Within this software environment, a model of the host rock mass consistent with the seam's bedding conditions was constructed, which made it possible to determine the stress–strain state at the point of interest within the engineered (technogenic) space and to assess the stability of the exposed rock for subsequent technological decision-making [5].

In accordance with the mine development program (depth 576–580 m), the conveyor drift 61K₁₂-B is planned to be driven in the 3rd district of the Saranskaya Mine of the Karaganda Coal Basin. The thickness of seam K₁₂ is 5.3 m; the seam dip is 14°. The entry is to be driven at a +1–2° grade. Seam K₁₂ has a complex structure and consists of 10–12 coal benches separated by interlayers of argillite and carbonaceous argillite 0.01–0.12 m thick.

In the immediate roof of seam K₁₂ there occur gray bedded argillites and siltstones: argillites—thickness 0.91 m, strength 2.5 on the Protodyakonov scale; siltstones—thickness 1.35–1.83 m, strength 3.5. The main roof is composed of gray, medium-grained sandstones 15.8–39.3 m thick with a strength of 5.

The floor of seam K₁₂ is represented by dark-gray argillites and siltstones; the argillites are prone to heave (swelling). Argillites: thickness 0.85–2.3 m (strength 2.5); siltstones: thickness 1.15 m (strength 3.5). Below lie gray, medium-grained, strong sandstones 2.15–21.2 m thick (strength 6.4).

The geomechanical situation analysis is presented in Table 1.

Table 1 — Characteristics of the Drift

Roadway Name	Length, m	Width, m	Height, m	Cross-sectional area, m ²	Support type	Support frame spacing, m	Lagging type
Conveyor Drift 61K ₁₂ -B	600	5,63/ 5,39	3,64/ 3,55	17,3/ 14,4	Steel sets; rock bolts	0,75	MM

In geomechanical terms, the conditions for driving the conveyor drift are characterized as of moderate complexity (see Figure 1).

The maximum extent of stratification (delamination) in the roof (4.1–4.2 m) and in the ribs (3.3–3.4 m) is typical of a rectangular cross-section; for an

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная горная промышленность переживает этап активной цифровизации и перехода на энергоэффективные технологии. Внедрение автоматизированных систем управления и телекоммуникационных решений позволяет значительно повысить безопасность, производительность и устойчивость горных предприятий.

Горная промышленность, энергетика, автоматизация, телекоммуникации, цифровизация, энергоэффективность, системы управления, SCADA, промышленная безопасность, интеллектуальные технологии, Smart Mine, устойчивое развитие, искусственный интеллект, мониторинг, цифровая трансформация.

Современная горная промышленность находится на этапе интенсивной технологической трансформации. Рост потребности в минеральных ресурсах, ужесточение требований к безопасности и экологической устойчивости стимулируют внедрение новых подходов к организации производственных процессов. Важнейшую роль в этом процессе играют энергетика, автоматизация и телекоммуникации, которые обеспечивают эффективное управление оборудованием, оптимизацию энергопотребления и оперативный обмен информацией между всеми участками предприятия. Развитие автоматизированных систем управления, интеллектуальных датчиков и телекоммуникационных сетей позволяет переходить от традиционных шахт и карьеров к концепции «умного горного предприятия» (Smart Mine), где все процессы взаимосвязаны в единую цифровую систему.

Материалы и методы: В процессе подготовки данной работы были использованы различные информационные, аналитические и статистические источники, отражающие современное состояние энергетики, автоматизации и телекоммуникаций в горной промышленности. Основными материалами послужили научные статьи отечественных и зарубежных исследователей, нормативно-технические документы, а также отчеты крупных горнодобывающих предприятий, внедряющих цифровые и энергоэффективные технологии. Для анализа энергетических процессов использовались данные по расходу электроэнергии, КПД приводов, эффективности систем вентиляции и освещения. Применялись методы энергетического баланса и сравнительного анализа, позволившие определить потенциал снижения энергопотребления за счет внедрения частотно-регулируемых

электроприводов, систем рекуперации энергии и использования возобновляемых источников — солнечных и ветряных установок. При рассмотрении вопросов автоматизации применялся системный подход, основанный на исследовании архитектуры современных SCADA- и PLC-систем. Были проанализированы алгоритмы автоматического контроля и регулирования технологических параметров — скорости конвейеров, давления, температуры, расхода воздуха и воды. Для моделирования производственных процессов использовались схемы логического управления и принципы построения интеллектуальных горных комплексов (Smart Mine). В исследовании телекоммуникационных технологий изучались особенности построения промышленных сетей связи, обеспечивающих обмен данными между подземными и наземными объектами. Рассматривались методы передачи информации через оптоволоконные линии, радиоканалы, Wi-Fi и 5G-сети, а также возможности интеграции этих каналов в единую диспетчерскую систему. Особое внимание уделено системам мониторинга безопасности, позволяющим отслеживать местоположение персонала, параметры окружающей среды (газ, температура, влажность) и состояние оборудования в режиме реального времени. Методологической основой работы послужили анализ, синтез, сравнительное исследование и обобщение накопленного опыта эксплуатации автоматизированных систем в горных предприятиях Казахстана, России и других стран. Для обработки информации использовались табличные и графические методы представления данных, что позволило наглядно продемонстрировать взаимосвязь между уровнем автоматизации, качеством связи и энергетической эффективностью производственного процесса. Таким образом, выбранные материалы и методы исследования позволили комплексно рассмотреть влияние энергетических, автоматизационных и телекоммуникационных технологий на повышение эффективности, безопасности и устойчивого развития горной промышленности.

В результате исследования установлено, что энергетика, автоматизация и телекоммуникации играют важную роль в развитии горной промышленности. Использование энергоэффективных технологий снижает затраты и повышает экологическую устойчивость. Автоматизация обеспечивает точность, безопасность и стабильность производственных процессов. Современные телекоммуникации — особенно 5G и оптоволоконные сети — позволяют создавать систему «умного рудника», где все процессы управляются и контролируются в реальном времени.

Список литературы

1. Абдрахманов А.Ж., Сарсенбаев Н.К. Автоматизация технологических процессов в горной промышленности. – Алматы: КазНТУ, 2021.
2. Кузнецов В.И. Энергосбережение и энергоэффективность в промышленности. – Москва: Недра, 2020.
3. Гончаров С.П. Информационные и телекоммуникационные системы на горных предприятиях. – Санкт-Петербург: Горная книга, 2019.

КЕН ДЕНЕСІНІҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ЖЕРАСТЫ ӨНДІРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Күрделі морфологиялық өзгерістердің кен денесінің әртүрлі бөліктерінде түсу бұрышының тұрақсыздығы бірнеше мәселенің туындауына себеп болады. Олардың ішінде ең маңыздысы – заманауи технологияларға сүйене отырып, инженерлік есептер арқылы алыну көрсеткіштерін болжамдау және шығарылатын шикізат сапасын анықтауға болады. Анықтау барысында тек жалпы қабылданған аналитикалық тәуелділікті қолдану арқылы жер асты өндіру жүйелерінің параметрлерін дұрыс анықтау әрдайым мүмкін бола бермейтіні белгілі. Әсіресе кен мен құрамдас жыныста морфологиялық бақылау жүйелері маңызды болып келеді. Кенді шығару кезінде болатын кинетикалық және динамикалық процестер туралы нақты мәлімет алу үшін көп жағдайда физикалық және компьютерлік модельдерде тәжірибелік зерттеулерге жүгіну қажет болып табылады.

Жерасты өндіру жүйесінің параметрлерін негіздеуде кен орнының жағдайларын, массивтің физика-механикалық қасиеттерін, руда денесіндегі пайдалы компоненттің таралу сипатын тереңірек анықтау қажет. Жұмыс жүйесінде кен денелерінің морфологиялық сипаттамаларының өзгеруінің пайдалылық көрсеткіштеріне әсерін анықтау, барлық тік қалыңдықты қамтитын, күрделі морфологиялы кен орындарына бейімдеуі байқалады. Осыған байланысты, кен орын параметрлерін негіздеу, кен денелері бойымен орналасқан қазбалар арқылы, кенді қабаттарды өндіру параметрлерін оңтайландыру арқылы және кеннің тік қалыңдығының өзгерісін ескере отырып жүзеге асырылады. Жерасты шахттары, оларда кен орындарын немесе олардың бөліктерін кен денелердің күрделі морфологиясына ие жерлерде руданы және қаптаушы қатты жыныстарды опырып алу арқылы өндіру жүргізіледі.

Морфологиялық өзгерістерді анықтау барысында физикалық және компьютерлік модельдерде аналитикалық және тәжірибелік-зерттеу әдістерін қамтитын кешенді зерттеу әдісі қолданылды. Күрделі морфологиясы бар кен денелерінің қалыңдығы өзгерген кезде кен шығыны деңгейінің өзгеруінің бұзылған қабат қалыңдығына тәуелділігі анықталды. Кен шөгінділерінің әртүрлі бұрыштарындағы кенді қалпына келтіру көрсеткіштеріне тау жыныстарының жанасу бетінің конфигурациясының әсер ету дәрежесі анықталды. Күрделі морфологиясы бар өзгертін тік қалыңдығы бар кен денелерін өндіру әдісі мен тәртібі негізделді.

Күрделі морфологиясылы кен кен орындарын игеру кезінде минералды өндірудің сандық және сапалық көрсеткіштеріне кен массасының бұрғылау параметрлерінің әсерін анықтайтын белгілемелер қажет болып табылады. Алынған нәтижелер мен ұсыныстар кен денесінің бүкіл тік қалыңдығы бойынша беттік өндіру кезінде кен мен негізгі жыныстарды қазу арқылы игеру жүйелерін жетілдіруге мүмкіндік беретіндігі және күрделі кен денесінің морфологиясы бар кен орындарын өндіру тиімділігін арттыруды қамтамасыз етеді. Заманауи технологиялық әдістерді қолдана отырып, физикалық және компьютерлік модельдеу және аналитикалық есептеулер нәтижелерінің жеткілікті конвергенция дәрежесі арқылы анықтауға болады.

Қазіргі уақытта салыстырмалы түрде төмен сұрыпты кендермен ұсынылған, пайдалы компоненттің біркелкі емес таралуы және күрделі геологиялық құрылымы бар кен орындарын игеру, қазу жыныстарының астынан кенді өндіруді қамтамасыз ететін технологияларды пайдалануды алдын ала анықтайды. Бұл кен орындарын тиімді игеру үшін кен мен негізгі жыныстарды қазу арқылы игеру жүйелерін жобалауда жинақталған тәжірибені пайдалану және осы тәжірибеге сүйене отырып, жер қойнауын игеруді жобалау теориясы саласындағы технологияларды жетілдіру және білімді кеңейту қажет болып табылады. Кен денелерінің күрделі морфологиясы бар кен орындарын игеру жағдайында ең жақсы өндіру жылдамдығына қол жеткізу үшін өңделген қабаттардың дұрыс параметрлерін таңдау маңызды. Морфологиялық өзгерістерге байланысты кен массасын бөлшектеу процесі физикалық және компьютерлік модельдерде модельденді. Әр қабат үшін екі көршілес өңдеуден кенді бөліп алу көрсеткіштерін анықтау және бөлшектеу процесін зерттеу бойынша тәжірибелер жүргізуге арналған физикалық модельдің схемасы қолданылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Лизункин М.В. Количественная оценка сложности структуры рудных месторождений при решении горно-технологических задач / М.В. Лизункин, В.М. Лизункин // Рациональное освоение недр. — 2020. — № 3. — С. 40 – 45.
2. Лизункин В.М. Результаты опытно-промышленных испытаний технологии отработки маломощных пологопадающих пластообразных рудных залежей расширенными заходками / В.М. Лизункин, М.В. Лизункин, А.Н. Рабольт, С.Г. Гуров // Горный журнал. - 2019. – №1. – С. 37-40.
3. Морозов А.А. Комплексная технология добычи и переработки беднобалансовых урановых руд / А.А. Морозов, В.М. Лизункин, П.Б. Авдеев, М.В. Лизункин // Горный журнал. - 2018. – №7. – С.44-48.
4. Лизункин В.М. Оценка прочностных свойств ураносодержащих руд Стрельцовского рудного поля / В.М. Лизункин, В.А. Бабелло, М.В. Лизункин, А.В. Бейдин // Горный журнал. - 2018. – №4. – С. 51-55.
5. Лизункин В.М. Определение коэффициента Пуассона раздробленных скальных пород различного гранулометрического состава / В.М. Лизункин, В.А. Бабелло, М.В. Лизункин, А.В. Бейдин // Горный журнал. -2017. – №2. – С. 45-50.

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная горная промышленность переживает этап активной цифровизации и перехода на энергоэффективные технологии. Внедрение автоматизированных систем управления и телекоммуникационных решений позволяет значительно повысить безопасность, производительность и устойчивость горных предприятий.

Горная промышленность, энергетика, автоматизация, телекоммуникации, цифровизация, энергоэффективность, системы управления, SCADA, промышленная безопасность, интеллектуальные технологии, Smart Mine, устойчивое развитие, искусственный интеллект, мониторинг, цифровая трансформация.

Современная горная промышленность находится на этапе интенсивной технологической трансформации. Рост потребности в минеральных ресурсах, ужесточение требований к безопасности и экологической устойчивости стимулируют внедрение новых подходов к организации производственных процессов. Важнейшую роль в этом процессе играют энергетика, автоматизация и телекоммуникации, которые обеспечивают эффективное управление оборудованием, оптимизацию энергопотребления и оперативный обмен информацией между всеми участками предприятия. Развитие автоматизированных систем управления, интеллектуальных датчиков и телекоммуникационных сетей позволяет переходить от традиционных шахт и карьеров к концепции «умного горного предприятия» (Smart Mine), где все процессы взаимосвязаны в единую цифровую систему.

Материалы и методы: В процессе подготовки данной работы были использованы различные информационные, аналитические и статистические источники, отражающие современное состояние энергетики, автоматизации и телекоммуникаций в горной промышленности. Основными материалами послужили научные статьи отечественных и зарубежных исследователей, нормативно-технические документы, а также отчеты крупных горнодобывающих предприятий, внедряющих цифровые и энергоэффективные технологии. Для анализа энергетических процессов использовались данные по расходу электроэнергии, КПД приводов, эффективности систем вентиляции и освещения. Применялись методы энергетического баланса и сравнительного анализа, позволившие определить потенциал снижения энергопотребления за счет внедрения частотно-регулируемых

электроприводов, систем рекуперации энергии и использования возобновляемых источников — солнечных и ветряных установок. При рассмотрении вопросов автоматизации применялся системный подход, основанный на исследовании архитектуры современных SCADA- и PLC-систем. Были проанализированы алгоритмы автоматического контроля и регулирования технологических параметров — скорости конвейеров, давления, температуры, расхода воздуха и воды. Для моделирования производственных процессов использовались схемы логического управления и принципы построения интеллектуальных горных комплексов (Smart Mine). В исследовании телекоммуникационных технологий изучались особенности построения промышленных сетей связи, обеспечивающих обмен данными между подземными и наземными объектами. Рассматривались методы передачи информации через оптоволоконные линии, радиоканалы, Wi-Fi и 5G-сети, а также возможности интеграции этих каналов в единую диспетчерскую систему. Особое внимание уделено системам мониторинга безопасности, позволяющим отслеживать местоположение персонала, параметры окружающей среды (газ, температура, влажность) и состояние оборудования в режиме реального времени. Методологической основой работы послужили анализ, синтез, сравнительное исследование и обобщение накопленного опыта эксплуатации автоматизированных систем в горных предприятиях Казахстана, России и других стран. Для обработки информации использовались табличные и графические методы представления данных, что позволило наглядно продемонстрировать взаимосвязь между уровнем автоматизации, качеством связи и энергетической эффективностью производственного процесса. Таким образом, выбранные материалы и методы исследования позволили комплексно рассмотреть влияние энергетических, автоматизационных и телекоммуникационных технологий на повышение эффективности, безопасности и устойчивого развития горной промышленности.

В результате исследования установлено, что энергетика, автоматизация и телекоммуникации играют важную роль в развитии горной промышленности. Использование энергоэффективных технологий снижает затраты и повышает экологическую устойчивость. Автоматизация обеспечивает точность, безопасность и стабильность производственных процессов. Современные телекоммуникации — особенно 5G и оптоволоконные сети — позволяют создавать систему «умного рудника», где все процессы управляются и контролируются в реальном времени.

Список литературы:

1. Абдрахманов А.Ж., Сарсенбаев Н.К. Автоматизация технологических процессов в горной промышленности. – Алматы: КазНТУ, 2021.
2. Кузнецов В.И. Энергосбережение и энергоэффективность в промышленности. – Москва: Недра, 2020.
3. Гончаров С.П. Информационные и телекоммуникационные системы на горных предприятиях. – Санкт-Петербург: Горная книга, 2019.

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В Национальном докладе о состоянии промышленности РК за 2024 год отмечается, что на фоне значительного увеличения объемов промышленного производства за период с 2018 года по 2023 наблюдается постоянно увеличивающийся дефицит квалифицированных кадров инженерно-технических и рабочих специальностей, прежде всего для предприятий металлургической, машиностроительной и нефтеперерабатывающей отраслей экономики.

Проведенный Национальным институтом развития в области промышленности опрос среди руководителей промышленных предприятий определил, что более 67 % из них нуждаются в квалифицированных инженерах и технических специалистах (рисунок 1) и почти 70% испытывают потребность в рабочих с техническое и профессиональное образование (слесари, электрики, токари и т.д.).

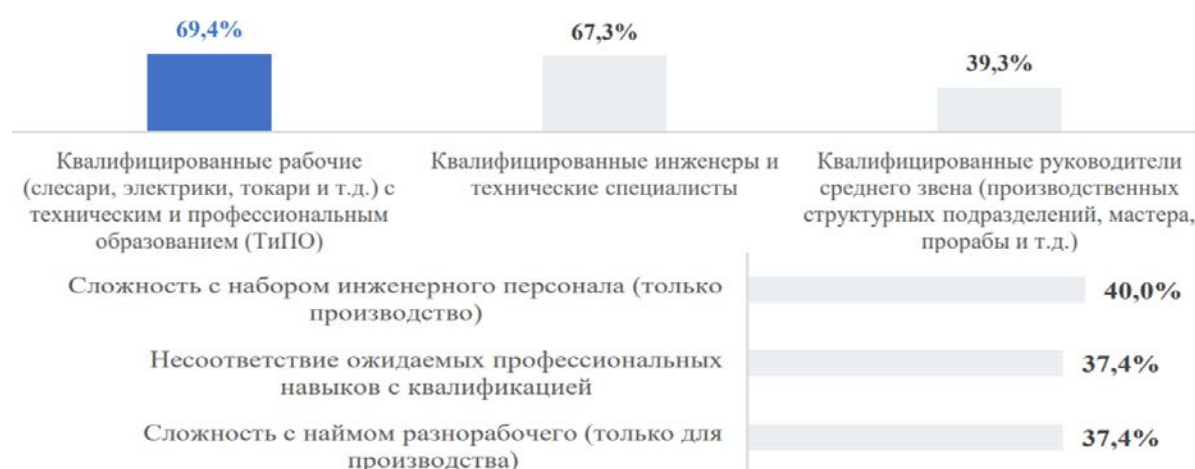


Рисунок 1- Потребность в квалифицированных кадрах причины их дефицита на промышленных предприятиях в 2024 году, %

На момент проведения опроса, около 46% опрошенных подтверждали соответствие численности персонала потребностям производства в квалифицированных кадрах.

Среди оставшихся предприятий, причиной дефицита в персонале называли отсутствие у рабочих необходимого уровня навыков, квалификации и даже опыта работы (более 37% опрошенных).

Наиболее остро нехватка квалифицированных специалистов ощущается по категории «квалифицированные рабочие» и «инженерно-технические специалисты» (рисунок 2). Именно этот факт стал определяющим в разработке стратегии развития системы высшего и послевузовского образования. За последние 5 лет были открыты 685 индустриальных образовательных программ (в том числе 54 для горной промышленности), соответствующие актуальным требованиям рынка труда и отраслей экономики. Эти программы разрабатываются совместно с представителями промышленных программ, что позволяет готовить специалистов, способных сразу включаться в производственный процесс, экономя время на обучение и специальную подготовку.

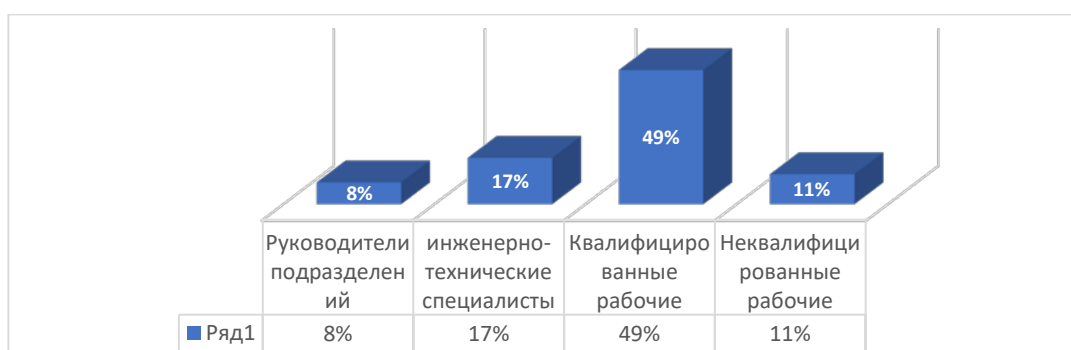


Рисунок 2- Доля предприятий промышленности, имеющих дефицит численности по отдельным категориям персонала

Также, подготовке квалифицированных специалистов, востребованных на рынке труда, способствует реализация дуального образования. 58 образовательных программ дуального обучения заключены между вузами Казахстана и горнодобывающими предприятиями. Этот факт позволил в 2023 году трудоустроить 846 выпускников, что подтверждает необходимость подобного подхода к подготовке специалистов.

Рассматривая подготовку специалистов рабочих профессий, можно отметить следующее. На фоне оптимизации и сокращения количества организаций ТиПО (711 в 2024 г. против 769 в 2018 г.) наблюдается рост численности учащихся (489,8 тыс. человек в 2018г и 569,9 тыс. человек в 2024 г.). это также направлено на удовлетворение потребности в квалифицированных рабочих на промышленных предприятиях. На подготовку специалистов, востребованных современным рынком труда направлено и принятие в 2021 году Атласа новых профессий и компетенций. Тренды, отраженные в документе, позволяют вузам совершенствовать учебные планы актуальных образовательных программ и готовить конкурентоспособных специалистов.

Список использованных источников

1. Национальный доклад о состоянии промышленности Республики Казахстан. Министерство промышленности и строительства Республики Казахстан. 2024г.

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СКАЛЬНОЙ ГОРНОЙ МАССЫ ИЗ
ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Для выдачи горной массы из глубоких карьеров, наиболее целесообразным считается применение крутонаклонных конвейеров. Кафедрой «Промышленный транспорт» Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова (ранее Карагандинский политехнический институт - КарПТИ) разработана конструкция крутонаклонного пластинчатого конвейера (ПКН-140), входящая в транспортный комплекс циклично-поточной технологии (ЦПТ) для открытых горных разработок. Конструкция конвейера имеет два автономных контура согласованных между собой автоматическим регулированием приводов и загрузочный узел в виде барабанного питателя, лопасти которого, синхронизированы с поперечными перегородками верхнего контура (Рисунок 1)[1].

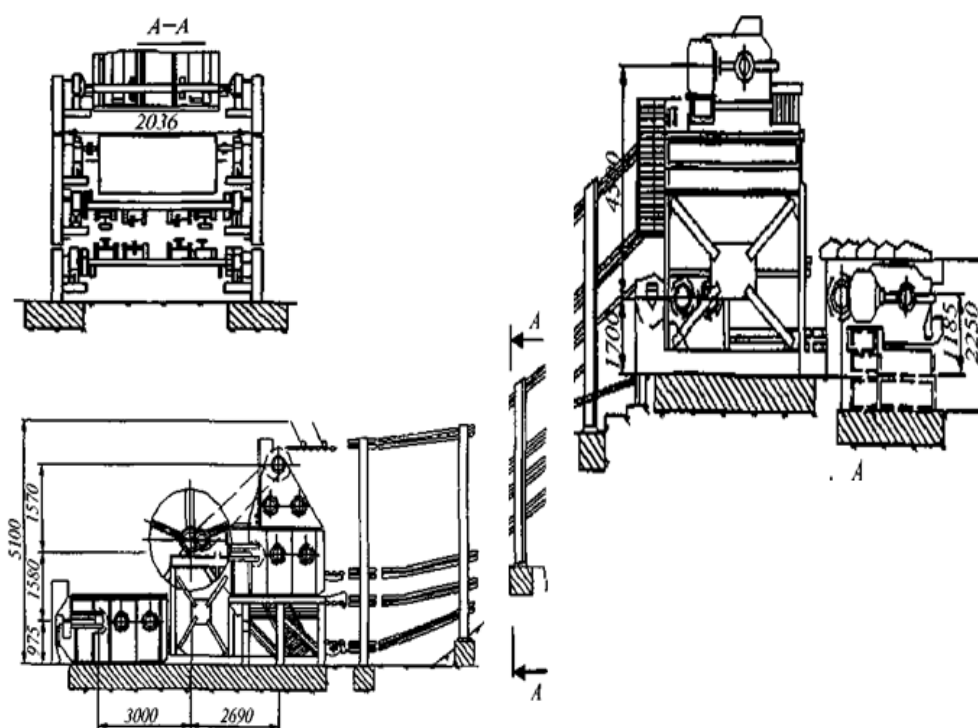


Рисунок 1 – Крутонаклонный пластинчатый конвейер ПКН-140

Применение пластинчатого конвейера с шириной полотна 1400 мм позволяет транспортировать горную массу сразу после буровзрывных работ, т.е. без вторичного дробления, с максимальным размером куска 1200 мм, что составляет 96% от общей горной массы, обеспечивая

производительность 5 млн.т/год и технологическую высоту подъема горной массы 80 м.

Выполненные исследования позволили сделать вывод о возможности высокоэффективного применения комплексов ЦПТ на базе пластинчатых конвейеров для доработки глубоких карьеров с аналогичными горнотехническими условиями [2].

К достоинствам пластинчатого конвейера, входящего в комплекс ЦПТ, можно отнести:

1. Возможность транспортирования горной массы без вторичного дробления, что снижает необходимость содержания в карьерах дробильных установок.

2. Снижение пылеобразования при транспортировании горной массы, что имеет большую экологическую значимость в условиях глубоких карьеров.

3. Угол установки 35° на борту откоса карьера значительно сокращает трассу транспортирования горной массы.

Основным недостатком пластинчатого конвейера являются большая металлоемкость конструкции.

Используя современные композитные материалы (ПКМ) углепластики и органопластики, например кевлар в отдельных элементах конвейера, можно добиться снижения общей массы при сохранении равной прочности [3].

Выводы

1. Исследованиями установлено, что перспективным видом транспорта для глубоких карьеров являются крутонаклонные конвейера, причем пластинчатый конвейер, в отличие от ленточного, имеет возможность транспортировать горную массу без вторичного дробления с максимальным размером куска 1200 мм.

2. Транспортирование горной массы пластинчатым конвейером значительно снижает пылеобразование, что имеет большую экологическую значимость в условиях глубоких карьеров.

3. Использование композитных материалов позволит дополнительно снизить вес сохраняя прочность и надежность всей конструкции.

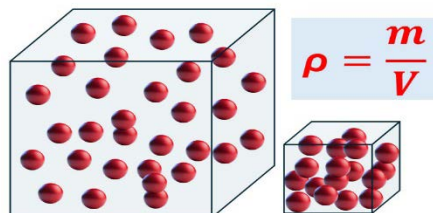
Список использованных источников:

1. Акашев А.З. Разработка способов и средств загрузки карьерного крутонаклонного пластинчатого конвейера.- Дис. канд.техн.наук –Алматы: КазНТУ, 1996. - 124с.
2. Акашев З.Т., Акашев А.З., Жандыбаев Б.Р. Крутонаклонный конвейерный подъемник для глубоких карьеров.- Ежемесячный научно – технический и производственный журнал «Тяжелое машиностроение» №11,- М., ООО изд-во «Тяжелое машиностроение», 2003 г.,- С. 24- 27
3. Композитный материал. Полимерные композитные материалы.- <https://ru.m.wikipedia.org> > wiki

ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ФИЗИКАЛЫҚ - МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ТАУ - КЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Тау жыныстарының физикалық қасиеттерін зерттеу — тау-кен инженерінің кәсіби қызметінің негізі. Тау жыныстарының мінез - құлқын білу кен қазу, барлау және жер асты құрылыстарын жобалау кезінде маңызды. Тау жыныстарының физика пәні осы процесстерді ғылыми тұрғыда түсіндіреді және инженерлік есептеулерде қолданылады.

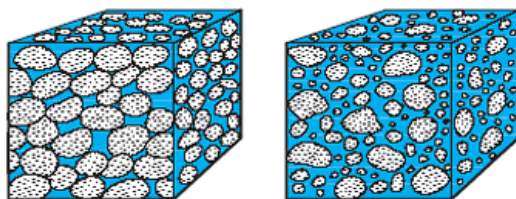
Тау жыныстарының негізгі физикалық қасиеттері. Тығыздық пен меншікті салмақ. Тау жыныстарының орташа тығыздығы (ρ) мына формуламен анықталады: $\rho = m / V$



1-сурет – Орташа тығыздығы

мұнда: m — жыныс массасы (кг), V — көлемі (m^3). Граниттің тығыздығы шамамен $\rho = 2600\text{--}2700 \text{ кг/м}^3$.

Кеуектілік пен су өткізгіштік. Кеуектілік коэффициенті (n) мына формуламен өрнектеледі: $n = (V_{\text{бос}} / V_{\text{жалпы}}) \times 100\%$. Кеуектілігі жоғары жыныстар суды жақсы өткізеді.



2-сурет – Кеуектілік пен су өткізгіштік

Серпімділік және деформация. Жыныстардың серпімді қасиеттері Гук заңы арқылы сипатталады: $\sigma = E * \epsilon$, мұнда: σ — кернеу (Па), ϵ — салыстырмалы деформация, E — серпімділік модулі (Па).

Тау жыныстарының жылу және электр қасиеттері. Жылу өткізгіштік коэффициенті (λ) жыныстың температураны қаншалықты тез өткізе алатынын көрсетеді. Ол мына теңдеумен анықталады: $q = -\lambda * (dT/dx)$

Жылу өткізгіштігі жоғары жыныстар (гранит, базальт) жылуды тиімді өткізеді. Тау жыныстарының физикалық қасиеттерін білу арқылы инженерлер. Тау қазбаларының орнықтылығын есептейді. Жару жұмыстарын тиімді жобалайды. Жер асты суларының қозғалысын болжайды. Кен орнындағы температура мен қысым жағдайларын бағалайды.

Қорытындылай келе, тау жыныстарының физикасы — тау-кен инженерінің кәсіби білімінің негізін қалайды. Тығыздық, серпімділік, жылу және электр өткізгіштік сияқты қасиеттерді білу табиғи ортаны терең түсінуге және өндірістік процестерді қауіпсіз жүргізуге көмектеседі.

Қолданылатын әдебиеттер тізімі:

1. Қажығалиев Қ. Геофизика негіздері. — Алматы: Қазақ университеті, 2017.
2. Аманжолов Б. Тау жыныстарының физикасы және механикасы. — Астана: Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ баспасы, 2020.
3. Nurmagambetov A. Physical Properties of Rocks: Study and Applications. — Springer, 2019.
4. Арыстан И.Д. Тау жыныстары физикасының негіздері» пәні бойынша зертханалық жұмыстар. - Қарағанды, 2012

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Искусственный интеллект (ИИ) становится ключевым направлением цифровой трансформации горнодобывающей отрасли Казахстана. Его внедрение позволяет повышать производительность, снижать риски и улучшать экологическую безопасность. В статье рассматриваются направления применения ИИ в казахстанском горном деле, преимущества и проблемы внедрения, а также перспективы развития в контексте национальной программы цифровизации промышленности.

Горнодобывающая промышленность занимает важное место в экономике Казахстана, формируя значительную часть экспортного потенциала страны. Однако многие предприятия по-прежнему сталкиваются с проблемами низкой эффективности, устаревшего оборудования и высокой опасности производственных процессов.

ИИ становится основой концепции «умной шахты» (Smart Mine), которая активно развивается в Казахстане в рамках государственной программы «Цифровой Казахстан».

Применение ИИ в горном деле Казахстана. Алгоритмы машинного обучения применяются для анализа геолого-геофизических данных, спутниковых снимков и исторических отчетов. Например, в проектах по разведке меди и золота на Востоке Казахстана используются системы анализа больших данных для прогнозирования перспективных участков и сокращения времени на бурение.

ИИ применяется для анализа данных с сенсоров и камер, контролирующих концентрацию газов, деформацию пород и уровень вибраций. Такие системы уже тестируются на угольных шахтах Карагандинской области. Кроме того, интеллектуальные алгоритмы помогают отслеживать выбросы пыли и оптимизировать расход электроэнергии, способствуя снижению экологического воздействия добычи.

Внедрение ИИ в горнодобывающую отрасль Казахстана даёт целый ряд преимуществ. Повышение эффективности интеллектуальные алгоритмы помогают управлять производством в реальном времени. Снижение издержек оптимизация работы оборудования и энергопотребления уменьшает затраты. Безопасность труда дистанционное управление и роботизация снижают количество аварий. Экологическая

устойчивость контроль за выбросами и утечками позволяет сократить вредное воздействие на окружающую среду.

Решение этих задач требует сотрудничества государства, бизнеса и университетов, а также развития образовательных программ в области «индустрии 4.0».

Перспективы развития. В ближайшие годы в Казахстане ожидается активное внедрение систем ИИ в рамках концепции «Интеллектуального горного предприятия». Планируется развитие цифровых двойников шахт, использование Интернета вещей (IoT) и облачных платформ для анализа производственных данных, особое внимание уделяется проектам ERG и «Казахмыс», где внедряются элементы предиктивного анализа, автоматического планирования добычи и систем мониторинга безопасности. Казахстан имеет потенциал стать одним из региональных лидеров в применении искусственного интеллекта в горной отрасли Центральной Азии.

В заключении, искусственный интеллект открывает новые возможности для развития горнодобывающей промышленности Казахстана. Он позволяет повысить производительность, безопасность и экологическую устойчивость предприятий. Несмотря на существующие барьеры, цифровизация горного дела с использованием ИИ является неотъемлемой частью будущего страны и важным шагом на пути к созданию «умных шахт» Казахстана.

Список использованных литератур:

- 1. Министерство индустрии и инфраструктурного развития РК. Отчёт о цифровизации горнодобывающего сектора, 2024.*
- 2. Eurasian Resources Group. Годовой отчёт о внедрении цифровых технологий, 2023.*
- 3. OECD Report on Digital Mining Technologies, 2023.*
- 4. Программа “Цифровой Казахстан”, Нур-Султан, 2022.*

МЫС-СУЛЬФИДТЫ КЕНІНІН БАЙЫТУ ӨНІМНІН САПАСЫН
ЖОҒАРЛАТУ ЖОЛДАРЫ

Бағалы компоненттерді максималды өңдеу мен минералды шикізатты кешенді қолдану технологияны дамытудың негізгі жолдары ол: негізгі байыту процестерді қолдану және ең тиімді флотациялық реагенттерді пайдалану болып табылады. Кендерді байыту кезінде байытылған өнімден зиянды қоспаларды жою мәселесі шешіледі, себебі балқытылатын металдың сапасын төмендетеді.

Кенді өңдеу үшін ең оңтайлы технологиялық сызба мен флотациялау режимін қолдануға, оңтайлы реагентті таңдауға және бағалы компонентті максималды бөліп алу болып табылады. Кен орны аясында кендер әртүрлі болады және құрамында бірнеше минерал болады. Осыған байланысты екі немесе одан да көп концентрат алу үшін кешенді байыту әдістері қолданады.

Пайдалы қазбаларды байытудың кез-келген әдісін өзінің түпкі мақсатымен қолдану кейбір минералдарды басқаларынан бөлуге ие және бөлінетін минералдардың белгілі бір қасиеттеріндегі айырмашылықтарды пайдалануға негізделген. Байытудың флотациялық әдістері минералдардың физика-химиялық беттік қасиеттеріндегі айырмашылықтарды қолданады.

Флотация процесіне қатысатын заттардың жиынтығын флотация жүйесі ретінде анықтай отырып, барлық ұқсас жүйелер гетерогенді, дисперсті, көп фазалы және көп компонентті болып сипатталады.

Әр фазаның молекулааралық әсерлесуінің қарқындылығының өлшемі оның полярлығы болып табылады, ол өз кезегінде беттік энергияның Q , диэлектрлік тұрақты, диполь моменті, буланудың жасырын жылуы, молекулалық қысым және басқа да молекулалық қасиеттермен сипатталады.

Көп компонентты және полидисперсты қатты фазадан және күрделі құрамды сулы ортадан тұратын флотациялық пульпаға флотореагенттерді енгізу сұйық фазада және фаза аралық беттікте көп тәріздес үрдістердің пайда болуына келтіреді. Флотациялық пульпаның сұйық фазасымен реттеуші реагенттердің әрекеттесу үрдістері келесі:

- жаңа қосылыстардың, соның ішіндегі тұнба пайда болатын, коллоидты және жуан дисперлы бөлшектерден өсетін ұрықтардан қиын еритін қосылыстардың пайда болуын келтіретін рудалы пульпаның сұйық фазасының иондық және молекулалық құрамымен, басқа топқа жататын реагенттермен химиялық реакциялар;

- қатты фазаның бетіндегі және ерітінділердегі иондарының алмасу сорбциясы;

- молекулалық комплекстердің бетіндегі молекуларының және иондарының сорбциясымен байланысқан басқа топтағы қиын еритін реагенттерінің мицелла құрауына әсері.

Рудалы суспензияның сулы фазасында еріген қосылыстарымен, соның ішіндегі көп реакцияға қатысатын басқа топқа жататын реагенттермен флотореагенттердің және олардың гидролизімен диссоциацияның өнімдерінің реакциялары жоғарғы қарастырылған үрдістердің ішінен ең маңыздысы.

Кейбір минералдарды және олардың топтарын активтендіруге немесе депрессерлеуге әкелетін көп тәріздес үрдістерінің физикалық салдары флотациялық үрдісінің жүруіне маңызды әсерін тигізеді.

Мыс сульфидті кендерін байыту кезінде мыс концентратына қорғасын алынады, оның мыс концентратындағы жоғары мөлшері атмосфераны мыс балқыту зауытының шығатын газдарымен ластайды. Осы жұмыста мыс-сульфидті кендерді флотациялау кезінде мыс концентратындағы улы қорғасынның мөлшерін азайту жолдары қарастырылған. Қойылған мақсатқа жету үшін, галениттің мыс-сульфидімен салыстырғандағы табиғи флотациялау артықшылықтары қолданылды. Мұның бір әдісі-органикалық және бейорганикалық қосылыстардың құрылымы, олардың минералдар бетіндегі адсорбциясы және сульфидті минералдардың флотациялық қасиеттері арасындағы байланысты зерттеу.

Кенді байыту кезінде қолданылатын реагенттер флотация процесінің жоғары селективтілігін, тұрақтылығы мен тиімділігін қамтамасыз етеді, сонымен қатар байытудың осы әдісін жетілдіруге және күшейтуге үлкен мүмкіндіктер жасайды. Флотациялық реагенттерді қолданбай флотация іс жүзінде мүмкін емес. Флотациялық реагенттердің әсері минералдардың беттік қасиеттерін кең ауқымда өзгертуге мүмкіндік береді. Флотациялық реагенттерде бірнеше реактивті топтары бар органикалық қосылыстар үлкен коваленттік байланысқа ие, пульпаның рН мәніне байланысты мыс, қорғасын және мырыш металл катиондарымен кешен құруға қатысады. Молекулада атомдар мен топтар арасында өзара байланыс ықпалы болатындықтан, молекулада бірнеше анион топтарының (OH^- , COO^- , SO_3^{2-}) болуы реагенттердің депрессивтік әрекетін күшейтеді. Электронды тығыздықтың ығысуы нәтижесінде молекулада минералдық беттің катиондарымен реагент арасындағы химиялық байланыс және молекулааралық кешенді қосылыстар түзетін мезомерлі әсер артады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

1. Акимбекова Б.Б., Омарова Н.К. Жаңа флотореагенттер. Оқу құралы. Қарағанды: ҚарМТУ, 2014 ж.
2. Көшербаев К.Т. Флотациялық байыту әдістері. Алматы. Дәур. 2013.
3. Көшербаев К.Т. Кен байыту негіздері. Оқулық. Алматы. Дәур. 2011.
4. Бейсебеков М.Қ. Органикалық химия. Алматы: аль-Фараби атындағы ҚҰУ. 2013.

«ВЛИЯНИЕ ШЛАКА СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МИКРОСТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШАМОТНОГО КИРПИЧА»

В условиях современного металлургического производства всё большее значение приобретает рациональное использование вторичных ресурсов и техногенных отходов. Ежегодно предприятия чёрной металлургии образуют миллионы тонн сталеплавильных шлаков, представляющих собой сложные алюмосиликатно-кальциевые системы с высоким содержанием оксидов Fe, Ca и Mg [1].

Одним из перспективных направлений их переработки является использование в производстве строительных и огнеупорных материалов. Шлаки могут выступать как активные минеральные добавки, способствующие образованию плотных структур и улучшению физико-механических характеристик изделий [2].

Шамотный кирпич, традиционно применяемый для футеровки тепловых агрегатов, характеризуется высокой огнеупорностью и термостойкостью, но относительно невысокой механической прочностью [3]. Введение определённых количеств сталеплавильного шлака в состав шамотной массы может привести к образованию низкоплавких соединений, повышающих спекание и сцепление зёрен при обжиге, тем самым улучшая прочностные характеристики без существенного ухудшения термостойкости [4].

В работах [5] отмечено, что техногенные шлаки при определённых дозировках способны модифицировать микроструктуру огнеупорных материалов, способствуя формированию муллитовых и анортитовых фаз. Исследования показали, что добавки CaO- и Fe₂O₃-содержащих шлаков интенсифицируют процессы спекания и снижают температуру обжига. Однако чрезмерное количество таких добавок приводит к образованию стекловидных фаз и ухудшению термостойкости.

Таким образом, актуальной задачей является определение оптимального содержания сталеплавильного шлака в шамотной массе, обеспечивающего улучшение свойств при сохранении огнеупорности.

Основным сырьём служила огнеупорная глина (с содержанием Al₂O₃ 10–30 %), шамотное зерно фракции 0–3 мм и пластификатор. В качестве добавки использовался сталеплавильный шлак с химическим составом, мас. %: CaO – 33,2; SiO₂ – 28,5; Fe₂O₃ – 12,1; MgO – 6,7; Al₂O₃ – 5,9; MnO – 2,3.

Шлак вводился в количестве 0, 3, 5 мас. %. Смеси формовались методом полусухого прессования при давлении 25 МПа, затем сушились при 110 °С и обжигались при температурах 1300 и 1400 °С.

Исследования включали:

- испытание на сжатие (ГОСТ 24468–80);
- изучение микроструктуры с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ);
- рентгенофазовый анализ (РФА) для определения фазового состава.

Рентгенофазовый анализ показал, что при содержании шлака до 3 % основными фазами являются муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), кварц и анортит ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). При повышении содержания шлака до 5 % появляется значительное количество стекловидной фазы, что приводит к образованию микротрещин.

Микроструктурный анализ подтвердил более плотное спекание зерен шамота при добавке 3 % шлака. Межзерновые границы становятся менее выраженными, что указывает на развитие диффузионных процессов в зоне контакта.

Данные показывают, что оптимальное количество шлака составляет 3 мас. %. При этих дозировках достигается уплотнение структуры и повышение прочности до 5 % относительно контрольного состава. Введение сталеплавильного шлака в количестве 3 мас. % способствует уплотнению структуры шамотного кирпича и повышению его прочности при сжатии до 19 МПа.

Список использованных источников:

1. Смирнов В.Н., Кондратьев А.А. *Переработка сталеплавильных шлаков в строительных материалах.* – М.: Металлургия, 2018. – 214 с.
2. Мартынов И.П., Федоров С.В. *Влияние минеральных добавок на свойства шамотных огнеупоров // Огнеупоры и техническая керамика.* – 2021. – №4. – С. 15–20.
3. Сидоренко А.Г. *Шамотные огнеупоры: технология и свойства.* – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – 156 с.
4. Luo J., et al. **Effect of steelmaking slag on phase formation in aluminosilicate refractories.* // *Ceramics International*, 2020, Vol. 46(11), pp. 18734–18742.*
5. Ким Н.В., Ткаченко П.Н. *Использование металлургических отходов в огнеупорной промышленности // Металлургия и экология.* – 2022. – №2. – С. 34–40.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЫНОЧНОЙ МОЩИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОТРАСЛЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЫНКОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В современных условиях принятие управленческих решений, касающихся объема и цен выпускаемой продукции, выделения средств на научно-технические работы, маркетинг и других параметров, должно базироваться на принципах рыночной экономики, прежде всего, на анализе и учете влияния рынка, на котором функционирует предприятие. Поведение производителей минерального сырья в существенной мере определяется сложившейся структурой отраслевого рынка, которая, в свою очередь, зависит от влияния множества базовых условий, как со стороны спроса, так и со стороны предложения.

Важнейшей задачей управления горным предприятием является изучение его отраслевой организации и учет воздействия предприятия на сложившийся рынок. Концептуально - теоретические положения, изучающие механизм рыночного типа, выделяют 2 основных методических подхода анализа организации рынков минерального сырья (рисунок 1).

Первый подход предполагает изучение взаимосвязи и взаимовлияния таких основных элементов механизма функционирования рынка минерального сырья как структура рынка и поведение его главного участника-горное предприятие. Причинно-следственный подход реализуется в этом случае через изучение изменений в рыночной структуре и влияние этих изменений на поведение горного предприятия.

Суть второго подхода («Критическая обратная связь») заключается в изучении влияния изменений в поведении горного предприятия на существующую структуру отраслевого рынка. Изменения отраслевого рынка могут быть вызваны, например, изменением в распределении ресурсов, которые могут повлиять на характер организации и проведении горных работ. И, как следствие, отразиться на конкурентной среде, на механизме ценообразования, на уровне прибыли и т.п.

Анализ отраслевой структуры рынка минеральных ресурсов включает 3 группы показателей, которые позволяют оценить предприятие, с точки зрения его способности влиять на отраслевой рынок.

В целом, анализ по предложенной методике позволяет оценить возможности горного предприятия максимизировать свою прибыль через воздействие на рынок минерального сырья.

Предложенная методика учитывает тип и степень конкуренции, особенности формирования издержек и прибыли, а также позволяет обосновать оптимальный объем продукции, цену на нее и мероприятий по

повышению конкурентоспособности горных предприятий в современных условиях.



Рисунок 1 – Методические основы анализа отраслевой организации рынка минерального сырья и продуктов его переработки

Преимуществом данной методики анализа отраслевых особенностей рынков является то, что можно обеспечить достоверную оценку новых месторождений полезных ископаемых и их влияние на изменение на рынке, а также выявить монополизированные рынки.

Список использованных источников

1. Касаткина Е.А. Экономика отраслевых рынков: учеб. пособие: [Электрон. ресурс]. – Ижевск: Удмуртский университет, 2023. – 46 с
2. Alimbaev A.A., Filyuk G.M., Kenesheva G. A. The ways for strategy implementation of technological moderation of Kazakhstani industry// Экономика отраслевых рынков. N 3 (126) 2019. С.141-154.
3. Отчет о состоянии конкуренции на отдельных товарных рынках и принимаемых мерах по ограничению монополистической деятельности за 2022 год. Агентство по защите и развитию конкуренции республики Казахстан. Астана. 2023.

МАШИНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИИ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В научном докладе представлена новая конструкция машины для получения различных неметаллических изделий из порошкообразных сыпучих материалов. Широки спектр изделия и деталей из неметаллических материалов широко используют в народном хозяйстве, в быту, т.к. они обладают определённой прочностью, лёгкостью просты при изготовлении. В данной работе предложена наиболее простая кинематическая схема конструкций технологической машины для получения изделия из сыпучих неметаллических материалов, которая не имеет аналогов. Новая конструкция машины значительно повысить производительность получения различных неметаллических изделий.

Детали и изделия, изготовленных из неметаллических материалов (НМ) (трубы, краны, фитинги, розетки или детали электроприборов и др.) имеет большой спрос в народном хозяйстве, в быту, т.е. в жизни человека, т.к. они обладают определённой прочностью, лёгкостью просты при изготовлении. Для производства всех этих изделий из НМ используют различные способы и устройства и приспособления: литьевые машины, способ прессования (экструзия) на гидропрессах, экструзионные установки и др. машины и технологические оборудования .

Кроме того, спектр изделия и деталей из НМ на современных технологических машинах и оборудовании очень широкий: угольные брикеты, строительные кирпичи, плиты, брусчатки, таблетки и даже могут изготавливаться пищевые продукты, например, сахар, чай и другие спрессованные продукты. Поэтому создание и разработка новых наиболее производительных технологических машин и оборудования простой конструкцией является актуальным, т.к. применяемые современные машины и технологические оборудования очень сложны по своему конструктивному исполнению и очень дорого стоят (например, таблетмашины, автоматы и др.).

С этой целью на рисунке 1 показано наиболее простая кинематическая схема конструкций технологической машины для получения изделия из сыпучих НМ, которая состоит из следующих основных кинематических взаимосвязанных узлов и элементов: 1-зубчатая передача, передающий вращение от привода; 2- кривошип; 3- материальный цилиндр или магазин накопитель; 4- шатуны; 5- ползун шатуна; 6- ползун цилиндра; 7-рычаг; 8- подвижная матрица, 9-готовое изделие, 10-загружаемая воронка сыпучих материалов.

Принцип работы машины для получения изделия из сыпучих НМ материалов осуществляется следующим образом. За счёт зубчатой передачи 1 вращение от привода передаётся кривошипам 2. В исходном положении кривошипов 2 и рычага 7, т.е. когда $\lambda_0=90^\circ$, $\beta_0=45^\circ$ в магазин накопитель 3 через воронку 10 загружается сыпучий НМ материал, строго дозированный по массе или объёму (объем или масса загружаемого материала равен или чуть больше объёма и массы получаемого изделия). При вращении кривошипов 2 вала, получаемых от привода машины с помощью зубчатой передачи 1 ползуны 5 и 6 с за счёт воздействия шатунов 4 начинают постепенно перемещаться в горизонтальном направлении, занимая различные положения в зависимости от положения кривошипов 2. Перемещение ползун 5,6 приводит соответственно перемещению подвижной матрицы 8 с помощью рычага 7. Движущийся навстречу с матрицей 8 ползун 6 смещает или как бульдозер «скребёт» сыпучий материал постепенно заполняя приоткрывающийся полости матрицы 8.

Рассмотрим положения ползун 5, 6 и матрицы 8 при вращении кривошипов 2 на величину $\Delta\lambda_1$ (рис.1). При вращениях кривошипов 2 на величину $\Delta\lambda_1$, ползуны 5 и 6 соответственно переместятся на величину $\Delta's_1$, а подвижная матрица 8 с помощью рычага 7 сместится на Δs_1 . При дальнейшем вращений кривошипов 2 на величину $\Delta's_2$, $\Delta's_3$, $\Delta's_i$, и т.д, ползуны 5 и 6, и подвижная матрица 8 будут дальше перемещаться навстречу друг другу, и при достижении предельного положения, т.е. когда $\lambda_6=0^\circ$ и $\beta_6\approx 90^\circ$, произойдёт полное заполнения полости матрицы сыпучими материалами, получением готового изделия 9 (штриховыми линиями на рисунке 1 показаны различные положения ползун 5 и матрицы).

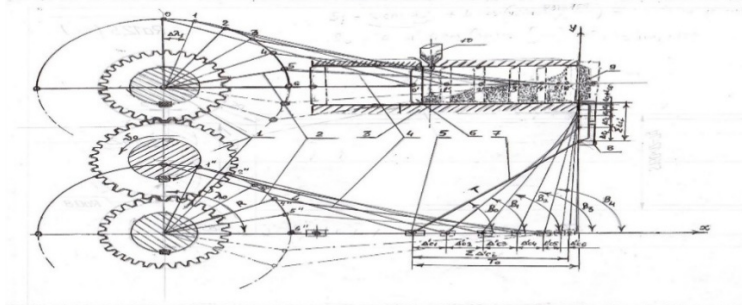


Рисунок.1. Кинематическая схема технологической машины для получения изделия из сыпучих НМ материалов и стадии перемещения ползун 5 и матрицы

Список использованных источников

1. Ашкеев Ж.А., Андреященко В.А., Абишкенов М.Ж., Буканов Ж.У. Определение напряженного состояния и усилия деформации шарообразных заготовок в закрытой матрице / Вестник ПНИПУ. Механика 4 (2021) 5–12
2. Stress state and power parameters during pulling workpieces through a special die with an inclined working surface/Z. Ashkeyev [et al.] // Engineering Solid Mechanics. – 2021. – Vol. 9, № 2. – P. 161–176. <https://doi.org/10.5267/j.esm.2020.12.003>.
3. Segal V. modes and processes of severe plastic deformation (SPD) // Materials. – 2018. – Vol. 11, № 7. – P. 1175.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ DATAMINE В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

В статье рассмотрено программное обеспечение Datamine, применяемое в горной промышленности для геологического моделирования, планирования и оптимизации горных работ. Приведены основные модули платформы, описаны этапы её внедрения и преимущества интеграции в производственный процесс. Отмечено, что использование Datamine позволяет повысить точность оценки запасов, оптимизировать производственные решения и обеспечить эффективное управление данными при открытых и подземных горных разработках.

Материалы и методы: Методическая часть исследования основана на комплексном подходе к оценке функциональных возможностей платформы Datamine в горном производстве.

Цель методики заключается в определении эффективности применения программных модулей Datamine для решения задач геологического моделирования, планирования горных работ и управления производственными процессами. Исследование проводилось в несколько этапов. Анализ исходных данных. На первом этапе были собраны и проанализированы входные данные, используемые в системах Datamine: буровые журналы, результаты лабораторных анализов, топографическая съёмка и технологические параметры горных работ. Создание геологической модели.

На основе данных бурения и литологических разрезов в модуле Datamine Studio RM были построены проводные (wireframe) модели рудных тел, определены контуры минерализации и выполнена пространственная интерполяция с использованием метода кригинга. Построение блок-модели. На основании трёхмерной геологической модели была создана блок-модель с распределением содержания полезного компонента по объёму рудного тела.

Проведена оценка запасов и классификация категорий (measured, indicated, inferred) в соответствии с международными стандартами JORC. Проектирование и планирование горных работ.

С использованием модуля Datamine Studio OP выполнено проектирование карьера: оптимизация контуров, расчёт откосов, транспортных берм и рабочих горизонтов. Затем с помощью модуля NPV Scheduler.

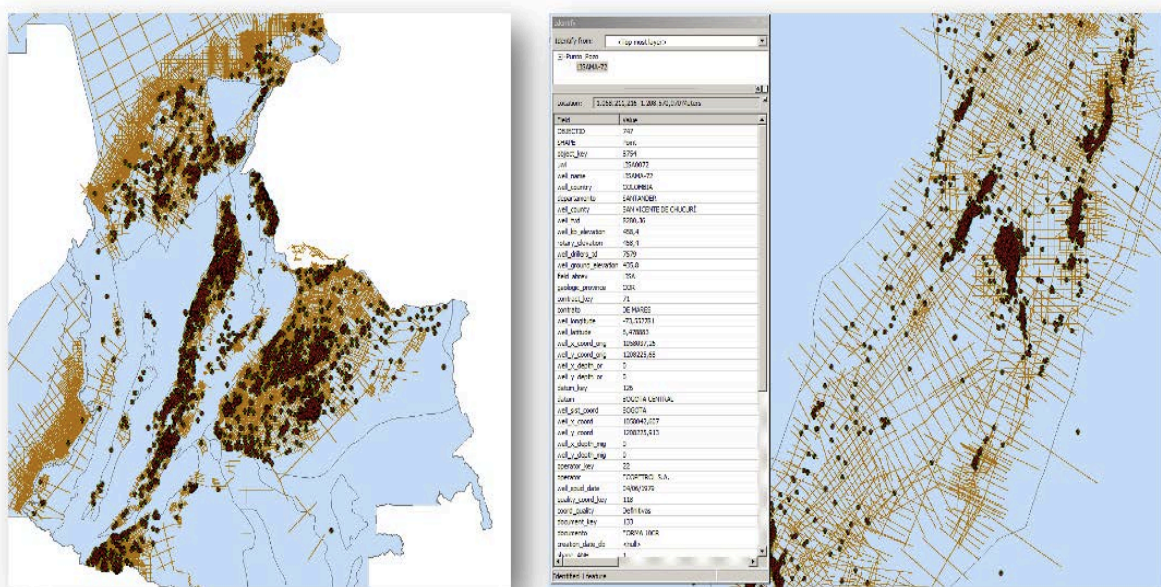


Рисунок 1. Моделирование в программе “Datamine”

Методы исследования: геостатистические методы — интерполяция (ordinary kriging, inverse distance weighting), анализ вариограмм; пространственное моделирование — 3D-воксельное моделирование и построение изолиний содержания; техническое проектирование — расчёт параметров уступов, транспортных берм и углов откосов; экономическое моделирование — оптимизация добычных блоков по NPV и срокам реализации проекта; компьютерное моделирование — использование среды Datamine Studio для обработки данных и визуализации результатов. Критерии оценки: точность геологического моделирования (по сравнению с фактическими данными бурения); снижение ошибок при передаче данных между геологами и инженерами; экономический эффект от оптимизации планов добычи; удобство пользовательского интерфейса и возможность автоматизации процессов.

Список литературы:

1. Datamine Software Group. Official website: <https://www.dataminesoftware.com>
2. Dimitrakopoulos R. “Geostatistics and resource estimation: Applications in mining.” *International Journal of Mining Science and Technology*, 2021.
3. Wills B. A., Finch J. Wills’ *Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. 9th Edition. Elsevier, 2016.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Цифровые двойники — это сложные системы, состоящие из различных аппаратных и программных компонентов, объединённых промежуточным программным обеспечением, предназначенным для эффективного управления данными. Эти компоненты работают вместе, создавая виртуальное представление физических объектов, что позволяет улучшить мониторинг, моделирование и принятие решений на протяжении всего жизненного цикла актива.

Цифровой двойник работает в рамках процесса, известного как цифровая цепочка, которая включает в себя следующие этапы:

1. Сбор данных: данные собираются с физического объекта и из окружающей его среды, а затем отправляются в централизованное хранилище.

2. Подготовка данных: собранные данные анализируются и форматируются для использования цифровым двойником.

3. Отображение в реальном времени: цифровой двойник использует обработанные данные для отображения состояния и работы физического объекта в реальном времени, что позволяет тестировать потенциальные изменения в среде и выявлять узкие места в работе. На этом этапе могут применяться алгоритмы искусственного интеллекта для улучшения конструкции продукта или устранения тенденций, которые могут привести к дорогостоящим простоям.

4. Визуализация данных: аналитика представлена в виде информационной панели, которая позволяет заинтересованным сторонам получать полезную информацию на основе данных.

5. Принятие решений: на основе этих данных заинтересованные стороны могут принимать обоснованные решения о корректировке параметров физического объекта, процессов или графиков технического обслуживания.

6. Цикл обратной связи: процесс является итеративным и позволяет постоянно повышать точность цифрового двойника за счёт ввода новых данных [1][2].

Технология цифровых двойников стала революционным инструментом в области инженерии, особенно в сфере производства и промышленных процессов. Создавая виртуальные копии физических систем, цифровые двойники позволяют инженерам и менеджерам отслеживать, анализировать и оптимизировать операции в режиме

реального времени, что способствует более эффективному принятию решений и повышению производительности [3][4]

На примере корпуса коробки подач исследуется взаимосвязь между виртуальной моделью, реальной деталью и результатами производства, включая анализ систематических и случайных факторов, влияющих на качество и себестоимость изделия.

В реальной детали - корпусе коробки передач из чугуна СЧ18 - выделяются 20 поверхностей, различающихся по форме, точности и шероховатости. Критические поверхности (посадочные отверстия Ø110H7 и Ø120H7, база А, фланец под крышку) требуют высокой точности (H7) и минимальной шероховатости (Ra 0,8–1,25). Для их обработки применяются комбинации операций: расточка, шлифование, хонингование, а также высокоточные VMC станки и специализированная оснастка. Сравнение показало:

1. Реальная деталь требует 6–8 установок против 3–4 у виртуальной модели.

2. Контроль качества осуществляется с помощью координатно-измерительных машин, а не ручным инструментом.

3. Базирование осуществляется по совмещённым базам (А и В), что требует более жёсткой оснастки.

Задержки в операциях чаще всего возникают:

а) на этапе симуляции и подбора режимов резания (высокие вычислительные затраты при сложной геометрии);

б) при корректировке УП после обнаружения расхождений между виртуальной и реальной траекторией;

с) при повышенном износе инструмента на отдельных операциях (например, хонингование или расточка подшипниковых посадок).

Цифровой двойник как идеальный двойник реального технологического процесса позволяет не только анализировать и корректировать операции, но и прогнозировать поведение системы при изменении условий.

Он становится инструментом непрерывного совершенствования производства, объединяя опыт прошлых и текущих процессов. Таким образом, использование ЦД в механической обработке корпуса коробки передач обеспечивает:

1. снижение брака и затрат на инструмент;

2. повышение точности и стабильности обработки;

3. систематизацию опыта для последующих оптимизаций.

Список использованных источников

1. Digital Twins: Technology, Use Cases, and Implementation Tips.// AltexSoft Editorial Team //Technology & Solution 2023

2. What is a digital twin? //IBM// [Nick Gallagher](#) ,Maggie Mae Armstrong -2020

3. How Real-Time Simulation is Changing Mechanical Engineering//Aki Mikkola, Professor of Virtual Design & Director of SIM platform, Lappeenranta University of Technology – 2020

ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНДЕ ПИЛОТСЫЗ КАРЬЕРЛІК АВТОКӨЛІКТЕРДІ
ЕНГІЗУДІҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ МЕН БОЛАШАҒЫ

Қазіргі заманғы тау-кен өнеркәсібі цифрлық және автоматтандырылған технологияларға белсенді көшу кезеңінде тұр. Инновациялық дамудың ең перспективалы бағыттарының бірі – қауіпсіздікті, өнімділікті және экономикалық тиімділікті арттыруға мүмкіндік беретін пилотсыз карьерлік автокөліктерді (ПКА) енгізу болып табылады. Автономды карьерлік жүк көліктерін (самосвалдарды) пайдалану адам факторының әсерін барынша азайтуға, пайдалану шығындарын төмендетуге және карьерлік көліктің тәулік бойы жұмыс істеуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Қазақстанның күрделене түскен тау-геологиялық және климаттық жағдайларын, сондай-ақ экологиялық қауіпсіздікке қойылатын талаптардың артуын ескере отырып, карьерлік көліктерге пилотсыз технологияларды енгізу мәселесі ерекше өзектілікке ие болып отыр.

Осы жұмыстың мақсаты – тау-кен өнеркәсібінде пилотсыз карьерлік автокөліктерді енгізудің қазіргі жағдайын және даму перспективаларын талдау, сондай-ақ оларды қолданудың әлеуетті әсерлерін бағалау болып табылады. Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- пилотсыз карьерлік автокөліктерді (ПКА) пайдаланудың әлемдік және отандық тәжірибесіне шолу жүргізу;
- енгізу тиімділігіне әсер ететін негізгі техникалық және ұйымдастырушылық факторларды анықтау;
- Қазақстандағы автономды карьерлік көліктерді дамытудың болашағы бар бағыттарын белгілеу.

Пилотсыз карьерлік автокөліктер — бұл жоғары технологиялық көлік құралдары, олар түрлі сенсорлармен, позициялау жүйелерімен (GPS/ГЛОНАСС), лидарлармен, бейнекамералармен және басқарудың бағдарламалық-техникалық модульдерімен жабдықталған. Caterpillar, Komatsu, BelAZ және XCMG сияқты жетекші әлемдік өндірушілер ашық тау-кен жұмыстарында қолдануға арналған автономды көлік шешімдерін белсенді түрде дамытып келеді.

Ең елеулі нәтижелер Австралия, Канада, Чили және Қытай елдерінде байқалды. Бұл елдерде автономды карьерлік жүк көлігі енгізу нәтижесінде өнімділік 15–20 %-ға артты, пайдалану шығындары шамамен 10 %-ға төмендеді және жүргізушілер арасындағы жарақаттану дерлік толық жойылды. Қазақстанда мұндай жобаларды жүзеге асыру әзірге бастапқы кезеңде тұр. Интеллектуалды көлік жүйелерінің жекелеген элементтері «Qarmet» АҚ, «Kazakhmys Corporation» ЖШС, ERG және басқа

да компаниялардың кәсіпорындарында енгізілуде. Қазіргі уақытта негізгі шектеуші факторлар — жабдықтардың жоғары құны, инфрақұрылымды жаңғырту қажеттілігі және жүйелік бағдарламалау мен мехатроника салаларындағы мамандардың тапшылығы болып табылады.

Пилотсыз карьерлік автокөліктерді енгізудің техникалық аспектілері рельефтің күрделі жағдайларында машиналардың дәл позициялануын қамтамасыз ету, орталық диспетчерлікпен тұрақты байланыс орнату және автономды басқарудың сенімді алгоритмдік қамтамасыз ету мәселелерін шешуді талап етеді. Сондай-ақ, карьер кеңістігінің шектеулі жағдайында жұмыс істеу үшін пилотсыз көлік құралдарының өзара әрекеттесу стандарттарын әзірлеу де маңызды мәнге ие.

Пилотсыз карьерлік автокөліктердің одан әрі дамуы жасанды интеллект, цифрлық егіздер, заттар интернеті (IoT) және алдын ала техникалық қызмет көрсету (предиктивті сервис) жүйелерін интеграциялаумен тығыз байланысты. Бұл бағыттар тау-кен көлік ағындарын жоспарлау дәлдігін арттыруға, қозғалыс маршруттарын оңтайландыруға және техниканың бос тұрып қалуын азайтуға мүмкіндік береді.

Алдағы 5–10 жыл ішінде жартылай автоматтандырылған шешімдерден бірыңғай интеллектуалды платформалар арқылы басқарылатын толықтай автономды карьерлік көлік кешендеріне көшу күтілуде. Қазақстан үшін бұл бағытта нормативтік-құқықтық базаны дамыту, сынақ полигондарын құру және жоғары оқу орындарының осы тақырыптағы ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға қатысуы аса маңызды болып табылады.

Пилотсыз карьерлік автокөліктерді енгізу – тау-кен өндіру саласындағы цифрлық трансформацияның негізгі бағыттарының бірі. Бұл технологиялар тек қана өнімділікті арттырып, пайдалану шығындарын азайтып қана қоймай, сонымен қатар өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің және кәсіпорындардың тұрақты дамуын ілгерілетудің жаңа тәсілдерін қалыптастырады. Автономды көлік саласындағы отандық құзыреттерді дамыту Қазақстанға тау-кен өнеркәсібіндегі жоғары технологиялар бойынша әлемдік нарықта бәсекеге қабілетті позицияларды иеленуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған дереккөздер тізімі:

1. Ruiz-del-Solar J. «The Road to the Mine of the Future: Autonomous Collaborative Mining». *Mining*, 2025, T. 5(2), 25. Бұл шолу қозғалмалы жабдықтарды автоматтандыру, тау-кен өнеркәсібіндегі автономды көлік құралдары және «автономды + адам» өзара іс-қимыл тұжырымдамасы тақырыптарын сипаттайды. MDPI.
2. «Equipment and Operations Automation in Mining: A Review». *Machines*, 2024, T. 12(10), 713. Бұл мақалада тау-кен өнеркәсібіндегі автоматтандыру технологиялары, соның ішінде автономды тасымалдау жүйелері қарастырылады. MDPI.
3. Nursagat N.N., Madiyarova K.Z., Balkhybekova K.S. «How Can Cutting Edge Technologies in Autonomous Haul Trucks Drive a New Era of Efficiency and Sustainability in Open Pit Mining?» *Ғылым жаршысы*, №8 (89), т. 3, 2025. Бұл еңбекте карьерлік көліктерге арналған автономды жүйелердің, цифрлық егіздердің, предиктивті қызмет көрсетудің және гибриді күш қондырғыларының интеграциясы қарастырылады.

ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНДЕ ПИЛОТСЫЗ КАРЬЕРЛІК АВТОКӨЛІКТЕРДІ ЕНГІЗУДІҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ МЕН БОЛАШАҒЫ

Қазіргі заманғы тау-кен өнеркәсібі цифрлық және автоматтандырылған технологияларға белсенді көшу кезеңінде тұр. Инновациялық дамудың ең перспективалы бағыттарының бірі – қауіпсіздікті, өнімділікті және экономикалық тиімділікті арттыруға мүмкіндік беретін пилотсыз карьерлік автокөліктерді (ПКА) енгізу болып табылады. Автономды карьерлік жүк көліктерін (самосвалдарды) пайдалану адам факторының әсерін барынша азайтуға, пайдалану шығындарын төмендетуге және карьерлік көліктің тәулік бойы жұмыс істеуін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қазақстанның күрделене түскен тау-геологиялық және климаттық жағдайларын, сондай-ақ экологиялық қауіпсіздікке қойылатын талаптардың артуын ескере отырып, карьерлік көліктерге пилотсыз технологияларды енгізу мәселесі ерекше өзектілікке ие болып отыр.

Осы жұмыстың мақсаты – тау-кен өнеркәсібінде пилотсыз карьерлік автокөліктерді енгізудің қазіргі жағдайын және даму перспективаларын талдау, сондай-ақ оларды қолданудың әлеуетті әсерлерін бағалау болып табылады.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- пилотсыз карьерлік автокөліктерді (ПКА) пайдаланудың әлемдік және отандық тәжірибесіне шолу жүргізу;
- енгізу тиімділігіне әсер ететін негізгі техникалық және ұйымдастырушылық факторларды анықтау;
- Қазақстандағы автономды карьерлік көліктерді дамытудың болашағы бар бағыттарын белгілеу.

Пилотсыз карьерлік автокөліктер — бұл жоғары технологиялық көлік құралдары, олар түрлі сенсорлармен, позициялау жүйелерімен (GPS/ГЛОНАСС), лидарлармен, бейнекамералармен және басқарудың бағдарламалық-техникалық модульдерімен жабдықталған. Caterpillar, Komatsu, BelAZ және XCMG сияқты жетекші әлемдік өндірушілер ашық тау-кен жұмыстарында қолдануға арналған автономды көлік шешімдерін белсенді түрде дамытып келеді.

Ең елеулі нәтижелер Австралия, Канада, Чили және Қытай елдерінде байқалды. Бұл елдерде автономды карьерлік жүк көлігі енгізу нәтижесінде өнімділік 15–20 %-ға артты, пайдалану шығындары шамамен 10 %-ға төмендеді және жүргізушілер арасындағы жарақаттану дерлік толық жойылды.

Қазақстанда мұндай жобаларды жүзеге асыру әзірге бастапқы кезеңде тұр. Интеллектуалды көлік жүйелерінің жекелеген элементтері «Qarmet» АҚ, «Kazakhmys Corporation» ЖШС, ERG және басқа да компаниялардың кәсіпорындарында енгізілуде. Қазіргі уақытта негізгі шектеуші факторлар — жабдықтардың жоғары құны, инфрақұрылымды жаңғырту қажеттілігі және жүйелік бағдарламалау мен мехатроника салаларындағы мамандардың тапшылығы болып табылады.

Пилотсыз карьерлік автокөліктерді енгізудің техникалық аспектілері рельефтің күрделі жағдайларында машиналардың дәл позициялануын қамтамасыз ету, орталық диспетчерлікпен тұрақты байланыс орнату және автономды басқарудың сенімді алгоритмдік қамтамасыз ету мәселелерін шешуді талап етеді. Сондай-ақ, карьер кеңістігінің шектеулі жағдайында жұмыс істеу үшін пилотсыз көлік құралдарының өзара әрекеттесу стандарттарын әзірлеу де маңызды мәнге ие.

Пилотсыз карьерлік автокөліктердің одан әрі дамуы жасанды интеллект, цифрлық егіздер, заттар интернеті (IoT) және алдын ала техникалық қызмет көрсету (предиктивті сервис) жүйелерін интеграциялаумен тығыз байланысты. Бұл бағыттар тау-кен көлік ағындарын жоспарлау дәлдігін арттыруға, қозғалыс маршруттарын оңтайландыруға және техниканың бос тұрып қалуын азайтуға мүмкіндік береді.

Алдағы 5–10 жыл ішінде жартылай автоматтандырылған шешімдерден бірыңғай интеллектуалды платформалар арқылы басқарылатын толықтай автономды карьерлік көлік кешендеріне көшу күтілуде. Қазақстан үшін бұл бағытта нормативтік-құқықтық базаны дамыту, сынақ полигондарын құру және жоғары оқу орындарының осы тақырыптағы ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға қатысуы аса маңызды болып табылады.

Пилотсыз карьерлік автокөліктерді енгізу — тау-кен өндіру саласындағы цифрлық трансформацияның негізгі бағыттарының бірі. Бұл технологиялар тек қана өнімділікті арттырып, пайдалану шығындарын азайтып қана қоймай, сонымен қатар өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің және кәсіпорындардың тұрақты дамуын ілгерілетудің жаңа тәсілдерін қалыптастырады.

Автономды көлік саласындағы отандық құзыреттерді дамыту Қазақстанға тау-кен өнеркәсібіндегі жоғары технологиялар бойынша әлемдік нарықта бәсекеге қабілетті позицияларды иеленуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған дереккөздер тізімі:

1. Ruiz-del-Solar J. «The Road to the Mine of the Future: Autonomous Collaborative Mining». *Mining*, 2025, T. 5(2), 25.
2. «Equipment and Operations Automation in Mining: A Review». *Machines*, 2024, T. 12(10), 713.
3. Nursagat N.N., Madiyarova K.Z., Balkhybekova K.S. «How Can Cutting Edge Technologies in Autonomous Haul Trucks Drive a New Era of Efficiency and Sustainability in Open Pit Mining?» №8 (89), m. 3, 2025

3D БАСЫП ШЫҒАРЫЛҒАН FDM БӨЛШЕКТЕРДІҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ АҚАУЛАРЫНА ШОЛУ

Қазіргі заманғы өндірістік салада цифрлық технологиялардың дамуы мен инновациялық шешімдердің енгізілуі аддитивті өндіріс әдістерін кеңінен қолдануға жол ашты. Осындай технологиялардың бірі әрі ең танымалы – Fused Deposition Modeling (FDM) әдісі болып табылады. Бұл әдіс термопластикалық материалды балқытып, оны қабаттап қосу арқылы үшөлшемді нысандарды қалыптастыру принципіне негізделген. FDM технологиясы қарапайым құрылғымен жүзеге асырылатындықтан, экономикалық тұрғыдан тиімді және шағын өндірістерде, білім беру мен ғылыми-зерттеу салаларында жиі қолданылады.

Алайда, FDM әдісінің басты шектеуі — басып шығару сапасы мен геометриялық дәлдіктің тұрақсыздығы. Бұйымның бет сапасы мен өлшемдік дәлдігіне температуралық режимдер, басу жылдамдығы, қабат биіктігі, салқындату параметрлері және материалдың қасиеттері үлкен әсер етеді. Бұл параметрлер дұрыс тандалмаған жағдайда әртүрлі дефектілер мен геометриялық бұрмаланулар пайда болады.

Сондай-ақ бұл әдіс тау-кен ісіндегі немесе технологиялық жабдықтардың тозған бөлшектерін қалпына келтіру мен олардың прототиптерін жедел әзірлеу үдерістерінде тиімді құрал ретінде қолданылуда. [1,2].

FDM процесінде жиі кездесетін негізгі дефектілердің бірі — қабаттардың ажырауы (деламинация). Бұл ақау қабаттар арасындағы адгезияның жеткіліксіздігінен туындайды және көбінесе экструзия температурасының төмен болуымен немесе материалдың ылғалдылығымен байланысты. Деламинация бұйымның беріктігін айтарлықтай төмендетеді. Мұндай жағдайда экструзия температурасын 5–10°C-қа арттыру және филаментті алдын ала кептіру ұсынылады.

Келесі жиі кездесетін ақау — шөгу мен бұрыштардың иілуі (warping). Бұл полимердің суыған кездегі көлемдік өзгерісі нәтижесінде пайда болады. Әсіресе ABS-пластиктер PLA-ға қарағанда көбірек шөгеді. Мұндай жағдайды болдырмау үшін жылыту үстелін пайдалану, сондай-ақ адгезияны арттыру үшін арнайы желім немесе брим (юбка) қолдану ұсынылады.

Өлшемдік дәлдіктен ауытқу да маңызды мәселе болып табылады. Бұл полимердің біркелкі салқындамауы мен экструзия параметрлерінің сәйкессіздігінен туындайды. Ақауды азайту үшін модельдің масштабын түзету, қабат қалыңдығын және жолақ енін оңтайландыру қажет.

Қабаттардың ығысуы (layer shift) — детальдің бір бөлігінің келесі қабатқа қатысты жылжып кетуі. Бұл ақау принтердің механикалық

бөліктеріндегі босап кеткен ременьдер, діріл немесе қозғалтқыш қадамдарының жоғалуы салдарынан орын алады. Шешімі – механикалық жүйені тексеріп, ременьдердің тартылуын реттеу.

«Өрмекші торы» (stringing) деп аталатын ақау – филаменттің қозғалыс кезінде жұқа жіп түрінде созылып қалуы. Бұл көбіне ретракт параметрлерінің дұрыс орнатылмауынан және экструзия температурасының шамадан тыс жоғары болуынан туындайды. Оны болдырмау үшін ретракт ұзындығын арттырып, температураны төмендету қажет.

Филаменттің қажалуы (стачивание филамента) экструдер тістерінің материалды қажап, берілуді тоқтатуынан байқалады. Бұл көбіне соплоның бітелуінен немесе қысым күшінің дұрыс болмауынан болады. Температураны сәл арттыру және экструдер механизмін тазалау арқылы мәселені шешуге болады.

Жоғарғы қабаттардың салбырауы мен қабырғалар арасындағы саңылаулар көбінесе толтыру тығыздығының төмендігінен және салқындатудың жеткіліксіздігінен туындайды. Мұндай ақауларды болдырмау үшін толтыру үлесін арттыру, желдетуді күшейту және басу жылдамдығын төмендету қажет.

Соңғы маңызды ақаулардың бірі – мықтылықтың жеткіліксіздігі. Бұл ішкі толтыру үлесінің аздығымен, қабырғалардың жұқалығымен және қабаттар арасындағы адгезияның төмендігімен байланысты. Мұндайда толтыру тығыздығын және қабырға санын арттыру беріктікті жақсартады.

Осы аталған ақаулардың барлығы FDM технологиясындағы басты сапалық шектеулерді сипаттайды [3]. Басып шығару параметрлерін ғылыми тұрғыдан оңтайландыру арқылы бұйымның геометриялық дәлдігін, бет сапасын және құрылымдық беріктігін арттыруға мүмкіндік туады.

FDM технологиясы – қазіргі заманғы өндірістегі ең қолжетімді және әмбебап аддитивті әдістердің бірі. Алайда, бұл әдістің сапалық нәтижесі басып шығару параметрлерінің өзара байланысына және материалдың физикалық қасиеттеріне тәуелді. Температуралық режимнің, экструзия жылдамдығының, қабат биіктігінің және желдету шарттарының дұрыс таңдалмауы түрлі дефектілердің пайда болуына әкеледі.

Осылайша, FDM 3D-басып шығару процесінің сапасын арттыру – параметрлерді дәл баптау, физикалық процестерді түсіну және тәжірибелік бақылауларды жүйелі түрде талдау арқылы ғана мүмкін болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Medibew T.M. A Comprehensive Review on the Optimization of the Fused Deposition Modeling Process Parameter for Better Tensile Strength of PLA-Printed Parts // *Advances in Materials Science and Engineering* .- 2022.
2. Lebahn K., Luft D., Nicklas Fiedler, Carsten Tautorat and Niels Grabow FDM Technology for the Prototyping of Polymer Stents // *From the journal Current Directions in Biomedical Engineering*.-2024.

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОРШНЯ-
БОЙКА ГИДРОМОЛОТА С ИНСТРУМЕНТОМ В SOLIDWORKS

Основным исполнительным органом гидравлического ударного механизма (ГУМ) является поршень-боек, обеспечивающий генерацию требуемого ударного импульса и находящийся в контакте с ударным инструментом. Энергия удара бойка, развиваемая в момент удара по инструменту, напрямую зависит от его массы и величины предударной скорости [1]. Увеличение массы поршня-бойка приводит к большим габаритам ударного устройства, что понижает технологичность ГУМ, а слишком высокая предударная скорость может привести к возникновению пластических деформаций или разрушению рабочей кромки бойка-ударника, что ограничивает ее значение 8 – 9 м/с [1,2]. Для выявления и проверки оптимальных параметров возможно использование систем CAE-моделирования, что позволяет определить и проанализировать прочностные свойства деталей, а также определить очаги возникновения наибольших напряжений [3].

Моделирование удара поршня-бойка ГУМ включает три этапа:

- этап создания математической модели бойка и инструмента;
- этап назначения исходных параметров: материал, внешние воздействия, способы фиксации, величина демпфирования, временной диапазон проведения расчета, а также значение начального инкремента;
- создание сетки конечных элементов и проведение симуляции.

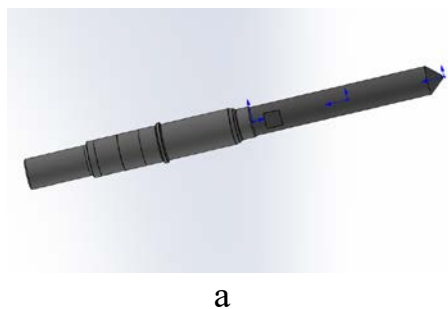


Рисунок 1 – Математическая модель поршня-бойка KAL 3008-1 (а) и реальный прототип (б)

В качестве образцов для разработки методики и проведения нелинейного анализа был выбран боек гидромолота с пикой Atlas Copco KAL 3008-1. Моделирование деталей производилось в программной среде КОМПАС-3D с последующим экспортом готовых моделей в ПО SolidWorks (рисунок 1). Построение моделей производилось в масштабе 1:1. Исходные параметры для проведения симуляции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные параметры для проведения нелинейного анализа.

Материал	Предел текучести, Н/м ²	Исходная скорость движения бойка, м/с [3]	Демпфирование: М (матрица массы); К (матрица жесткости)	Временной диапазон исследования, с	Начальный инкремент, с
Легированная сталь	620,4·10 ⁶	8	М – 0,02; К – 0,04	0 – 0,0001	1·10 ⁻⁶

Результатом симуляции являются эпюра напряжения и диаграмма, учитывающая изменение величины максимального напряжения на разных участках модели ($\Delta\sigma$, МПа) во времени (Δt , с) (рисунок 2).



Рисунок 2 – Эпюра распределения напряжений



Рисунок 3 – Изменение напряжений в узле во времени

Таким образом возможно определение максимальных напряжений в бойке–ударнике, возникающих в процессе рабочего цикла ГУМ, и их локализации, что позволит своевременно вносить коррективы в конструкцию детали для повышения прочностных свойств.

Список литературы

1. Митусов А.А. Двухтактные гидродвигатели ударного действия: Основы теории и расчет. Монография. - Россия, Санкт-Петербург, Изд-во Политехн. университета, 2013. – 392 с.
2. Методика оптимального проектирования конструктивных параметров гидравлических ударных механизмов: Монография / Кызыров К.Б., Митусов А.А., Решетникова О.С. Караганда: Изд-во КарГТУ. – 2019. – 123 с.
3. Кызыров К.Б., Митусов А.А., Решетникова О.С. Малыбаев Н.С., Телиман И.В. Исследование напряженно-деформированного состояния поршня-бойка гидромокроты при соударении с инструментом. - Труды университета, 2022. - №4. – С. 20-26.

Бабажанов Р.Т. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)
 Вишневская Н.А. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)
 Ожигин С.Г. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)
 Ожигина С.Б. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ И СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ СОЗДАНИИ ОПОРНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ДАМБ

Для определения координат опорных геодезических пунктов (реперов), используемых в качестве основы для последующих геодезических работ, выполнена съёмка с использованием двух независимых методов:

- комбинированного метода тахеометрии и геометрического нивелирования;
- спутникового метода GNSS в режиме PPK (статика).

Цель сравнения: оценка согласованности координат, полученных двумя методами, а также их соответствие нормативным требованиям, установленным для построения полигонометрии первого разряда.

Согласно СП РК 1.02-101-2014 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» [3], п. 5.3.5 и Приложению В, при создании опорно-геодезических сетей полигонометрии первого разряда должны соблюдаться следующие параметры точности:

- расстояние между смежными пунктами – до 0,35 км (350 м);
- среднеквадратическая погрешность координат относительно исходных пунктов – не более 50 мм;
- среднеквадратическая погрешность взаимного положения смежных пунктов в плане – не более 30 мм;
- относительная СКО длин между смежными пунктами – не более 1:20000 [3].

Для анализа точности двух методов составлена таблица 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ 2-х методов построения геодезических сетей

№ точки	Тахеометрия и нивелирование			GNSS (режим PPK)			ΔY , мм	ΔX , мм	ΔZ , мм
	Y, м	X, м	Z, м	Y, м	X, м	Z, м			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1OP1	1070,201	3143,079	959,798	1070,204	3143,073	959,818	3	-6	20
1OP2	1020,783	3135,779	960,408	1020,784	3135,775	960,397	1	-3	-11
2OP1	1090,784	2895,432	957,743	1090,784	2895,432	957,734	0	0	-9
2OP2	1041,225	2888,175	958,268	1041,237	2888,151	958,244	12	-24	-24
3OP1	1085,962	2625,717	956,262	1085,962	2625,717	956,276	0	0	14
3OP2	1036,419	2618,532	956,509	1036,418	2618,526	956,481	-1	-6	-28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4OP1	1450,689	2358,241	950,363	1450,689	2358,241	950,349	0	0	-14

4OP2	1456,866	2308,528	949,764	1456,867	2308,524	949,753	1	-4	-11
5OP1	1676,144	2396,432	953,438	1676,141	2396,412	953,421	-3	-20	-17
5OP2	1682,415	2346,665	952,997	1682,412	2346,649	952,968	-3	-16	-29

Анализ координат реперов, определённых двумя методами, показал следующее:

- расхождения по плановым координатам (ΔY , ΔX) составляют от 0 до 24 мм и в подавляющем большинстве точек не превышают 10 мм;
- расхождения по высоте (ΔZ) – от 9 до 29 мм;
- значения взаимных отклонений координат соответствуют нормативной точности [2].

На основании анализа результатов можно сделать следующие выводы:

- тахеометрия в комбинации с нивелированием и GNSS в режиме PPK – соответствуют требованиям, предъявляемым к точности полигонометрии первого разряда, установленным СП РК 1.02-101-2014 [3];
- метод тахеометрии и нивелирования обеспечивает более высокую точность по высоте, что делает его предпочтительным при определении координат реперов для точной вертикальной съёмки;
- метод GNSS в режиме PPK является эффективной альтернативой, позволяющей получить координаты с допустимой точностью при меньших трудозатратах и в условиях ограниченного доступа;
- полученные значения расхождений не превышают предельно допустимые среднеквадратические ошибки как в плане, так и по высоте, что позволяет считать оба метода надёжными для закрепления опорных пунктов.

Выбор метода построения полигонометрии первого разряда на выбранном участке определяется условиями местности, требуемой скоростью выполнения работ и необходимым уровнем точности в плане и по высоте [1,2]. Любой из предложенных методов может быть использован, если он соответствует этим критериям.

Список использованных источников:

1. Шоломицкий А. А., Ханнанов Р. Р., Тутанова М. С. Методика геодезического мониторинга за насыпными гидротехническими сооружениями // Вестник СГУГиТ. – 2023. – Т. 28, № 5. – с. 25-32.
2. Булаева Е. А. Разработка методики применения спутникового метода для геодезического мониторинга и прогнозирования состояния геологической среды и гидротехнических сооружений: автореф. дис. канд. техн. наук. – Москва, 2013. – 24 с.
3. СП РК 1.02-101-2014. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Основные положения: [свод правил] / Комитет по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами МНЭ РК. – Утв. приказом от 29.12.2014 № 156-НҚ; введён в действие с 01.07.2015. – Астана, 2015. – 173 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИЙ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Горное дело на современном этапе остаётся одной из ключевых отраслей промышленности Казахстана и мира. Развитие этой сферы напрямую связано с экономической стабильностью, экспортным потенциалом и уровнем технологического прогресса государства. В условиях глобальной конкуренции, роста требований к экологии и безопасности, а также необходимости повышения эффективности добычи минеральных ресурсов, инновации становятся главным инструментом устойчивого развития горнодобывающего комплекса.

Современные технологии позволяют значительно повысить производительность труда, снизить себестоимость добычи, улучшить качество управления процессами и обеспечить безопасность работников. В последние годы особое внимание уделяется цифровизации, автоматизации, применению искусственного интеллекта, беспилотных систем и сенсорных сетей. Горная промышленность постепенно переходит от традиционных методов к концепции «умного карьера», где все процессы — от разведки и бурения до переработки и логистики — контролируются и оптимизируются с помощью цифровых технологий.

Одним из наиболее перспективных направлений является создание цифровых двойников месторождений. Это трёхмерные виртуальные модели, в которых объединяются геологические, геотехнические и производственные данные. Такие цифровые копии позволяют моделировать различные сценарии работы, прогнозировать издержки и заранее оценивать эффективность проектных решений. Анализ данных в реальном времени помогает руководителям предприятий принимать более точные и быстрые решения, повышая надёжность и безопасность эксплуатации.

Важным направлением инновационного развития стало применение дронов и технологий лазерного сканирования (LiDAR). С их помощью проводится аэросъёмка карьеров, измеряются объёмы вскрышных работ, контролируется состояние откосов и хвостохранилищ. Эти методы не только ускоряют процесс съёмки, но и снижают риски для персонала, позволяя выполнять обследования в труднодоступных или опасных зонах. Наряду с этим активно внедряются геоинформационные системы и BIM-технологии, адаптированные под нужды горной промышленности. Они обеспечивают точное взаимодействие между различными инженерными разделами и упрощают координацию проектов.

Большое значение в последние годы приобрёл интернет вещей. На горных предприятиях устанавливаются сенсоры и датчики, которые передают информацию о вибрации, температуре, нагрузках на технику,

состоянии оборудования и параметрах окружающей среды. Эти данные используются в системах предиктивного обслуживания, которые способны заранее выявлять неисправности и предотвращать аварии. Благодаря этому снижаются затраты на ремонт, увеличивается срок службы техники и повышается безопасность работников.

Автономные и дистанционно управляемые машины также становятся частью современной горнодобывающей отрасли. Самоходные буровые установки и самосвалы, управляемые искусственным интеллектом, способны работать круглосуточно, без усталости и ошибок, что повышает эффективность и снижает человеческий фактор. Такие технологии особенно актуальны в условиях сурового климата и удалённых месторождений, где присутствие людей ограничено.

Неотъемлемой частью инновационного развития является внедрение устойчивых и экологически безопасных технологий. Горная промышленность постепенно переходит на системы рециркуляции воды, использование возобновляемых источников энергии и энергоэффективного оборудования. Новые подходы к переработке хвостов и вторичных продуктов добычи позволяют минимизировать вредное воздействие на природу и повысить уровень рационального использования ресурсов.

Внедрение современных технологий требует решения ряда проблем. Главными из них остаются высокая стоимость оборудования, необходимость обучения персонала, адаптация старых систем к новым цифровым платформам и обеспечение кибербезопасности. Однако мировой опыт показывает, что инвестиции в инновации окупаются в течение нескольких лет за счёт роста производительности, экономии энергии и улучшения качества продукции.

Инновации в горном деле становятся стратегическим направлением развития отрасли. Для Казахстана, обладающего огромными запасами минеральных ресурсов, цифровая трансформация и внедрение современных технологий создают реальную возможность повысить эффективность производства, улучшить экологическую ситуацию и укрепить позиции страны на мировом рынке. Главное условие успеха — поэтапное внедрение инноваций, поддержка со стороны государства и бизнеса, а также подготовка квалифицированных специалистов, готовых работать с новыми технологиями.

Список использованной литературы:

1. <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/itogi-polugodiya-razvitie-promyshlennosti-podderzhka-otchestvennogo-proizvodstva-i-sozdanie-novykh-rabochikh-mest-28827>
2. <https://idfrk.kz/ru/products/state-programs/kontseptsiya-razvitiya-obrabatyvayushchey-promyshlennosti-respubliki-kazakhstan-na-2023-2029-gody>
3. *HPBS. LEED-сертификация и энергоэффективные решения в промышленности. URL: <https://hpbs.uz/services/leed-sertifikatsiia>*

ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫ ҚИЯБЕТТЕРІНІҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН МОНИТОРИНГТЕУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ

Кіріспе. Карьерлер мен үйінді қиябеттерінің орнықтылығының бұзылуы тау-кен жұмыстарының және қоршаған ортаның қауіпсіздігіне үлкен қауіп төндіреді. Соңғы жылдары ашық тау-кен қазбалары аймақтарындағы құлау мен көшкінге байланысты апаттар санының өсуі байқалады. Бұл жағдайда қауіпті аймақтарды уақтылы анықтауға және жойылудың алдын алуға мүмкіндік беретін деформациялық процестерді бақылау және болжау жүйелерін ұйымдастыру ерекше маңызға ие.

Мониторинг міндеттері. Мониторингтің негізгі мақсаты – қиябеттерді пайдаланудың қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз ету және олардың ықтимал тұрақсыздығы туралы уақтылы ескерту. Осы мақсатта қиябеттердің геометриясының өзгеруі, деформация жылдамдығы және тау жыныстарының массивінің күйі бойынша бақылау жүргізіледі. Алынған деректерді талдау негізінде қазу параметрлерін түзету, нығайту жұмыстарын жүргізу және қауіпті учаскелерге кіруді шектеу туралы шешімдер қабылданады.

Дәстүрлі бақылау әдістері. Классикалық әдістерге маркшейдерлік өлшеулер, тахеометрия, нивелирлеу және реперлерді орнату жатады. Олар жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді, бірақ айтарлықтай еңбек шығындарын талап етеді және үздіксіз бақылау жүргізуге мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, өлшемдер көбінесе учаскелердің қол жетімділігімен және ауа-райы жағдайларымен шектеледі. Сондықтан соңғы жылдары қашықтықтан және автоматтандырылған бақылау технологиялары белсенді түрде енгізілуде.

Заманауи мониторинг технологиялары. Ең тиімді әдістердің бірі – жер бетінің жылжуын миллиметрге дейін дәл түсіруге мүмкіндік беретін InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) спутниктік радарлық технологиялары болып табылады. Persistent Scatterer (PS-InSAR) әдісі тұрақты шағылыстырғыштарды ұзақ мерзімді бақылау және деформациялардың уақыт қатарларын құру үшін қолданылады. Спутниктік деректерді жерүсті өлшемдермен (GPS, инклинометрлер, лазерлік сканерлеу) кешендеу еңістің динамикасын толық үш өлшемді көрінісін қамтамасыз етеді. Қазақстанда мұндай технологиялар көмір және мыс кендерін өндіру бойынша карьерлерді қоса алғанда, ірі тау-кен кәсіпорындарында енгізіле бастады.

Деформацияларды болжау. Орнықтылықты бағалау және деформациялардың дамуын болжау үшін Plaxis, FLAC және Rocscience бағдарламалық кешендерін қолдана отырып сандық модельдеу әдістері қолданылады. Бұл жүйелер геомеханикалық және гидрогеологиялық

параметрлерді, сондай-ақ нақты уақыттағы бақылау деректерін ескеруге мүмкіндік береді. Жылжу жылдамдығы мен үдеуін талдау негізінде бұзылу ықтималдығын болжауға мүмкіндік беретін предиктивті модельдер құрылады. Жасанды интеллект пен машиналық оқытуды қолдану мұндай болжамдардың дәлдігін едәуір жақсартады.

Қорытынды. Қиябеттердің деформацияларын мониторингтеу және болжаудың тиімді жүйесі тау-кен кәсіпорындарының қауіпсіздігін қазіргі заманғы басқарудың ажырамас бөлігі болып табылады. Қашықтықтан бақылау әдістерін геомеханикалық модельдеумен интеграциялау қиябеттердің ағымдағы күйін бақылауға ғана емес, сонымен қатар қауіпті процестердің дамуын болжауға мүмкіндік береді. Қазақстан үшін перспективалы бағыт маркшейдерлік, спутниктік және сенсорлық бақылаулардың деректерін біріктіретін геомеханикалық мониторингтің ұлттық платформасын құру болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Colesanti C., Wasowski J. *Investigating landslides with Persistent Scatterer SAR Interferometry*. // *Engineering Geology*, 2006.
2. Crosetto M., Monserrat O., Cuevas-González M. *Persistent Scatterer Interferometry: A review*. // *ISPRS Journal*, 2016.
3. Ибатулин Р.Р., Садыков Р.Р. *Маркшейдерские наблюдения за деформациями откосов карьеров*. // *Горный журнал*, 2020.
4. European Space Agency. *Sentinel-1 User Guide*. – 2025.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ЗОН ДЕФОРМАЦИЙ НА КАРЬЕРАХ И ОТВАЛАХ

Современные методы геодезического и геотехнического мониторинга активно развиваются в направлении применения дистанционных технологий. В горнодобывающей промышленности особое значение имеет своевременное выявление деформационных процессов, возникающих в откосах карьеров и отвалах. Традиционные инструментальные методы наблюдений, такие как тахеометрическая съёмка или нивелирование, требуют значительных трудозатрат и не всегда позволяют получать данные с высокой плотностью и частотой обновления. В связи с этим всё большее распространение получает использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для решения задач пространственного мониторинга.

Беспилотные технологии позволяют получать детализированные ортофотопланы и цифровые модели рельефа (ЦМР), которые обеспечивают высокую точность и оперативность анализа изменений земной поверхности. Наибольшую эффективность данный подход показывает при мониторинге карьеров и отвалов, где происходят процессы оседания, сдвижения и деформации откосов. В рамках проведённого исследования объектом наблюдений стал карьер **Ушкатын-3**, на котором имеются локальные деформационные процессы, вызванные горными работами. Для съёмки применялся **БПЛА DJI Mavic 3 Enterprise**, оснащённый модулем RTK, обеспечивающим сантиметровую точность позиционирования.

Ноябрь 2023г.



Сентябрь 2024г.



Рисунок 1 – Деформационный процесс, вызванный подземными
горными работами

Фотограмметрическая обработка данных осуществлялась в программном обеспечении **Agisoft Metashape**, где были построены ортофотоплан и цифровая модель рельефа. Далее материалы были импортированы в **QGIS** для анализа пространственных различий между сериями съёмок и построения карт высотных изменений. На заключительном этапе результаты были визуализированы в **Leapfrog Geo** — в виде облака точек, окрашенных в соответствии со значениями высотных разниц. Такой подход позволил наглядно отобразить зоны оседаний и смещений, что значительно упрощает интерпретацию данных и выделение деформационных участков.

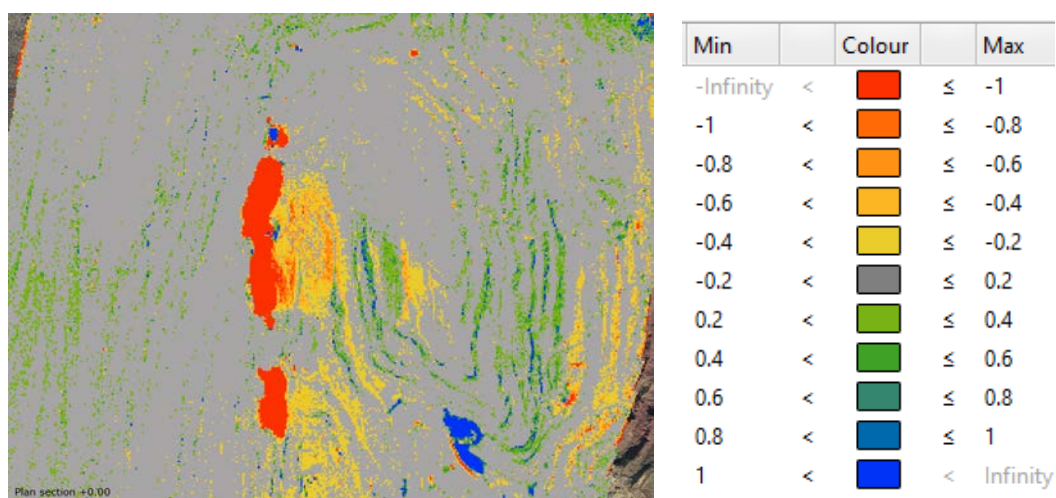


Рисунок 2 – Визуализация высотных смещений

Использование БПЛА в сочетании с современными средствами геопространственного моделирования обеспечивает высокий уровень эффективности при мониторинге смещений земной поверхности на горных предприятиях. Применение БПЛА даёт возможность отслеживать **развитие деформационных процессов в зонах, где проведение традиционных инструментальных наблюдений невозможно или опасно** из-за риска обрушений и труднодоступности. В таких условиях беспилотные летательные аппараты становятся оптимальным решением, поскольку позволяют получать данные дистанционно и безопасно. При этом **стоимость съёмки с БПЛА значительно ниже**, чем организация спутникового или радарного мониторинга, что делает данный метод доступным для широкого применения на горных предприятиях.

Список использованной литературы

1. Ćwiągala, P., Gruszczyński, W., Stoch, T., Puniać, E., Mrocheń, D., Matwij, W., Matwij, K., Nędzka, M., Sopata, P., Wójcik, A. UAV Applications for Determination of Land Deformations Caused by Underground Mining // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12 (11). – Art. 1733. [mdpi.com](https://doi.org/10.3390/rs12111733)
2. S.T., F.P., C.S., V.T. Monitoring Slope Stability: A Comprehensive Review of UAV Applications in Open-Pit Mining // Land. – 2024. – Vol. 14, Issue 6. – Art. 1193. [mdpi.com](https://doi.org/10.3390/land14061193)

ҮЙІНДІТҮЗІЛУ ӘСЕРІНЕН ТАБИҒИ ТАБАН ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ КҮЙІ МЕН ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ

Тау-кен жыныстарының үйінділерінің түзілуі табиғи табанға айтарлықтай техногендік әсер етеді, соның салдарынан оның физика-механикалық және фильтрациялық қасиеттері өзгереді. Мұндай өзгерістердің заңдылықтарын зерттеу үйінділердің орнықтылығын және кен кәсіпорындарының қауіпсіз пайдаланылуын қамтамасыз етудің басты шарты болып табылады.

Зерттеу мақсаты – үйіндітүзілу әсерінен табиғи табанның күйі мен қасиеттерінің өзгеруін айқындайтын факторларды талдау және олардың эволюциясының сатылы моделін ұсыну.

Ашық тәсілмен пайдалы қазбаларды өндіру кезінде миллиондаған тонна жыныстар үйінділерге орналастырылады. Бұл массивтер табиғи табанға ұзақ мерзімді қысым түсіріп, тығыздалу, консолидация және сүзу процестерін тудырады. Соның нәтижесінде жыныстардың құрылымы, көтергіш қабілеті мен фильтрациялық қасиеттері өзгереді.

Үйінді еңістерінің орнықтылығы жөнінде көптеген еңбектер бар, алайда табиғи табанның күйінің өзгерісі жеке зерттеу нысаны ретінде аз қарастырылған. Табанның күйі кернеудің қайта бөлінуі мен ығысу аймақтарының қалыптасуына әсер етеді, сондықтан оның қасиеттерінің уақыт бойынша өзгеруін талдау инженерлік-геологиялық бағалауда маңызды.

Ноу (2024) еңбегінде Таиландтағы Мае Моһ кенішінде үйіндінің құлауы табан қабатының суға қанығуы және кеуек қысымының қайта бөлінуімен байланыстырылған [1]. Jiang (2022) үйінді астындағы жұмсақ жыныс төселімінің көтеруші қабілетін есептеу әдісін ұсынып, жүктеме өскенде серпімді тығыздалудан пластикалық ағынға өтуді анықтаған [2]. Ngugi (2021) сазды жыныстардың ылғалдылығы артқанда олардың беріктігі мен деформация модулі экспоненциалды түрде төмендейтінін көрсетті [3]. Бұл сүзу ағындарының табиғи табанның деградациясына тікелей ықпал ететінін дәлелдейді.

Oggeri және т.б. (2019) техногендік пен табиғи жыныстардың шекарасында деформация шоғырланатынын және микрожарықшалар түзіліп, құрылымдық қайта құру жүретінін анықтаған [4]. Essienubong (2019) ұзақ мерзімді жүктеме кезінде жыныстардың бастапқыда тығыздалып, кейін шекті ылғалдануда қайта босаңсуға ұшырайтынын

көрсеткен [5]. Бұл өзгерістердің екіжақты сипатын — тұрақтандырушы және деградациялық әсерлердің қатар жүруін айқындайды.

Табиғи табанның өзгеру сатылары:

1. Бастапқы тығыздалу. Серпімді деформациялар мен кеуектіліктің азаюы байқалады, беріктік уақытша артады.

2. Нығаю және құрылымдық қайта құру. Пластикалық аймақтар қалыптасып, сүзу қабілеті төмендейді, кернеу қайта бөлінеді.

3. Деградация және екінші реттік деформациялар. Ұзақ ылғалдану мен артық жүктеме әсерінен деформация модулі және үйкеліс бұрышы төмендеп, сусымалы процестер дамиды.

Табан қасиеттерінің өзгеруі литологиялық құрамға, ылғалдылыққа, үйінді қуатына және сүзу тәртібіне тәуелді ұзақ мерзімді процесс болып табылады.

Зерттеу нәтижелері мен ғылыми жаңалығы:

- табиғи жыныс төселімінің өзгерісінің үш фазалы (тығыздалу – нығаю – деградация) моделі ұсынылды;

- «үйінді–табан» жанасу қабатының орнықтылықты жоғалтудағы рөлі айқындалды;

- уақыт пен қысым әсерінен деформация модулі мен сүзу коэффициентінің өзгерісін аналитикалық сипаттау бағыты белгіленді.

Болашақта әртүрлі табан түрлерін салыстырмалы зерттеу арқылы үйіндітүзілуге сезімталдық классификациясын жасау мүмкін. Бұл техногендік сілемдердің орнықтылығын болжауға және қауіпті деформациялардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Үйіндітүзілу әсерінен табиғи табан күйі мен қасиеттерінің өзгеруі — тығыздалу, консолидация және құрылымдық деградация кезеңдерінен өтетін күрделі көпсатылы үдеріс. Бұл құбылысты жүйелі түсіну инженерлік жобалау мен геотехникалық мониторингтің сенімділігін арттырады.

Пайдаланылған әдебиет тізімі

1. Hoy, M. et al. (2024). Investigation of a large-scale waste dump failure at the Mae Moh mine in Thailand. *Engineering Geology*, 329.
2. Jiang, J. et al. (2022). Bearing Capacity Calculation of Soft Foundation of Waste Dumps—A Case of Open-Pit Mine. *Frontiers in Earth Science*, 10.
3. Ngugi, H. N., Stanley M. Sh., Nathaniel A. (2021). Effect of Variation in Moisture Content on Soil Deformation and Differential Settlement of Frame Structures in Nairobi Area and its Environs. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 10, 106-128
4. Oggeri, C., Fenoglio, T., & Godio, A. (2019). Overburden management in open pits: options and limits in large limestone quarries. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(2), 217-228.
5. Essienubong, I. A. et al. (2019). Effects of waste dumpsites on geotechnical properties of the underlying soils in wet season. *Environmental Engineering Research*, 24(2): 289-297.

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И СОРБЕНТОВ

В настоящее время существует острая проблема загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Это связано, прежде всего, с развитием нефтяной отрасли. Процессы добычи, транспортировки, переработки и утилизации зачастую сопровождаются выделениями вредных веществ в атмосферу и разливами нефтепродуктов. Таким образом, нефть и нефтепродукты попадают в окружающую среду и наносят ей значительный экологический ущерб. Страдают все компоненты экосистемы: почвы, водоёмы, атмосфера, растительный и животный мир. Безопасность жизнедеятельности человека находится под угрозой. Многообразие существующих методов и активный поиск новой технологии, позволяющий эффективно бороться с загрязнениями нефтью и нефтепродуктами и при этом обладающей низкой стоимостью, доказывает актуальность существующей проблемы. На данный момент существуют различные способы и вещества, позволяющие бороться с загрязнениями нефтепродуктами. Все они имеют свои достоинства и недостатки. При выборе метода ликвидации разлива нефти, попавшей в окружающую среду, нужно исходить из следующих принципов: - проведение работ в кратчайшие сроки; - проведение операции по ликвидации разлива нефти не должно нанести больший экологический ущерб, чем сам аварийный разлив. Рассмотрим наиболее популярные из них.

Термический метод. Этот метод является малоэффективным и незначительным, так как тонкий слой нефти (менее 3 мм) гореть не будет, из-за охлаждающего действия воды. Так же проблемой этого метода является то, что горючие фракции улетучиваются довольно таки быстро, это тоже мешает горению. Например, чтобы ликвидировать 12 последствия экологической катастрофы, которая произошла из-за аварии "Торри Каньон", танкер бомбили и поджигали, но это не принесло особых результатов, сгорело только 1/5 – 1/6 часть нефти.

Очистка природных и сточных вод от нефтепродуктов и органических загрязнителей остаётся одной из приоритетных задач современной нефтехимии и экотехнологий. На предприятиях переработки нефти и углеродсодержащего сырья в сточные воды поступают ароматические и полициклические соединения, тяжёлые металлы, серо- и азотсодержащие компоненты. Эти соединения характеризуются устойчивостью к

биodeградации и токсичностью, что требует применения многоступенчатых и комбинированных схем очистки.

Наиболее перспективными считаются физико-химические методы, основанные на процессах коагуляции, сорбции, мембранной фильтрации и каталитического окисления. В последние годы активное развитие получили композитные сорбенты и катализаторы на основе оксидов металлов (Fe_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 , NiO), углеродных материалов (активированные угли, графен, углеродные нанотрубки) и полимерных носителей. Модификация поверхности таких материалов полярными функциональными группами значительно увеличивает их адсорбционную способность и устойчивость к агрессивным средам.

Каталитические методы очистки воды позволяют не только извлекать загрязнители, но и разрушать их до экологически безопасных соединений. Наиболее эффективными являются фотокаталитические и электрохимические процессы, при которых под действием света или электрического поля генерируются активные радикалы ($\bullet\text{OH}$, $\text{O}_2\bullet^-$), способные окислять стойкие ароматические углеводороды. Так, использование наноструктурированных катализаторов на основе TiO_2 , ZnO и Fe_3O_4 обеспечивает почти полное разрушение нафталина, фенантрена и других полициклических ароматических углеводородов при мягких условиях. Для повышения эффективности очистки сточных вод нефтехимического происхождения перспективно применение гибридных систем, сочетающих мембранные, сорбционные и каталитические стадии. Такие схемы позволяют не только достичь высокой степени удаления органических веществ, но и сократить объём вторичных отходов. Дополнительное введение полимерных доноров водорода (например, полиэтилена или полипропилена) в состав сорбента или катализатора способствует стабилизации активных центров и повышению их долговечности.

Таким образом, развитие технологий очистки воды требует междисциплинарного подхода, объединяющего достижения нефтехимии, материаловедения и экологической инженерии. Использование композитных катализаторов и наноструктурированных сорбентов открывает новые возможности для глубокой и экономически эффективной очистки сточных вод нефтехимических производств.

Список использованных источников:

1. Бич Г., Бест Д., Брайерли К. и др. Биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ./Под. ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М.: Мир, 2018. – 480 с.
2. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М.: Ин-октаво, 2005. – 368 с.
3. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство. – С.-Пб.: Анатолия, 2010. – 250 с.
4. Зилов, Е. А. Гидробиология и водная экология: учебное пособие. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2007. – 118 с.
5. Филенко В.М., Каплан А.Л. Макроэффект от микроорганизмов//Наука и жизнь. – 2005. – Том 49. – №8. – Стр. от 21 до 23.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ШАХТ С ПОМОЩЬЮ
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Энергопотребление шахт остаётся одной из ключевых проблем горнодобывающей промышленности. Значительная доля затрат связана именно с электроэнергией, а постоянные изменения условий работы требуют внедрения новых подходов к управлению энергоресурсами. С развитием цифровизации и увеличением объёмов данных методы машинного обучения открывают возможности для анализа и оптимизации энергопотребления. Цель данной статьи — рассмотреть, как машинное обучение может использоваться для повышения энергоэффективности шахт, какие существуют подходы и примеры успешного применения, а также обозначить трудности и перспективы развития этого направления.

Шахтные комплексы включают множество энергозатратных систем: вентиляционные установки, насосы, конвейеры, подъёмные механизмы и осветительные сети. Уровень энергопотребления зависит от глубины шахты, объёмов добычи, состояния оборудования и геологических условий. Традиционные методы управления электроэнергией основаны на фиксированных графиках и ручном регулировании, что часто приводит к неэффективному использованию ресурсов. Для повышения точности прогнозирования и адаптивности систем необходимо применять интеллектуальные подходы, способные анализировать данные в реальном времени и учитывать множество факторов одновременно.

Машинное обучение позволяет выявлять закономерности в исторических данных об энергопотреблении, прогнозировать будущие нагрузки, определять неэффективные режимы работы оборудования и разрабатывать стратегии управления, минимизирующие издержки. Использование моделей машинного обучения, таких как нейронные сети, деревья решений или ансамблевые методы, обеспечивает более точные прогнозы и позволяет снизить энергопотребление без потери производительности. Согласно обзору, опубликованному в журнале *Frontiers in Energy Research*, алгоритмы Random Forest, Neural Networks и LSTM уже применяются в горнодобывающей промышленности и дают значительное повышение операционной эффективности [1].

Примером успешного применения машинного обучения является исследование, где для управления вентиляционной системой подземной шахты была использована комбинация традиционного метода гидравлического баланса (метод Харди-Кросса) и модели Gradient Boosting. Такой подход позволил сократить энергопотребление вентиляционной

системы на 31,24 % [2]. В другом исследовании, посвящённом прогнозированию энергопотребления в дробильно-обогастительном комплексе, применение алгоритмов Support Vector Regression и K-Nearest Neighbors позволило повысить точность предсказаний и выявить периоды нерационального использования электроэнергии [3].

Несмотря на очевидные преимущества, применение машинного обучения в шахтах сопряжено с рядом трудностей. Прежде всего, это недостаток качественных данных, их фрагментарность и высокий уровень шума. Кроме того, оборудование в шахтах часто устаревшее и не всегда оснащено современными датчиками для сбора параметров в реальном времени. В некоторых случаях отсутствует инфраструктура для интеграции интеллектуальных систем с промышленными контроллерами. Также важной задачей остаётся интерпретация решений моделей и обеспечение их надёжности в условиях изменяющихся технологических процессов.

Перспективы развития машинного обучения в данной области связаны с созданием цифровых двойников шахтных систем, внедрением систем предиктивного управления и использованием распределённых методов обучения. Активно развиваются направления, связанные с федеративным обучением, которое позволяет использовать данные с разных предприятий без их прямой передачи, что особенно важно для конфиденциальных промышленных объектов. Развитие объяснимого искусственного интеллекта также способствует более безопасному и прозрачному применению моделей в горнодобывающем производстве.

Таким образом, применение машинного обучения в оптимизации электропотребления шахт является перспективным направлением, способным обеспечить значительное повышение энергоэффективности и снижение затрат. Для дальнейшего прогресса требуется создание инфраструктуры для сбора и анализа данных, интеграция с системами автоматического управления и разработка методик оценки эффективности моделей в реальных условиях. Внедрение интеллектуальных технологий в энергосистемы шахт является шагом к устойчивому и экономически эффективному развитию горнодобывающей отрасли.

Список использованных источников:

1. Parvathareddy S. et al. *Transforming mining energy optimization: a review of machine learning techniques and challenges* //Frontiers in Energy Research. – 2025. – Т. 13. – С. 1569716.
2. Saleem H. A. *Energy Consumption Reduction in Underground Mine Ventilation System: An Integrated Approach Using Mathematical and Machine Learning Models Toward Sustainable Mining* //Sustainability. – 2025. – Т. 17. – №. 3. – С. 1038.
3. Loudari C. et al. *Predicting energy consumption of grinding mills in mining industry: A review* //INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMMUNICATION TECHNOLOGY AND COMPUTER ENGINEERING. – AIP Publishing LLC, 2023. – Т. 2814. – №. 1. – С. 040003.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПЫЛЕВИДНОЙ
СТРУЖКИ СТАЛИ ШХ15

В процессе механической обработки подшипниковых сталей, в частности стали марки ШХ15, образуется значительное количество пылевидных и мелкодисперсных отходов. Основными источниками таких отходов являются операции шлифования, полирования и термообработки. По данным ряда исследователей [1–2], доля пылевидных частиц в общем объёме отходов производства подшипниковой стали может достигать 10–15 %. Эти отходы содержат до 95–98 % железа и легирующих элементов (хром, марганец, кремний), что делает их ценным вторичным ресурсом.

Однако использование таких отходов в металлургическом цикле осложняется их низкой насыпной плотностью, высокой удельной поверхностью и склонностью к окислению при хранении. Поэтому прямое возвращение пылевидных отходов в плавку приводит к потерям металла и загрязнению газоочистных систем. Одним из наиболее эффективных способов переработки таких материалов является брикетирование, позволяющее получать компактные изделия с высокой плотностью и достаточной механической прочностью для транспортировки и загрузки в печи.

В работах отмечается, что при холодном брикетировании шлифовальной пыли и окалины стали ШХ15 с добавлением органических или неорганических связующих (жидкое стекло, бентонит) удаётся получить брикеты с плотностью 3,5–4,5 г/см³ и пределом прочности при сжатии до 10–15 МПа. При этом использование связующих растительного происхождения обеспечивает экологическую безопасность процесса и снижает выбросы при плавке.

Ряд авторов исследовали возможность самоспекающегося брикетирования, при котором мелкодисперсные частицы соединяются под действием термической обработки без введения связующих. Такие технологии позволяют увеличить содержание металла в брикетах и улучшить их восстановительные свойства, что особенно актуально при переработке высоколегированных отходов, включая сталь ШХ15.

Современные исследования направлены на оптимизацию параметров прессования (давление, влажность, гранулометрический состав), а также на подбор связующих, обеспечивающих минимальные потери металла при повторной плавке. Разрабатываются комбинированные

схемы утилизации пылевидных отходов, включающие агломерацию, термообработку и последующее брикетирование.

Таким образом, анализ литературных источников показывает, что брикетирование является наиболее рациональным способом утилизации пылевидных отходов подшипниковых сталей, включая ШХ15. Оно позволяет существенно повысить уровень комплексного использования вторичных ресурсов и снизить экологическую нагрузку на производство.

В современном производственном процессе, особенно в металлургической и машиностроительной отраслях, проблема утилизации отходов становится всё более актуальной. Одним из значительных источников отходов в этих отраслях является пылевидная стружка стали, в частности, стали марки ШХ15, которая широко используется в производстве высокопрочных и износостойких деталей. Переработка таких отходов не только способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и открывает новые возможности для эффективного использования ресурсов.

Переработка пылевидной стружки стали ШХ15 представляет собой эффективное решение, позволяющее вернуть в производственный цикл до 90% металлического компонента. Современные технологии переработки позволяют извлекать металл из отходов с высокой степенью чистоты, что значительно увеличивает экономическую эффективность процесса. Кроме того, переработка стружки снижает потребность в первичном сырье, что является важным фактором в условиях истощения природных ресурсов и роста цен на металлы.

Также следует отметить, что переработка отходов стружки в сочетании с современными методами управления отходами и внедрением замкнутых циклов производства способствует улучшению экологической ситуации. Это особенно актуально в условиях жестких экологических норм и требований, предъявляемых к промышленным предприятиям. Устойчивое развитие и переход к «зелёной» экономике требуют от производителей активных действий по минимизации отходов и их переработке.

В заключение, актуальность переработки отходов пылевидной стружки стали ШХ15 обусловлена не только экономическими, но и экологическими факторами. Эффективное управление этими отходами позволяет не только сократить затраты на сырьё, но и значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду, что является важным шагом к устойчивому развитию промышленности и сохранению природных ресурсов для будущих поколений.

Список использованных источников:

1. Иванов С.В., Петров А.А. Переработка шлифовальных отходов подшипниковых сталей. // *Металлургия и машиностроение*. – 2018. – №5. – С. 45–49.
2. Сидоров В.Н., Кузнецов Д.П. Брикетирование металлургических пылей и шламов: технология и оборудование. – Екатеринбург: УрФУ, 2019. – 156 с.

КЕҢҚИЯҚ КЕН ОРНЫНДА ТҮТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙ ӨНДІРУ

Кеңқияқ кен орны Каспий маңы бассейнінің Шығыс бортының Жайық-Ембі тұзды күмбезді тектоникалық аймағында орналасқан.

Кеңқияқ кен орнының тұз үсті кен орындарында 9 мұнай горизонты бөлінеді, олар қабаттардың геологиялық-физикалық сипаттамалары бойынша жобалық құжатқа сәйкес алты игеру объектісіне бөлінеді.

Барлық өнімді горизонттардың мұнай кен орындары қабат, қойма, тектоникалық және литологиялық қорғалған типтерге жатады.

Ерекшеліктерін, геологиялық құрылымын, қабаттардың пайда болу жағдайлары мен параметрлерін, мұнайдың ерекшеліктерін ескере отырып, II және III горизонттар бу-жылу әсер (БЖӘ) ету әдісін іске асыру үшін қолайлы объектілер болып табылады. Қабылданған сұлбаға сәйкес БЖӘ технологиясы екі кезеңде жүзеге асырылды.

Бірінші кезеңде жылу жиегі жасалады (0,6-0,8 кеуек көлемі), екінші кезеңде - жылу жиегі қыздырылмаған сумен қозғалды. II және III горизонттар бір пайдалану объектісіне біріктіріледі.

Бу генераторларының қуаттылығы артқан сайын жаңа аумақтық элементтер дамуға енгізілді және ұңғымаларды орналастырудың үш қатарлы желілік жүйесі қолданылады.

Кеңқияқ кен орнында ұңғымаларды бу-циклдік өңдеу технологиясы (БЦӨТ) кеңінен қолданылады. БЦӨТ кезінде ұңғымаға тиімді мұнаймен қаныққан қалыңдығының 1 метріне ондаған тонна бу айдалады. Содан кейін ұңғыма сіңдіру үшін тоқтатылады – температураны қабатта қайта бөлу үшін бірнеше күнге дейін қоршаған тау жыныстары мен сұйықтықтарға жылуды қайта бөлу жүзеге асырылады. Ұзақ тоқтату қоршаған тау жыныстарына шамадан тыс жылу шығынына, ал қысқа тоқтату сорылған буды өнімсіз таңдауға әкелуі мүмкін. Тоқтату аяқталғаннан кейін ұңғыма пайдалануға беріледі. Біртіндеп, қабат салқындаған сайын, қабаттан ұңғымаға мұнай ағыны азаяды. Дебит шекті рентабельді деңгейге жақындаған кезде БЦӨТ қайталанады.

Буды айдау циклінің ұзақтығы әдетте 10-20 күнді құрайды және өнделетін қабаттың қалыңдығына және бу ұңғымасының қабылдануына байланысты болады. Мұнаймен қаныққан қабаттың 1 ш.м. үшін 100 тонна бу айдау керек деп саналады. Осылайша, қабаттың қалыңдығы 20 м және ұңғыманың қабылдау қабілеті тәулігіне 200 тонна болса, бу айдау циклінің ұзақтығы 10 күнді құрайды.

Кенқияқ кен орнының тұтқырлығы жоғары мұнайы үшін бұл кезеңдер әсер ету циклінде 1-кестедегі мәліметтерге сәйкес болады.

Кесте 1 - Бір ұңғыма бойынша буды сіндіру әдісімен Ю2-II (А+Б+В) горизонттарын игерудің болжамды көрсеткіштері

Цикл	Пайдалану уақыты, тәу				Игеру көрсеткіштері					
	Бу айдау	Бу айдаудан кейін ұңғыманы жабу	Ұңғыманы пайдалану	Барлығы	Мұнай өндіру, т	Бу айдау көлемі, т	Сулануы, %	Бу-мұнай факторы	Ағымдағы мұнай алу коэффи-ті, %	Тәуліктік мұнай өндіру, т
1	10	5	190	205	888	1800	59.06	0.55	1.19	5.2
2	10	5	170	185	739	1950	66.67	0.37	0.88	4.3
3	10	5	160	175	609	2100	72.86	0.29	0.73	3.8
Барлығы	30	15	520	565	2236	5850			2.8	

Бірінші циклде ұңғымаларды пайдалану 190 күнге созылады, бұл ретте бір ұңғымаға айдалатын бу мөлшері 1800 тоннаны құрайды, бу-мұнай факторы 0,55 шамасына жетеді, өнімнің сулануы 55%, мұнайдың тәуліктік дебиті тәулігіне 5,2 тоннаны құрайды.

Екінші цикл. Ұңғымаларды пайдалану 170 күнге созылады. Айдалатын будың көлемі 1950 т, бу-мұнай факторы 0,37, сулануы 66,6%, мұнайдың орташа тәуліктік дебиті тәулігіне 4,3 т.

Үшінші цикл. Ұңғыма 160 күн бойы жұмыс істейді. Бу айдау көлемі 2100 т, бу-мұнай факторы 0,29, сулануы 72,8%, мұнайдың тәуліктік дебиті тәулігіне 3,8 т.

БЖӘ нәтижелері, БЦӨТ мұнай өндірудің қарқындылығына оң әсер ететіндігін көрсетеді: мұнай бойынша ұңғымалардың дебиті артып келеді, алайда ұңғымалардың өндірілетін өнімінің сулануының өсу тенденциясы байқалады.

Ұңғымаларды бумен өңдеу, әсіресе тұтқырлығы жоғары мұнай өндіруде ең тиімді болып табылатын бірнеше әдістердің бірі болып табылады.

БЦӨТ әмбебаптығы мынада: олар басқа термиялық әсер ету әдістерімен бірге, сондай-ақ кен орнын игерудің әртүрлі кезеңдерінде учаскені немесе бүкіл кен орындарын игерудің тәуелсіз әдісі ретінде қолданыла алады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Иванов В.А. и др. Применение паротеплового воздействия на пласт при разработке месторождения Кенкияк//Нефт. хоз-во. -1985. -№5. -С. 49-52.
2. Сагингалиев В.С., Раковский Н.Л., Копанев С.В. Развитие процесса вытеснения нефти паром на месторождении Кенкияк // Нефт. хоз-во. - 1980. - №3. -С. 40-44.
3. Морозюк О. А. и др. Экспериментальные исследования вытеснения высоковязкой нефти диоксидом углерода из карбонатных пород // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – №. 6. – С. 51 – 56.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Горнодобывающая промышленность Республики Казахстан является одной из ключевых отраслей экономики и играет стратегическую роль в обеспечении энергетической и промышленной безопасности страны. Рост объемов добычи и развитие открытых горных работ сопровождаются увеличением техногенной нагрузки и рисков потери устойчивости откосов, отвалов и дамб, что может приводить к авариям, наносить значительный материальный ущерб и угрожать жизни работников.

Опыт мировых стран показывает, что проблема устойчивости горнотехнических сооружений является актуальной для всех регионов с развитой добывающей промышленностью. Серьезные аварии, такие как обрушение дамб в Бразилии (2019 г.) и Канаде (2014 г.), продемонстрировали необходимость постоянного мониторинга состояния карьерных откосов и перехода от локальных наблюдений к комплексным системам анализа. В развитых странах активно внедряются беспилотные технологии, фотограмметрия, лазерное сканирование и спутниковые методы InSAR, однако и там сохраняется потребность в интеграции различных источников данных и автоматизации аналитических процессов.

В Казахстане мониторинг устойчивости откосов и дамб в большинстве случаев основан на традиционных методах — визуальных обследованиях и геотехнических измерениях, что ограничивает точность и оперативность определения состояния устойчивости карьерных откосов. При этом высокая концентрация горных предприятий и техногенных объектов делает задачу создания интеллектуальных систем мониторинга особенно актуальной.

Современные исследования в области устойчивости горнотехнических объектов показывают, что в Казахстане и за рубежом активно развиваются методы геомеханического моделирования, дистанционного мониторинга и использования беспилотных технологий [1–3]. Наиболее распространёнными направлениями являются фотограмметрический анализ, лазерное сканирование, георадарные исследования, а также спутниковое наблюдение с применением технологии InSAR. Эти подходы позволяют получать детализированные трёхмерные модели горнотехнических сооружений и отслеживать деформационные процессы с высокой точностью. Однако большинство

существующих методов ориентировано на решение частных задач. В результате отсутствует единая система, способная комплексно учитывать взаимосвязь природных, инженерных и техногенных процессов [4, 5].

В этих условиях особое значение приобретает применение интеллектуальных алгоритмов анализа и интеграции геопространственных данных, позволяющих обеспечить высокую точность и оперативность при определении состояния устойчивости карьерных откосов.

В рамках политики цифровизации промышленности и концепции «Индустрия 4.0» особое значение приобретает переход к технологиям интеллектуального мониторинга и предиктивного управления рисками. Этим требованиям отвечает предлагаемая интеллектуальная интеграционная платформа нового поколения, которая объединит геомеханические, геопространственные, геологические и гидрологические базы данных в единую цифровую среду. Использование алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения позволит автоматизировать оценку устойчивости и прогнозировать развитие деформационных процессов. Реализация подхода повысит точность и оперативность определения состояния устойчивости откосов и бортов карьеров, минимизируя риск аварий и формируя основу «умного» мониторинга на национальном уровне.

Список использованных источников:

1. Satyanaga A., Sharipov D., Amantay A. (2023). *Application of Remote Sensing and Machine Learning for Slope Stability Assessment in Kazakhstan Open Pits*. OUCI. <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/9jAZkRqI>
2. Sharipov D., Satyanaga A., Amantay A. (2023). *Influence of Slope Geometry on Stability of Clayey Soil Slopes*. Nazarbayev University Research Repository. <https://research.nu.edu.kz/en/publications/influence-of-slope-geometry-on-stability-of-clayey-soil-slopes>
3. Amantay A. (2024). *Development of Digital Models for Stability Analysis of Open Pit Slopes in Central Kazakhstan*. Nazarbayev University Repository. <https://nur.nu.edu.kz/items/dacac555-aad2-43d0-b790-5b60dc999c0e>

ТАУ-КЕН ІСІНДЕГІ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ИННОВАЦИЯЛАР

Қазақстан экономикасының жетекші салаларының бірі - тау-кен өнеркәсібі. Қатты минералды шикізаттарды ашық әдіспен өндіру кезінде жаңа техникалық шешімдер мен ғылыми негізделген технологияларды енгізу қажеттілігі артып келеді. Қазіргі кезеңде әлемдік экономиканың дамуында тау-кен өнеркәсібі стратегиялық маңызы бар сала болып табылады. Қазақстан табиғи ресурстарға бай мемлекет ретінде пайдалы қазбаларды өндіру мен өңдеу саласында заманауи технологияларды енгізу арқылы бәсекеге қабілеттілігін арттыруда. Инновациялық технологиялар өндіріс тиімділігін жоғарылатып қана қоймай, экологиялық тұрақтылық пен еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз етеді [1].

Соңғы жылдары тау-кен өндірісінде автоматтандырылған басқару жүйелері (АБЖ), сандық модельдеу, геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) және жасанды интеллект элементтері кеңінен қолданылуда [2].

Мысалы, карьерлер мен шахталарда дрондар мен 3D-сканерлер арқылы жер бедерін жоғары дәлдікпен картаға түсіру жүзеге асуда. Бұл кен орнын жобалау мен мониторинг жүргізуді айтарлықтай жеңілдетеді. Төменді негізгі даму бағыттары мен жаңаәдістерге қысқаша шолу жасалды [3].

Цифрландыру және жасанды интеллект - «Ақылды кеніш» (Smart Mining) тұжырымдамасы - өндірістік үрдістерді қашықтан бақылауға және басқаруға мүмкіндік беретін жаңа бағыт. Бұл жүйеде барлық жабдықтар мен механизмдер сенсорлар арқылы бірыңғай деректер орталығына қосылып, нақты уақыт режимінде талданады.

Жасанды интеллект алгоритмдері өндірістегі тәуекелдерді азайтып, кен өндіру көлемін оңтайландырады.

Автоматтандыру және роботтандыру - Роботтандырылған бұрғылау қондырғылары мен жүргізушісіз карьерлік самосвалдар еңбек өнімділігін арттырып, адам өміріне төнетін қауіп-қатерді азайтады. Мысалы, әлемнің ірі компаниялары – Rio Tinto және Caterpillar автономды көлік жүйелерін енгізу арқылы отын шығынын 15–20%-ға азайтқан.

Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) және 3D модельдеу - Бұл әдістер кен орнының құрылымын дәл анықтау мен жобалауда қолданылады.

-3D геологиялық модельдер жасау;

-Ұшқышсыз дрондармен (UAV) аэрофототүсірілім;

-Лазерлік сканерлеу арқылы жер бедерін картаға түсіру.

Экологиялық инновациялар - Инновациялық технологиялар экологиялық тұрғыдан да тиімді. Мысалы, шаң-тозаң шығарындыларын

азайту үшін сүзгілеу және шаң басу жүйелері, ал қалдықтарды қайта өңдеу үшін биотехнологиялық әдістер енгізілуде. Бұл Қазақстанның «Жасыл экономика» тұжырымдамасымен үндес келеді.

Биотехнологиялық әдістер - Металл алу мен қалдықтарды өңдеуде экологиялық тиімді тәсіл:

-Биолейкинг (биошаймалау) – микроорганизмдер көмегімен металдарды кеннен бөліп алу;

-Биооттектеу және биодеградация – қалдықтар мен суларды тазалау.

-Бұл әдіс энергияны аз жұмсайды және қоршаған ортаға зиян келтірмейді.

Қазақстан тәжірибесі - Қазақстанда «Цифрлы кеніш» жобасы аясында бірнеше кәсіпорында цифрлық бақылау жүйелері мен автоматтандырылған есепке алу енгізілді (мысалы, «Еуразия тобы», «Қазмырыш», «Қазақмыс»). Бұл жобалар өнім сапасын арттырумен қатар, өндірістегі энергия шығынын төмендетуге және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Экологиялық инновациялар:

-Газ бен шаң-тозаң шығарындыларын азайту жүйелері;

-Қалдықтарды қайта өңдеу (tailing recycling);

-Су тұтынуды азайту технологиялары (жабық цикл жүйелері).

Энергия үнемдейтін және баламалы энергия технологиялары:

-Кеніштерде күн және жел энергиясын пайдалану;

-Электрлендірілген техника – дизель отынының орнына электр қуатын қолдану.

Бұл әдістер Қазақстанның «Жасыл экономика» тұжырымдамасымен үйлеседі. Қорытындылай келе, қазіргі таңда тау-кен өнеркәсібінің басты бағыты - цифрландыру, автоматтандыру және экологиялық тұрақтылық.

Бұл әдістер өндірістің өнімділігін арттырып қана қоймай, еңбек қауіпсіздігін және табиғатты қорғауды қамтамасыз етеді [4].

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Адно Ю. Л. Горно-металлургический комплекс Казахстана: проблемы и перспективы развития // Россия и новые государства Евразии. – 2021. – №. 2. – С. 99-114.
2. Салгиреев Р. Р. и др. ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА //Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2024. – №. 4. – С. 752-759.
3. Зубченко С. А., Домнин П. А., Ленковец О. М. ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗВЕДКЕ И РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ //18-я Международная конференция по проблемам горной промышленно-сти, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологиче-ские проблемы горной промышленности, строительства и энергетики»: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021, 757 с. – 2022. – Т. 2. – С. 116.
4. Трофимов В. Б. Аналитический обзор функциональных структур интеллектуальных систем управления сложными горно-металлургическими объектами //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2022. – №. 2. – С. 150-168.

ДЕФИЦИТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

По последним данным Министерства энергетики Республики Казахстан

[1] к 2030 году потребность энергии в стране возрастет до 28,2 ГВт мощности при том, что в 2024 году потребление электроэнергии составило 120 млрд кВтч, а ее выработка - 118 млрд кВтч. Ожидается, что дефицит электроэнергии по итогам 2025 года не уменьшится, и может составить 5 млрд кВтч. Причинами энергодефицита являются:

1. Увеличение потребления энергии из-за роста экономики (в первую очередь жилищное и транспортное строительство, промышленное производство, ЖКХ, урбанизация).

2. Старение инфраструктуры, что приводит к выбытию генерирующих мощностей и уменьшению выработки энергии на станциях, так как генерирующие источники эксплуатируются более 30 лет, а новые не строились все это время.

3. Сверхнормативные потери мощности при производстве и передаче энергии из-за того, что износ линий электропередач превышает 70%, наряду с увеличением нагрузки на сети. К тому же примерно 25% тепловых электростанций находится в критическом состоянии.

4. Резкое увеличение потребления энергии майнерами криптовалюты в последние два года, что привело Казахстан в тройку мировых лидеров по расходованию ресурса на майнинг. При этом деятельность майнинговых ферм ничего не добавляет в валовый национальный продукт.

Нельзя сказать, что в республике ничего не делалось для преодоления энергодефицита и развития энергетики.

В последние годы активно развивается ветроэнергетика. Так суммарная мощность 59 действующих ветровых электростанций (ВЭС) к середине 2024 года достигла отметки 1,4 ГВт. В дальнейшем планируется строительство новых ВЭС в перспективных по природным условиям районах страны с общей мощностью 3,1 ГВт к 2030 году. Эксперты оценивают энергетический потенциал ветроэнергетики в Казахстане примерно в 920 млрд кВт·ч в год.

В 2012 году в Казахстане, обладающим значительным потенциалом солнечной энергии, была введена в строй первая солнечная электростанция (СЭС) «Отар» мощностью 0,5 МВт. С запуском в 2012 году завода «Астана

Солар» по производству фотоэлектрических модулей были построены СЭС в селе Сарыбулак Алматинской области и Саран в Карагандинской области каждая мощностью 100 МВт [2]. В результате внедрения 158 возобновляемых источников энергии (ВИЭ) их доля в генерации электрической энергии по стране достигла 6,4%.

До конца 2025 года в Казахстане введут дополнительные мощности на 621 МВт, из которых, более двух третей произведут за счет строительства возобновляемых источников энергии. А остальной объем нарастят благодаря реконструкции и модернизации станций.

Казахстан в рамках Плана развития энергетической отрасли до 2035 года намерен ввести дополнительно более 26 ГВт новых мощностей. Совместно с АО «Самрук-Энерго» реализуются проекты строительства ТЭЦ в Кокшетау, Семей и Усть-Каменогорске. На этих объектах будут применяться современные системы фильтрации дымовых газов и улавливания тяжёлых металлов. К 2029 году ведомство обещает полное покрытие потребностей экономики в электроэнергии.

До этого момента необходимо продолжать ремонтировать, восстанавливать и реконструировать действующие активы, что позволит не потерять имеющиеся мощности. Нужно улучшать эффективность действующих активов на стороне производства, передаче и распределении энергии из-за их изношенности. Соответственно, необходимо не только сами ТЭЦ ремонтировать, но и реконструировать сети. Необходимо также повышать эффективность при потреблении в ЖКХ, промышленности и госучреждениях. Поэтапно произвести цифровизацию энергетики с внедрением "умных" приборов учета, технологии Smart Grid, ИИ-моделей прогнозирования, цифровых двойников и систем предиктивной диагностики [3].

Таким образом, проблема энергодефицита может быть решена только комплексно. А именно через строительство новых станций, включая АЭС, развитие возобновляемых источников энергии, цифровизацию отрасли и повышение энергоэффективности на всех уровнях.

Список использованных источников

1. Развитие электроэнергетики в Казахстане: новые мощности, «чистый уголь» и цифровизация отрасли // https://t.me/politprosvet_kz (Политпросвет. Kz 28.10.2025).
2. Сатубалдина, А. (2020). К декабрю в Казахстане будут запущены девять проектов в области возобновляемой энергетики.. Источник <https://astanatimes.com/2020/05/nine-renewable-energy-projects-to-be-launched-in-kazakhstan-by-december/>. Доступ 23.12.2020.
3. Бокижанов Г.И., Бокижанова А.Г. Интеграция искусственного интеллекта в управление энергетическими системами: вызовы и перспективы в контексте Казахстана// Труды Международной научно-практической конференции «XVII Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». Чь 1 – С. 648–649.

Бөдеева А.Қ. (Қарағанда, ҚарТУ)
Хайбышев Д.Ж. (Қарағанда, ҚарТУ)
Алданыш Ж. (Қарағанда, ҚарТУ)

«ЦИФРЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН» БАҒДАРЛАМАСЫ ЖӘНЕ ЖЕР ҚАТЫНАСТАРЫ САЛАСЫНДАҒЫ ЦИФРЛАНДЫРУ

Қазіргі цифрландыру жағдайында Қазақстан экономиканы тиімді ету, инновацияны дамыту және азаматтардың өмір сапасын жақсарту үшін стратегиялық бастамаларды жүзеге асырады. Оның басты бағдарламасы – «Цифрлық Қазақстан», елді сандық экономикаға көшіру арқылы тұрақты өсуді қамтамасыз етеді және инновация, адам капиталы, инфрақұрылым мен мемлекеттік қызметтердің қолжетімділігін арттыруды мақсат етеді.

Жер қатынастары саласындағы цифрландыру 2023 жылғы 5 сәуірде қабылданған заң «Қазақстан Республикасындағы жер қатынастарын цифрландыру мәселелері бойынша кейбір заңнамалық актілерге өзгерістер енгізу туралы» мемлекеттік қызметтер мен базалық жүйелерді сандық форматқа көшіруді көздейді. Оның негізгі бағыттары мен функциялары:

1. Жер учаскесін беру рәсімі толық электронды түрде жүзеге асырылады; Өтініштер «Электрондық үкімет» порталы арқылы қабылданады, ал учаскені таңдау кадастрлық карталар арқылы жүргізіледі. Бұл рәсімдер жер комиссияларының кейбір функцияларын қысқартып, бюрократиялық кедергілерді азайтады.

2. Бірыңғай мемлекеттік жылжымайтын мүлік кадастры (БМЖМК) жүйесі жер кадастры мен құқықтық кадастр деректерін біріктіреді. Бұл жүйе жер учаскелерінің құқықтық мәртебесін нақты бақылауға мүмкіндік береді, заңдық дауларды азайтады және мемлекеттік шешім қабылдауды жеңілдетеді (1-сурет).

3. Ауыл шаруашылығы жерлерін цифрландыру

2022 жылдан бері мемлекет 13,7 млн гектар ауыл шаруашылығы жерін қайтарып алды, оның ішінде 6,2 млн гектары қайта бөлінді. Ауыл шаруашылығы жерлерінің 197,937 млн гектардан астам учаскесі цифрлық картаға енгізіліп, шамамен 80–85% нәтижеге қол жеткізілді.

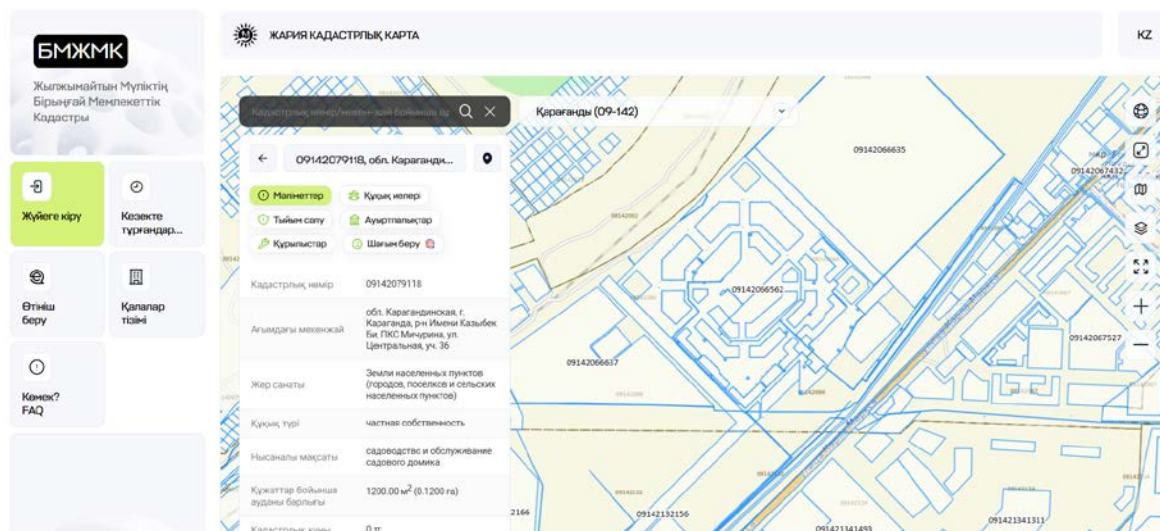
4. Ашықтық және мониторинг

Цифрлық картада әрбір учаскенің жағдайы, мәртебесі және пайдаланушысы көрсетіледі. Бұл жер қатынастарына бақылау жүргізуді жеңілдетеді, алаяқтықты азайтады және жерді заңсыз пайдалану тәуекелдерін төмендетеді.

5. Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) және аналитика

Цифрлық кадастрлық деректер ГАЖ платформалары арқылы өңделеді, бұл кеңістіктік талдаулар, картографиялық зерттеулер, кадастрлық жоспарлау және жерді пайдалануды мониторингтеу үшін маңызды. ГАЖ

көмегімен әртүрлі деректерді біріктіру, өзгерістерді анықтау және шешім қабылдауды оңтайландыру мүмкіндігі артады.



1-сурет – Бірыңғай мемлекеттік жылжымайтын мүлік кадастрының ақпараттық жүйесі

Цифрландырудың артықшылықтары бірнеше бағытта көрінеді: мемлекеттік қызметтердің сапасы артып, жер учаскелерін беру мен тіркеу жылдам әрі ашық жүргізіледі; кадастрлық деректерге негізделген аналитика арқылы жер ресурстарын тиімді пайдалану және шешім қабылдау оңтайланады; БМЖМК жүйесі құқықтық тәуекелдерді азайтып, алаяқтық пен даулар санын төмендетеді; экономикалық тиімділік артылып, жерлерді басқаруда ресурстарды тиімді бөлуге мүмкіндік туады; сондай-ақ ГАЖ пен цифрлық карталар арқылы кеңістік деректерді талдау, экологиялық мониторинг жүргізу және қалалық жоспарлау оңайлайды.

Жер қатынастары саласындағы цифрландыру Қазақстанның сандық трансформациясының маңызды элементі болып табылады. Бұл процесс мемлекеттік басқарудың тиімділігін арттырып, жер ресурстарын ашық және әділ басқаруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, цифрлық кадастрлық жүйелер аэрофотогеодезия, геоинформациялық зерттеулер және қала құрылысы сияқты салаларда заманауи кәсіби дағдыларды дамытуға жағдай жасайды.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Министерство цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан. Официальный сайт: <https://digital.kz>, 2024.
2. Национальный проект «Цифровой Казахстан — 2025». Астана: МЦРИАП РК, 2023.
3. Абдрахманова А.К. Цифровая трансформация экономики Казахстана: современные тенденции. — Алматы: Экономика, 2022.
4. Кайырбекова Ж.М. Геоинформационные технологии и цифровая аэрофотосъемка: учебное пособие. — Астана, 2021.
5. Бекенов Н.С. Развитие цифрового общества в Казахстане: анализ и перспективы. — Нур-Султан: Институт цифровых исследований, 2020.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТРУДОУСТРОЙСТВА

В условиях современной цифровой экономики и глобализации рынка труда, процессы поиска работы и подбора персонала требуют фундаментальной модернизации. Традиционные платформы по трудоустройству, несмотря на их широкое распространение, часто сталкиваются с системными проблемами: нерелевантная выдача вакансий, сложность в объективной оценке реальных компетенций кандидатов и чрезмерные временные затраты на ручную обработку откликов. Соискатели тратят часы на просмотр неподходящих предложений, в то время как рекрутеры «тонут» в потоке резюме, не соответствующих ключевым требованиям. Это создает информационный разрыв, снижая общую эффективность рынка труда. Целью данной работы является проектирование и разработка многофункционального веб-приложения, направленного на решение указанных проблем за счет внедрения интеллектуальных алгоритмов подбора, автоматизации рутинных задач и создания удобного, интуитивно понятного пользовательского интерфейса.

Для обеспечения высокой производительности, масштабируемости и отказоустойчивости архитектура приложения проектируется на основе микросервисного подхода. Это позволяет независимо разрабатывать, развертывать и обновлять отдельные компоненты системы, такие как модуль аутентификации, сервис профилей пользователей, рекомендательный движок и система обработки откликов. В качестве технологического стека для серверной части (backend) предполагается использование языка Python с фреймворком Django или FastAPI, что обеспечивает быструю разработку и широкие возможности для интеграции с библиотеками машинного обучения. Для клиентской части (frontend) будет использован один из современных JavaScript-фреймворков, например, React или Vue.js, для создания динамичного и отзывчивого пользовательского интерфейса. В качестве системы управления базами данных будет применяться PostgreSQL для хранения структурированных данных (профили, вакансии) и MongoDB для неструктурированной информации (логи, аналитика).

Ключевые функциональные модули. Интеллектуальный рекомендательный движок. Ядром системы является гибридная модель рекомендательной системы. Она комбинирует два подхода: Фильтрация на основе содержания, система проводит глубокий семантический анализ текстов вакансий и резюме с использованием методов обработки естественного языка (NLP). Технологии, такие как TF-IDF и Word2Vec, позволяют извлекать ключевые

навыки, компетенции и требования, сопоставляя их с высокой точностью. И коллаборативная фильтрация, модель анализирует поведение пользователей на платформе (просмотры, отклики, сохранения вакансий), выявляя скрытые предпочтения и предлагая соискателям вакансии, которые были интересны пользователям со схожими профилями. Автоматизированный скрининг резюме. Для работодателей разработан модуль, который автоматизирует первичный отбор кандидатов. С помощью алгоритмов машинного обучения система анализирует резюме, ранжирует кандидатов по степени соответствия требованиям вакансии и предоставляет рекрутеру краткий отчет с наиболее подходящими соискателями. Это позволяет сократить время на ручной отбор на 70-80%. Расширенный профиль пользователя. В отличие от стандартных резюме, профиль в приложении будет включать в себя не только опыт работы и образование, но и портфолио проектов, а также карьерные цели и предпочтения по корпоративной культуре. Это дает более полное и объективное представление о кандидате.

Научная новизна проекта заключается в разработке гибридной рекомендательной модели, адаптированной под специфику рынка труда, и интеграции NLP-алгоритмов для глубокого семантического анализа профессиональных компетенций. Внедрение данного веб-приложения позволит достичь следующих практических результатов:

Для соискателей: Значительное повышение релевантности предлагаемых вакансий, сокращение времени на поиск работы, возможность объективной демонстрации своих навыков.

Для работодателей: Ускорение процесса закрытия вакансий, снижение затрат на подбор персонала, повышение качества нанимаемых сотрудников за счет более точного отбора.

В целом, предлагаемое решение будет способствовать созданию более прозрачного, эффективного и справедливого рынка труда, формируя точное и быстрое взаимодействие между всеми его участниками.

Список использованных источников :

1. Ричардсон К. Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга. – СПб.: Питер, 2019. – 544 с.
2. Фальк К. Рекомендательные системы на практике. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 448 с.
3. Ньюмен С. Создание микросервисов. – СПб.: Питер, 2016. – 304 с.
4. Аггарвал Ч. Рекомендательные системы: большая книга. – М.: Диалектика, 2019. – 848 с.
5. Маннинг К., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск. – М.: Вильямс, 2011. – 528 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Современные технологии во всех отраслях промышленности выступают в качестве главной движущей силы развития предприятия. Их внедрение является важным аспектом научно-технического прогресса, обеспечивающим повышение эффективности производства, снижение издержек и улучшение безопасности труда. Инновации включают новую технику, современные способы добычи, управленческие и организационные решения. В горнодобывающей промышленности они позволяют соответствовать стремительному темпу технической революции.

Одним из наиболее перспективных направлений считается применение автономной технологии при добыче полезных ископаемых. В данной работе рассматривается технология автономного карьерного транспорта — беспилотных карьерных самосвалов — и её влияние на развитие горной промышленности.

Беспилотные карьерные самосвалы способны выполнять различные задачи автономно или под дистанционным управлением. Принцип работы автономного самосвала основан на взаимодействии нескольких элементов. Электронные карты определяют маршруты движения, датчики фиксируют препятствия, а программные алгоритмы регулируют скорость и траекторию. Диспетчерский центр контролирует работу машин в реальном времени, и один оператор способен наблюдать сразу за несколькими единицами техники. При приближении к препятствию система автоматически снижает скорость или останавливается, что снижает вероятность аварийных ситуаций. Средняя точность выполнения манёвров может достигать десяти миллиметров.



Рисунок 1 – Кабина оператора беспилотного самосвала

Преимущества использования такой техники заключаются в повышении точности работ, отсутствии необходимости в перерывах и возможности круглосуточной эксплуатации. Исключение человеческого фактора снижает количество аварий, улучшает экономические показатели предприятия и уменьшает износ техники. В результате повышается

производительность на 10–20 %, экономия топлива достигает 10–15 %, а затраты на техническое обслуживание снижаются примерно на 8 %.

В Казахстане также прослеживается тенденция к внедрению подобных технологий. Так, на угольном разрезе «Восточный» в городе Экибастузе уже внедрена система роботизированных карьерных самосвалов. Согласно данным представителей отрасли, на первом этапе в эксплуатацию будут введены три машины, способные перевезти до одного миллиона кубических метров горной массы. К 2027 году предполагается увеличение объёмов перевозок до 115 миллионов тонн.

Тем не менее существуют и проблемы. Внедрение такой техники требует обучения обслуживающего персонала, модернизации инфраструктуры и решения правовых вопросов. Также необходимы высокие требования к качеству связи и программного обеспечения. Поэтому при оценке эффективности необходимо учитывать не только потенциальную выгоду, но и организационные сложности.

Таким образом, внедрение современных технологий кардинально изменило облик горнодобывающей промышленности, сделав её более безопасной и эффективной. От автономных транспортных средств до интеллектуальных систем контроля — инновации способствуют росту производительности и устойчивому развитию отрасли. В будущем дальнейшее совершенствование технологий обеспечит новые возможности для повышения эффективности и безопасности горных работ.

Список использованных источников:

1. Беспилотные самосвалы для работы в карьерах [Электронный ресурс] – Режим доступа: [Беспилотные самосвалы](#) (дата обращения 30.10.25)
2. Системы управления автономного карьерного самосвала [Электронный ресурс] – Режим доступа: [042007.pdf](#) (дата обращения 30.10.25)
3. Беспилотные самосвалы запустят на одном из угольных разрезов Казахстана[Электронный ресурс] – Режим доступа: [Беспилотные самосвалы запустят на одном из угольных разрезов Казахстана](#) (дата обращения 30.10.25)
4. Беспилотные самосвалы запустят на одном из угольных разрезов Казахстана[Электронный ресурс] – Режим доступа: Экибастуз станет центром роботизированных самосвалов - PavlodarNews.kz - Новости Павлодарской области (дата обращения 02.11.25)
5. Карьерные «беспилотники» [Электронный ресурс] – Режим доступа: Карьерные «беспилотники» | Добывающая промышленность (дата обращения 02.11.25)

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ И СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Горнодобывающая промышленность активно внедряет технологии ИИ (Искусственного Интеллекта), IoT и анализа данных для повышения эффективности, безопасности и экологичности производства [1]. Ключевым направлением цифровизации является использование цифровых двойников, обеспечивающих мониторинг и прогнозирование процессов в реальном времени [2].

Цифровой двойник - это динамическая компьютерная модель горного объекта, обновляемая в реальном времени на основе данных датчиков показанных на Рисунке 1. С применением ИИ и машинного обучения он оптимизирует процессы, прогнозирует износ оборудования и предотвращает аварийные ситуации [2].

СХЕМА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА



Рисунок 1 - Схема цифрового двойника производственного комплекса

Применение искусственного интеллекта в горном деле.

ИИ в горном деле используется для прогнозирования геологических условий, оптимизации транспортировки и управления производственными процессами. Алгоритмы компьютерного зрения и адаптивные системы показанные на примере 1, под их управлением повышается точность, снижаются энергозатраты и увеличивается производительность [1].

Сбор данных => Передача данных в цифровую платформу => Обработка и очистка данных => Обновление цифровой модели => Анализ и

прогнозирование => Оптимизация и управление => Визуализация и принятие решений => Обратная связь

Преимущества внедрения цифровых технологий.

Цифровизация горного производства повышает безопасность, снижает издержки и минимизирует простой оборудования благодаря автоматизации и дистанционному контролю. Она также улучшает планирование, точность прогнозов и экологические показатели за счёт оптимизации ресурсов и сокращения выбросов [1].

В Казахстане цифровые технологии активно внедряются на предприятиях группы ERG, Kaz Minerals, ArcelorMittal Temirtau.

Примеры внедрения цифровых технологий в Казахстане и мире представлены в таблице.

Страна / компания	Тип внедряемой технологии	Пример проекта	Эффект
Казахстан (ERG)	Система мониторинга карьера	Интеллектуальный карьер в Хромтау	Снижение простоев техники
Австралия (Rio Tinto)	Автоматизация транспорта	Проект AutoHaul	Полностью автономные поезда
Канада (BHP)	Аналитика ИИ и Big Data	Оптимизация маршрутов самосвалов	Повышение производительности
Южная Африка (Anglo American)	Цифровой двойник шахты	Виртуальная платформа контроля	Уменьшение аварий на 30%

В горнодобывающей отрасли внедряются автоматизированные системы управления транспортом, интеллектуальные датчики и цифровые модели карьеров. Крупные компании, такие как Rio Tinto, BHP и Anglo American, создают полностью автоматизированные карьеры с дистанционным управлением и единой цифровой экосистемой.

В перспективе планируется интеграция цифровых двойников с предиктивной аналитикой и дополненной реальностью для обучения персонала и контроля процессов. Концепция «умных шахт» (Smart Mines) станет ключевым направлением развития отрасли, обеспечивая устойчивое и экологически безопасное производство [1]. Интеграция цифровых двойников и ИИ формирует новую модель управления горным производством, основанную на данных. Обеспечивая устойчивое развитие горнодобывающей отрасли Казахстана [2].

Список литературы:

1. Кузнецов В.Н., Иванов А.П. Цифровые технологии в горнодобывающей промышленности // Горный журнал. - 2023. - №4. - С. 12-18.
2. Deloitte. The Future of Mining: Digitization, Automation, and Analytics. - 2022. - <https://www2.deloitte.com>

ИНТЕГРАЦИЯ НАЗЕМНЫХ ГНСС ИЗМЕРЕНИЙ С АЭРОФОТОСЪЕМКОЙ ДЛЯ ТОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЗАСНЕЖЕННЫХ УЧАСТКАХ

Производство маркшейдерских измерений в зимний и летний периоды значительно различается, что связано с изменением климатических условий и их влиянием на процессы работы. В зимний период выполнение полевых измерений часто требует увеличения трудозатрат по ряду факторов, связанных с погодными условиями и особенностями эксплуатации оборудования.

Таблица 1 – Трудозатраты на полевые работы в летний и зимний сезоны для съемки штабелей

Метод измерений	Летний сезон (трудозатраты, ч., мин.)	Зимний сезон (трудозатраты, ч., мин.)
Инструментальный	9,24	15,11
БПЛА	2,01	2,01

Проанализировав таблицу, следует вывод, что использование технологий БПЛА значительно снижает количество трудозатрат по сравнению с инструментальной съемкой методом ГНСС-технологий [1]. Однако, накопление снега и ледяных отложений на поверхности объектов, таких как отвалы или карьеры, приводит к значительным искажениям реальной геометрии поверхности. Снежный слой может скрыть низменные участки или подъемы, что делает невозможным точное определение рельефа местности [2].

Ошибки при создании цифровых моделей в зимних условиях связаны с невозможностью точно учесть все нюансы рельефа, скрытые снежным и ледяным покровом. Фотограмметрия в условиях снегопадов или ледяного дождя могут дать некорректные результаты, так как датчики будут воспринимать снежный или ледяной слой как часть геометрической формы объекта, что приведет к увеличению объема при расчетах. Этот фактор особенно актуален при оценке объемов горных пород и складироваемых материалов, где точность расчетов играет ключевую роль в управлении ресурсами [3].

Для снижения времени производства полевых измерений и сохранения точности был использован комбинированный метод съемки.

Для этого на первом этапе полевых работ были проведены измерения высотных отметок заснеженных участков с помощью геодезических ГНСС-приемников. Этот метод позволил получить точные координаты

контрольных точек, исключив влияние снежного покрова. Контрольные точки закладывались в ключевых местах рельефа, таких как вершины отвалов, бровки и основание, для последующего совмещения с данными аэрофотосъемки.

После завершения ГНСС-измерений была проведена аэрофотосъемка отвала. Съемка выполнялась с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с камерой высокого разрешения. Полеты осуществлялись по заранее запланированным маршрутам с продольным и поперечным перекрытием снимков, что позволяло создать детализированное облако точек. Для привязки фотограмметрических данных использовались наземные опорные точки, координаты которых также определялись при помощи ГНСС-приемников.

На этапе камеральной обработки данных в Maptek PointStudio интегрированы результаты ГНСС-измерений и аэрофотосъемки. Первым шагом стало разделение облака точек на заснеженные и незаснеженные участки. Данные аэрофотосъемки были экспортированы в текстовый файл с координатами точек (X, Y, Z), высотами и цветовым кодом. Фильтрация по цвету позволила исключить заснеженные точки, предотвращая искажения при анализе объемов.

После удаления заснеженных точек в массив интегрированы высотные отметки ГНСС, что обеспечило точность цифровой модели рельефа. Это позволило корректно учитывать рельеф при дальнейших расчетах объемов.

В результате применения данного метода обеспечивается детализированное и точное определение объемов, что особенно важно в условиях горнодобывающих работ, где учет перемещенной породы играет ключевую роль в планировании и оптимизации производственных процессов

Список использованных источников:

1. Rosser N., Petley D. UAV-based Surveying for Slope Monitoring // *Engineering Geology*. 2018. Vol. 243. P. 272–284.
2. Цехмистро П.Ф., Кожевников Д.А. Геодезические измерения в условиях снежного покрова // *Геодезия и Аэросъемка*. 2021. №4. С. 65–72.
3. James M., Robson S. Mitigating snow effects in UAV photogrammetry // *Remote Sensing*. 2020. Vol. 12(14). P. 2251.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ ПОСРЕДСТВОМ ГЕОРАДАРНОГО МОНИТОРИНГА ОТКОСОВ КАРЬЕРА

Поддержание устойчивости откосов является ключевым условием безопасного ведения открытых горных работ. Масштабы разработки полезных ископаемых в условиях глубоких карьеров приводят к насыщению массива горных пород техногенными нарушениями, что усиливает склонность борта карьера к деформационным процессам. Смещения и прогибы могут протекать постепенно и длительное время оставаться визуально незаметными, однако при отсутствии своевременной диагностики их развитие приводит к частичному или полному обрушению, что несет угрозу жизни персонала, повреждению горнотранспортного оборудования и нарушению технологической инфраструктуры. Поэтому для предотвращения аварий и обеспечения устойчивости откосов необходимо внедрение инструментальных методов мониторинга, обеспечивающих высокую точность и оперативность получения информации о состоянии горного массива [1].

В рамках данной задачи одним из наиболее эффективных средств геотехнического контроля выступают георадарные станции радарной интерферометрии. На карьере АО «Горевский ГОК» используется георадар PS-SAR2000, который позволяет осуществлять дистанционный, непрерывный мониторинг смещений откосов с миллиметровой точностью [2]. Принцип работы комплекса основан на регистрации отраженных электромагнитных волн и анализе фазовых изменений сигнала, возникающих вследствие деформации поверхности наблюдаемого склона [3]. Данный метод обеспечивает высокую чувствительность к динамике смещений при отсутствии необходимости физического доступа к контролируемому участку.

Георадарная станция PS-SAR2000 располагается на устойчивой точке с прямой видимостью на контролируемые борта карьера. Мониторинг выполняется в круглосуточном режиме и не зависит от погодных условий, что является критически важным при работе в условиях производственного цикла. На основе данных радарной съемки формируются карты смещений, временные графики и векторные модели деформационной активности [4]. Это позволяет выявлять локальные зоны изменения напряженно-деформированного состояния массива еще на докритической стадии развития.

Применение комплекса PS-SAR2000 на карьере АО «Горевский ГОК» позволило существенно повысить оперативность принятия решений, связанных с обеспечением устойчивости откосов, а также сократить риск аварийных ситуаций [5]. Автоматизированная система анализа и

оперативного оповещения обеспечивает своевременное информирование инженеров-маркшейдеров и технических специалистов о появлении аномальных смещений. Это дает возможность проводить корректировку технологических схем разработки, ограничение горных работ в опасных зонах и принятие стабилизирующих мер до возникновения критических деформаций.

Таким образом, опыт эксплуатации PS-SAR2000 на АО «Горевский ГОК» подтверждает высокую эффективность и надежность радарной интерферометрии в составе системы геотехнического мониторинга. Георадарные станции данного типа позволяют получать высокоточную, оперативную и пространственно детализированную информацию о состоянии откосов карьера, обеспечивая повышение промышленной безопасности и устойчивости горных работ.

Список использованных источников:

1. Боднар Н. А. Геомеханический мониторинг бортов карьеров. М.: Горная книга, 2020. 264 с.
2. GroundProbe. PS-SAR2K Technical Specifications. Brisbane, 2021. 32 p.
3. Hanssen R. Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis. Springer, 2001. 328 p.
4. Глухов И. А. Применение радарной интерферометрии для мониторинга откосов карьеров // Маркшейдерия и недропользование. 2022. №3. С. 45–52.
5. Отчет АО «Горевский ГОК» по мониторингу устойчивости откосов, 2023. 54 с.

СОЗДАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Развитие цифровых технологий в горной промышленности требует внедрения современных методов пространственного анализа подземных объектов. Одним из наиболее эффективных инструментов в этой области является технология лазерного сканирования, обеспечивающая получение детализированных трёхмерных моделей горных выработок с высокой точностью и скоростью. Применение данного метода позволяет значительно повысить эффективность геодезических и маркшейдерских работ, улучшить контроль состояния подземных сооружений и безопасность производства.

Лазерное сканирование основано на регистрации отражённого сигнала лазерного луча, что позволяет формировать облако точек — совокупность координат, описывающих геометрию объекта. В подземных условиях съёмка выполняется с нескольких стоянок для исключения теневых зон, после чего отдельные сканы совмещаются и переводятся в единую координатную систему.



Рис.1 Облако точек, с одной станции лазерного сканера

Камеральная обработка данных выполнялась с использованием программного комплекса Leica Cyclone, который предназначен для работы с результатами лазерного сканирования. В процессе обработки выполнялась фильтрация облаков точек, сшивка сканов, их геопривязка и построение

цифровой трёхмерной модели выработки. Полученная модель позволяет анализировать геометрию и состояние выработок, создавать сечения, измерять расстояния и объёмы, а также отслеживать изменения формы во времени.

Точность лазерного сканирования достигает 3–5 мм, что значительно превосходит традиционные методы съёмки. Технология обеспечивает безопасное и оперативное получение пространственных данных даже в труднодоступных и опасных участках шахт. Использование 3D-моделей способствует автоматизации проектных и аналитических процессов, интеграции данных в гео-информационные системы и развитию концепции «цифрового рудника».



Рис.2 Результат — трехмерная модель горных выработок

Список использованных источников:

1. Баранов, С. А. Применение технологий лазерного сканирования при маркшейдерских работах / С. А. Баранов, И. Н. Гордеев // Геоматика. – 2021. – № 3. – С. 45–52.
2. Гречишников, В. А. Лазерное сканирование в горной промышленности: методы и практика / В. А. Гречишников, П. И. Семенов. – М.: Недра, 2020. – 168 с.
3. Leica Geosystems. Leica Cyclone User Manual. – Heerbrugg: Leica Geosystems AG, 2022. – 156 p.

INCREASING THE EFFICIENCY OF PREDICTIVE MAINTENANCE OF CATERPILLAR MINING EQUIPMENT AT "BORUSAN MAKINA KAZAKHSTAN" LLP USING INTEGRATED INTELLIGENT SYSTEMS

Effective technical maintenance and repair (TM&R) are critical factors determining the productivity, reliability, and economic efficiency of operating heavy construction and mining equipment. In the challenging conditions of Kazakhstan, where machinery is subjected to high loads and aggressive environments, the importance of high-quality TM is significantly amplified [1].

“Borusan Makina Kazakhstan” LLP (BMK), the official Caterpillar dealer, holds a leading market position by providing comprehensive solutions for equipment supply and service. Analyzing the current TM system at BMK is of significant scientific and practical interest, as it allows for the assessment of its effectiveness and compliance with global standards [2, 3].

The TM system at BMK is based on an integrated approach, covering the entire lifecycle of Caterpillar mining equipment. It combines programs aimed at minimizing downtime, reducing operating costs, and extending machine service life.

1. Equipment Management (VisionLink & Condition Monitoring):

- The core tool is the VisionLink system, which provides satellite monitoring of operating parameters. It generates reports essential for maintenance planning and failure prevention.
- Condition Monitoring complements VisionLink by performing remote analysis of machine condition and providing service recommendations.
- Technical analysis is conducted by certified BMK engineers using modern diagnostic equipment that meets Caterpillar standards. This approach enables the early detection of potential faults and increases the efficiency of planned work [4].

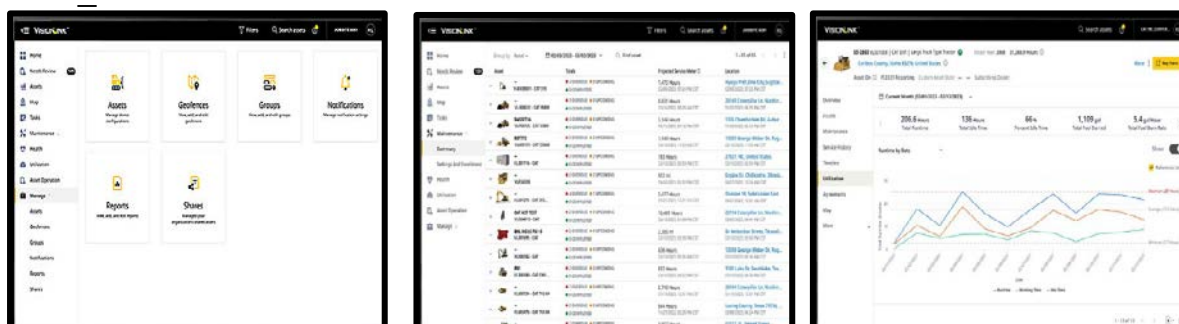


Figure 1 – Management and Productivity Improvement of the Equipment Fleet

2. S.O.S. Laboratory:

- Since 2008, the S.O.S. laboratory in the Karaganda branch has provided analysis of used working fluids.
- The analysis includes determining the content of wear metals, contaminants, and assessing the viscosity and cleanliness of oils [5].
- The results allow for the timely identification of early signs of component wear, preventing serious damage and reducing equipment downtime.

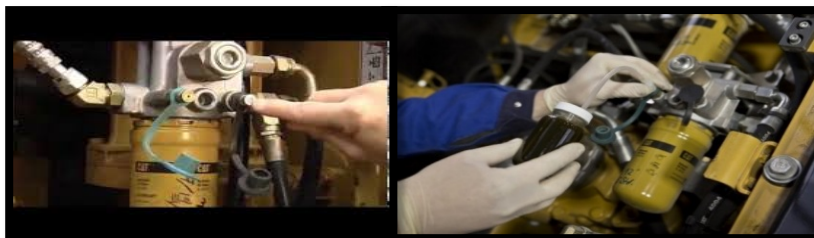


Figure 2 – Oil Sampling Process for S.O.S. Analysis

3. Overhaul Solutions:

- BMK offers five overhaul programs developed in accordance with Caterpillar standards.
- These programs ensure flexibility and cost-effectiveness, allowing clients to choose the optimal solution based on their budget and operating conditions.
- Each program aims to restore the equipment's resource to a condition as close as possible to new, significantly extending the service life and reducing the total cost of ownership.

Conclusion

The application of digital solutions (VisionLink, Condition Monitoring), oil analysis in the S.O.S. laboratory, and flexible overhaul programs ensure proactive equipment condition management. A developed service network and qualified personnel effectively maintain the operability of the equipment and extend its service life in the conditions of Kazakhstan.

References:

1. Азбаев, И. А. Опыт ремонтно-восстановительных работ коленчатых валов карьерных автосамосвалов в условиях тоо «Borusan CAT Казахстан» / И. А. Азбаев, И. В. Телиман // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности - Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2025. – С. 442-445.
2. Borusan Cat Kazakhstan. About the company. [Electronic resource]. URL: <https://www.borusancat.kz/en/corporate/about-us>.
3. Borusan Cat Kazakhstan. Equipment Management. [Electronic resource]. URL: <https://www.borusancat.kz/en/service/equipment-management>.
4. WesTrac CAT [Electronic resource]. URL: <https://www.westrac.com.au/blog/cat-visionlink-fleet-management-boost-productivity-and-reduce-downtime>.
5. Borusan Cat Kazakhstan. S.O.S. Laboratory. [Electronic resource]. URL: <https://www.borusancat.kz/en/service/sos-oil-analysis>.

AR/VR ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ КЕН ӨНДІРУ
ҮДЕРІСІН ОҚЫТУ МЕН МОДЕЛЬДЕУ

Қазіргі заманда білім беру саласында цифрлық технологиялардың маңызы артып келеді. Әсіресе, өндірістік және инженерлік бағыттағы мамандықтарда теорияны практикамен ұштастыру үшін жаңа әдістер қажет. Осындай инновациялық бағыттардың бірі – кеңейтілген шындық (AR – Augmented Reality) және виртуалды шындық (VR – Virtual Reality) технологиялары. Бұл технологиялар кен өндіру үдерістерін шынайы жағдайда модельдеп, студенттер мен инженерлерге қауіпсіз әрі тиімді оқыту мүмкіндігін береді.

AR (Augmented Reality) – нақты әлемге виртуалды элементтерді қосып көрсету технологиясы. Мысалы, кен қазу орнындағы геологиялық құрылымдар, машиналар мен жабдықтардың жұмыс істеу принципі смартфон немесе арнайы AR көзілдірігі арқылы 3D түрде бейнеленеді. VR (Virtual Reality) – толықтай цифрлық ортада жұмыс істеу технологиясы. Арнайы көзілдірік пен жабдықтар арқылы пайдаланушы виртуалды шахта немесе карьерге еніп, нақты жұмыс жағдайын сезіне алады [1].

Кен өндіру өндірісі – күрделі әрі қауіпті процесс. Мұнда жұмысшылар мен инженерлердің қауіпсіздігі басты орында. Сондықтан өндіріс алдындағы оқыту кезеңінде VR/AR модельдерді пайдалану бірнеше артықшылық береді:

- Қауіпсіз ортада жаттығу жасау мүмкіндігі;
- Қымбат құрал-жабдықтарды бүлдірмей үйрену;
- Төтенше жағдайларға дайындық сценарийлерін модельдеу;
- Геологиялық қабаттардың құрылымын визуалды түрде зерттеу;
- Деректерді нақты уақыт режимінде бейнелеу және талдау.

Мысалы, VR арқылы студенттер виртуалды шахта ішінде кен қабаттарының орналасуын, бұрғылау техникасын және желдету жүйелерін толық көріп, өзара әрекеттесе алады [2].

AR/VR технологияларын тау-кен саласындағы білім беруде пайдалану оқу процесін жандандырып, оны тәжірибеге барынша жақындатады. Бұл тәсіл студенттерге күрделі өндірістік процестерді қауіпсіз ортада зерттеуге мүмкіндік береді. Виртуалды шындық (VR) арқылы студенттер цифрлық шахтаға еніп, кен өндіру жабдықтарының жұмысын көріп, өзара әрекет ете алады. Ал кеңейтілген шындық (AR) технологиясы нақты ортада 3D модельдерді көрсетіп, құрылымдардың ішкі жұмыс принципін түсіндіруге көмектеседі. Мысалы, студент планшет арқылы карьердің геологиялық құрылымын, бұрғылау бағытын немесе желдету жүйесін көре алады. VR тренажерлары апатты жағдайларды

модельдеп, жұмысшылардың әрекетін қауіпсіз жағдайда жаттықтыруға мүмкіндік береді. Мұндай тәжірибе төтенше жағдайларда дұрыс шешім қабылдау қабілетін дамытады. Сонымен қатар, оқытушылар дәстүрлі лекцияларды интерактивті 3D көріністермен алмастырып, сабақты тартымды және тиімді ете алады. AR/VR технологиялары топтық және жеке оқытуға да ыңғайлы. Мұндай тәсіл теория мен практиканы үйлестіріп, кәсіби дайындық сапасын арттырады [3].

AR және VR технологиялары кен өндіру үдерісін оқытуда тәжірибені шынайы жағдайға барынша жақындатуға мүмкіндік береді. Басты артықшылықтарының бірі – **қауіпсіздік**. Виртуалды тренингтер арқылы апатты жағдайлар модельденіп, болашақ инженерлер төтенше сәттерде дұрыс әрекет етуге машықтанады. Сонымен қатар, мұндай оқыту құрал-жабдықтарға кететін шығынды азайтып, экологиялық тұрғыдан қауіпсіз шешім ұсынады. Интерактивті ортада алынған білім дәстүрлі сабақтарға қарағанда ұзақ сақталады. Сондай-ақ, VR симуляторлары нақты жабдықтар мен жүйелердің жұмысын дәл бейнелейтіндіктен, студенттер кәсіби дағдыларды тез қалыптастырады [4].

AR/VR технологияларын кен өндіру үдерісіне енгізу барысында бірқатар қиындықтар кездеседі. Ең алдымен, құрал-жабдықтардың жоғары құны мен техникалық инфрақұрылымның жеткіліксіздігі оқу орындары мен кәсіпорындар үшін негізгі кедергі болып отыр. Сонымен қатар, осындай жүйелерге арналған бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу мен бейімдеу айтарлықтай күрделі үдеріс болып саналады. Тағы бір маңызды мәселе — пайдаланушылардың техникалық дағдылары мен жаңа технологияларға бейімделу деңгейінің төмендігі. Дегенмен, бұл қиындықтар уақыт өте келе шешімін табуда. AR/VR жүйелерін жасанды интеллект пен үлкен деректер (Big Data) технологияларымен біріктіру арқылы болашақта толыққанды «ақылды кен өндіру» ортасын құру мүмкіндігі туындайды [5].

AR және VR технологиялары кен өндіру саласында оқыту мен модельдеудің жаңа дәуірін ашты. Бұл әдістер арқылы білім алушылар өндірістік процесті тек теория жүзінде емес, тәжірибе арқылы терең меңгере алады. Цифрлық модельдеу мен иммерсивті оқыту тәсілдері болашақ инженерлердің кәсіби даярлығын арттырып, нақты өндірісте қауіпсіздік пен тиімділікті қамтамасыз етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Construction and Application of VR-AR Teaching System in Coal-Based Energy Education (Cun Zhang ж б., 2022) — <https://doi.org/10.3390/su142316033> (MDPI)
2. Application of Virtual Reality (VR) Technology in Mining and Civil Engineering (2024) — <https://doi.org/10.3390/su16062239> (MDPI)
3. Augmented and Virtual Reality (AR/VR) for Education and Training in the AEC Industry: A Systematic Review of Research and Applications (Tan Y., Xu W., Li S., Chen K., 2022) — <https://doi.org/10.3390/buildings12101529> (MDPI)
4. Learning Analytics and Educational Data Mining in Augmented Reality, Virtual Reality, and the Metaverse: A Systematic Literature Review, Content Analysis, and Bibliometric Analysis (2024) — <https://doi.org/10.3390/app15020971> (MDPI)
5. Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications (Zekeik H. ж б., 2025) — <https://doi.org/10.29333/ejmste/16830>

КАРЬЕРЛІК ТЕХНИКАНЫҢ ЖҰМЫС ОРГАНЫНЫҢ КӨТЕРГІШ ЦИЛИНДРІНІҢ ЖӨНДЕУ ИНТЕРВАЛДАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ МӘСЕЛЕСІ

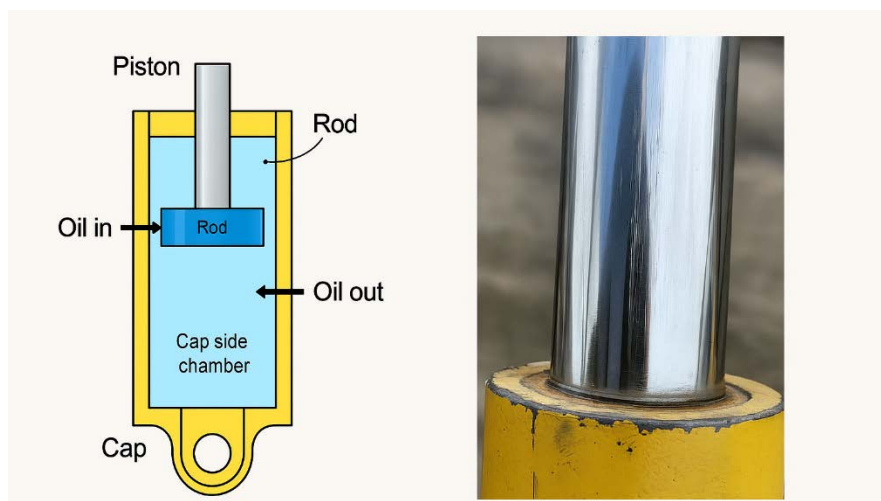
Қазіргі заманғы карьерлік техника – бұл күрделі көпагрегатты жүйе, оның әрбір элементі өндіріс тиімділігі мен қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Солардың ішінде жұмыс органының көтергіш цилиндрі карьерлік машиналардың (жүк тиегіштер, экскаваторлар, автогрейдерлер және т.б.) ең жүктемелі тораптарының бірі болып табылады. Бұл цилиндрдің қызметі – жұмыс органының (шөміш, пышақ, және т.б.) тік қозғалысын қамтамасыз ету, яғни бүкіл жұмыс процесінің кинематикалық негізін құрайды.

Ауыр пайдалану жағдайларында, әсіресе ашық карьерлерде, көтергіш цилиндрлерге түсетін динамикалық және гидравликалық жүктемелер шамадан тыс жоғары болады. Нәтижесінде, цилиндр штогының беті, бағыттаушы втулкалар, тығыздағыштар мен гильзалар үнемі тозуға ұшырайды. Тозу процесі көбіне біркелкі емес сипатта жүреді және жұмыс режиміне, гидравликалық қысымның тұрақтылығына, температура мен шаң деңгейіне тәуелді.

Көптеген тау-кен кәсіпорындары техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді жоспарлы регламенттер бойынша жүргізеді. Алайда белгіленген интервалдар (мысалы, әр 15 000 мотосағат сайын күрделі жөндеу) нақты пайдалану шарттарына сәйкес келмейді. Бір агрегат жеңіл режимде 18 000 мотосағатқа дейін жұмыс істей алса, екіншісі 7–8 мың мотосағатта-ақ істен шығуы мүмкін. Мұндай жағдайлар жоспардан тыс тоқтап қалулардың жиілеуіне, қосалқы бөлшектердің шығыны мен қызмет көрсету шығындарының артуына алып келеді.

KazMinerals Бозшакөл кен орнындағы деректерге сүйенсек, жұмыс органының көтергіш цилиндрлері бойынша жоспардан тыс жөндеулердің жиілігі жоспарлы жөндеулермен шамалас деңгейде (әрқайсысы шамамен 15 жағдайдан тіркелген). Бұл жүйелі ақаудың белгісі: техникалық қызмет көрсету регламенті агрегаттың нақты тозу жылдамдығына сәйкес келмейді.

Ақаулардың басым бөлігі тығыздағыштар арқылы майдың ағып кетуі (45%), штоктың хромдалған қабатының сызаттануы (30%) (сурет-1), поршень мен гильзаның геометриялық тозуы (15%) және бекітпе саусақтарының сынуы (10%) сияқты себептермен байланысты. Бұл ақаулардың әрқайсысы өндірістегі нақты жағдайлар – шамадан тыс жүктеме, гидравликалық соққы, сапасыз тығыздағыш материал немесе жөндеу кезінде толық ауыстырылмаған бөлшектер – әсерінен туындайды.



Сурет 1 – Көтергіш цилиндр штогының хромдалған қабатындағы сызаттар

Мәселен, бірқатар цилиндрлерде штоктың қайта хромдау сапасының төмендігі нәтижесінде, қысқа мерзім ішінде қайтадан май ағу және герметикалық бұзылу байқалған. Кейде жөндеу кезінде стандартты жиынтықтағы элементтер (мысалы, бағыттаушы втулка немесе тығыздағыш сақина) ауыстырылмаған, бұл келесі жөндеу аралығын айтарлықтай қысқартқан.

Осының салдарынан, кей агрегаттар жөндеу арасындағы интервалды тек 2000–4000 мотосағат деңгейінде ғана қамтамасыз еткен. Бұл көрсеткіш жобалық жоспарлы интервалдан 3–4 есе қысқа. Ал бір жоспардан тыс жөндеу құны жоспарлы жөндеумен салыстырғанда орта есеппен 12–18%-ға жоғары болған. Мұндай жағдай кәсіпорынның техникалық-экономикалық көрсеткіштеріне тікелей әсер етіп, жоспардан тыс тоқтап қалулар салдарынан өндірістік шығындардың өсуіне әкеледі.

Басқаша айтқанда, жұмыс органының көтергіш цилиндрі үшін жөндеу мерзімін тек регламенттік шарт бойынша емес, нақты статистикалық және сенімділік көрсеткіштері арқылы анықтау қажет. Бұл тәсіл агрегат ресурсын толық пайдаланып, қызмет көрсету стратегиясын икемді етуге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Odeyar, P., Apel, D. B., Hall, R., Zon, B., & Skrzypkowski, K. (2022). A review of reliability and fault analysis methods for heavy equipment and their components used in mining. *Energies*, 15(17), 6263.
2. Dashtaki, M. R., Jafari, A. J., & Hoseinie, S. H. (2025). Development of a new method for maintainability and downtime analysis of mining machinery. *Scientific Reports*, 15(1), 4565.
3. Leppinen, J., Punkka, A., Ekholm, T., & Salo, A. (2025). An optimization model for determining cost-efficient maintenance policies for multi-component systems. *Omega*, 130, 103162.
4. Hamasha, M. M. et al. (2023). Strategical selection of maintenance type under different conditions. *Scientific Reports*, 13(1), 15560.
5. KazMinerals Бозшақөл кәсіпорнының 2018–2025 жж. техникалық қызмет көрсету және жөндеу бойынша өндірістік деректері (ішкі есептер негізінде).

БИЦИКЛДІ МОНОТЕРПЕНОИД (+)+ КАМФОРА ГИДРАЗОНЫНЫҢ СИНТЕЗІ, ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ МОДИФИКАЦИЯСЫ

Камфора туындылары табиғи монотерпендер қатарына жатады және олардың көптеген фармакологиялық белсенділігі бар қосылыстарға айналуы мүмкін. Соңғы жылдары камфора негізіндегі гидразондарды зерттеуге деген қызығушылық артты, себебі бұл қосылыстардың молекулалық құрылымдары күрделі, көпфункционалды және биологиялық белсенділікті жоғарылатуға әлеуеті бар. Камфора гидразондары – карбонил тобы мен гидразин туындысының арасындағы конденсация реакциясы нәтижесінде түзілетін қосылыстар. Мұндай қосылыстар антимикробтық, қабынуға қарсы, антиоксиданттық және басқа да фармакологиялық қасиеттерге ие болуы мүмкін.

Гидразон туындылары – заманауи медициналық және фармацевтикалық химияда маңызды орын алатын органикалық қосылыстар. Олар биологиялық тұрғыдан белсенді құрылымдар қатарында болып, дәрілік заттар синтезінде бастапқы реагент немесе фармакофорлық фрагмент ретінде қолданылады. Камфора туындыларының биологиялық белсенділігі олардың кеңінен қолданылуына мүмкіндік береді. Алайда, камфора гидразондарының синтезі мен құрылымдық модификациясы әлі толық зерттелмеген, сондықтан бұл бағытта жаңа ғылыми мәліметтер алу өзекті болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – камфора негізінде жаңа гидразон туындыларын синтездеп, олардың құрылымын зерттеу және химиялық модификациялау мүмкіндіктерін анықтау.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

- Камфора гидразондарының синтезі туралы әдеби мәліметтерге шолу жасау;
- Синтездің тиімді жолдарын таңдау және синтез жоспарын құру;
- Модификация жүргізуге болатын функционалдық топтарды анықтау;
- Құрылымды зерттеудің заманауи әдістерін (ИК, ЯМР, элементтік талдау) қарастыру;
- Жаңа қосылыстардың мүмкін биологиялық белсенділігі туралы болжам жасау.

Зерттеу нысаны ретінде камфорадан алынатын гидразон туындылары алынды.

Қазіргі таңда әдеби шолу жасалып, камфора гидразондарының синтезі мен қолданылуы бойынша мәліметтер жүйелендірілді. Сонымен қатар, модельдік реакциялар және синтез жолдары анықталды. Келесі

кезенде гидразондардың синтезі және олардың құрылымын ИҚ-спектроскопия, ЯМР және элементтік талдау әдістерімен зерттеу жоспарлануда.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы – камфора негізінде жаңа гидразон туындыларын синтездеу және олардың құрылымдық ерекшеліктерін алғаш рет анықтау. Алынған қосылыстар болашақта фармацевтикалық немесе биологиялық белсенді заттар ретінде қолданылуы мүмкін. Камфора – табиғи терпен, оның туындылары химиялық белсенділігі жоғары, әсіресе карбонил тобы түрлі реакцияларға оңай түседі. Камфораның гидразондарын алу үшін негізінен оның альдегид немесе кетон топтарымен әрекеттесуі қолданылады. Әдебиеттерде әртүрлі гидразин туындылары (мысалы, фенилгидразин, семикарбазид, т.б.) қолданыла отырып алынған гидразондар сипатталған. Бұл қосылыстардың құрылымдық ерекшелігі – $C=N$ байланысының болуы және кең конъюгацияланған жүйелер құруға бейімділігі. Қазіргі таңда мұндай қосылыстардың биологиялық белсенділігі, атап айтқанда, микробқа қарсы және ісікке қарсы қасиеттері зерттелуде.

Камфора гидразондарының синтезі төмендегідей кезеңдермен жүзеге асырылады деп жоспарлануда:

- Камфорадан туынды алу;
- Гидразин туындыларымен конденсациялау;
- Алынған өнімдерді тазарту және құрылымын ИҚ-спектроскопия, ЯМР спектроскопия және элементтік талдау әдістерімен зерттеу;
- Қажет болған жағдайда қосымша модификациялау реакцияларын жүргізу (мысалы, ацилдеу, алкилдеу).

Жоғарыда көрсетілген жұмыстар нәтижесінде камфора негізінде жаңа гидразон туындылары алынады деп болжануда. Бұл қосылыстардың құрылымдық ерекшеліктері зерттеліп, олардың реакциялық қабілеттілігіне баға беріледі. Сонымен қатар, алынған қосылыстардың потенциалды биологиялық белсенділігі туралы болжам жасалып, келешекте оларды фармакологиялық зерттеуге ұсыну мүмкіндігі туындайды.

Қорытынды

Камфора гидразондары – көпфункционалды, құрылымы әртүрлі және ғылыми қызығушылық тудыратын қосылыстар. Бұл бағытта жүргізілетін зерттеу жаңа қосылыстар алу мен олардың құрылымын зерттеу тұрғысынан ғана емес, сондай-ақ оларды қолдану салаларын кеңейту үшін де маңызды. Тәжірибелік жұмыстардың аяқталуымен бұл зерттеудің нәтижелері ғылым мен практика үшін құнды ақпарат беретін болады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Чугаев Л. А. Исследования в области терпенов и камфоры. – Directmedia, 2014.
2. Шокова Э. А., Ким Д. К., Ковалев В. В. Камфора и её производные. Неординарные превращения и биологическая активность // Журнал органической химии. – 2016. – Т. 52. – №. 4. – С. 471-499.

BIG DATA ЖӘНЕ IOT ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Қазіргі заманғы өнеркәсіп салаларында, соның ішінде тау-кен өндірісінде де, цифрландыру үрдісі кеңінен енгізіліп келеді. Технологиялық дамудың жаңа кезеңі – Big Data (үлкен деректер) мен IoT (заттар интернеті) технологиялары өндірістік процестердің тиімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға және қауіпсіздікті қамтамасыз етуге бағытталған. Тау-кен өндірісі – күрделі әрі тәуекелді сала, мұнда нақты уақыттағы мәліметтер мен деректерді дұрыс талдау шешім қабылдаудың сапасын арттырады. Осы тұрғыдан Big Data мен IoT жүйелерін біріктіру – саланың болашағын айқындайтын маңызды факторлардың бірі [1].

Big Data – көлемі өте үлкен, құрылымы әртүрлі және үнемі жаңарып отыратын ақпараттық деректер жиынтығы. Бұл технологияның басты ерекшелігі – деректерді өңдеу мен талдауды автоматтандыру арқылы нақты шешімдер қабылдау мүмкіндігі. IoT (Internet of Things) – әртүрлі құрылғылардың, датчиктердің, машиналардың және жабдықтардың интернет арқылы өзара байланысуы мен ақпарат алмасуын қамтамасыз ететін технология. IoT арқылы өндірістегі барлық техникалық құралдардың жұмысын нақты уақытта бақылауға болады. Big Data мен IoT өзара тығыз байланысты: IoT құрылғылары үлкен көлемдегі деректерді жинайды, ал Big Data сол мәліметтерді талдап, тиімді басқару шешімдерін ұсынады [2].

Тау-кен өндірісі көптеген айнымалы факторларға тәуелді: жер қойнауының геологиялық жағдайы, техника жағдайы, жұмысшылар қауіпсіздігі, энергия шығыны және экологиялық әсерлер. Осы факторларды тиімді бақылау мен басқару үшін Big Data және IoT технологиялары кеңінен қолданыла бастады. Мысалы:

- IoT сенсорлары арқылы шахта ішіндегі температура, қысым, газ деңгейі, ылғалдылық сияқты параметрлер үздіксіз өлшенеді [3].

- Жабдықтардың күйін бақылау (predictive maintenance) – техника істен шықпай тұрып, оның тозу деңгейін есептеп, алдын ала жөндеу жүргізуге мүмкіндік береді.

- Энергия тиімділігі – энергия тұтынуды талдау арқылы шығындарды азайту және экологиялық жүктемені төмендету жүзеге асырылады.

Әлемдік тәжірибеде Big Data және IoT технологиялары тау-кен саласында табысты қолданылып келеді. Rio Tinto компаниясы Австралияда “Mine of the Future” бағдарламасы аясында IoT және деректер талдау жүйесін енгізіп, автономды жүк көліктері мен бұрғылау қондырғыларын пайдаланады. Бұл өндіріс тиімділігін 15–20%-ға арттырды. Norilsk Nickel (Ресей) кәсіпорнында жабдықтарға орнатылған IoT-сенсорлар деректерді Big Data

платформасына жіберіп, апаттық жағдайлардың алдын алу жүйесін жетілдірді. Қазақстанда да «Қазмырыш» және «ERG» кәсіпорындары өндірісті цифрландыру бағдарламаларын енгізіп, нақты уақыттағы мониторинг пен талдау жүйелерін дамытуда [4].

Тау-кен өндірісінде Big Data мен IoT енгізудің артықшылықтары:

- Өндіріс тиімділігін арттыру – процестердің автоматтануы арқылы өнімділік өседі.

- Қауіпсіздікті қамтамасыз ету – сенсорлар мен талдау жүйелері төтенше жағдайларды ерте анықтайды.

- Жедел шешім қабылдау – нақты уақыттағы деректерге сүйене отырып басқару шешімдері қабылданады.

Big Data мен IoT технологияларын енгізу барысында кейбір кедергілер де бар:

- жабдықтар мен сенсорлардың жоғары құны;

- деректердің қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз ету мәселелері.

Big Data және IoT технологиялары тау-кен өндірісінің жаңа даму кезеңін бастауға мүмкіндік беріп отыр. Бұл жүйелер өндіріс тиімділігін арттырумен қатар, қауіпсіздік пен экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етеді. Қазақстанның тау-кен саласында да осы технологияларды кеңінен енгізу – елдің экономикалық өсімін жеделдетіп, халықаралық нарықтағы бәсекеге қабілеттілігін арттыруға ықпал етеді. Болашақта Big Data мен IoT шешімдерін жасанды интеллект (AI) және машиналық оқыту технологияларымен біріктіру – интеллектуалды өндіріс пен «ақылды шахтаның» негізін қалайды [5]. Big Data және IoT технологиялары тау-кен өнеркәсібін цифрлық трансформациялаудың негізгі құралдарының бірі болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Қазақстан Республикасының Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі. «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы. – Астана, 2018.
2. Лукьянов, А. А. Big Data: анализ больших данных в промышленности. – Москва: Наука, 2021.
3. Кенжебеков, А. Б. Индустрия 4.0 және цифрландырудың тау-кен өндірісіндегі рөлі. // «ҚазҰТЗУ хабаршысы», №2 (125), 2023.
4. Lee, I., & Lee, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. – Business Horizons, Vol. 58, Issue 4, 2015, pp. 431–440.
5. Manyika, J., et al. Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity. – McKinsey Global Institute Report, 2011.

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНВЕЙЕРНЫХ РОЛИКООПОР В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ленточные конвейеры являются ключевым звеном в системах непрерывного транспорта горнодобывающих предприятий Казахстана. Отказы конвейерного транспорта, вызванные выходом из строя роlikоопор, приводят к значительным экономическим потерям из-за аварийных простоев. Стандартные стальные роlikоопоры, эксплуатируемые в условиях высокой запыленности, влажности и агрессивных сред шахт и разрезов, подвержены интенсивному абразивному износу, коррозии и налипанию транспортируемого материала, что резко снижает их ресурс.

Ключевой причиной преждевременного отказа роlikоопор является выход из строя подшипникового узла. Это происходит вследствие проникновения абразивной пыли и влаги через стандартные уплотнения, что приводит к деградации смазки, повышению сопротивления вращению и, как следствие, заклиниванию подшипника. Заклинивший ролик провоцирует повышенный износ и порыв конвейерной ленты – самого дорогостоящего элемента конвейера.

В рамках современных инноваций в горном деле предлагаются два ключевых технологических решения для кардинального повышения надежности роlikоопор.

Первое решение будет отказ от традиционной стальной обечайки (корпуса) ролика в пользу композитных материалов, в частности, сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ/UHMWPE). Данный полимер обладает комплексом уникальных свойств: абсолютной коррозионной стойкостью, что исключает появления ржавчин; аномально низкой адгезией, предотвращающей налипание породы; и высокой износостойкостью к абразивному истиранию, превышающей показатели многих сталей. Кроме того, ролики из СВМПЭ в 1,5-2 раза легче стальных, что снижает инерционные нагрузки при пуске и общее энергопотребление конвейера.

Второе, не менее важное, решение будет применение инновационных конструкций уплотнительных узлов. Вместо стандартных войлочных или резиновых манжет используются многоступенчатые лабиринтные уплотнения, интегрированные в подшипниковую капсулу. Такая конструкция создает сложный, извилистый путь, который мелкие частицы пыли и влага физически не могут преодолеть под действием гравитационных и центробежных сил. Это обеспечивает герметичность

подшипникового узла на протяжении всего срока службы, сохраняя смазочный материал чистым.

Таким образом, комплексное внедрение роlikоопор с композитной обечайкой из СВМПЭ и многоступенчатыми лабиринтными уплотнениями позволяет решить критические проблемы эксплуатации. Это обеспечивает значительное (в 3-5 раз) увеличение эксплуатационного ресурса узла, снижает сопротивление вращению, предотвращает аварийные порывы ленты и сокращает общие эксплуатационные затраты горнотранспортных цехов.

Список использованных источников:

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. *Транспортирующие машины: учебное пособие для машиностроительных вузов.* – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с
2. Шаяхметов Е.Я., Манежанов Б.А., Мендебаев Т.М., Темиртасов О.Т. Влияние технологических факторов на работоспособность роlikоопор ленточных конвейеров // *Вестник КазНТУ.* – Алматы, 2015. - №1(107). – С.189-193.
3. Монастырский В.Ф., Кирия Р.В., Смирнов А.Н. Определение срока службы роlikов ленточных конвейеров для различных типов роlikоопор // *Геотехническая механика* – 2014. – №115. – С. 147-155.
4. Кузнецов, Р. В. (2022). Повышение долговечности роlikов ленточных конвейеров, эксплуатируемых в обводненных условиях. *Вестник Кузбасского государственного технического университета, (1),* 74-81

УДК 622.272.6.

Жанизаков А.К. (Караганда, НАО «КарТУ им. А. Сагинова»)

Халикова Э.Р. (Караганда, НАО «КарТУ им. А. Сагинова»)

Мукашев Б.А. (Караганда, НАО «КарТУ им. А. Сагинова»)

ЛИКВИДАЦИЯ ОТКАЗАВШЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ЗАРЯДА С ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

Открытые горные работы активно используют взрывные технологии для дробления горных пород. Однако отказы электронных зарядов (неразорвавшиеся боеприпасы) создают серьёзные риски: угрозу жизни персонала, простои производства и экологические последствия. Традиционные методы ликвидации, такие как разбор горной массы с помощью экскаватора с дальнейшим извлечением боевика вручную или повторный подрыв, часто связаны с повышенной опасностью и неэффективностью. Это обуславливает необходимость внедрения инновационных решений, таких как вакуумные установки (рисунок -1), для безопасной ликвидации отказавшего заряда.

Виды традиционных методов ликвидации отказавших зарядов:

- Один из традиционных методов ликвидации отказавшего заряда производится путем разборки породы с помощью экскаватора в месте нахождения скважины с отказавшим зарядом с извлечением последнего вручную. Данный метод требует непосредственного контакта с зарядом, что повышает риск случайной детонации.
 - Повторный подрыв: ведёт к дополнительным затратам, повреждению оборудования и неконтролируемому разрушению породы.
- Оба метода увеличивают время простоя и не гарантируют полной безопасности.

Принцип работы вакуумной установки.

Вакуумная технология основана на создании зоны низкого давления, которая позволяет извлекать забоечный материал из скважины без механического воздействия. Процесс включает:

- Формирование вакуума, «вытягивающего» забоечный материал (щебень).
- Автоматизированный контроль параметров (давление, скорость всасывания).

Преимущества вакуумного метода

- Безопасность: исключает прямой контакт персонала с зарядом.
- Эффективность: сокращает время ликвидации и простои.
- Экологичность: минимизирует вторичное дробление породы и выбросы.
- Универсальность: применим для отказавших зарядов разной мощности и глубины залегания (при адаптации параметров установки).

Ограничения и технические вызовы:

- Зависимость от геометрии скважины и типа породы (например вывалы горной породы из стенок скважины могут осложнить вакуумизацию).
- Необходимость точной настройки оборудования и обучения операторов.
- Высокие начальные затраты на приобретение вакуумной установки.



Рисунок 1- Вакуумная установка для извлечения забоечного материала (щебня).

Данный метод ликвидации отказавшего заряда был внедрен на месторождении Актогай и подтвердил свою эффективность, заключающуюся в сокращении времени ликвидации по сравнению с традиционными методами, а также снижением простоев техники и экономией ресурсов.

Внедрение вакуумных установок для ликвидации отказавших зарядов — перспективное направление для повышения безопасности и рентабельности горных работ.

Перспективы данного метода заключаются в интеграции вакуумных систем с технологиями ИИ для прогнозирования отказов и автоматизации процесса может стать следующим шагом в эволюции безопасных горных работ.

Список использованных источников

1. *Технология и безопасность взрывных работ (2018) - Автор: В.Н. Сидоров*
2. *Буровзрывные работы в горном деле (2020) - Автор: А.В. Петров*
3. *Справочник взрывника" (2022) - Автор: С.И. Иванов*
4. *Современные методы оптимизации буровзрывных работ (2019) - Журнал: "Горный журнал"*
5. *Безопасность при проведении взрывных работ в сложных горно-геологических условиях (2021) - Журнал: "Безопасность труда в промышленности"*

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕЩИН НА ОТВАЛЕ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Стабильность горных отвалов является важным фактором безопасности при ведении горных работ. Возникновение и развитие трещин на поверхности отвала указывает на изменение его напряжённо-деформированного состояния и может предшествовать оползневым процессам. Традиционные визуальные и геодезические методы наблюдения не обеспечивают необходимой оперативности и пространственного разрешения. В связи с этим актуальным направлением становится внедрение сенсорных технологий, позволяющих выполнять непрерывный контроль в реальном времени. В данной работе представлено исследование, в рамках которого впервые на отечественных горных объектах проведена интеграция модульной системы MSR Modular с фотограмметрическими данными для оценки закономерностей формирования трещин и смещений в отвалах.

Исследование выполнено с применением комплексного подхода, сочетающего сенсорные наблюдения и методы дистанционного зондирования. Система MSR Modular (Швейцария) представляет собой универсальную модульную платформу, в которую могут подключаться различные датчики: акселерометры, тензодатчики, температурные и влажностные сенсоры. Сенсорные модули были установлены на северном борту породного отвала с шагом 10 м, что обеспечило детальное пространственное покрытие. Измерения регистрировались каждые 10 минут и автоматически передавались по радиоканалу LoRaWAN на центральный сервер. Для пространственной визуализации применялась аэрофотосъёмка с использованием дрона DJI Phantom 4 RTK, а обработка данных выполнялась в программных пакетах Agisoft Metashape и ArcGIS Pro.

Обработка данных показала, что наибольшие деформации наблюдались в центральной части отвала после интенсивных осадков. За период трёхмесячных наблюдений зафиксировано смещение откоса до 3,5 см и увеличение ширины трещин в среднем на 2,8 мм. Предложенная система позволила сопоставить сенсорные данные с фотограмметрическими моделями, что дало возможность формировать трёхмерные карты деформаций в динамике. Научная новизна исследования заключается в комплексном объединении данных модульной сенсорной сети MSR Modular с фотограмметрическими моделями, а также в разработке алгоритма синхронной обработки временных и пространственных данных. Это позволило значительно повысить точность локализации зон активных деформаций и определить закономерности образования трещин.

Таблица 1 – Сравнительные результаты измерений параметров трещин

Параметр	Данные MSR Modular	Фотограмметрия	Расхождение, %
Глубина трещины, м	0,54	0,52	3,7
Ширина трещины, мм	11,6	11,3	2,6
Смещение откоса, см	3,5	3,4	2,9

Проведённые исследования подтвердили высокую эффективность применения системы MSR Modular для комплексного мониторинга трещинообразования на отвалах. Интеграция сенсорных данных с результатами фотограмметрии обеспечила получение пространственно-временной модели деформаций, что позволило выявить активные зоны неустойчивости. Практическая значимость заключается в создании основы для автоматизированных систем раннего предупреждения об оползнях и деформациях.

Список использованных источников

1. MSR Electronics GmbH. MSR Modular System – Technical Manual. Winterthur, Switzerland, 2022.
2. Козлов, В. А. Современные технологии мониторинга деформаций горных сооружений. – Москва: Недра, 2021.
3. Сатпаев, К. И., Ержанов, А. Ж. Использование сенсорных систем при геотехническом контроле отвалов // Горный журнал. – №4. – 2023. – С. 54–61.
4. Agisoft Metashape User Guide, Version 2.0. Agisoft LLC, 2023.
5. Chen, L., Zhang, Q. Integration of Wireless Sensor Networks and Photogrammetry for Slope Stability Monitoring // Remote Sensing, Vol. 15, No. 7, 2023, pp. 1256–1268.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРОВ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОЧЕГО КОЛЕСА

Исследование характеристик вентиляторов местного проветривания является одной из ключевых направлений обеспечения безопасных условий труда в подземных горных выработках. Эффективность вентиляции напрямую определяет концентрацию вредных примесей, параметры газовой среды, скорость воздухообмена и уровень теплового воздействия на работников. В вентиляторах местного проветривания решающую роль играет рабочее колесо, параметры которого определяют аэродинамическое качество создаваемого воздушного потока, уровень развиваемого давления и энергетическую эффективность установки [1,2]. Конструктивные особенности рабочего колеса включают его диаметр, число лопаток, их геометрический профиль, угол установки, длину пера, степень кривизны и характер входной кромки (рисунок 1). Каждое из данных параметров оказывает влияние на взаимодействие лопатки с воздушным потоком, формирование вихревых структур и распределение скоростей и давлений на выходе из вентилятора. Оптимальный подбор геометрии рабочего колеса позволяет достичь требуемого расхода воздуха при минимальных энергетических затратах и шумовых характеристиках [3].

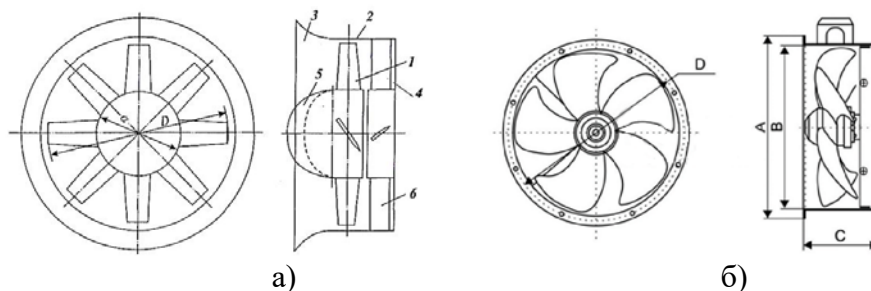


Рисунок 1 - Осевой вентилятор с прямыми и изогнутыми лопатками

Целью исследования являлось определение зависимости параметров производительности и напора вентиляторов местного проветривания от конструктивных характеристик рабочего колеса. Для достижения цели были проанализированы существующие конструкции осевых вентиляторов, применяемых в горной промышленности, проведена сравнительная оценка аэродинамических характеристик при различной конфигурации рабочего колеса. Установлено, что увеличение угла установки лопаток приводит к росту создаваемого напора вследствие усиления воздействия на воздушную струю. Однако чрезмерное увеличение угла сопровождается ростом потерь на турбулентность и разброс скоростей потока, что снижает общий

коэффициент полезного действия. Оптимальным является такое значение угла установки, при котором обеспечивается баланс между величиной создаваемого давления и уровнем аэродинамических потерь [1,2]. Влияние количества лопаток проявляется в изменении равномерности распределения потока. При малом числе лопаток наблюдается снижение стабильности аэродинамического режима и увеличение пульсаций давления. Напротив, увеличение числа лопаток способствует формированию более однородного потока, однако выше определенного значения возрастает аэродинамическое сопротивление рабочего колеса. Это приводит к снижению производительности и повышению энергетических затрат [3]. Форма и профиль лопатки также оказывают значительное влияние на энергоэффективность установки. Использование профилированных лопаток с оптимизированной кривизной позволяет уменьшить сопротивление воздуха и снизить потери, связанные с отрывом потока на тыльной стороне лопатки. Замена прямолинейных лопаток на аэродинамически профилированные приводит к увеличению производительности при сохранении требуемого уровня давления и снижении уровня шумов [4]. Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к проектированию рабочего колеса вентилятора местного проветривания. Оптимизация конструктивных параметров должна осуществляться с учетом реальных условий эксплуатации, требуемых аэродинамических характеристик, допустимых уровней вибрации и шума, а также экономической целесообразности модернизации оборудования. Рационально спроектированное рабочее колесо обеспечивает повышение эффективности вентиляции, снижение энергопотребления и увеличение межремонтного ресурса вентиляторных установок [5].

Проведённое исследование позволяет сделать вывод, что конструктивные особенности рабочего колеса оказывают ключевое влияние на параметры работы вентиляторов местного проветривания. Правильный выбор числа лопаток, их профиля и угла установки обеспечивает оптимальное сочетание производительности, напора и энергоэффективности. Полученные данные могут быть использованы при разработке новых моделей вентиляционного оборудования и совершенствовании существующих вентиляторов, применяемых в подземных горных выработках.

Список использованных источников

1. Гришко А.П. Аэродинамика вентиляторов местного проветривания. Караганда: КарТУ, 2018.
2. Кузьмин А.В., Рогов В.И. Вентиляция горных выработок. Москва: Горная книга, 2015.
3. Дьяков С.Е. Машины для проветривания шахт. Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2020.
4. Шешуков В.Н. Вентиляторные установки шахт: расчет и эксплуатация. Екатеринбург: УрФУ, 2017.
5. ГОСТ 12.1.005-2020. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

СПОСОБ РАННЕЙ ИНДИКАЦИИ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

Предлагается практическая методика ранней индикации эндогенных пожаров, основанная на совместном использовании интегрального показателя кислородного дефицита потока (ИКДП) и индекса $CO/\Delta O_2$. В отличие от контроля угарного газа «в абсолюте» и разрозненных точечных замеров кислорода, подход использует парные измерения на входе и в контрольной точке по ходу воздушной струи и нормирует наблюдаемые изменения на расход воздуха и длину участка, что позволяет выявлять устойчивое скрытое тление до появления выраженной дымности и температурных аномалий. Маршрут обхода задаётся фиксированно: входная реперная точка берётся перед потенциально опасной зоной (склады угля, нишевые пространства, призабойная зона при простоях), контрольная — сразу за ней по потоку. В обеих точках двумя последовательными замерами с интервалом 1–2 минуты отражаются значения O_2 и CO , после чего вычисляются: кислородный дефицит $\Delta O_2 = O_2(\text{вход}) - O_2(\text{контроль})$, избыток $CO = CO(\text{контроль}) - CO(\text{вход})$, индекс $CO/\Delta O_2 = (CO(\text{контроль}) - CO(\text{вход}))/\Delta O_2$ (в ppm/%). Для исключения влияния изменения вентиляционных режимов вводится интегральный показатель ИКДП, нормирующий дефицит кислорода на геометрию и дебит потока: $ИКДП = \Delta O_2 \times (L/Q)$, где L — протяжённость участка (м), Q — расход воздуха (м³/мин). ИКДП интерпретируется как «удельное потребление кислорода» на единицу пути при текущем расходе, а $CO/\Delta O_2$ — как «химическая отдача» этого потребления в угарном газе, что вместе позволяет отделять ложные эффекты сорбции от теплового разложения угля с образованием CO . Полевая процедура сводится к пяти шагам: (1) выбор устойчивых реперных точек маршрута и фиксация их на плане выработки; (2) двойные замеры O_2 и CO на входе и в контрольной точке, фиксация расхода воздуха Q (по анемометру или паспортной карте) и длины L ; (3) расчёт ΔO_2 , $CO/\Delta O_2$ и ИКДП, занесение в журнал; (4) принятие решения по порогам; (5) контрольный цикл замеров через 15/30/60 минут после вмешательства. Пороговые уровни калибруются на пусковой неделе для каждого участка по медианным значениям и разбросу, но практический опыт задаёт удобные ориентиры: зелёная зона — $ИКДП \leq 0,02 \text{ \%} \cdot \text{м}^{-1} \cdot (\text{м}^3/\text{мин})^{-1}$ и $CO/\Delta O_2 \leq 60 \text{ ppm/\%}$; жёлтая зона — $0,02\text{--}0,05$ и/или $60\text{--}120 \text{ ppm/\%}$; красная зона — $ИКДП > 0,05$ или $CO/\Delta O_2 > 120$. В «жёлтой» зоне включается усиленное наблюдение (повторные замеры через 30–60 минут, локальная ликвидация подсосов, исключение искроопасных работ), в «красной» — немедленная локализация потенциального очага: временные перемишки, инертирование по месту с контролем обратного потока, пересчёт сопротивлений и проверка

обходных путей струи. Методика сохраняет чувствительность при смене вентиляционных режимов, так как оба индикатора привязаны к входной реперной точке и расходу, а не к «абсолютной» величине в одной точке. Для повышения воспроизводимости вводится унифицированный журнал: дата/время, участок, $O_2(in)$, $O_2(out)$, $CO(in)$, $CO(out)$, Q , L , ΔO_2 , $CO/\Delta O_2$, ИКДП, решение/меры; на схеме выработки ведётся тепловая карта зон (зелёная/жёлтая/красная), обновляемая сменой. После любых мероприятий контроль проводится пакетно: 15/30/60 минут; если ИКДП и $CO/\Delta O_2$ устойчиво возвращаются в «зелёную» зону, схема удерживается; при дрейфе в «красную» усиливается изоляция и корректируются режимы расходов. Для оценки эффективности внедряются три КРІ: (i) доля маршрутов, удержанных в «зелёной» зоне за смену; (ii) среднее время возврата из «жёлтой» в «зелёную» после вмешательства (целевое ≤ 60 минут); (iii) число «красных» событий на 1 км выработок в неделю. Эти показатели позволяют судить о том, что управление осуществляется в ранней фазе, а не по факту развития очага. Практическая ценность подхода заключается в том, что он не требует сложной приборной базы и опирается на регулярные переносные замеры, но при этом оперирует интегральными параметрами потока, устраняющими суточные и режимные колебания. В результате блок «ИКДП + $CO/\Delta O_2$ » закрывает диагностический разрыв между «фоновой» газовой картиной и явными признаками тления: очаг фиксируется на стадии микрореакций по кислородному следу и химической отдаче, что позволяет локализовать его малыми средствами, не доводя до дымления и длительных остановок.

Список использованных источников:

1. Wang B., Lv Y., Liu C. Research on fire early warning index system of coal mine goaf based on multi-parameter fusion. *Scientific Reports*. 2024;14:485. DOI: 10.1038/s41598-023-51089-x.
2. Guo J., Quan Y., Cai G., Jin Y., Zheng X., Liu Y. Meticulous Graded and Early Warning System of Coal Spontaneous Combustion Based on Index Gases and Characteristic Temperature. *ACS Omega*. 2023;8(7):6801–6812. DOI: 10.1021/acsomega.2c07401.
3. Zhou Q., Mao X., Jia B. Development of a Graded Early Warning Index System and Identification of Critical Temperatures for Coal Spontaneous Combustion Using Composite Gas Characteristics. *ACS Omega*. 2024;9(33):35515–35525. DOI: 10.1021/acsomega.4c02481.
4. Wang J., et al. Assessment of spontaneous combustion status of coal based on relationships between oxygen consumption and gaseous product emissions. *Fuel Processing Technology*. 2018;79:60–71. DOI: 10.1016/j.fuproc.2018.06.015.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА

Дегазация угольных пластов является одной из важнейших задач современной угольной промышленности, от решения которой зависит безопасность подземных горных работ, эффективность добычи и экологическая устойчивость производства. Метан, содержащийся в угольных пластах, при неуправляемом выделении образует взрывоопасные смеси, но при рациональном извлечении может служить перспективным топливным ресурсом. Поэтому дегазация рассматривается не только как элемент промышленной безопасности, но и как компонент комплексного освоения метанового потенциала угольных месторождений.

В шахтной практике применяются пластовые и вертикальные скважины, направленное бурение, гидроразрыв пласта, пневмо- и термовоздействие, однако их эффективность ограничена низкой проницаемостью угля, высоким горным давлением и неравномерной трещиноватостью массива. На большинстве шахт коэффициент извлечения метана не превышает 25–30%, что требует внедрения новых решений, сочетающих физические и цифровые методы воздействия.

Современные исследования направлены на создание активных систем управления газодинамическим режимом массива с использованием наклонно-направленных скважин с боковыми ответвлениями, обеспечивающих увеличение площади дренирования и равномерное снижение пластового давления. По данным испытаний, газоотдача при этом возрастает в 1,5–2 раза.

Научная новизна заключается в разработке комбинированных методов повышения проницаемости угля без разрушения его структуры, включая резонансное электромагнитное воздействие на пласт. Низкочастотные импульсы, генерируемые на характеристической частоте углерода, активируют микротрещины и создают дополнительные каналы фильтрации газа, что позволяет управлять процессом дегазации в режиме обратной связи.

Цифровые геомеханические модели (UDEC, FLAC3D), интегрированные с данными акустического и электромагнитного мониторинга, позволяют прогнозировать изменение давления и газонасыщенности в реальном времени, оптимизируя расположение скважин и параметры стимуляции.

Применение импульсной стимуляции и направленного бурения увеличивает дебит метана в 1,8–2,3 раза, снижает концентрацию метана в

вентиляционных струях до 0,4–0,6% и продлевает срок работы скважин до 4–5 лет. Особенно эффективны эти методы в Карагандинском угольном бассейне, где высокая газоносность сочетается со сложной геодинамикой.

Перспективы дальнейшего развития связаны с внедрением интеллектуальных систем управления дегазацией на базе цифровых двойников и алгоритмов машинного обучения. Таким образом, современная дегазация угольных пластов переходит от пассивного отвода газа к системному управлению газовым режимом месторождения, обеспечивая повышение безопасности, энергоэффективности и экологической устойчивости угледобычи.

Список использованных источников

1. Karacan C. Ö., Field R. A., Olczak M., Kasprzak M., Ruiz F. A., Schwietzke S. Mitigating climate change by abating coal mine methane: A critical review of status and opportunities. *International Journal of Coal Geology*, 2024, 295: 104623. DOI: 10.1016/j.coal.2024.104623.
2. Li S., Qin Y., Tang D., Shen J., Wang J., Chen S. A comprehensive review of deep coalbed methane and recent developments in China. *International Journal of Coal Geology*, 2023, 279: 104369. DOI: 10.1016/j.coal.2023.104369.
3. Liu J., Su Y., Sun L., Li C., Wang L., Meng Y., Li Y. Research on Fracturing Optimization of Coalbed Methane Wells Aiming at Economic Benefit—A Case Study of Liulin Block. *Energies*, 2024, 17(8): 1829. DOI: 10.3390/en17081829.
4. He S., Wei M., Liu Y. The Gas Migration During the Drainage Process of Ultra-Long Directional Boreholes in Coal Seams. *Applied Sciences*, 2025, 15(19): 10420. DOI: 10.3390/app151910420.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVANCING
SUSTAINABLE MINING PRACTICES

The mining industry is crucial to global economic growth, but its significant environmental impacts—including resource depletion and pollution—make sustainability a pressing concern. Effectively addressing these challenges requires innovative solutions that strike a balance between continued development and ecological responsibility.

Artificial Intelligence (AI) is a transformative solution that can drive sustainable mining. By enabling data-driven decision-making, automation, and predictive analytics, AI directly addresses environmental and operational challenges. Technologies such as machine learning, computer vision, and autonomous systems enable more efficient resource utilization, improved energy management, and reduced emissions. AI-powered predictive maintenance not only extends equipment lifespan but also cuts inefficiencies and pollution. Such capabilities demonstrate how AI is crucial for advancing sustainable mining.

AI applications are crucial for predicting potential accidents and enhancing operational safety. By analyzing operational data, AI systems identify early indicators of equipment failure, enabling rapid responses and significantly improving workplace safety.

AI also helps cut energy use in mining. By analyzing energy data, it identifies inefficiencies and adjusts processes accordingly. For example, AI predicts energy demand and tweaks equipment performance, reducing costs.

Recent projects demonstrate that AI is effective in mining. Rio Tinto's "Mine of the Future" uses AI to automate and optimize systems. ALROSA utilizes AI to analyze geological data and identify the optimal drilling locations, thereby enhancing diamond production. Norilsk Nickel applies AI to monitor machinery, optimize processes, save electricity, and operate more efficiently.

Academician Abylkas Saginov advanced technical education and engineering in Kazakhstan, contributing to the modernization of the mining sector. His work integrated innovation and hands-on training, which is vital for preparing specialists for the industry's digital era. Following Saginov's approach, Kazakhstani universities are now utilizing AI in mining research and production, promoting sustainable and responsible growth.

Saginov promoted ongoing technological progress and good resource management, supporting sustainability and digitalization. He emphasized the importance of collaboration and leveraging new technologies as bridges between traditional training and digital tools, such as AI. Adopting AI in Kazakhstan's mining industry both modernizes operations and honors Saginov's legacy.

The integration of artificial intelligence positions the mining industry to manage processes more efficiently, optimize resource use, prevent accidents, improve safety, and reduce energy consumption—directly supporting sustainability. Proven successes demonstrate that AI's technology-driven approach is effective, and expanding adoption is crucial to ensure a sustainable future for mining.

List of references

1. *Application of Artificial Intelligence and Prospects for the Development of Big Data Analytical Systems in the Mining Industry* [Electronic resource]. – Access mode: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/17430-primenenie-iskusstvennogo-intellekta-i-perspektivy-razvitiya-analiticheskikh-sistem-bolshikh-dannykh-v-gornoj-promyshlennosti>
2. *The Fourth Industrial Revolution: How Mining Companies Use Artificial Intelligence, Machine Learning, and Robots* [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.rough-polished.com/ru/expertise/111663.html>
3. Ivanov, I.I., Petrov, P.P. *Modern Technologies in the Mining Industry*. Almaty, 2023.
4. Smith, J. *Mining Innovation and Automation*. London, 2022.
5. Kozlov, A.A. *Environmental Aspects of Mining*. Karaganda, 2021.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИСЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *FABACEAE*

Цель исследования заключалась в сравнительном изучении методов экстракции и анализа БАВ указанных видов для определения наиболее эффективного способа получения биологически активных экстрактов с сохранением их природных свойств.

Сравнение спектральных характеристик, полученных образцов показало, что традиционная экстракция обеспечивает стабильный, но относительно низкий выход БАВ из-за длительного времени нагрева и частичной деградации термолабильных соединений.

Ультразвуковая экстракция позволила существенно сократить продолжительность процесса и повысить концентрацию фенольных веществ в экстрактах, что подтверждается увеличением интенсивности пиков поглощения в диапазоне 240–260 и 370–390 нм, характерных для флавоноидов и изофлавоноидов (рисунок 1,2).

Микроволновая экстракция показала наивысшую эффективность при минимальном времени воздействия (до 5 минут) и температуре не выше 70 °С, что обеспечило наибольший выход флавоноидов и полифенолов без заметного разрушения структурных элементов. Таким образом, физические методы экстракции, основанные на воздействии ультразвука и микроволн, являются более перспективными для выделения БАВ из растительного сырья по сравнению с традиционными термическими подходами.

Анализ полученных экстрактов выявил существенные различия в химическом профиле двух растений. Для копеечника, забытого характерно преобладание фенольных соединений — ксантонов (в частности, мангиферина), флавоноидов (кверцетин, кемпферол и их гликозиды) и дубильных веществ. Эти соединения обуславливают выраженные антиоксидантные, противовоспалительные и гепатопротекторные свойства растения.

Результаты эксперимента подтверждают, что выбор метода экстракции оказывает прямое влияние на выход и сохранность БАВ. Ультразвуковая и микроволновая экстракции обеспечивают наибольшую степень извлечения фенольных соединений при минимальных потерях, что

делает их предпочтительными для лабораторных и производственных целей.

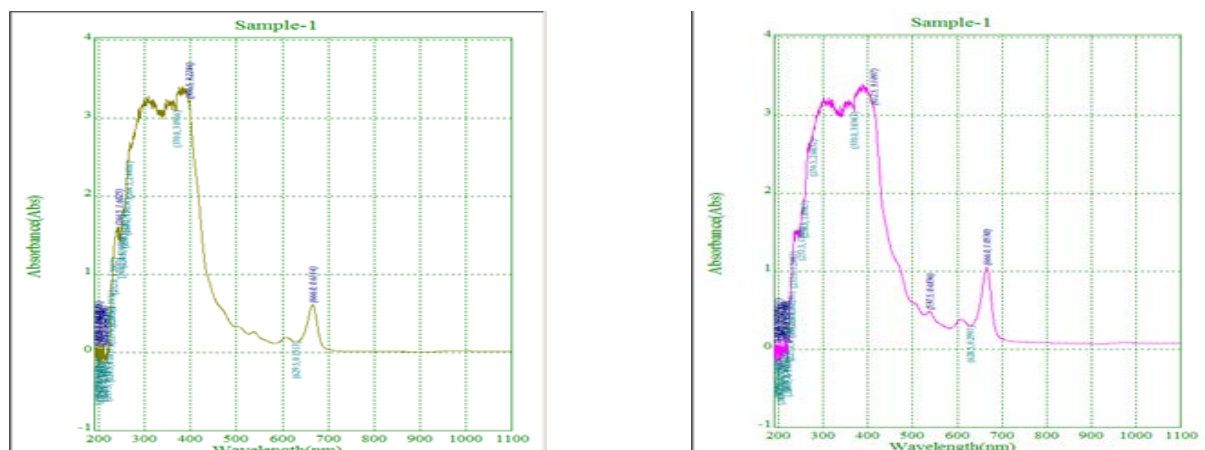


Рисунок 1 – УФ спектр МВ и УЗ экстракта астрагала

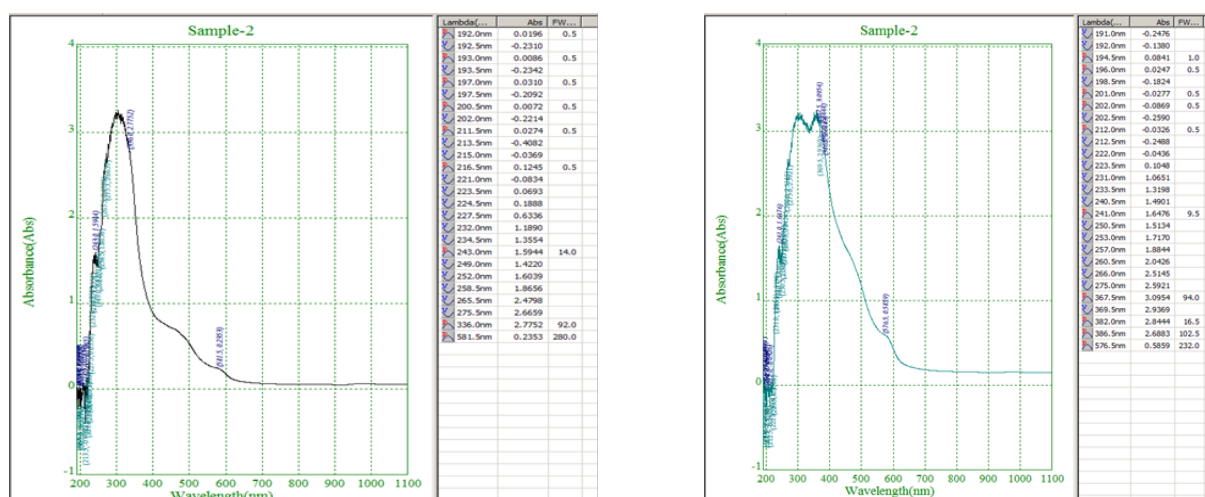


Рисунок 2 – УФ спектр МВ и УЗ экстракта копеечника

В свою очередь, водно-спиртовая экстракция при пониженных температурах рекомендуется для выделения полисахаридов астрагала. Оптимизация этих параметров позволяет регулировать состав и концентрацию целевых компонентов, что особенно важно при разработке стандартизованных растительных экстрактов.

Список используемых источников

1. https://www.vniimp.ru/netcat_files/791/977/23.pdf
2. Богатырева З. Н., Степанова Э. Ф. Технология получения спирто-водного извлечения из астрагала серполодного методом дробной экстракции // Актуальные проблемы медицины. 2016. №5 (226).
3. <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/1-5/1-5-3/opredelenie-soderzhaniya-ekstraktivnykh-veshchestv-v-lekarstvennom-rastitelnom-syre-i-lekarstvennykh/>

ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫ ҚИЯБЕТТЕРІНІҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН МОНИТОРИНГТЕУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ

Кіріспе. Карьерлер мен үйінді қиябеттерінің орнықтылығының бұзылуы тау-кен жұмыстарының және қоршаған ортаның қауіпсіздігіне үлкен қауіп төндіреді. Соңғы жылдары ашық тау-кен қазбалары аймақтарындағы құлау мен көшкінге байланысты апаттар санының өсуі байқалады. Бұл жағдайда қауіпті аймақтарды уақтылы анықтауға және жойылудың алдын алуға мүмкіндік беретін деформациялық процестерді бақылау және болжау жүйелерін ұйымдастыру ерекше маңызға ие.

Мониторинг міндеттері. Мониторингтің негізгі мақсаты – қиябеттерді пайдаланудың қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз ету және олардың ықтимал тұрақсыздығы туралы уақтылы ескерту. Осы мақсатта қиябеттердің геометриясының өзгеруі, деформация жылдамдығы және тау жыныстарының массивінің күйі бойынша бақылау жүргізіледі. Алынған деректерді талдау негізінде қазу параметрлерін түзету, нығайту жұмыстарын жүргізу және қауіпті учаскелерге кіруді шектеу туралы шешімдер қабылданады.

Дәстүрлі бақылау әдістері. Классикалық әдістерге маркшейдерлік өлшеулер, тахеометрия, нивелирлеу және реперлерді орнату жатады. Олар жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді, бірақ айтарлықтай еңбек шығындарын талап етеді және үздіксіз бақылау жүргізуге мүмкіндік бермейді. Сонымен қатар, өлшемдер көбінесе учаскелердің қол жетімділігімен және ауа-райы жағдайларымен шектеледі. Сондықтан соңғы жылдары қашықтықтан және автоматтандырылған бақылау технологиялары белсенді түрде енгізілуде.

Заманауи мониторинг технологиялары. Ең тиімді әдістердің бірі – жер бетінің жылжуын миллиметрге дейін дәл түсіруге мүмкіндік беретін InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) спутниктік радарлық технологиялары болып табылады. Persistent Scatterer (PS-InSAR) әдісі тұрақты шағылыстырғыштарды ұзақ мерзімді бақылау және деформациялардың уақыт қатарларын құру үшін қолданылады. Спутниктік деректерді жерүсті өлшемдермен (GPS, инклинометрлер, лазерлік сканерлеу) кешендеу еңістің динамикасын толық үш өлшемді көрінісін қамтамасыз етеді. Қазақстанда мұндай технологиялар көмір және мыс кендерін өндіру бойынша карьерлерді қоса алғанда, ірі тау-кен кәсіпорындарында енгізіле бастады.

Деформацияларды болжау. Орнықтылықты бағалау және деформациялардың дамуын болжау үшін Plaxis, FLAC және Rocscience бағдарламалық кешендерін қолдана отырып сандық модельдеу әдістері қолданылады. Бұл жүйелер геомеханикалық және гидрогеологиялық

параметрлерді, сондай-ақ нақты уақыттағы бақылау деректерін ескеруге мүмкіндік береді. Жылжу жылдамдығы мен үдеуін талдау негізінде бұзылу ықтималдығын болжауға мүмкіндік беретін предиктивті модельдер құрылады. Жасанды интеллект пен машиналық оқытуды қолдану мұндай болжамдардың дәлдігін едәуір жақсартады.

Қорытынды. Қиябеттердің деформацияларын мониторингтеу және болжаудың тиімді жүйесі тау-кен кәсіпорындарының қауіпсіздігін қазіргі заманғы басқарудың ажырамас бөлігі болып табылады. Қашықтықтан бақылау әдістерін геомеханикалық модельдеумен интеграциялау қиябеттердің ағымдағы күйін бақылауға ғана емес, сонымен қатар қауіпті процестердің дамуын болжауға мүмкіндік береді. Қазақстан үшін перспективалы бағыт маркшейдерлік, спутниктік және сенсорлық бақылаулардың деректерін біріктіретін геомеханикалық мониторингтің ұлттық платформасын құру болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Colesanti C., Wasowski J. Investigating landslides with Persistent Scatterer SAR Interferometry. // *Engineering Geology*, 2006.
2. Crosetto M., Monserrat O., Cuevas-González M. Persistent Scatterer Interferometry: A review. // *ISPRS Journal*, 2016.
3. Ибатулин Р.Р., Садыков Р.Р. Маркшейдерские наблюдения за деформациями откосов карьеров. // *Горный журнал*, 2020.
4. European Space Agency. Sentinel-1 User Guide. – 2025.

ҚИЯБЕТТЕРДІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

Кіріспе. Ашық тау-кен жұмыстары кезінде қиябеттердің тұрақтылығын бақылау аса маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Деформацияларды уақтылы анықтау төтенше жағдайлардың алдын алуға және тау-кен кәсіпорындарының қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Маркшейдерлік өлшемдерге негізделген дәстүрлі мониторинг әдістері және қазіргі геотехникалық технологиялар карьерлердің қиябеттерінің жай-күйін бақылаудың кешенді жүйесінің негізін құрайды.

Дәстүрлі маркшейдерлік әдістер. Классикалық әдістерге тахеометриялық және нивелирлік бақылаулар жатады, бұл кемер мен қиябеттердің ернеуінің жылжуы мен деформацияларын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Тахеометрия көлденең және тік қозғалыстарды бірнеше миллиметр дәлдікпен жедел өлшеуге мүмкіндік береді. Нивелирлеу бақылау нүктелеріндегі тік тұнбаларды анықтау үшін қолданылады. Технологиялардың дамуымен байланысты Қазақстандағы бірқатар кәсіпорындарда, атап айтқанда Шұбаркөл және Соколов-Сарыбай тау-кен байыту комбинаты карьерлерінде, нақты уақыт режимінде деректер алуға мүмкіндік беретін автоматтандырылған электронды тахеометрлер және тұрақты әрекет ететін GNSS-жүйелері қолданылады [2]. Бұл әдістер нәтижелердің жоғары дәлдігі мен заңды сенімділігінің арқасында негізгі болып қала береді.

Геотехникалық мониторинг әдістері. Қиябеттердің тұрақтылық параметрлерін бақылау үшін геотехникалық датчиктер кеңінен қолданылады: инклинометрлер, пьезометрлер, тензометрлер және кеуекті қысым датчиктері. Инклинометрлер бұрылу бұрыштарын және еңкеюлерді бақылауға мүмкіндік береді, бұл әсіресе ықтимал сырғу беттері бар қиябеттерді бақылауда маңызды. Пьезометрлер жер асты суларының деңгейін және массивтің тұрақтылығына әсер ететін кеуек қысымын өлшеу үшін қолданылады. Қазақстандағы бірқатар кәсіпорындарда бұл жүйелер деректер мамандар тарапынан талданатын нақты уақыт режимінде серверге жіберілетін автоматтандырылған мониторинг кешендеріне интеграцияланған [3].

Артықшылықтары мен шектеулері. Дәстүрлі маркшейдерлік әдістер жоғары дәлдікке ие, бірақ айтарлықтай еңбек шығындарын талап етеді және үздіксіз бақылауды қамтамасыз етпейді. Геотехникалық жүйелер автоматты режимде өлшеуге мүмкіндік береді, бірақ күрделі орнату мен техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Оңтайлы шешім – оларды біріктіру:

деректерді тексеру мен нәтижелерді нақтылау үшін үздіксіз бақылау және маркшейдерлік өлшеулер үшін геотехникалық датчиктерді пайдалану.

Мониторингке кешенді көзқарас. Қиябеттердің тұрақтылығын тиімді бақылауға әртүрлі бақылау әдістерін біріктіру және геоақпараттық жүйелердегі (ГАЗ) деректерді кейінгі талдау арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәсіл деформациялардың кеңістіктік визуализациясын қамтамасыз етеді және қауіпті аймақтардың дамуын болжауға мүмкіндік береді. Орталық Қазақстан кәсіпорындарында тахеометрия, GNSS және геотехникалық датчиктер деректері интеграцияланатын карьерлердің цифрлық қосарларын құру бойынша пилоттық жобалар енгізілуде [4].

Қорытынды. Қиябеттердің тұрақтылығын бақылаудың дәстүрлі және геотехникалық әдістері ашық тау-кен жұмыстарында өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізі болып табылады. Олардың үйлесімі бақылаудың дәлдігі мен жеделдігін арттыруға, ал цифрлық технологиялар мен автоматтандырылған жүйелерді пайдалану "ақылды карьер" тұжырымдамасына көшуге мүмкіндік береді. Әрі қарай даму нақты уақыт режимінде деректерді талдауды және деформациялық процестерді болжауды қамтамасыз ететін кешенді интеллектуалды жүйелерді енгізумен байланысты [1], [3].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Hoek E., Bray J. *Rock Slope Engineering*. – London: CRC Press, 1981.
2. Terzaghi K., Peck R.B., Mesri G. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. – Wiley, 1996.
3. Ибатулин Р.Р., Садыков Р.Р. Маркшейдерские наблюдения за деформациями откосов. // Горный журнал, 2020.
4. Гавриленко Н.Н., Садыкова А.Ж. Интеграция ГИС и аэрокосмических данных в задачах мониторинга земельных ресурсов. // Наука и инновации Казахстана, 2023. – № 2. – С. 72–81.

ЖЕРДІҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН РАДИОБАРЛАУ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ

Радиометрия (немесе радиометриялық барлау) табиғи ортаның радиоактивтілігін зерттейтін далалық геофизиканың кеңінен тараған бір әдісі. Жер қабығы, су және ауаның радиоактивтілігін оның құрамында уран, торий, радий, радон және калийдің болуымен анықталады. Радиоактивті барлау әдістері радиоактивті элементтердің кен орындарын және бағытталған радиацияның сәулесін пайдалану арқылы тау жыныстарының химиялық құрамын анықтауға қызмет етеді. Радиометрия әдістері сондай-ақ аумақты геологиялық карталауда пайдаланылады. Далалық радиометриялық байқауларды орындау шығыны төмен, ал геологиялық өтімділігінің нәтижесі біршама жоғары [ссылка].

Қарқаралы өңірі геологиялық тұрғыдан күрделі аймақтардың қатарына жатады. Мұнда магмалық, метаморфтық және шөгінді жыныстар кең таралған. Зерттеу жұмыстары Қарқаралыдағы “Политехник” ССЛ-нің маңайында жүргізілді. Жұмыс аумағында ең алдымен 8 профиль сызылып, әр профильде 11 өлшеу нүктесі болды. Өлшеу нүктелерінің арасы 20 м болып, әр нүктеде өлшеулер жүргізілді. Алынған мәліметтер арнайы кестелерге түсіріліп, салыстырмалы талдау жүргізілді. Радиометриялық өлшемдер мкР/сағ және имп/сек бойынша алынды және сол сандық мәліметтер арқылы “Surfer” бағдарламасында карталар сызылды. Нәтижесінде аймақтың жерасты құрылымы туралы бастапқы геофизикалық деректер алынды. Радиометриялық зерттеу жұмыстары СРП-20 аппараты арқылы орындалды (1-сурет).

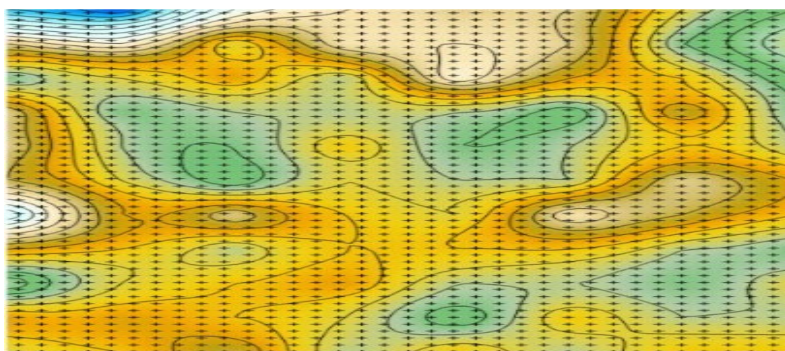


1-сурет. СРП -20 аппараты

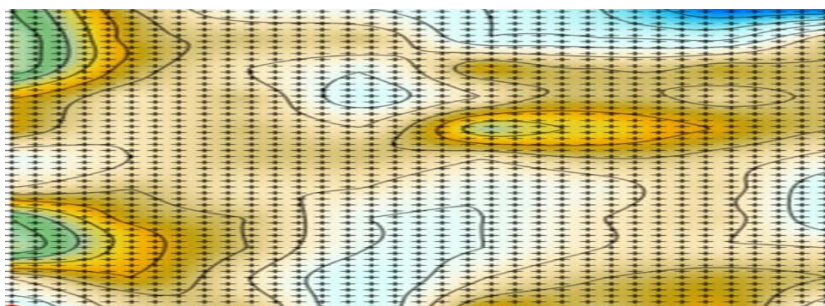
Бұл аспап гамма-сәулелену көздерін іздеу және анықтау мақсатында радиометриялық зерттеу жүргізуге арналған және экспозициялық доза қуатын (ЭДҚ) өлшеуге мүмкіндік береді. Құрылғының жаяу зерттеу

жүргізуге арналған және каротаждық (СРП-97К және СРП-68-02/03 аналогтары) нұсқалары сериялық түрде шығарылады.

СРП -20 аппараты арқылы алынған сандық мәліметтерді “Microsoft Excel” бағдарламасына жүктеп, зерттеу нәтижелері жайлы қорытындылар жасадық. Мәліметтер “Surfer” бағдарламасына енгізіліп, практикалық жұмысымыз соңына жетті. Surfer – бұл ғылыми және инженерлік мақсаттағы деректерді өңдеу мен визуализациялауға арналған бағдарлама. Бағдарламаның негізгі қызметі – далалық өлшеу нәтижелерін карта, профиль, кескін және үшөлшемді модель түрінде көрсету болып табылады. Бағдарлама мәліметтерді интерполяциялау әдісімен карта түрінде бейнелеуге мүмкіндік берді.



2-сурет. Радиометрдің мкр/сағ өлшемі бойынша картасы



3-сурет. Радиометрдің имп/сек өлшемі бойынша картасы

Жүргізілген зерттеу жұмыстары барысында заманауи геофизикалық құрал-жабдықтармен жұмыс істеп, деректер жинау, оларды өңдеу және интерпретациялау бойынша тәжірибе жинақталды. Жұмыс барысында әдістің ерекшеліктері, қолдану саласы, артықшылықтары мен шектеулері егжей-тегжейлі қарастырылып, теориялық негіздермен байланыстырылды..

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

- 1) Ахметов Е.М. Геофизика әдістеріне кіріспе (Оқу құралы) - Алматы, КазҰТУ баспасы, 2013. – 127б.
- 2) Р.У. Парафилова, М.В. Пономарева, Д.И. Джаныспаева; Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. – Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2015. – 142б.
- 3) ТОО «ГЕОДЕВАЙС КАЗАХСТАН», Официальный сайт
- 4) <https://www.delphitech.kz/software/geology/surfer/>

УДК621.744 Исагулов А.З. (Караганда, КарГУ им. Абылкаса Сагинова)
Квон Св. С. (Караганда, КарГУ им. Абылкаса Сагинова)
Куликов В.Ю. (Караганда, КарГУ им. Абылкаса Сагинова)

ВЫБОР НАНОМОДИФИКАТОРОВ И ИНОКУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОТНОЙ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК

Качественной отливку можно считать при соответствии ее свойств требуемым в условиях работы данной детали. Этого можно добиться при обеспечении стабильной плотной структуры отливки, регулируя скорость затвердевания с помощью инокуляторов. В качестве инокуляторов можно использовать различные материалы: порошки металлов и сплавов различной дисперсности, литую дробь комплексных составов, некоторые отходы металлургического производства (стружку, металлосодержащую часть шлаков и др.).

Применение инокуляторов с целью улучшения структуры отливок подробно рассматриваются в работах [1-2]. Влияние инокуляторов на процесс кристаллизации рассматривается в трудах [3-5]. В источнике [4] наряду с ультразвуковым и магнитным воздействием на структуру слитка рассматривается также влияние инокуляторов – холодильников. Авторы предлагают вводить инокуляторы размером от 1 до 60 мм в зависимости от состава инокулятора и величины слитка. В работе [3] рассматривается влияние наноразмерных инокуляторов в виде порошка тугоплавких металлов. Авторы [5] используют инокуляторы комплексных составов, в том числе FeSi, Ca, Ce.

В исследованиях в качестве инокуляторов использовали отходы литейного производства – металлосодержащую часть сталеплавильных шлаков. Такие материалы были получены с литейного цеха ТОО «КМЗ им. Пархоменко» (г. Караганда).

В исследованиях использовалась металлосодержащая часть шлака после выплавки сталей 40Х в ДСП-0,5. Пробы шлака измельчались на шаровой мельнице до содержания фракции – 400 мкм не менее 75%. После измельчения из шлаковой пробы извлекалась металлосодержащая часть посредством воздействия магнитного поля. Полученная в результате магнитной сепарации доля металлической фракции составляла в среднем 7-11% по массе. Химический состав полученной фракции представлен в таблице 1. Далее металлическая фракция подвергалась фракционному анализу с помощью аналитической просеивающей машины AS 200.

Таблица 1 – Химический состав металлической части шлака, % масс

C	Cr	Mn	Si	Ni	Fe
0,38-0,41	0,96-1,08	0,65-0,68	0,32-0,36	0,19-0,23	ост.

Определяли влияния фракции инокулятора на параметры структуры образца после кристаллизации. Расплав стали 40ХНЗМФ разливался в алуноводый тигель емкостью 0,5л, инокулятор предварительно насыпался на дно тигля. В качестве инокулятора использовалась металлосодержащая часть шлака разного фракционного состава (таблица 1). Количество инокулятора составляло 0,8 % от массы слитка. После полной кристаллизации и охлаждения из слитка изготавливались металлографические шлифы, на которых изучались параметры структуры с использованием программы ThixometPro. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние фракционного состава инокулятора на параметры структуры слитка

Номер	фракция, мкм	Средний диаметр зерна, мм	Индекс загрязненности
1	-	0,067	1,83
2	менее 50	0,039	1,89
3	50-150	0,046	1,78
4	150-200	0,053	1,41
5	200-250	0,057	1,75
6	250-300	0,061	2,06
7	350-400	0,064	2,33

Как видно из данных таблицы 2 введение инокулятора увеличивает индекс загрязненности. Однако, при снижении размера инокулятора менее 300 мкм индекс загрязненности становится сравнимым с эталоном, при дальнейшем снижении дисперсности инокулятора до 150 мкм индекс загрязненности становится меньше, чем в эталоне. Однако уменьшение дисперсности инокулятора до 100 мкм приводит опять к возрастанию индекса загрязненности, что, видимо, связано с тем, что высокая дисперсность инокуляторов приводит к коагуляции и формированию крупных агрегатов. Это, в свою очередь, препятствует полному растворению инокулятора, повышая индекс загрязненности.

Список использованных источников

1. Затуловский С.С. Суспензионное литье // Киев, Наукова Думка, 1989 – 260 с.
2. D.O. Morton, M.D. Bryant. Inoculation techniques for cast iron/ British Foundryman 1979, p.183-186.
3. Григоренко Г.М., Костин В.А. Головки В.В. и др./Влияние нанопорошковых инокуляторов на структуру и свойства литого металла высокопрочных низколегированных сталей // Общие вопросы металлургии, 2015, № 2, стр. 32-41.
4. Петрова В.Ф. Исследование влияния инокуляторов на структурные параметры литого металла и служебные свойства кованных изделий тяжелого машиностроения/ Дисс., 2006г. Волгоград.
5. J.N. Harvey, G.A. Noble/ Inoculation of cast irons/ 55th Indian Foundry Congress, 2007.

ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ ИННОВАЦИЯ

Өндірістің әртүрлі кезеңдерінде М2М тәсілі аясында қолданылатын құралдардың бірі-гранулометрия. Бұл тау жынысы фракциялары алдыңғы кезеңде орындалған жұмыстың сапасын бағалау үшін, сондай-ақ кейінгі өңдеу кезінде тау жынысы фракциялық мөлшері мен пішінін бақылау үшін қажет тау жынысы фракцияларының мөлшері туралы статистиканы жинау. Түйіршіктердің мөлшерін, мысалы, кенді экскаватор шөмішіне тиеу кезінде, тау жынысын самосвалда немесе конвейер таспасында тасымалдау кезінде бұрғылау-жару жұмыстарының сапасын бағалау үшін бақылауға болады. Тау жынысы үлкен көлемді фракцияларды, сондай-ақ оған енуі мүмкін бөгде заттарды анықтау үшін бақылау қажет.

Бұл процестерді автоматтандыруға машиналық көру көмектеседі — өнеркәсіптік кәсіпорындарда қолдануға бейімделген компьютерлік көру технологиясы. Жүйе нақты уақыт режимінде бір немесе бірнеше камерадан келетін кескіндерді талдайды, оларда стандартты емес нысандарды анықтайды. Гранулометрия жағдайында бұл өлшемдері осы кезең үшін белгіленген нормалардан асатын тау жыныстарының фракциялары, оны алу кезінде тау жынысына енуі мүмкін ағаш немесе арматура бөліктері және т. б. болуы мүмкін.

Тау кен комбинаты үшін машиналық көруді қолданудың тағы бір саласы — шөміштердің тістерінің күйін бақылау. Жоғары көміртекті болаттан жасалған сынған тістің тау жынысына түсуі кейіннен қымбат ұсақтау жабдығына зақым келтіруі мүмкін. Машиналық көру қоқыстың жынысқа түсуін, тістердің күйін, олардың тозу дәрежесін бақылауға мүмкіндік береді. Мұның бәрі жабдықтың бұзылуын болдырмауға және техниканы жөндеу және техникалық қызмет көрсету бөлігінде айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік береді.

Машиналық көру-бұл тау-кен өндірісінің көптеген кезеңдерінде қолдануға болатын әмбебап технология. Сонымен қатар, оны қолданудың жаңа бағыттары үнемі кездеседі. Мысалы, технологиялық операцияларды есепке алуды (батырылған шелектердің немесе батырылған самосвалдардың саны), сондай-ақ жұмыс режимдерін есепке алуды қамтитын диспетчерлеу міндеттері үшін: тиелген немесе бос қозғалыс, көмекші жұмыс немесе бос тұру. Бұл режимдерді автоматты түрде анықтау үшін дәстүрлі түрде жұмыс органдарының орналасуын анықтайтын және сол арқылы алгоритмге машинада не болып жатқандығы туралы ақпарат беретін қосымша сенсорларды қолданады. Дәстүрлі сенсорлар әрдайым мінсіз рейстің фактісін немесе тоқтап қалу себебін анықтай алмайды -

классикалық жүйелерде машина операторы мұндай ақпаратты борттық компьютерге қолмен енгізеді. Алайда, машиналық көру алгоритмін машинаның айналасындағы заттарды тануға үйретуге болады (сурет. 1), жұмыс органдарының жағдайы (сурет. 2) және осылайша автоматты түрде бақылауға болады.



Сурет 1- Жүк тиегішпен қоршалған жүк көлігін және бұрғылау қондырғысын тану



Сурет 2 - Тиегіш пен самосвалдың жұмыс бөлшектерінің жағдайын тану

Мұндай алгоритмді жүзеге асыру үшін конволюциялық нейрондық желілер қолданылады, алгоритмді оқыту жиынтықтар күні негізінде жүзеге асырылады — алдын-ала жазылған бейне деректер, онда машинаның типтік операцияларының әртүрлі мысалдары жинақталған. Мұндай күн жиынтығында машиналық көру алгоритмін оқыту күрделі есептеу қуатын қажет етеді, ал оқытылған алгоритмді кейіннен пайдалану үшін арнайы нейрондық процессормен жабдықталған борттық компьютерді орнату қажет.

Литература

В. Лебедев. Инновации для горной добычи. Control Engineering Россия №3 (102), 2023

Махмудова С. Н., Сичная М. А., Абдрахманов А. А., Сафин Г. Г., Великанов В. С. Адаптивный обучающий комплекс для тренинга операторов горных машин и транспортно-технологических комплексов // Молодой ученый. — 2015. — №18. — С. 164-167.

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ В УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Уголь - это полезное ископаемое, вид топлива и источник около 40 % мировой электроэнергии. Без него невозможно осуществить выплавку чугуна и ферросплавов. Пылевая обстановка в угольных разрезах зависит от наличия, состава и характера движения воздушных потоков. Основные источники образования пыли представлены в таблице 1 [1]. Анализ источников показывает, что концентрация угольной пыли на всех этапах открытой добычи часто превышает ПДК.

Основные технологические процессы и объекты	Источники загрязнения
Подготовка горных пород к выемке	1. Пыль при бурении скважин 2. Пыль при производстве взрывных работ
Выемочно-погрузочные работы	1. Пыль при выемке и погрузке горной массы в транспортные средства и разрезке в отвал различными выемочными машинами. 2. Пыль при выемке горной массы эксгумационными и экскавационно-транспортирующими машинами с двигателем внутреннего сгорания (экскаваторы с дизельным приводом, погрузчики, скреперы, бульдозеры)
Транспортирование карьерных грузов	1. Пыль на карьерных автодорогах. 2. Сдувание пыли из транспортных сосудов при перемещении полезных ископаемых, пустых пород и отходов обогащения. 3. Пыль на пунктах перегрузки
Отвала образование и складирование пустых пород, отходов обогащения и полезных ископаемых	1. Пыль при укладке горной массы в отвалы и склады. 2. Пыление обнаженных поверхностей отвалов пустых пород, складов полезных ископаемых, шлам хранилищ
Карьерные выемки	1. Сдувание пыли с поверхностей отвалов и площадок
Объекты промышленной площадки: - дробильно-сортировочные, агломерационные и обогатительные фабрики; - котельные установки; - базы производственных машин и автотранспортной техники	1. Пыль при разгрузке, дроблении и сортировке полезных ископаемых. 2. Пыль при обжиге в обогащении полезных ископаемых. 3. Пыль при работе котельных установок. 4. Пыль при эксплуатации без производственной техники

Таблица 1. Основные источники загрязнения атмосферы пылью

Установлено [2], что воздействие пыли на организм при вдыхании запылённого воздуха носит кумулятивный характер. Продолжительный контакт с мелкодисперсными частицами пыли может стать причиной пневмокониоза [3]. Предварительное увлажнение на Ангренском карьере исследовалось как эффективное средство борьбы с пожарами, пылеподавления и снижения крепости угля при добыче. Уменьшение склонности углей к самовозгоранию при их пропитке водой объясняется двумя основными факторами:

1. Механической закупоркой пор и трещин, вследствие чего уменьшается возможность проникновения воздуха в угольный массив и к реагирующим поверхностям угля в кусках;

2. Изменением тепловых свойств угля, выражающимся в увеличении коэффициентов теплопроводности и теплоёмкости.

Исследования по оценке эффективности предварительного увлажнения как метода пылеподавления проводились на пласте «Мощный» (участки 1 и 5). Нагнетание воды при увлажнении осуществлялось насосом Д-1250-125 от магистрального водоотливного трубопровода. Состояние работ на уступе при увлажнении показано на рисунке 1. Контроль качества увлажнения проводился путём бурения контрольных скважин и отбора проб на влажность на различной глубине от поверхности уступа и на разном расстоянии от скважины.

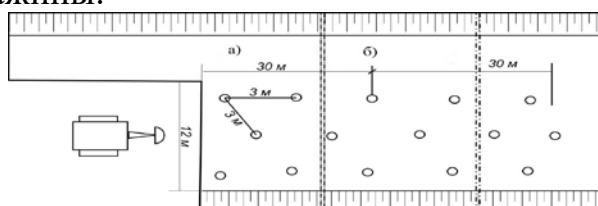


Рисунок 1. План уступа участка опытного увлажнения пластов: а) увлажнение с применением насоса Д-1250-125; б) увлажнение от магистрального водоотливного трубопровода.

Отбор проб на запылённость до и после проведения увлажнения осуществлялся с использованием приборов АЭР-1 и АЭР-А. По полученным результатам определялась среднесменная запылённость в зависимости от вида выполняемых операций, а также рассчитывалась эффективность пылеподавления [4]. Таким образом, можно сделать вывод, что эффективное принудительное увлажнение угольных пластов, разрабатываемых открытым способом, возможно либо в глубоких зонах ненарушенного массива угля, либо при использовании участкового метода нагнетания воды. Все изложенные результаты позволяют рассматривать предварительное увлажнение пластов как комплексную технологическую меру, обеспечивающую: предупреждение возникновения эндогенных пожаров; снижение запылённости воздуха; уменьшение крепости угля и прочности массива угольных уступов.

Список использованных источников:

1. Бульбашев А.П., Шувалов Ю.В. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов. – Санкт-Петербург: МАНЭБ, 2006. – 208 с.
2. Борьба с силикозом: сборник статей. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1955. – Т. 2. – 30 с.
3. Романченко С.Б., Руденко Ю.Ф., Костеренко В.Н. Пылевая динамика в угольных шахтах // Горное дело. – 2011. – Т. 6, кн. 9. – 25
4. Акбаров Т.Г., Исраилов М.А., Махмудов Д.Р. Изучение и предупреждение самовозгораемости углей Ангренского месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – Москва, 2021. – №1. – С. 170-177.

МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Современный геопространственный мониторинг требует использования разнообразных технологий и методов сбора данных, каждый из которых обладает уникальными характеристиками точности, а также пространственного и временного разрешения. Возникающая при этом проблема интеграции разнородных геопространственных данных становится ключевой для получения достоверной и комплексной информации при проведении мониторинга окружающей среды. Все это, а также постоянное развитие науки и техники, в том числе и в геопространственной отрасли, вынуждает научное сообщество искать подходы по интеграции этих разнородных данных, которые позволят решить глобальные экологические вызовы современного общества.

Таким образом, целью настоящего исследования является разработка методологии интеграции разнородных геопространственных данных для повышения эффективности мониторинга окружающей среды.

Решение озвученной авторами проблемы видится в комплексном подходе объединения разнородных геопространственных данных на основе следующих принципов: единства координатно-временного пространства, взаимного дополнения методов, а также методов статистической оценки (Рис.1).

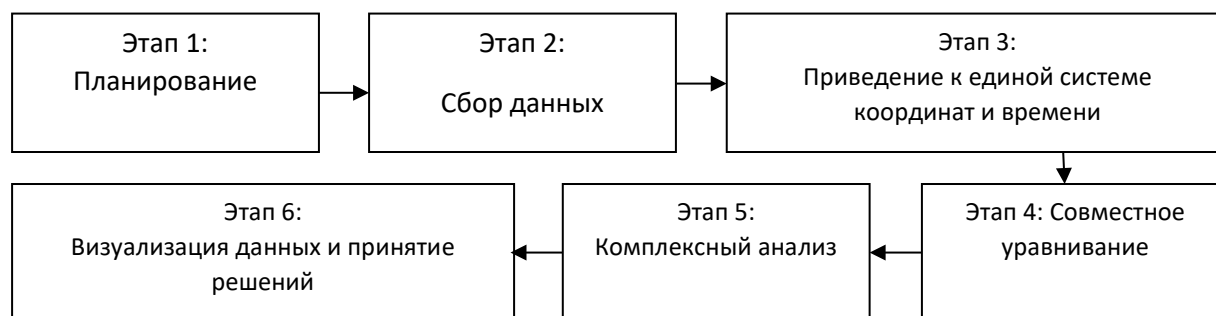


Рисунок 1 – Укрупненная блок-схема интеграции разнородных геопространственных данных

Практическая апробация предложенной авторами методологии была реализована в двух научных проектах:

В первом проекте были обоснованы принципы, методы и способы оценки состояния техногенно-нарушенных земель Новосибирской области на основе геопространственных данных [1-4]. Концептуально предлагаемый

подход основан на кластеризации данных и связан с поэтапным переходом от общих характеристик районов размещения технологических объектов к их отдельным участкам. Кроме этого была предложена методика оценки состояния техногенно нарушенных земельных участков, включающая 11 критериев для разделения их по степени и характеру воздействия на окружающую среду.

Во втором проекте разработанные авторами принципы интеграции геопространственных данных реализованы при построении методических подходов мониторинга состояния критически важных гидротехнических объектов инфраструктуры Казахстана [5]. Мониторинг осуществляется с применением беспилотных летательных аппаратов и технологий дистанционного зондирования Земли в сочетании с наземными геодезическими измерениями — высокоточным нивелированием, тахеометрией и ГНСС-наблюдениями. Полученные данные объединяются в едином координатно-временном пространстве, что обеспечивает возможность совместного уравнивания и комплексного анализа деформаций и смещений элементов гидротехнических сооружений.

Предложенная авторами методология интеграции разнородных геопространственных данных доказала свою универсальность и эффективность при решении задач экологического и инженерного мониторинга. Ее реализация в рамках двух научных проектов — по оценке состояния техногенно-нарушенных земель и мониторингу гидротехнических объектов — показала, что объединение данных дистанционного зондирования, аэрофотосъемки и наземных геодезических измерений обеспечивает повышение достоверности и оперативности оценки состояния окружающей среды и инженерных сооружений. Полученные результаты подтверждают перспективность комплексного подхода для разработки национальных систем геопространственного мониторинга.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

- 1. Гаврилов В.Л., Немова Н. А., Резник А. В., Косарев Н. С., Колесников А. А. О необходимости комплексной геоэкологической оценки техногенно нарушенных горными работами земель // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 10. – 76–87.*
- 2. Косарев Н.С., Колесников А.А., Резник А.В., Немова Н.А., Ожигин Д.С. Использование геопространственных данных для оценки состояния техногенно нарушенных земель // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – №6. – 2023. – С.190 – 197.*
- 3. Резник А.В., Колесников А.А., Косарев Н.С., Немова Н.А. Получение и интерпретация геопространственных данных для построения мультимасштабной цифровой модели техногенно нарушенных территорий // Горный журнал. – 2024. – № 11. – С. 90–95.*
- 4. Колесников А.А., Косарев Н.С., Резник А.В., Немова Н.А., Астапов А.М., Кропачева М.К. Автоматизация определения контуров техногенно нарушенных территорий по данным открытой спутниковой съемки // Геодезия и картография. – 2024. – № 11. – С. 25–35.*
- 5. Казанцева В.В., Ожигин Д.С., Косарев Н.С., Сатбергенова А.К., Ожигина С.Б. Разработка комплексной системы геотехнического мониторинга техногенных объектов на основе геопространственных данных // Записки Горного института. – 2025. – № 16590. – С.1-15.*

СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕСТОВОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ БАС И РАЗРАБОТКИ МЕТОДИК ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РК

В условиях активного развития технологий дистанционного зондирования и цифрового моделирования возрастает необходимость создания специализированных испытательных площадок, позволяющих адаптировать и проверять методики геодезического мониторинга к региональным условиям. Для Казахстана, где ведутся масштабные горные и инфраструктурные работы, актуальной задачей является формирование региональных тестовых полигонов, обеспечивающих апробацию технологий мониторинга устойчивости откосов карьеров, отвалов и гидротехнических сооружений.

Тестовый полигон создан на территории угольного разреза «Эдельвейс+» (Карагандинская область, Республика Казахстан). Место выбрано с учётом морфологических и климатических особенностей региона, что позволяет проводить испытания БВС в условиях, характерных для большинства горнодобывающих предприятий Центрального Казахстана (рисунок 1) [1].

На территории полигона организована эталонная геодезическая сеть, включающая 12 опорных пунктов, координаты которых определены методами ГНСС в статическом режиме, высокоточной тахеометрии и нивелирования. Эта сеть обеспечивает возможность высокоточной геопривязки и служит основой для последующей верификации цифровых моделей местности.



Рисунок 1 - Месторасположение угольного разреза «Эдельвейс +»

Для оценки возможностей различных беспилотных авиационных систем в условиях тестового полигона проведены полевые испытания с использованием шести моделей БВС: DJI Mavic 2 Pro PPK, Wingtra One, Vol Jet X8, Vol Jet X5, DJI Mavic 3E и Phantom 4 Pro. Полёты выполнялись по заранее рассчитанным миссиям с различными параметрами высоты, перекрытий и разрешения съёмки. Обработка аэрофотоснимков проводилась в программных комплексах Pix4D, Agisoft Metashape и DJI Terra с последующим сопоставлением полученных цифровых моделей местности [2].

Результаты испытаний показали, что использование эталонной сети и БВС с RTK/PPK-навигацией обеспечивает достижение точности пространственного позиционирования до 1,5 см [3], а также возможность построения цифровых моделей рельефа с плотностью облаков точек свыше 100 точек/м². Наиболее стабильные результаты продемонстрировали Wingtra One и DJI Mavic 3E, что подтверждает их пригодность для мониторинга откосов и отвалов в реальных производственных условиях.

Создание регионального тестового полигона «Эдельвейс+» стало первым этапом формирования экспериментальной инфраструктуры для геодезического мониторинга на основе беспилотных технологий в Республике Казахстан. Разработанная структура полигона обеспечивает возможность интеграции данных БВС, ГНСС и тахеометрии, что позволяет проверять новые методические решения, оценивать точность цифровых моделей и разрабатывать стандарты применения БВС в инженерно-геодезических исследованиях.

Полученные результаты подтверждают перспективность подхода для расширения сети региональных полигонов, которые могут стать базой для испытаний технологий геомониторинга и обучения специалистов в области цифровой геодезии.

Список использованных источников:

1. Отчет по подсчету запасов угля пластов K10, K12 на участке открытых гор-ных работ полей бывших шахт №№ 17, 26, 3 и 3-бис в контуре горного от-вода ТОО «Транскомир» по состоянию на 01.01.2012г. согласно Контракту № 322 от 23 апреля 1999 г. Текст отчета, текстовые и табличные приложе-ния, Караганда, 2012. - 128 с.
2. Блищенко А.А. Использование геодезических приборы на открытых гор-ных работах, тенденция применения беспилотных технологий. [Электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-geodezicheskikh-priborov-na-otkrytyh-gornyh-rabotah-tendentsiya-primeneniya-bespilotnyh-tehnologiy/viewer>
3. Национальный стандарт РФ, Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования. ГОСТ 59328-2021, Москва 2021.

ҚИЯБЕТТЕРДІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

Кіріспе. Ашық тау-кен жұмыстары кезінде қиябеттердің тұрақтылығын бақылау аса маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Деформацияларды уақтылы анықтау төтенше жағдайлардың алдын алуға және тау-кен кәсіпорындарының қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Маркшейдерлік өлшемдерге негізделген дәстүрлі мониторинг әдістері және қазіргі геотехникалық технологиялар карьерлердің қиябеттерінің жай-күйін бақылаудың кешенді жүйесінің негізін құрайды.

Дәстүрлі маркшейдерлік әдістер. Классикалық әдістерге тахеометриялық және нивелирлік бақылаулар жатады, бұл кемер мен қиябеттердің ернеуінің жылжуы мен деформацияларын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Тахеометрия көлденең және тік қозғалыстарды бірнеше миллиметр дәлдікпен жедел өлшеуге мүмкіндік береді. Нивелирлеу бақылау нүктелеріндегі тік тұнбаларды анықтау үшін қолданылады. Технологиялардың дамуымен байланысты Қазақстандағы бірқатар кәсіпорындарда, атап айтқанда Шұбаркөл және Соколов-Сарыбай тау-кен байыту комбинаты карьерлерінде, нақты уақыт режимінде деректер алуға мүмкіндік беретін автоматтандырылған электронды тахеометрлер және тұрақты әрекет ететін GNSS-жүйелері қолданылады [2]. Бұл әдістер нәтижелердің жоғары дәлдігі мен заңды сенімділігінің арқасында негізгі болып қала береді.

Геотехникалық мониторинг әдістері. Қиябеттердің тұрақтылық параметрлерін бақылау үшін геотехникалық датчиктер кеңінен қолданылады: инклинометрлер, пьезометрлер, тензометрлер және кеуекті қысым датчиктері. Инклинометрлер бұрылу бұрыштарын және еңкеюлерді бақылауға мүмкіндік береді, бұл әсіресе ықтимал сырғу беттері бар қиябеттерді бақылауда маңызды. Пьезометрлер жер асты суларының деңгейін және массивтің тұрақтылығына әсер ететін кеуек қысымын өлшеу үшін қолданылады. Қазақстандағы бірқатар кәсіпорындарда бұл жүйелер деректер мамандар тарапынан талданатын нақты уақыт режимінде серверге жіберілетін автоматтандырылған мониторинг кешендеріне интеграцияланған [3].

Артықшылықтары мен шектеулері. Дәстүрлі маркшейдерлік әдістер жоғары дәлдікке ие, бірақ айтарлықтай еңбек шығындарын талап етеді және үздіксіз бақылауды қамтамасыз етпейді. Геотехникалық жүйелер автоматты режимде өлшеуге мүмкіндік береді, бірақ күрделі орнату мен техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Оңтайлы шешім – оларды біріктіру:

деректерді тексеру мен нәтижелерді нақтылау үшін үздіксіз бақылау және маркшейдерлік өлшеулер үшін геотехникалық датчиктерді пайдалану.

Мониторингке кешенді көзқарас. Қиябеттердің тұрақтылығын тиімді бақылауға әртүрлі бақылау әдістерін біріктіру және геоақпараттық жүйелердегі (ГАЗ) деректерді кейінгі талдау арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәсіл деформациялардың кеңістіктік визуализациясын қамтамасыз етеді және қауіпті аймақтардың дамуын болжауға мүмкіндік береді. Орталық Қазақстан кәсіпорындарында тахеометрия, GNSS және геотехникалық датчиктер деректері интеграцияланатын карьерлердің цифрлық қосарларын құру бойынша пилоттық жобалар енгізілуде [4].

Қорытынды. Қиябеттердің тұрақтылығын бақылаудың дәстүрлі және геотехникалық әдістері ашық тау-кен жұмыстарында өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің негізі болып табылады. Олардың үйлесімі бақылаудың дәлдігі мен жеделдігін арттыруға, ал цифрлық технологиялар мен автоматтандырылған жүйелерді пайдалану "ақылды карьер" тұжырымдамасына көшуге мүмкіндік береді. Әрі қарай даму нақты уақыт режимінде деректерді талдауды және деформациялық процестерді болжауды қамтамасыз ететін кешенді интеллектуалды жүйелерді енгізумен байланысты [1], [3].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Hoek E., Bray J. *Rock Slope Engineering*. – London: CRC Press, 1981.
2. Terzaghi K., Peck R.B., Mesri G. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. – Wiley, 1996.
3. Ибатулин Р.Р., Садыков Р.Р. Маркшейдерские наблюдения за деформациями откосов. // Горный журнал, 2020.
4. Гавриленко Н.Н., Садыкова А.Ж. Интеграция ГИС и аэрокосмических данных в задачах мониторинга земельных ресурсов. // Наука и инновации Казахстана, 2023. – № 2. – С. 72–81.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ: ПРИМЕНЕНИЕ MICROMINE В КАЗАХСТАНЕ

В статье рассматривается роль программного комплекса Micromine в цифровизации горнодобывающей отрасли Казахстана, его применение на предприятиях и в учебных заведениях, а также основные результаты и перспективы использования. Ключевые слова: Micromine, цифровизация, Геологические информационные системы, горное дело, Казахстан, эффект безопасности, эффективность, образование.

В последние годы горнодобывающая отрасль активно внедряет цифровые технологии для повышения эффективности и безопасности производства. В Казахстане одним из ключевых инструментов такой цифровизации является Micromine — программный комплекс для моделирования месторождений, управления данными и планирования добычи.

Возможности и модули Micromine

Программный комплекс Micromine представляет собой многофункциональную систему, охватывающую все этапы жизненного цикла горного предприятия. Он включает модули Geobank и Geobank Mobile для сбора и хранения геологических данных, Origin — для трёхмерного моделирования и оценки рудных тел, Beyond и Alastri — для проектирования карьеров и планирования добычи, Advance — для оптимизации подземных работ, Pitram — для мониторинга и управления производственными процессами в реальном времени. Платформа Micromine Nexus обеспечивает интеграцию модулей, облачный доступ и совместную работу специалистов с единой базой данных.

Примеры внедрения в Казахстане

Компания «Казахмыс» реализует ряд цифровых проектов, в рамках которых внедрены горно-геологические информационные системы, объединяющие геологические данные, проектирование и добычу в единую цифровую среду. Более 500 специалистов прошли обучение работе с Micromine, многие получили сертификацию. В компании действуют внутренние тренеры, обучающие новых сотрудников. В ближайшее время планируется внедрение модулей Micromine Advance и Alastri, что позволит выполнять стратегическое планирование жизненного цикла рудников с учётом качественных показателей, себестоимости и экономической эффективности добычи.

В геологоразведочных компаниях также активно применяются решения Micromine. Так, компания Palayan Resources использовала модули Micromine Geobank и Origin при реализации проекта «Коккус» в

Карагандинской области, что позволило подтвердить и уточнить данные предыдущих буровых исследований.

Micromine внедряется и в образовательную среду. Rudny Industrial Institute получил учебные лицензии на программный комплекс, который применяется при обучении студентов по темам блок-моделирования, оценки запасов и проектирования карьеров. Сотрудничество с Назарбаевским университетом предусматривает предоставление программного обеспечения для учебных и исследовательских целей, а также повышение квалификации преподавателей и студентов.

Эффекты и преимущества. Внедрение Micromine в Казахстане позволяет повысить точность геологических моделей, оптимизировать проектирование карьеров и подземных выработок, снизить издержки и улучшить контроль за процессами. Программа способствует развитию цифровых компетенций специалистов и поддерживает стратегическое планирование добычи с учётом экономических и экологических факторов.

Проблемы и барьеры. Основными трудностями остаются недостаточная цифровая инфраструктура, высокая стоимость лицензий, сложности обучения персонала, особенно старшего поколения, и сопротивление изменениям в традиционных производственных подходах.

Перспективы. Дальнейшее развитие Micromine связано с внедрением искусственного интеллекта, облачных технологий и IoT-систем, что обеспечит автоматизацию, совместную работу и повышение устойчивости горного производства.

Micromine является одной из ключевых технологий, способствующих цифровой трансформации горной отрасли Казахстана. Через практические внедрения в ведущих компаниях, сотрудничество с учебными заведениями и регулярные обновления программных модулей достигается улучшение геологического моделирования, планирования, контроля и обучения. Несмотря на существующие барьеры, с дальнейшим развитием инфраструктуры, инвестициями в обучение и адаптацией программного обеспечения под местные нужды, Micromine может стать стандартом в практике многих горнодобывающих предприятий республики.

Список использованной литературы

1. *Micromine Kazakhstan. Geobanks Data Insights Drive Palayan's Progress in Kazakhstan.* – [Электронный ресурс].
2. *АО «Казахмыс». Цифровизация горнодобывающего производства: внедрение систем Micromine.* – [Электронный ресурс].
3. *Mining.com. Micromine Introduced into Rudny Industrial Institute in Kazakhstan.* – [Электронный ресурс].

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД С
УВЕЛИЧЕНИЕМ ГЛУБИНЫ

В работе рассматриваются изменения физико-технических свойств горных пород в зависимости от глубины их залегания. С увеличением глубины наблюдаются возрастание плотности, прочности и модуля упругости пород, что связано с повышением горного давления и изменением структурного состояния минералов. Изучение этих закономерностей имеет важное значение для геомеханических расчётов, оценки устойчивости бортов карьеров и проектирования подземных выработок.

Современное развитие горнодобывающей промышленности характеризуется тенденцией к освоению месторождений на всё больших глубинах. При этом условия ведения горных работ существенно изменяются — увеличиваются горное давление, температура что напрямую влияет на физико-технические и геомеханические свойства горных пород. Изучение этих изменений является одной из ключевых задач современной геомеханики, так как именно физико-механические параметры пород определяют устойчивость горных выработок, откосов и бортов карьеров, а также безопасность эксплуатации горных предприятий. С увеличением глубины происходят процессы уплотнения, перекристаллизации и деформации минеральной структуры пород. Это приводит к изменению их прочностных и деформационных характеристик — повышению плотности, уменьшению пористости и увеличению сопротивления внешним нагрузкам. В то же время рост напряжений в массиве вызывает развитие хрупких разрушений, образование микротрещин и снижение устойчивости. Таким образом, исследование физико-технических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания позволяет не только определить закономерности изменения параметров массива, но и применять полученные данные для расчёта геомеханических моделей, прогнозирования устойчивости и оптимизации технологии горных работ.

Физико-технические свойства горных пород являются ключевыми параметрами, определяющими их поведение под воздействием природных и техногенных факторов. К числу основных характеристик относятся плотность, пористость, влажность, предел прочности при сжатии и растяжении, модуль деформации, модуль упругости, коэффициент Пуассона и скорость распространения упругих волн. Эти параметры зависят от минерального состава, текстуры, структуры породы, а также от глубины её залегания.

С увеличением глубины залегания изменяются термодинамические и геомеханические условия: возрастает горное давление, температура, происходит уплотнение и перекристаллизация пород. Вследствие этого снижается пористость, уменьшается трещиноватость и повышается плотность массива. Эти процессы приводят к росту прочностных и деформационных характеристик горных пород. Так, предел прочности гранитов и базальтов при одноосном сжатии на глубинах свыше 1000 м может возрасти на 50–70 %, а модуль упругости — на 30–40 % по сравнению с поверхностными образцами. В то же время с глубиной изменяется и характер разрушения пород. На малых глубинах разрушение имеет в основном пластичный или хрупко-пластичный характер, тогда как на значительных глубинах породы переходят в упруго-хрупкое состояние. Это объясняется ростом напряжений, которые вызывают развитие микротрещин и внезапные разрушения. В горных условиях это может проявляться в виде горных ударов и внезапных выбросов породы и газа, что представляет серьёзную опасность при эксплуатации шахт и глубоких карьеров.

Для изучения закономерностей изменения свойств горных пород применяются различные методы. Лабораторные исследования позволяют определить основные физико-механические параметры образцов, извлечённых с разных глубин буровых скважин. Полевые методы включают геофизические исследования — ультразвуковое и акустическое каротажирование, метод акустической эмиссии, георадиолокацию. Численные методы моделирования (методы конечных элементов и конечных разностей) используются для анализа распределения напряжений и деформаций в породном массиве при различных глубинах залегания и нагрузках.

На основе данных исследований строятся эмпирические зависимости, отражающие изменение свойств пород от глубины. Плотность и модуль упругости увеличиваются почти линейно, в то время как пористость и водопроницаемость уменьшаются экспоненциально. Эти закономерности широко используются при проектировании карьеров, шахт и подземных сооружений.

Важным аспектом является учёт тектонических нарушений и неоднородности породных массивов. В зонах разломов и складчатости физико-технические свойства пород могут существенно отличаться от фоновых значений, что требует проведения локальных исследований. На устойчивость бортов и откосов оказывают влияние не только глубина, но и направление напластования, степень выветрелости, наличие подземных вод и температурные изменения. Результаты комплексного анализа физико-технических свойств горных пород применяются при решении практических задач: определении оптимальных параметров буровзрывных работ, расчёте устойчивости откосов карьеров и склонов, проектировании

крепей подземных выработок, прогнозировании деформаций и обрушений породных массивов, обеспечении безопасности труда на горных предприятиях.

Таким образом, систематическое изучение изменения физико-технических свойств горных пород с глубиной является основой для геомеханического обоснования устойчивости массива и выбора рациональных параметров технологии разработки месторождений. Комплексный подход, включающий лабораторные, полевые и моделирующие методы, позволяет получить достоверную информацию о состоянии пород и повысить надёжность инженерных решений при освоении глубоких горизонтов.

Изучение изменения физико-технических свойств горных пород с глубиной является важной задачей геомеханики. Полученные результаты позволяют учитывать геомеханические особенности при проектировании горных предприятий, обеспечивать безопасность горных работ и рациональное использование недр. Глубинные изменения свойств пород необходимо учитывать при оценке устойчивости массивов и прогнозе их поведения под воздействием техногенных факторов.

Список литературы

1. Грачёв, М. А. Геомеханика горных пород. — М.: Недра, 2019. — 320 с.
2. Жидков, А. Н. Механика горных пород и массивов. — СПб.: Горная книга, 2020. — 280 с.
3. Hoek, E., Brown, E. *Underground Excavations in Rock*. — London: CRC Press, 2018. — 450 p.
4. Кулешов, В. Н. Физико-механические свойства горных пород при высоких давлениях. — М.: Недра, 2017. — 256 с.
5. Brady, B. H., Brown, E. T. *Rock Mechanics for Underground Mining*. — Springer, 2019. — 620 p.

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ИНЖЕНЕРНО- ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Современное развитие горнодобывающей промышленности невозможно без внедрения цифровых технологий, обеспечивающих высокоточный мониторинг, проектирование и контроль геометрии горных объектов. Одной из наиболее перспективных технологий является фотограмметрия на базе беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которая сочетает высокую точность геодезических измерений с оперативностью получения пространственных данных.

В последние годы наблюдается значительный рост использования беспилотных систем для топографо-геодезических и маркшейдерских работ. Применение БПЛА, оснащённых фотограмметрическими камерами и модулями RTK/PPK, позволяет получать ортофотопланы и цифровые модели местности (ЦММ) с высочайшей точностью, что соответствует требованиям современных инженерных изысканий. [1]

Фотограмметрическая съёмка с БПЛА основана на получении перекрывающихся изображений местности с заданных высот и их последующей обработке в специализированных программных комплексах (например, Agisoft Metashape). Из полученного набора снимков методом структурно-измерительной фотограмметрии строится плотное облако точек, цифровая модель поверхности, ортофотоплан и трёхмерная модель объекта. Для повышения точности используется технология RTK/PPK, обеспечивающая сантиметровую точность координат каждого снимка. Это позволяет значительно сократить или вовсе исключить использование наземных опорных точек. Современные БПЛА, такие как DJI Matrice 300 RTK, senseFly eBee X, способны автоматически выполнять полётные миссии с контролем высоты, перекрытия и параметров съёмки, что делает процесс максимально автономным. [2]

Использование БПЛА в горнодобывающих предприятиях обеспечивает ряд ключевых преимуществ по сравнению с традиционными методами съёмки. Важный пункт - высокая точность и детализация данных, так как известно, что при использовании RTK-дронов достигается плановая точность до 2 см и высотная до 3 см, что сопоставимо с результатами тахеометрических измерений. [5]

Использование технологий фотограмметрии на основе БПЛА в инженерно-геодезической практике горнодобывающих предприятий также

обеспечивает значительное снижение трудозатрат и повышение производительности. По сравнению с традиционными наземными методами съёмки, время получения данных сокращается в 3–5 раз, при этом точность остаётся на уровне 1:500 масштаба топографических планов (Kraus et al., 2022). Для наглядного сравнения, можно привести следующий пример: время выполнения аэрофотосъёмки карьера площадью 40 га с использованием БПЛА составляет менее 1 часа, тогда как наземные измерения занимают 2–3 дня. Это особенно важно при мониторинге опасных зон обрушений и откосов, где присутствие человека ограничено. Современные программные решения позволяют автоматически определять объёмы выемок, откосов и отвалов, а также контролировать динамику деформаций поверхности [4]

Отдельного внимания заслуживает концепция Smart Mining (интеллектуальное горное производство), основанная на комплексной интеграции геодезических, геотехнических, производственных и информационных систем в единую цифровую среду. Она предполагает объединение данных, получаемых с БПЛА, лидаров, GNSS и сенсоров мониторинга, в общую геоинформационную платформу предприятия. Такой подход обеспечивает непрерывный контроль состояния горнотехнических объектов и позволяет принимать обоснованные управленческие решения в реальном времени. [3] Стандартизация и унификация форматов пространственных данных обеспечивают совместимость между системами, сокращая вероятность ошибок и дублирования информации. Таким образом, геодезические изыскания становятся неотъемлемой частью интеллектуального цикла управления месторождением, где все этапы — от съёмки до анализа — объединены в единую цифровую экосистему.

Таким образом, интеграция беспилотных систем и фотограмметрических технологий открывает новые возможности для цифровизации горнодобывающей отрасли. Полученные пространственные данные могут использоваться для построения трёхмерных моделей, расчёта объёмов, планирования вскрышных работ и мониторинга динамики геотехнических объектов. Применение БПЛА с RTK/PPK-навигацией становится важным инструментом инновационного развития горных предприятий, обеспечивая их устойчивое функционирование, повышение точности инженерно-геодезических измерений и становятся неотъемлемой частью инновационной инфраструктуры горнодобывающих предприятий.

Список использованных источников

- 1 Киселев С.А., Степанов Д.В. Аэрофотосъёмка с применением БПЛА: методика и примеры применения в инженерной геодезии. – СПб.: СПГГИ, 2018. – 84 с. [1]
- 2 Руководство по использованию фотограмметрии и беспилотных летательных аппаратов в маркшейдерии. – Под ред. Д.М. Шепелева. – М.: Горная книга, 2021. – 112 с. [2]
- 3 А.А. Басаргин Интеграция информационных и горнодобывающих технологий для развития интеллектуальных шахт А. А. URL: <https://geosib.sguigit.ru/upload/geosibir/sborniki/2022/tom-1/093-098.pdf> . [3]

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В современных условиях глобальной конкуренции ключевым фактором развития промышленности становится технологическая независимость и снижение зависимости от импорта материалов. Развитие аддитивных технологий и композитов открывает путь к созданию гибких, автономных производств, способных изготавливать сложные изделия без дефицитных сплавов и дорогостоящих цепочек поставок.

Возможность производства деталей напрямую из цифровой модели методом 3D-печати существенно снижает зависимость от внешних поставщиков и позволяет создавать элементы конструкций с заданными свойствами из минимального количества исходных материалов. В перспективе это создаёт основу для замкнутых производственных циклов, где переработка и повторное использование композитов становится не исключением, а стандартом.

Преимущества композитов включают:

- малую массу при высокой прочности;
- устойчивость к коррозии, фреттинг-износу и химическим реагентам;
- работу без смазки;
- стабильность размеров при перепадах температур.

Применение композитов особенно эффективно в агрессивных средах, где традиционные металлы подвержены коррозии и разрушению. Примеры включают узлы машин, работающих при постоянных вибрациях, трении и загрязнении, а также оборудование химической промышленности, насосные станции и элементы транспортных систем, контактирующие с реактивными или абразивными веществами.

Одним из перспективных направлений внедрения данных материалов является модернизация узлов горнодобывающего оборудования, где нагрузки и износ достигают критических значений. На практике это выражается в применении: Втулки стрелы экскаватора из композита не требуют смазки, устойчивы к загрязнению и сохраняют геометрию даже при длительных динамических нагрузках, а покрытие внутренней части ковша, повышающих стойкость к истиранию и химическому воздействию. Такое покрытие не только продлевает срок службы узла, но и снижает массу всей конструкции, повышая энергоэффективность машины. Пример использования представлен на рисунке 1.

Рисунок 1 – Использование композиции в стреле экскаватора

В перспективе такие решения позволят получать материалы, превосходящие современные сплавы по прочности, износостойкости и долговечности, формируя основу производства будущего.

Список использованных источников

1. ZEDEX Polymer Group. Mining industry applications — polymer composite solutions for bushings and bucket liners [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zedex-pg.cn/mining-industry/>
2. Singh, R., Kumar, A., & Gupta, R. Advances in Additive Manufacturing of Polymer Composites for Engineering Applications. // *Journal of Composite Materials*, 2023, Vol. 57, No. 10, pp. 1421–1437.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Надёжность и устойчивость гидротехнических сооружений играют ключевую роль в обеспечении безопасности эксплуатации водохранилищ и прилегающих территорий. Нарушение целостности тела дамбы может привести к подтоплению, размывам и аварийным ситуациям, поэтому регулярный мониторинг технического состояния таких сооружений является важной инженерной задачей. Традиционные методы обследования, основанные на визуальном осмотре, тахеометрических и нивелирных наблюдениях, не всегда позволяют получить детальную картину состояния сооружения. В связи с этим актуальным становится применение дистанционных методов, основанных на использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Объектом исследования является **насыпная дамба Шерубай-Нурина водохранилища**. Для оценки состояния сооружения применяются методы дистанционного мониторинга, включающие аэрофотосъёмку и термальную съёмку с использованием БПЛА. Аэрофотосъёмка позволяет создавать ортофотопланы и цифровые модели рельефа с высокой детализацией, обеспечивая возможность количественной оценки деформаций, локальных просадок и смещений тела дамбы.



Рисунок 1- Ортофотоплан и карта высот насыпной дамбы

Для обработки полученных данных используют специализированные программные комплексы, такие как **Agisoft Metashape** и **QGIS**, что позволяет сопоставлять серии измерений, выявлять динамику изменений и строить карты высотных различий. **Термальная съёмка** с БПЛА представляет собой эффективный инструмент выявления скрытых

дефектов и аномальных зон. На основе термограмм можно обнаруживать участки повышенной влажности, фильтрации или разницы температур, что является индикатором потенциальных проблем в теле дамбы. Использование термальной съёмки особенно важно для обследования труднодоступных участков или зон, где проведение традиционных инструментальных измерений невозможно или опасно. Визуализация термальных данных в **QGIS** позволяет привязать температурные аномалии к геопространственной модели и интегрировать их с результатами аэрофотосъёмки и других наблюдений.

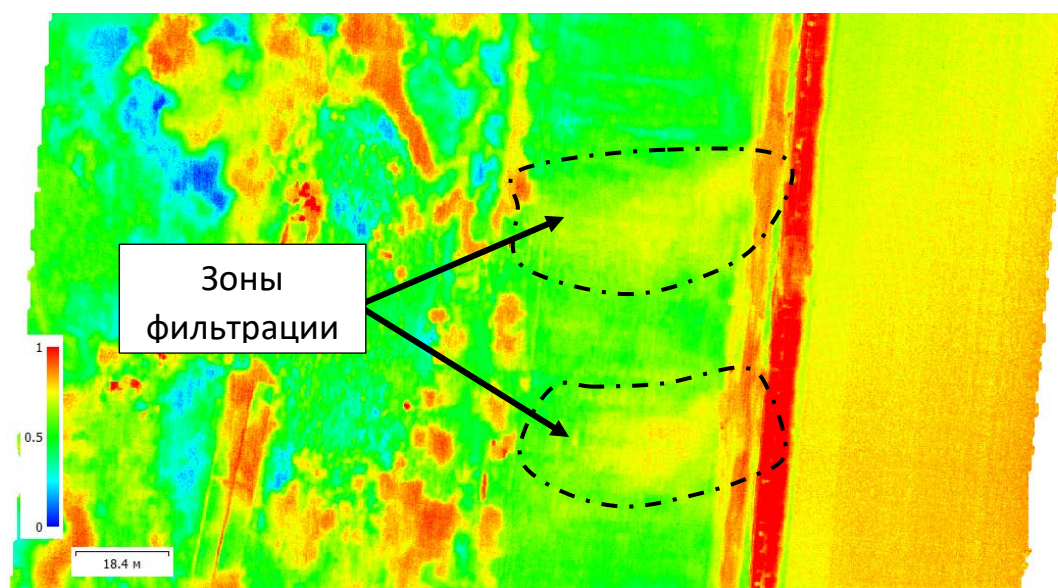


Рисунок 2- Термальный снимок участка наспной дамбы Шерубайнуринского водохранилища

Применение дистанционных методов обеспечивает комплексный подход к оценке состояния гидротехнического сооружения, позволяя оперативно получать пространственные данные высокой точности и обеспечивать безопасное наблюдение за объектом.

Использование дистанционных методов измерений с БПЛА обеспечивает новые возможности для повышения безопасности и эффективности эксплуатации насыпных дамб. Аэрофотосъёмка позволяет фиксировать геометрические изменения рельефа и смещения конструктивных элементов, а термальная съёмка выявляет скрытые дефекты и зоны фильтрации, недоступные для визуального осмотра.

Список использованной литературы:

1. Zhao, S.; Kang, F.; He, L.; Li, J.; Si, Y.; Xu, Y. Intelligent structural health monitoring and noncontact measurement method of small reservoir dams using UAV photogrammetry and anomaly detection // *Applied Sciences*. — 2024. — Vol. 14(20). — Art. 9156. [MDPI](#)
2. Li, P.; Tang, L.; Zhang, S.; Luan, P.; Tian, H. Analysis and identification of the temperature field of dam leakage based on infrared thermal imaging // *Scientific Reports*. — 2025. — Vol. 15. — Art. 10551. [PMC](#)

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСЧАНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Элементы конструкций технологических машин из полимеров применяются для снижения массы, уровня шума и коррозионного износа, а также для повышения эксплуатационной безопасности [1]. В ленточных конвейерах это особенно заметно на примере роликов, где традиционная сталь постепенно заменяется композитами, например, обечайка или стакан под подшипник (рисунок 1). Песчано-полимерный композит (ППК) — смесь минерального наполнителя (обычно кварцевый песок 70–90%) и термопластичного связующего (ПЭ/ПП/реже ПА) с добавками — позволяет получать оболочки роликов с высокой износостойкостью, антикоррозионностью и вибро-/шумо-демпфированием [2,3].

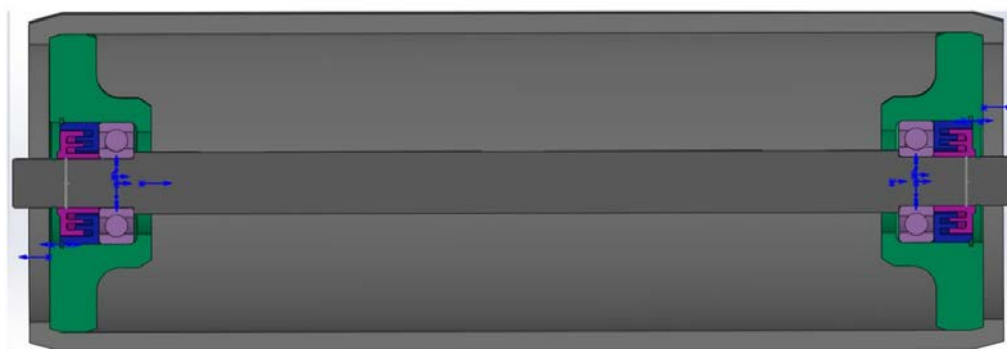


Рисунок 1 – Модель ролика ленточного конвейера с элементами из ППК

Основные области применения ППК в конструкциях ленточных конвейеров приведены в таблице 1.

Песчано-полимерный композит включает в себя песок в составе 50%, и полимер (зачастую переработанный пластик) — 49,5%, то есть практически поровну, поэтому можно переставлять названия материалов. 0,5% приходится на окрашивающие пигменты. Кварцевый песок и полимер смешиваются, добавляется колер, изделия формируются под высоким давлением [3].

У изделий из песчано-полимерного композита много преимуществ: ролики из ППК не боятся истирания, обладают высокой прочностью и износостойкостью; такие элементы крайне сложно повредить механическими воздействиями, что позволяет продлить срок службы всей конструкции в целом. Элементы конструкций из ППК имеют меньший вес, их легче транспортировать и устанавливать, материал легко пилится обычной болгаркой и мало при этом пылит [3].

Таблица 1 - Область применения ППК

Отрасль	Технологическое оборудование	Элемент из ППК	Условия эксплуатации
Горнодобывающая (карьеры, рудники, инертные материалы)	Магистральные/наклонные конвейеры	Несущие и обратные ролики, рольганги	Абразивная пыль, ударные нагрузки, атмосферные воздействия
Угольная энергетика	Угольные трассы, подающие конвейеры	Ролики, ударные ролики в зонах загрузки	Взрывоопасная пыль, вибрации
Цемент/щебень	Дозаторы, питатели, транспортеры сырья	Ролики, футеровки желобов/лотков	Высокая абразивность
Агро/зерно	Элеваторы, зернотоки, терминалы	Обратные/направляющие ролики	Взрывоопасная пыль, t от –30...+40 °С
Металлургия	Транспорт руды/флюсов	Ролики	Пыль, умеренные удары
Подземные шахты	Наклонные/штрековые конвейеры	Ролики, защитные элементы	Влага, пыль, взрывоопасность

Песчано-полимерный композит безопасен для людей и работы, не боится химических веществ, не горит — оптимальный вариант для его применения в элементах конструкций не только ленточных конвейеров и горных машин в целом.

Список используемых источников:

1. <https://grandroller.ru/>
2. Марон Ф.Л., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно–транспортных машин. Минск, 1977. – 272 с.
3. https://news_enc.academic.ru/12397/

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ДИАГНОСТИКЕ И
ПРЕДИКТИВНОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ГИДРОПРИВОДОВ ГОРНЫХ
МАШИН

В условиях высококонкурентной горнодобывающей отрасли повышение энергоэффективности и снижение эксплуатационных расходов являются приоритетными задачами. Надежность гидроприводов горных и строительных машин (экскаваторов, бульдозеров) критически важна для бесперебойности производственных процессов. Статистика отказов показывает, что наиболее уязвимыми элементами являются аксиально-поршневые насосы, на долю которых приходится до 40–60% всех неисправностей в гидравлических контурах. Традиционные стратегии технического обслуживания (по регламенту или по фактическому состоянию) не обладают достаточной чувствительностью для выявления скрытых дефектов на ранних стадиях, что приводит к внезапным аварийным отказам и значительным экономическим потерям. Это обуславливает острую необходимость внедрения методов предиктивной (прогнозирующей) диагностики [1].

Цель настоящего обзора — систематизация и критический анализ современных подходов к диагностике и прогнозированию технического состояния гидроприводов экскаваторов, а также определение перспектив применения интеллектуальных и логико-пороговых моделей.

Современные экскаваторы используют регулируемые аксиально-поршневые насосы. Критерии классификации гидросистем включают тип насоса, схему контура и эксплуатационные факторы. Основными конструктивными задачами являются снижение пульсации потока и многоуровневая фильтрация рабочей жидкости для минимизации абразивного износа.

Эволюция методов диагностики демонстрирует переход от традиционных методов, основанных на анализе физических параметров (вибрация, давление, акустические сигналы) с использованием вейвлет-анализа и разложения сингулярного спектра, к предиктивным подходам. Системы мониторинга состояния (CMS) в реальном времени активно внедряют интеллектуальные методы для прогнозирования остаточного ресурса (RUL). Применяются ансамблевые модели машинного обучения (CatBoost) и глубокие нейронные сети (DNN) для классификации дефектов, способные распознавать нелинейные взаимосвязи [2]. При этом для повышения точности диагностики в условиях ограниченного объема данных используется перенос обучения (Transfer Learning).

Несмотря на прогресс, анализ выявляет ряд пробелов в исследованиях, ограничивающих точность предиктивного обслуживания:

Недостаточная интеграция методов: существующие решения часто локальны и не объединяют физико-механические модели, статистический анализ и интеллектуальные алгоритмы в единую систему.

Неучтенные термогидравлические факторы: критически важно, но недостаточно учтено, взаимное влияние температуры и вязкости рабочей жидкости на режим трения, утечки и объемный КПД. Любые модели ресурса, не учитывающие этот фактор, имеют погрешности [3].

Проблема износа: не учитывается пространственная неоднородность износа деталей и динамика накопления абразивных частиц, что приводит к значительным расхождениям с фактическим ресурсом [4].

Ограничения данных: отсутствие унифицированных стандартов и репрезентативных, длительных выборок из реальной эксплуатации ограничивает создание переносимых ИИ-моделей.

Для преодоления выявленных проблем предлагается концепция интегрированной гибридной предиктивной системы, которая должна включать три ключевых уровня: сенсорный и аналитический уровень; модуль цифрового двойника, имитирующий физическое поведение гидросистемы с учетом внешних факторов; и гибридный прогностический модуль, сочетающий ИИ-алгоритмы для анализа нелинейных тенденций и логико-пороговые модели для принятия быстрых диагностических решений [5].

Реализация таких интегрированных систем, основанных на синтезе цифровых двойников, гибридных моделей и логико-порогового анализа, позволит осуществить переход к полностью предиктивной парадигме технического обслуживания, существенно повышая надежность, энергоэффективность и ремонтпригодность гидроприводов горных машин.

Список литературы:

1. Gao Y., Patton R.J. *Application of wavelet analysis for performance monitoring and diagnosis of a hydraulic pump* // IFAC Proceedings Volumes. — 2003. — Vol. 36, № 5. — P. 333–338.
2. Guo R., Zhao Z., Huo S., Jin Z., Zhao J., Gao D. *Research on state recognition and failure prediction of axial piston pump based on performance degradation data* // Processes. — 2020. — Vol. 8, № 5. — Article 609.
3. Закревський В.П. Вплив температури робочої рідини на статичні характеристики регульованих аксіальних роторно-поршневих насосів типу PVC 1 // *Технічні науки (Technical Sciences)*. — 2018. — № 3 (9) (Vol. 9, No. 3). — С. 225–231.
4. Гарсия Х., Риос-Колке Л., Пенья А., Рохас Л. «Condition Monitoring and Predictive Maintenance in Industrial Equipment: An NLP-Assisted Review of Signal Processing, Hybrid Models, and Implementation Challenges». — *Applied Sciences*, 15(10), 2025, Article 5465. DOI: 10.3390/app15105465.
5. Иванов Владимир Николаевич, Пузанов Андрей Викторович *ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫСОКОБОРОТНЫХ ГИДРОМАШИН* // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2024. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-povysheniya-ekspluatatsionnyh-svoystv-elementov-vysokooborotnyh-gidromashin> (дата обращения: 04.11.2025).

ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ МЕН ҚАЙТА ӨНДЕУДЕ ПАЙДАЛАНУ РЕСУРСЫ РЕТІНДЕ

Қазіргі уақытта тау-кен өнеркәсібі Қазақстан экономикасының негізгі салаларының бірі болып табылады. Алайда, пайдалы қазбаларды өндіру мен байыту үдерісінде үлкен көлемде техногендік қалдықтар – үйінділер, кен байыту фабрикаларының шламдары және металлургиялық қалдықтар түзіледі. Бұл үйінділер қоршаған ортаға физикалық, химиялық және ландшафтық тұрғыдан әсер етіп, өндірістік аймақтардың табиғи тепе-теңдігін бұзады.

Техногендік қалдықтарды залалсыздандырумен қатар, оларды қайта өңдеу және рекультивациялау мақсатында пайдалану – заманауи тау-кен өндірісінің маңызды бағыттарының бірі. Қалдықтардың көпшілігі құрамында пайдалы компоненттер (мыс, темір, алюминий, кремний, сирек кездесетін элементтер) бар екінші реттік шикізат көзі ретінде қарастырылады. Осы бағытта жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, техногендік үйінділерді тиімді өңдеу арқылы жаңа құрылыс материалдарын, цемент және керамика өндірісіне арналған шикізатты алуға болады.

Рекультивациялық тұрғыдан алғанда, өңделген қалдықтарды өндіріс аяқталған карьерлер мен үйінділерді тегістеу, топырақ құрылымын тұрақтандыру және өсімдік жамылғысын қалпына келтіруде қолдану мүмкіндігі бар. Мұндай тәсіл экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етіп қана қоймай, қалдықтарды залалсыздандыру мен қайта пайдалану арқылы экономикалық тиімділікті арттырады.

Қазақстандағы бірқатар тау-кен кәсіпорындарында қалдықтарды қайта өңдеу және рекультивациялық мақсатта пайдалану бойынша пилоттық жобалар іске асырылуда. Бұл бағыттағы технологиялар геотехникалық және химиялық әдістерді біріктіреді: үйінділерді механикалық тұрақтандыру, ластанған топырақты бейтараптандыру және биологиялық рекультивация элементтерін қолдану.

Заманауи зерттеулер көрсеткендей, техногендік қалдықтарды екінші реттік ресурстар ретінде кешенді пайдалану минералдық-шикізат базасын кеңейтіп қана қоймай, тау-кен аймақтарының тұрақты дамуын қамтамасыз етеді. Осыған байланысты техногендік қалдықтарды өңдеу мен рекультивациялау саласында инновациялық технологияларды енгізу Қазақстанның тау-кен өнеркәсібінің жаңа экологиялық және экономикалық бағыты ретінде қарастырылуы тиіс.

Кесте 1 – Техногендік бұзылған жерлерді қалпына келтіру әдістерінің салыстырмалы тиімділігі

№	Рекультивация әдісі	Қолдану аймағы	Артықшылықтары	Тиімділік деңгейі, %
1	Топырақ қабатын ауыстыру	Ашық карьерлер мен үйінділер	Топырақ құрылымын қалпына келтіреді, өсімдік жамылғысын тездетеді	45
2	Органоминералды тыңайтқыштарды енгізу	Өңделген және жартылай өңделген аймақтар	Құнарлылықты арттырады, микробиологиялық белсенділікті қалпына келтіреді	30
3	Табиғи шөп тұқымдарын себу	Эрозияға бейім беткейлер	Топырақтың тұрақтылығын арттырады, биологиялық қалпына келтіруді жеделдетеді	20
4	Ағаш және бұта отырғызу	Жел эрозиясына ұшыраған және көріктендіру аймақтары	Ұзақмерзімді экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз етеді	15

Әдебиеттер тізімі

1. El Machi, A. et al. Recycling of Mine Wastes in the Concrete Industry: A Review. — *Buildings*, 2024.
2. Matinde, E., Simate, G. S., Ndlovu, S. Mining and metallurgical wastes: a review of recycling and re-use practices. — *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 2018.
4. Tseshkovskaya, Y. et al. Research Progress of Environmental Studies of a Mining Area. — *Resources*, 2025.
5. Gairola, S. U. et al. Sustainable mining: reducing waste and enhancing circular economy potential. — *Environmental Science Advances*, 2025.

ҚАРАҒАНДЫ БАССЕЙНІНІҢ ШАҚТЫЛАРЫНДА КӨМІР МЕТАНЫН ӨНДІРУ МӘСЕЛЕРІН ШЕШУДІҢ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ

Көмір тақталарының метаның өндіру тәжірибесі Қарағанды бассейнінде де бар. Қарағанды бассейнінде жер бетінен бұрғыланған тік төтелдер арқылы көмір тақталарын гидравликалық бөлшектендіре оларды алдын ала газсыздандыру бойынша тәжірибелік-эксперименттік жұмыстар әлем бойынша алғашқылардың бірі болып сәтті жүргізілгенін атап өткен жөн болады [1].

60-шы жылдардан бастап академик А.А. Скочинскийдің бастамасы бойынша және тау-кен инженері Н.В. Ножкиннің жетекшілігімен Мәскеу тау-кен институтының мамандары, ҚҒЗКИ (КНИУИ) және «Қарағандыкөмір» ӨБ Қарағанды бассейнінің шақтыларында қазылмаған көмір тақталарынан метанды шығарып алу бойынша ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-өнеркәсіптік жұмыстарын жүргізді. Содан бері осы технология бойынша бассейнің 10-нан астам шақты алаптарында көмір тақталары газсыздандырылды (№22 – ОР 50 жылдығы атындағы, Костенко атындағы, «Саран», «Соқыр», «Шөрібай-Нұра», Калинин атындағы, Ленин атындағы, «Қазақстан» және т.б.) (1 - кесте) [2, 3].

Осы жұмыстардың 65 жылдан астам уақытында Қарағанды бассейнінің шақтыларында жалпы алғанда оң нәтижелер алынды: 10-нан астам түрлі технологиялық әдістер сыналды (тақталарды гидравликалық бөлшектендіру (ТГБ), төтелдерді игерусіз гидравликалық әрекет (ТИГӨ), тұз қышқылын қолдана тақталарды гидравликалық бөлшектендіру – ТГБ+НСІ, көмір тақталарын қысымдық гидравликалық бөлшектендіру (КТҚГБ), су мен газға қанықтылы тақтаға қысымдық әрекет (СГҚТҚӨ), газ тәріздес азотты қолдана тақталарды циклдық гидравликалық бөлшектендіру ГТАҚТЦГБ, сулы азотты қолдана тақталарды гидравликалық бөлшектендіру (САҚТГБ), жылулық әрекет (ЖӨ), ұнтақ қысым генераторларын қолдана гидроимпульстық әрекет (ҰҚГҚГӨ), химиялық белсенді газдармен тақтаға әрекет (ХБГТӨ+СО₂), кавитация режиміндегі әсер); 155 тік төтелдер бұрғыланды; 80 млн. т астам көмірдің геологиялық қорлары өңделді; 245 тақта операциялары жүргізілді және 100 млн. м³ астам метан алынды, сондай-ақ, бассейн бойынша метанның орташа өнімі 2045 м³/тәулігіне құрады; тау-кен қазбаларының газбөлгіштігі 30 - 80 % төмендеді.

«АрселорМиттал Теміртау» КД АҚ шақтыларында бұл жұмыстар осы күнге дейін жалғасуда. Кейбір шақты алаптарының учаскелеріндегі тақталарды газсыздандыру аймақтарының жеткіліксіз жоғары тиімділігі, әдетте, төтелдердің қызмет ету мерзімінің жеткіліксіздігімен және олардың

қанағаттанарлықсыз игерілуімен байланысты. Көмір тақталарының газдылығын мен лақтырысқа қауіптілігін азайтуда 1961 - 2017 жж. Қарағанды бассейнінің шақтыларында алдын ала газсыздандыру бойынша жүргізілген жұмыстардың тәжірибелері бұл әдістің тиімділігі мен болашалылығын көрсетті [2 – 4].

1 – кесте - Қарағанды бассейнінің шақтыларында көмір тақталарын газсыздандыруды алдын ала даярлаудың тәжірибесі

Шақты, тақта таңбасы	Жұмыс мерзімі	Саны		Даму мерзі мі, жыл	Метанды алу		Орташа өнім, м³/тәу- лігіне
		Төтелдер	Операция-		Барлы- ғы, млн. м³	1 т көмір қорлары- нан, м³/т	
Калинин атындағы, К ₁₀ , К ₁₂ , К ₁₃	1970-1974	9	19	Метанды шығару жұмысы жүргізіл- меді. Тақталарды гидравликалық бөл- шектендіру (ТГБ) аймақтарында тақ- талық төтелдер бұрғыланған. Оның тиімділігі 1,8 - 2,5 есе артты.			
Шөрібай-Нұра, к ₁₄ , к ₁₄	1983	3	4				
Қарағанды, к ₁₂	1979-1980	2	2				
ОР 50-жылдығы атындағы, к ₁₂	1980-1982	8	8	4	7,463	3,40	5111
Саран, к ₁₀ , к ₁₂	1973-1988	18	29	6	14,150	4,80	2153
Стаханов, к ₁₂	1985-1988	4	4	2	1,663	1,38	1139
Костенко атындағы, к ₁₀ , к ₁₂	1967-1980	41	51	3	24,90	2,90	1663
Соқыр, к ₇ , к ₁₀ , к ₁₁ , к ₁₂	1977-1990	7	22	4	10,233	3,35	4005
	1987-1990	14	54	2	2,087	0,14	0,408
Ленина атындағы, д ₇ , д ₁₀ ,	1983-1990	14	14	8	18,230	6,0-9,0	3567
	1996-2004	8	8	3	4,157	1,5-2,8	1423
Шақтинск, д ₆ , д ₇ ,	2005-2007	3	6	2	0,178	0,9	0,001
Қазақстан, д ₆	2000-2007 до 2015	21 35	21 35	8-10	20,752 (фактілі)	6-8 (күтімді)	1397
Бассейн бойынша барлығы		155	245		104,2		2045

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Ножкин Н.В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. - М.: Недра, 1979. – 271 с.
2. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С. Извлечение метана из угольных пластов. - М.: Изд-во МГТУ, 2002. – 383 с.
3. Бирюков Ю.М., Ходжаев Р.Р., Пименов А.А., Власова Л.В. Проблемы добычи метана из угольных пластов. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 310 с.
4. Қарағанды бассейнінің қазылмаған көмір тақталарынан газбергішті қарқындату әдістерін зерттеу: Монография / Н.А. Дрижд, Р.Қ. Қамаров, Д.Р. Ахматнуров, Н.М. Замалиев. – Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2021. – 168 б.

ЭФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСКАВАТОРА HITACHI EX3600E-6 В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

В статье рассматриваются конструктивные особенности и эксплуатационные преимущества экскаватора Hitachi EX3600E-6, используемого в условиях открытых горных разработок. Приводится описание применения экскаватора на открытых горных разработках с характеристикой вскрытия рабочих горизонтов и технологической схемы транспортировки горной массы. Показано, что использование экскаватора EX3600E-6 в сочетании с автомобильно-железнодорожным транспортом позволяет обеспечить требуемые объемы добычи и увеличить их до 138 млн тонн.

Материалы и методы: В конструкции экскаватора HITACHI EX3600E-6 применяются гидравлические насосы с электронным управлением, оптимизированная система охлаждения, усовершенствованные гидравлические контуры, а также предлагается выбор систем снижения вредных выбросов, чтобы соответствовать требованиям экологических стандартов. В результате появилась машина, созданная с учетом экологических требований без потери производительности. В экскаваторах серии HITACHI EX3600E-6 воплощены передовые конструкторские разработки Hitachi в целях обеспечения соответствия жестким требованиям, предъявляемым к машинам, эксплуатируемым в горной промышленности. Изначально разработанные для достижения баланса между производительностью и надежностью, экскаваторы EX3600E-6 устанавливают новые стандарты. Спроектированные со всей точностью и педантичностью, характерными для инженеров Hitachi, экскаваторы отличаются высокой надежностью и универсальностью применения. 10В процессе эксплуатации каждого поколения техники компания Hitachi собирает и анализирует новые запросы, возникающие на рабочих площадках. Результаты этого анализа становятся основой для создания нового, еще более совершенного поколения.

Карьер вскрыт постоянной северо-западной и временными восточной, юго-западной и южной траншеями. Постоянная совмещенная северо-западная автомобильно-железнодорожная траншея проходит вдоль западного и юго-западного бортов карьера и служит для связи рабочих горизонтов с железнодорожным отвалом №7. Через железнодорожную станцию 97 м этой траншеей со стороны южного и восточного бортов карьера вскрываются рабочие горизонты с помощью экскаватора HITACHI EX3600E-6 в интервале отметок 97 м – (±) 0 м, а со стороны западного борта

через станцию 45 м и станцию (–) 75 м (в восточном борту карьера) рабочие горизонты в интервале отметок 45 м – (–) 105 м с экскаватором и с его параметрами НІТАСНІ 3600Е-6 (Рисунок 1) В восточном борту северо–западной траншеи предусмотрен дополнительный железнодорожный выезд, связывающий рабочие горизонты северного борта карьера в интервале отметок 142 м –пов. с отвалом № 4. Временная восточная траншея обеспечивает прямыми железнодорожными заездами рабочие горизонты покрывающей толщи восточного и северного бортов карьера в интервале отметок 72 м – пов. и часть верхних горизонтов южного борта, порода с которых вывозится в железнодорожный отвал № 3.

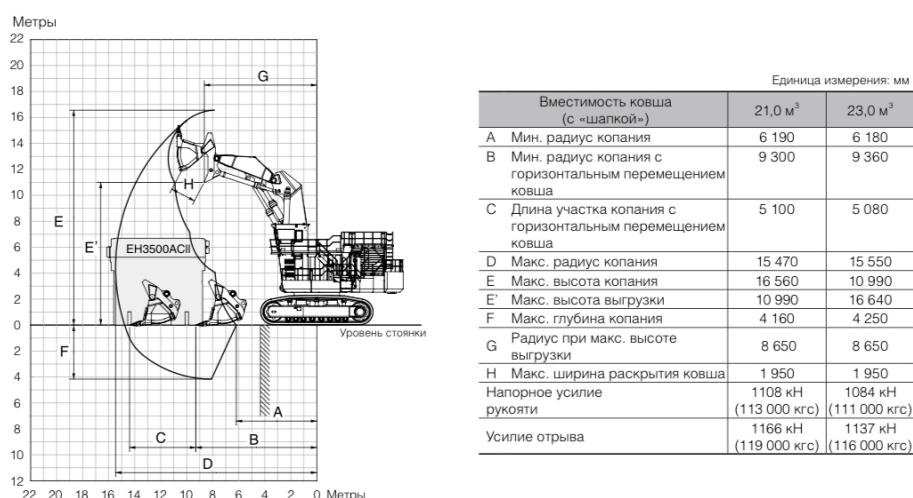


Рисунок 1 – Эксплуатационные параметры экскаватора НІТАСНІ EX3600Е-6 при вскрыше и добыче горных разработок.

Основной автомобильный выезд из карьера приурочен к северо–западной траншее и представляет собой систему автомобильных съездов, расположенных, в основном, вдоль западного и южного бортов с поверхности до дна карьера в котором работает по добыче экскаватор НІТАСНІ EX3600Е-6.

Список литературы:

3. Hitachi Construction Machinery. EX3600-6 Hydraulic Excavator: Product Brochure. – Tokyo: Hitachi Ltd., 2020. – 28 p.
4. Hitachi Construction Machinery. Mining Excavators and Shovels: Technical Specifications. – Official website: <https://www.hitachicm.com>.
5. АО «Качарская руда». Отчет о производственной деятельности и технологической схеме вскрыши. – Рудный, 2023. – 64 с.

ӨНДІРІСТІК БОЛАТ БӨЛШЕКТЕРІН КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУДА БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЖАБЫНДАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ

Коррозия – өнеркәсіптік жабдықтар мен металл конструкцияларының мерзімінен бұрын істен шығуының негізгі себептерінің бірі.

Өнеркәсібі дамыған елдерде коррозия салдарынан жыл сайын миллиардтаған доллар шығын келтіріледі. Сондықтан металл бұйымдарының коррозияға төзімділігін арттыру – маңызды ғылыми және өндірістік міндет болып табылады.

Машина жасау саласында ең көп қолданылатын материал – болат. Болаттың механикалық қасиеттері жоғары болғанымен, ол ылғалдың, оттегінің және агрессивті орталардың әсеріне ұшырайды. Осы себепті металл беттерін ұзақ мерзімді қорғауды қамтамасыз ететін бейорганикалық жабындарды қолдануға ерекше көңіл бөлінуде [1].

Бейорганикалық жабындардың құрамы мен мәні

Бейорганикалық жабындар – көп компонентті жүйелер. Олардың құрамына бейорганикалық матрица (силикаттар, фосфаттар, оксидтер), толтырғыштар (металл, керамика немесе оксид бөлшектері) және функционалды қоспалар кіреді.

Көбіне байланыстырғыш ретінде сұйық шыны, фосфатты немесе силикатты ерітінділер қолданылады. Жылулық өңдеу кезінде олар берік әрі химиялық төзімді қабықша түзеді.

Металл ұнтақтарын (мырыш, алюминий) немесе оксидтерді (TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3) енгізу жабынның тығыздығын, адгезиясын және тозуға төзімділігін арттырады [2].

Қорғау әсерінің механизмі

Бейорганикалық жабындардың тиімділігі бірнеше негізгі механизмдермен түсіндіріледі:

- Бөгеттік әсері – жабын ылғал мен оттегінің металға өтуіне кедергі жасайды;
- Химиялық пассивация – фосфаттар немесе басқа қосылыстар металл бетінде қорғаныс қабатын түзеді;
- Катодтық қорғау – металл толтырғыштардың (мысалы, мырыш) болуы электрохимиялық қорғаныс жасайды;
- Жылулық тұрақтылық – жабындар 600–800 °С дейінгі температурада құрылымын сақтайды.

Қолданудың технологиялық ерекшеліктері

Бейорганикалық жабындарды жағу процесі бірнеше кезеңнен тұрады:

- бетті дайындау (тазалау, майсыздандыру, құм ағынымен өңдеу);
- жабынды жағу (бүрку, малып алу, электролиттік әдіс);

- жылумен өңдеу (200–500 °C температурада кептіру немесе күйдіру).

Кеңінен қолданылатын түрлері – силикатты және фосфатты жабындар, олар жоғары адгезиясымен және агрессивті ортаға төзімділігімен ерекшеленеді[3].

Бейорганикалық жабындардың артықшылықтары

Бейорганикалық жабындар дәстүрлі органикалық материалдармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие:

- жоғары термо және химиялық төзімділік;
- металл бетімен мықты байланысу;
- ультракүлгін сәулелерге төзімділік;
- экологиялық қауіпсіздік;
- пайдалану кезінде үнемділік пен ұзақ мерзімділік.

Мұндай жабындарды қолдану жабдықтардың қызмет ету мерзімін 50–100% ұзартуға және жөндеу шығындарын азайтуға мүмкіндік береді [4].

Өнеркәсіптегі қолданылуы

Бейорганикалық жабындар машина жасау, энергетика, мұнай-газ және металлургия салаларында кеңінен қолданылады.

Олар сорғылар корпустарын, редукторларды, компрессорларды, құбырларды, резервуарларды, дәнекерленген қосылыстарды және құрал-саймандарды қорғайды.

Жабындар жоғары ылғалдылық, температура ауытқуы және агрессивті орталар жағдайында өз тиімділігін дәлелдеген [5].

Қорытынды

Бейорганикалық жабындар – өндірістік болат бұйымдарын коррозиядан қорғаудың перспективалы бағыты.

Олар металл бетін коррозиядан, тотығудан және тозудан кешенді түрде қорғайды, ұзақ мерзімді әрі экологиялық қауіпсіз.

Нанокосымшаларды қолдану арқылы болашақта қасиеттері жақсартылған жаңа буынды қорғаныс жабындарын жасауға мүмкіндік туады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Писаренко, Г. С., Яковлев, А. П., Матвиенко, В. Ф. *Материалдардың кедергісі және металдарды коррозиядан қорғау*. — Мәскеу: Машиностроение, 2019. — 412 б.
2. Кузнецов, Ю. И. *Металл коррозиясының ингибиторлары: әсер ету принциптері мен қолданылуы*. — Мәскеу: Химия, 2017. — 352 б.
3. Беляев, В. В., Нестеренко, А. П. *Металл жабындары және беткі модификациялар*. — Санкт-Петербург: Политехника, 2020. — 288 б.
4. Смирнов, А. В. *Болатты коррозиядан қорғауға арналған бейорганикалық композициялық жабындар*. // *Материалтану және металл өңдеу технологиялары журналы*, №3, 2021. — 45–52 б.
5. Ivanov, D., Petrov, S. *Inorganic composite coatings for corrosion protection of steel parts*. // *Surface Engineering Journal*, Vol. 38, No. 2, 2022, pp. 112–120.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ
МАТЕМАТИКИ В ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Для будущих горных инженеров высшая математика — это не просто абстрактная наука, а важный инструмент в их профессиональной деятельности. Она помогает развивать навыки решения реальных производственных задач и критическое мышление. Хорошая математическая подготовка - залог успешной работы в горной промышленности, где без аналитического подхода не обойтись.

Сейчас, когда цифровые технологии проникают во все сферы, образование тоже меняется. Онлайн-платформы, интерактивные инструменты и другие современные методы делают изучение математики более доступным и интересным для студентов. Возьмем, к примеру, LMS-системы вроде Moodle или Canvas. Они позволяют удобно организовать дистанционное обучение, структурировать материалы и даже автоматизировать проверку заданий. Видеолекции, онлайн-тесты, форумы - все это делает процесс обучения более гибким и персонализированным. Особенно полезны для понимания сложных математических концепций программы вроде Geo Gebra или Mathematica. Они помогают визуализировать задачи, строить графики и проводить численные эксперименты. Это не заменяет традиционные лекции, но значительно дополняет их, позволяя студентам лучше разобраться в материале.

Виртуальные лаборатории открывают новые направления в изучении тех или иных разделов теории. Весь вопрос в том, что можно проводить эксперименты, которые в обычной аудитории просто невозможны — например, моделировать измерения и процессы, определять модули упругости горных пород или строить сложные кривые. Такие инструменты отлично соединяют теорию с практикой. Технологии дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) делают обучение по-настоящему захватывающим. Можно буквально "погрузиться" в виртуальную шахту или увидеть трехмерные модели прямо в аудитории. Правда, оборудование пока дорогое, поэтому приходится искать баланс между эффективностью и затратами.

Интересно, что игровые элементы в обучении математике действительно работают. Различные рейтинги, значки и сюжетные задания заметно повышают мотивацию студентов - это подтверждает и зарубежный, и наш собственный опыт. Особенно эффективен проблемно-ориентированный подход, когда студенты решают задачи, максимально приближенные к реальной работе. В математическом анализе, например, такой метод помогает лучше понять, как теория применяется на практике.

Для горных инженеров математика - это прежде всего инструмент моделирования. Геометрические и статистические методы используются для оценки запасов полезных ископаемых, построения моделей месторождений. Здесь не обойтись без глубоких знаний математики и статистики. Цифровые технологии позволяют использовать реальные геоданные в учебном процессе. Например, в Санкт-Петербургском горном университете AR-технологии помогли студентам лучше понять сложные трехмерные структуры горных выработок. В результате у студентов улучшилось пространственное восприятие и понимание материала.

В Карагандинском техническом университете создание виртуальной лаборатории по механике горных пород дало возможность студентам изучать деформационные свойства пород и измерять модули упругости с помощью цифровых моделей и индикаторов.

В Университете Аризоны используют VR-тренажеры для отработки горных операций. Студенты в шлемах виртуальной реальности могут "пройти" по цифровой модели шахты, проверяя параметры и принимая инженерные решения. Это отличный способ перенести теорию в практическую плоскость.

Современные цифровые и педагогические технологии действительно меняют подход к преподаванию высшей математики, делая его более практичным и гибким. Всё чаще лекции дополняются интерактивными платформами и онлайн-ресурсами от видео материалов до симуляторов, которые не просто дают знания, но и по-настоящему увлекают студентов. Особенно заметен эффект от игровых элементов в обучении: студенты активнее включаются в процесс, а сложные темы вроде геометрии или расчётов в горном деле становятся нагляднее с AR/VR-технологиями. Правда, есть и нюансы - без должной технической базы и подготовки преподавателей такие методы работать не будут. Опыт вузов показывает, что цифровые инструменты - виртуальные лаборатории, системы автоматизированных вычислений - серьёзно улучшают качество подготовки горных инженеров.

В горном деле особенно важен проблемно-ориентированный подход. Вместо абстрактных примеров - реальные кейсы: рассчитать устойчивость ствола шахты, смоделировать распределение рудных тел или проанализировать данные геологоразведки. Так математика перестаёт быть «теорией ради теории» и становится частью будущей профессии. Конечно, внедрение новых технологий требует времени и ресурсов. Но результат того стоит: когда студенты видят связь между формулами и реальными задачами, их интерес к предмету растёт, а знания оказываются куда глубже. И это, пожалуй, главное в подготовке современных инженеров.

Список использованных источников:

1. Левина К.А. *Современные технологии в преподавании математики: возможности и перспективы*

КҮРДЕЛІ ҚҰРЫЛЫМДЫ КЕН ОРЫНДАРЫНДА ҚҰНАРСЫЗДАНУДЫ АЗАЙТУ ӘДІСТЕРІ

Тау-кен өндірісінде пайдалы қазбаларды тиімді әрі сапалы өндіру – негізгі мақсаттардың бірі. Ашық тәсілмен жүргізілетін бұрғылап-жару жұмыстары (БЖЖ) карьердегі өндіру процесінің бастапқы әрі шешуші кезеңі болып табылады. Әсіресе, геологиялық тұрғыдан күрделі құрылымды кен орындарында бұрғылау-жару жұмыстары кезінде пайдалы қазбалардың бос жыныстармен араласуы (құнарсыздану) жиі кездеседі. Бұл құбылыс дайын өнім сапасын төмендетіп, қайта өңдеу кезінде қосымша шығындарға алып келеді.

Зерттеу мақсаты – күрделі құрылымды кен орындарында құнарсыздануды азайтуға бағытталған бұрғылап-жару жұмыстарының заманауи әдістерін талдау және оларды өндірісте қолданудың тиімділігін бағалау.

Жұмыста Жітіқара кен орны мысалында күрделі құрылымды кен массивтерінде құнарсыздануды төмендетудің тиімді әдістері қарастырылды. Кеннің морфологиясының әркелкілігі мен тау жыныстарының беріктік қасиеттерінің ауытқуы жару жұмыстарының нәтижесіне тікелей әсер етеді.

Жарылыс кезінде руданың жоғалуы мен араласуы келесі негізгі факторларға байланысты:

- Ұңғымалардың дәлдігі мен олардың орналасуы;
- Жарылғыш заттардың түрі мен шығыны;
- Жарылыс реттілігі мен бәсеңдету уақыты (5–25 мс аралығы);
- Массивтің геологиялық құрылымы мен жарықшақтық сипаты.

Бір қатарлы жару әдісі құнарсыздануды азайтуда тиімдірек болып табылады, себебі ол рудалы дененің шекарасын жақсы сақтайды. Алайда бұл әдіс өндірістік көлем тұрғысынан шектеулі. Көпқатарлы жару үлкен көлемдерге тиімді, бірақ араласу ықтималдығы жоғары. Зерттеу нәтижесінде көпқатарлы жарылыстарда бұрмалау коэффициенті 9,82 болса, бір қатарлыда — 4,41, бұл араласу дәрежесінің 2 еседен жоғары екенін көрсетеді.

Құнарсыздануды азайту мақсатында келесі инновациялық әдістер ұсынылады:

- DOPB (Dividing Open-Pit Blasting) — рудалы және бос жыныстар арасында физикалық шекара қалыптастырады;
- BMM (Blast Movement Monitoring) — жарылыс әсерінен руданың жылжуын бақылай отырып, нақты экскавация шекарасын анықтайды;
- Сегрегациялық жару – кен мен бос жынысты бөлек бағытта ұсақтауға мүмкіндік береді;

- 3D модельдеу және цифрлық егіздер — жару процесін алдын ала болжауға және оңтайландыруға көмектеседі.

DOPB (Dividing Open-Pit Blasting) тәсіліндегідей Жітіқара кен орнында құнарсыздану коэффициентінің бәсеңдету мерзіміне тәуелділігін анықтап көрсө болады. Бәсеңдету уақытын 5-10-15-20-25 мс деп алып, график түрінде көрсетейік.



Бұл әдістер шетелдік және отандық кен орындарында сынақтан сәтті өткізілген. Мысалы, Hushan мыс-молибден кенішінде (Қытай) құнарсыздану 2%-ға, ал руданы тиеу тиімділігі 17%-ға артқан.

Бұрғылап-жару жұмыстарын цифрландыру және DOPB, ВММ сияқты жаңа әдістерді қолдану күрделі құрылымды рудалы блоктарда пайдалы қазбалар шығынын 10–20%-ға дейін азайтуға мүмкіндік береді. Бұл технологияларды Қазақстан карьерлерінде енгізу пайдалы руданың үлесін арттырып, жалпы рентабельділікті 5–7%-ға жоғарылатады.

Әдебиеттер тізімі:

1. et al. Using a dividing open-pit blast (DOPB) method to reduce ore loss and dilution caused by blast- induced rock movement. *Acta Geotech.* 18, 4311–4327 (2023)
2. George Agyei and Enock Kaku Amosah, *Advances in Engineering Design Technology* Vol. 4(2) 2022 pp. 1-14 ISSN-2682-5848 Control of Ore Loss and Ore Dilution at Surface Mine Using Blast Movement Technology.
3. Zongshan Zou and Jun Yang, *Journal of Applied Science and Engineering*, Vol. 23, No 3, Page 397- 404 , Development of a Segregation Blasting Method to Reduce Ore Loss and Dilution in Open Pit Mines.
4. Masoumi, I.; Kamali, G.; Asghari, O.; Emery, X. Assessing the Impact of Geologic Contact Dilution in Ore/Waste Classification in the Gol-Gohar Iron Ore Mine, Southeastern Iran. *Minerals* 2020, 10, 336. <https://doi.org/10.3390/min10040336>
5. Pouya Nobahar, Chaoshui Xu, Peter Dowd, Roohollah Shirani Faradonbeh, Exploring digital twin systems in mining operations: A review, *Green and Smart Mining Engineering*, Volume 1, Issue 4, 2024, Pages 474-492, ISSN 2950-5550, <https://doi.org/10.1016/j.gsme.2024.09.003>.

ТЕХНАЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ЖӨНДЕУДЕ СЫМ-ДОҒАЛЫҚ АДДИТИВТІ ӨНДІРІСТІҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ

Өнімдердің кішігірім партияларына сұраныстың артуы және өндірісті жаппай өз қажеттіліктеріне қарай бейімдеп өзгерту тасымалдау және өндіріс тиімділігіне тікелей әсері айқын. Қалыптасқан әдістер жеке сипаттамаларға сәйкес жасалған жоғары сапалы өнімдерді жылдам және үнемді тасымалдауды қанағаттандыра алмайды. Сонымен қатар, жаһандық тасымалдау тізбектерінің тұрақтылығын болжау мүмкін емес. Аддитивті өндірісті осы мәселелердің шешімі ретінде қарастыруға болады, себебі ол материалдардың тұтынылуын азайта отырып, жергілікті жерде сұраныс бойынша өнім шығаруға және жөндеуге мүмкіндік береді [1].

Сым-доғалық аддитивті өндіріс (WAAM) – бағытталған энергетикалық тұндыру технологиясына негізделген металдарды өндіру процесі, онда басқарылатын электр доғасы сым түріндегі қоректендіргіш материалды балқытып, бөлшектер қабаттап қалыптастырылады.

Зерттеушілер атап өткендей [2], сым-доғалық аддитивті өндіріс дәстүрлі өндеу әдістерімен және басқа аддитивті өндіріс әдістерімен салыстырғанда көптеген артықшылықтар мен кемшіліктерге ие.

Артықшылықтары:

- дәнекерлеу үшін қолданылатын қуат көздері мен робот жүйелерін пайдалану экономикалық және техникалық тұрғыдан тиімділікті қамтамасыз етеді;

- материалды тұндыру жылдамдығы басқа аддитивті өндіріс әдістерімен салыстырғанда айтарлықтай жоғары болғандықтан, бөлшектерді анағұрлым тез өндіруге мүмкіндік береді;

- әдеттегі өндіріс технологиясымен жасалмайтын өте күрделі геометриялық пішіндерді жасауға болады;

- алюминий, титан, никель қорытпалары, тот баспайтын болат, мыс, қола және т.б. дәнекерленетін металл сым материалдарының кең ауқымын өндеу үшін пайдаланылады.

Кемшіліктері:

- дәлдік, беттің сапасы және қалдық кернеулер жиі кездеседі, өндіру процесінде айтарлықтай жылу шығындарына байланысты шөгү, деформация, күйіп қалу, өлшем дәлдігі мен өнім сапасының төмен болуы мүмкін;

- механикалық қасиеттердің өзгергіштігі және микроқұрылымның анизотропиясы технологиялық параметрлер мен термиялық өндеуге тәуелді;

- алынатын бөлшектердің біліктілігі мен сертификатының стандартталмауы оларды кеңінен енгізуге кедергі келтіреді, әсіресе қауіпсіздік үшін маңызды бөлшектер мен машиналарда.

Дегенмен, технологиялық шектеулерге байланысты көптеген кемшіліктерді эксперименттік зерттеулерді жалғастыру және WAAM әдісімен балқытылған және тұндырылған технологиялық конфигурациялар мен материалдардың әртүрлі комбинацияларын әзірлеу арқылы ғана жоюға болады. Ұсынылған әдістерді қолдану қалдық кернеу өрісі мен деформацияны, сондай-ақ WAAM процесінде туындайтын басқа мәселелерді төмендетуі мүмкін. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелері WAAM арқылы жасалған бөлшектердің сапасының жақсарғанын, сондай-ақ шығындар мен өндіріс уақытын үнемдеуге мүмкіндік беретінін көрсетеді [3].

Сым-доғалық аддитивті өндіріс (WAAM) технологиясы өнеркәсіпте, әсіресе технологиялық жабдықтар мен машиналарды жөндеу және қалпына келтіру саласында қолдану үшін жоғары әлеуетке ие.

Дәстүрлі балқыту және механикалық қалпына келтіру әдістерінен айырмашылығы, WAAM жоғары балқу жылдамдығын, материалдарды таңдаудағы икемділікті және жабдықты толық бөлшектемей немесе тасымалдаусыз үлкен бөлшектерді қалпына келтіру мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Бұл өндірістік процестердің тиімділігін арттыра отырып, жөндеу жұмыстарының уақыты мен құнын едәуір қысқартады.

Дегенмен, технологияның белгілі бір шектеулері бар: жоғары жылу жүктемесі қалдық кернеулердің пайда болуына, механикалық қасиеттердің тұрақсыздығына және бетті қосымша өңдеуді қажет етуге әкелуі мүмкін. Сонымен қатар, қазіргі таңда өнімдердің тұрақты сапасын қамтамасыз ету қиын.

Технологиялық жабдықты жөндеуге WAAM технологияларын енгізу Индустрия 4.0 заманауи үрдістеріне сәйкес келетін, машиналардың сенімділігі мен ресурсын арттырудың тиімді бағыты болып табылады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Stefanie S., Kevin V., Marc S. Reducing Delivery Times by Utilising On-Site Wire Arc Additive Manufacturing with Digital-Twin Methods // Computers. – 2025. – Vol. 14, No. 6. – DOI: <https://doi.org/10.3390/computers14060221>
2. Parankush K. A Review of Wire Arc Additive Manufacturing // International Journal of Scientific Research in Modern Science and Technology. - 2025. - Vol. 4, No 8. - DOI: <https://doi.org/10.59828/ijrmst.v4i8.353>
3. Mukti C., Elena S., Carmen C.R., Luigi R.M., Danut M., Arungalai V.S. Wire Arc Additive Manufacturing: Review on Recent Findings and Challenges in Industrial Applications and Materials Characterization // Metals. - 2021. - Vol. 11, No 6. - DOI: <https://doi.org/10.3390/met11060939>

ПРОЦЕСС СНЯТИЯ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОГО МАГНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

Литейное производство товарного магния представляет собой процесс разливки расплава магния на литейном конвейере, представленный на рисунке 1. Литейный конвейер представляет собой бесконечную ленту 1, натянутую на приводной 2 и натяжной 3 барабаны, на которой закреплены изложницы 5. В процессе вращения приводного барабана 2, бесконечная лента 1 перемещает изложницы 5 вдоль конвейерной ленты. Товарный магний производится, в форме магниевых отливок, называемых чушками.

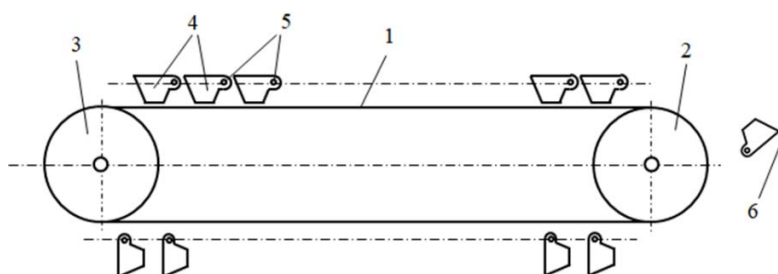


Рисунок 1 – Схема литейного конвейера производства товарного магния

Процесс разливки происходит в открытом воздушном пространстве, поэтому поверхностные слои окисляются с образованием оксидной пленки, которая всплывает на поверхность залитого в изложницу магниевого расплава. Оксидную пленку вручную собирают скребком и сбрасывают в специальную тару.

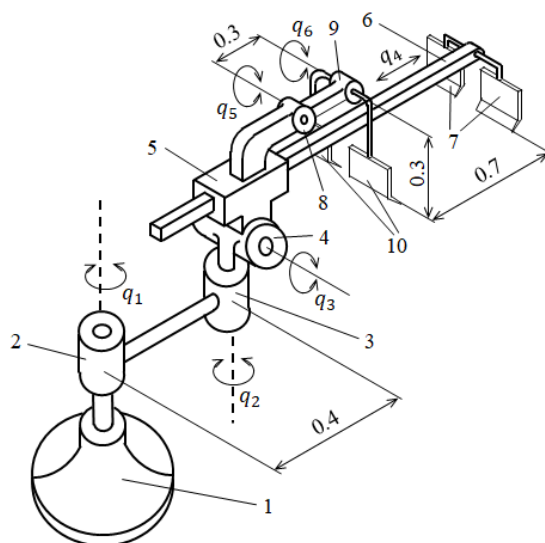


Рисунок 2 – Схема манипуляционного робота для снятия оксидной пленки литейного производства товарного магния

Геометрическая интерпретация процесса снятия оксидной пленки с поверхности магниевого расплава представлена на рисунке 3. На рисунке 3 показано начальное расположение вращательных лопаток 6 и подвижных лопаток 8, для сбора оксидной пленки 10 с поверхности магниевого расплава, залитого в изложницы 9. При помощи горизонтального движения подвижного штока 7, подвижные лопатки 8, собирают образовавшуюся оксидную пленку, на поворотные лопатки 6. Далее производится обратный ход подвижной лопатки 8, в это время поворотные лопатка 6 вращением вокруг оси, сбрасывает собранную оксидную пленку в специальную емкость для сбора оксидной пленки 10.

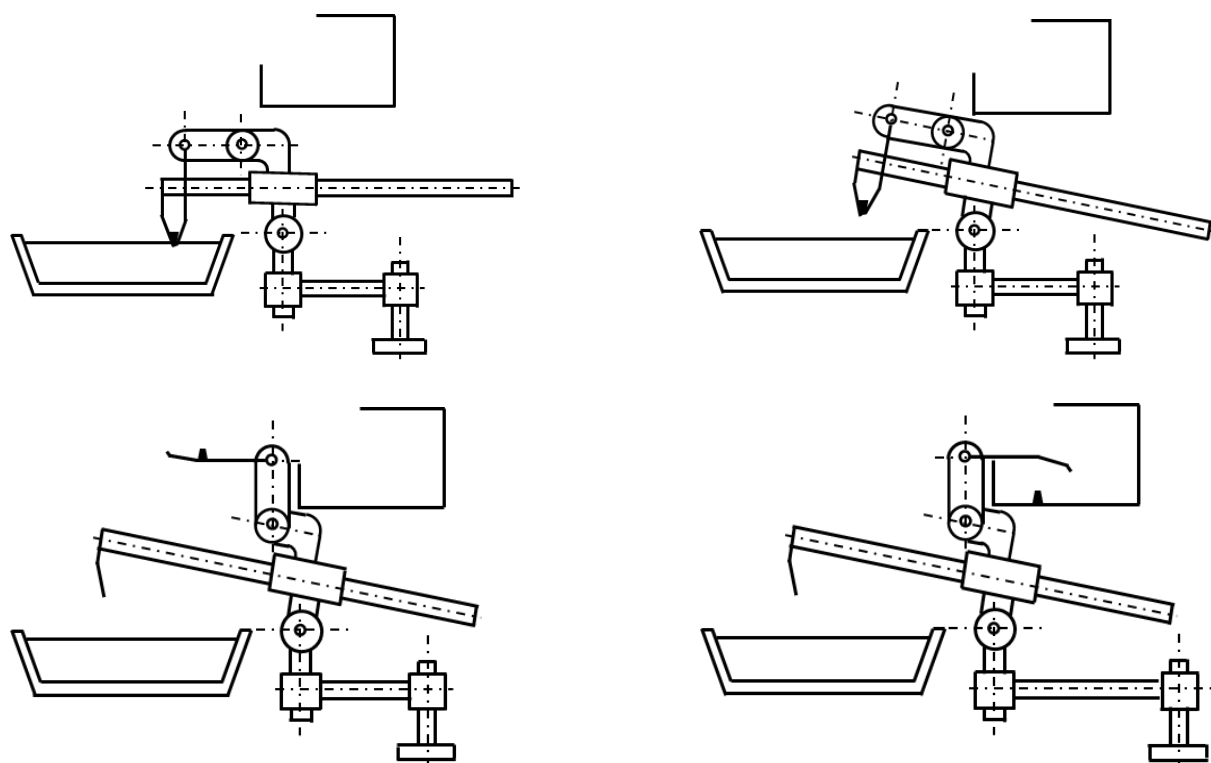


Рисунок 3 – Процесс снятия оксидной пленки с поверхности магниевого расплава и сброса оксидной пленки в специальную емкость

Ширина подвижных и поворотных лопаток равна 0.155 м, а расстояние между ними составляет 0.05 м. Это позволит полностью собрать всю образовавшуюся оксидную пленку с поверхностей залитого в изложницы магниевого расплава.

По каждой степени подвижности манипуляционного робота, зададим пределы изменения значений обобщенных координат, скоростей и ускорений, которые определяются конструктивными особенностями кинематической структуры манипуляционного робота.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ

Современная горнодобывающая промышленность Казахстана характеризуется углублением горных работ и усложнением горно-геологических условий, что требует внедрения передовых технологий контроля и обеспечения безопасности. Особую актуальность приобретают автоматизированные системы мониторинга, позволяющие в режиме реального времени отслеживать состояние горного массива, оборудования и персонала.

Целью исследования является анализ современных автоматизированных систем мониторинга безопасности и определение перспектив их применения на горнодобывающих предприятиях Казахстана. В работе рассмотрены основные компоненты многофункциональных систем безопасности, включающие подсистемы позиционирования персонала, контроля параметров атмосферы, мониторинга деформаций горного массива и управления горнотранспортным комплексом.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что внедрение интегрированных систем мониторинга позволяет снизить риск возникновения аварийных ситуаций на 40-60 процентов. Системы обеспечивают непрерывный контроль критических параметров безопасности, автоматическое оповещение персонала об опасности и формирование управляющих воздействий для предотвращения развития аварий.

Особое внимание уделено применению технологий Интернета вещей и искусственного интеллекта для прогнозирования опасных ситуаций на основе анализа больших данных. Перспективным направлением является создание цифровых двойников горных предприятий, позволяющих моделировать различные сценарии развития производственных процессов и оценивать риски до начала выполнения работ.

Результаты исследования показывают необходимость разработки единых стандартов и протоколов интеграции различных подсистем мониторинга для обеспечения комплексного подхода к управлению безопасностью горного производства.

Список использованных источников

1. Многофункциональные системы безопасности горных предприятий: современное состояние и перспективы развития // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. № 5.
2. Клишин В.И., Опрук Г.Ю. Комплексный метод снижения удароопасности на угольных шахтах // Уголь. 2024. № 9.
3. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли Казахстана. Караганда: КарТУ, 2024. 156 с.

УДК 669 Нускабеков Ж.С. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)
Макашева А.М. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)
Макашев А.С. (Караганда, ХМИ им. Ж. Абишева)

СОВРЕМЕННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛОВ ШИХТОВАНИЯ В МЕДЕПЛАВИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Развитие медеплавильной промышленности в Казахстане и за рубежом характеризуется усложнением состава перерабатываемого сырья и ростом доли серосодержащих концентратов. В современных условиях особое значение приобретает совершенствование подготовки материалов шихтования, от качества которой напрямую зависят устойчивость плавильных процессов, степень извлечения меди и экологические показатели производства. Эффективность шихтования определяет стабильность температурного режима, состав шлаков и штейнов, а также минимизацию потерь меди в отходах [1, 2].

Подготовка материалов шихтования представляет собой многостадийный технологический процесс. Главная задача состоит в обеспечении равномерного распределения компонентов и получении шихты с оптимальной влажностью, гранулометрическим составом и химическим соотношением элементов. Основными проблемами являются нестабильность состава исходных концентратов, неравномерность распределения серы и железа, повышенное пылеобразование [1, 2].

В мировой практике разработаны различные подходы к решению этих задач. В промышленных технологиях типа Flash Smelting, ISA, Noranda и КИВЦЭТ особое внимание уделяется контролю соотношений компонентов системы $S-Fe-SiO_2-CaO-Al_2O_3$, влияющих на вязкость шлака и окислительно-восстановительный потенциал среды [2]. Современные исследования зарубежных авторов показывают, что поддержание стабильного баланса этих компонентов способствует повышению извлечения меди и снижению потерь со шлаками. Применение методов математического моделирования позволяет прогнозировать свойства шихты и поведение расплавов в зависимости от состава концентратов [3].

В отечественной металлургии вопросы совершенствования шихтования рассматриваются в ряде работ, посвящённых влиянию флюсов и добавок на свойства шлаков и гранулированной шихты. Показано, что введение борсодержащих добавок способствует улучшению текучести шлаков и снижению потерь меди, а оптимизация гранулометрического состава и режимов сушки шихты повышает её однородность и механическую прочность [4]. Эти результаты создают основу для дальнейшей модернизации технологий подготовки сырья, однако большинство исследований выполнено в лабораторных условиях и требуют адаптации к современным промышленным реалиям.

Одной из ключевых тенденций развития является внедрение методов математического моделирования и вероятностно-детерминированного планирования эксперимента, позволяющих количественно оценить влияние параметров состава на физико-химические свойства шихты [5]. Применение таких методов обеспечивает возможность выбора оптимальных соотношений концентратов и флюсов при минимальном числе экспериментов и снижает затраты на проведение лабораторных и производственных исследований.

Современные вызовы медеплавильной промышленности связаны не только с технологическими, но и с экологическими аспектами. Избыточное содержание серы в концентрате способствует образованию сернистых газов, повышая нагрузку на системы газоочистки и увеличивая выбросы SO_2 . Снижение этих выбросов возможно при оптимизации соотношений компонентов шихты, обеспечивающих полное связывание серы в процессе плавки и формирование шлаков с заданными реологическими характеристиками [2, 3]. В этой связи особую актуальность приобретает разработка научно обоснованных методов регулирования состава шихты с использованием термодинамических и кинетических расчётов.

Анализ современного состояния подготовки материалов шихтования показывает, что ключевыми направлениями совершенствования технологии являются: внедрение автоматизированных систем дозирования и смешивания; разработка цифровых моделей состава шихты; применение новых типов флюсов и добавок; а также совершенствование систем контроля влажности и гранулометрического состава концентратов [1, 3-5]. Комплексная реализация этих мер позволит обеспечить устойчивость плавильных процессов, повысить качество меди и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, современный анализ показывает, что совершенствование подготовки материалов шихтования является одним из приоритетных направлений развития медеплавильной отрасли. Использование методов математического моделирования, вероятностно-детерминированного планирования экспериментов и цифровых технологий создаёт основу для перехода к «зелёной металлургии», обеспечивающей повышение эффективности, экологичности и конкурентоспособности медеплавильных предприятий Казахстана.

Список использованных источников:

1. Арсентьев В.А. Процессы шихтования и плавки медных концентратов. – Алматы: КазНТУ, 2001.
2. Кривандин В.А., Арутюнов В.А. Физико-химические основы металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1990.
3. Li Y., Wang J., Zhang Q., Chen X. Modeling of Copper Concentrate Blending and Smelting Processes // Minerals Engineering. – 2021. – Vol. 176.
4. Байгуатов Д.И. Разработка и освоение технологии плавки медного сырья в жидкой ванне с использованием боратовых руд. – Караганда, 2003.
5. Малышев В.П., Макашева А.М., Кайкенов Д.А., Зубрина Ю.С. Случайная природа и вероятностная модель измельчения материалов. – М.: Научный мир, 2017.

ТЕХНОЛОГИЯ БАТИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ МЕЛКОВОДНЫХ АКВАТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО НАДВОДНОГО СУДНА

Современные подходы к батиметрическим исследованиям направлены на повышение оперативности, безопасности и точности измерений при одновременном снижении трудоёмкости и затрат на проведение работ. Традиционная технология батиметрической съёмки выполняется с использованием лодки, на борту которой устанавливаются эхолот и приёмник GNSS. Такой комплекс обеспечивает высокую точность и большую производительность при съёмке крупных акваторий.

Однако использование лодочных комплексов сопряжено с рядом эксплуатационных ограничений. Транспортировка лодки требует значительных материальных ресурсов, а применение метода на мелководных и труднодоступных участках зачастую невозможно. Кроме того, в условиях промышленных объектов и техногенных водоёмов может существовать опасность для оператора – например, при наличии вредных отходов, химических реагентов и прочее. В подобных ситуациях нахождение человека на воде представляют потенциальную угрозу, что требует внедрения дистанционно управляемых технологий.

С этой целью разработана технология батиметрической съёмки с использованием беспилотного надводного судна (БНС). Съёмочный комплекс представляет собой малогабаритную автономную платформу, оснащённую эхолотом со встроенным модулем GNSS и системой дистанционного управления. Управление осуществляется оператором по радиоканалу с берега по заданной сетке галсов. Дистанционное управление исключает прямой контакт человека с потенциально опасной средой и обеспечивает высокий уровень промышленной безопасности. Беспилотное судно легко транспортируется, требует минимальной подготовки к работе и позволяет выполнять съёмку в акваториях глубиной от 0,20 м.

По результатам батиметрической съёмки выполняется построение цифровой модели рельефа. Цифровая модель акватории (рисунок 1) используется для анализа морфометрических параметров водоёма, оценки объёмов намыва и осадконакопления, а также для последующего мониторинга изменений рельефа дна.

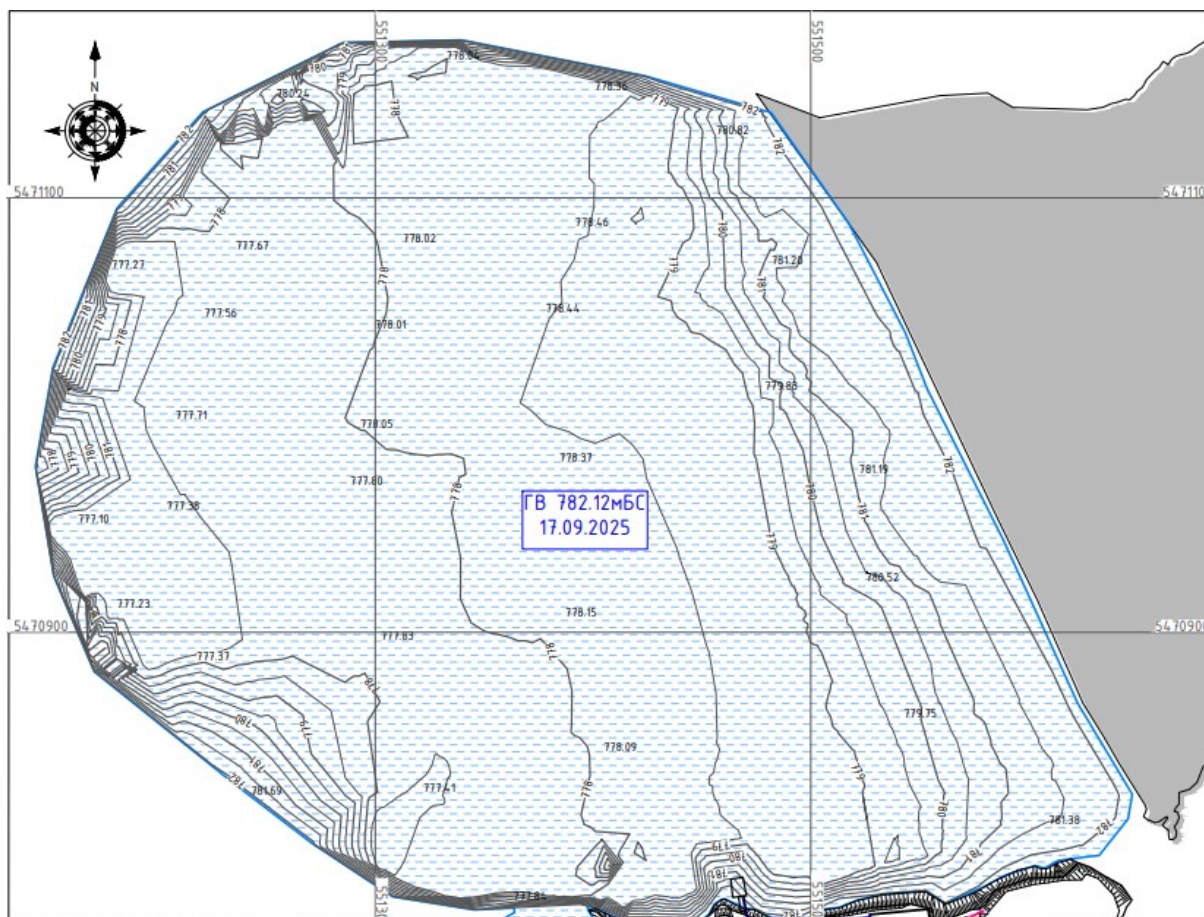


Рисунок 1 – Батиметрическая съемка

Разработанная технология батиметрической съёмки с применением беспилотного надводного судна является эффективным инструментом для обследования мелководных, загрязнённых и аварийных акваторий. Она обеспечивает высокую степень безопасности, снижает трудоёмкость полевых работ и позволяет получать достоверные данные о рельефе дна с минимальными затратами. Совместное использование беспилотных и традиционных методов даёт возможность выполнять комплексные исследования водных объектов различной глубины и конфигурации, что повышает точность и информативность инженерных изысканий [1,2].

Список использованных источников:

1. International Hydrographic Organization. Standards for Hydrographic Surveys, S-44 (Ed. 6.1.0), Monaco, 2020
2. NOAA Office of Coast Survey. Hydrographic Surveys Specifications and Deliverables (HSSD), 2024-1-02. 2 Jan 2024.

Омарова Н.К. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)
Шерембаева Р.Т. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)
Амирхан А.А. (Караганда, КарТУ имени Абылкаса Сагинова)

ФЛОТАЦИЯ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

Молибденовые минералы относятся к природно гидрофобным минералам. При флотации молибденита используются аполярные реагенты-керосин. Но при сочетании меди и молибденита в руде, в качестве реагента-собирателя используются сульфгидрильные собиратели.

При флотации медно-молибденовых руд используют схему селективной флотации сульфидных минералов с получением одноименных концентратов меди и молибдена. В руде наблюдается тонкое вкрапление молибденита в руде, а также в первичных медных сульфидных минералах, что вызывает необходимость тонкого измельчения. В этой связи актуальной является проблема схемы обогащения молибденсодержащих руд.

При флотации молибденсодержащих руд, для повышения технологических показателей извлечения изучена возможность применения оксида кальция и карбоната натрия.

Основным сульфидным минералом молибдена в данном типе руды месторождения Ботагоз является молибденит MoS_2 , а также отмечается присутствие ряда цветных металлов меди, цинка, железа.

В лабораторных исследованиях изучено влияние на флотацию молибденовой руды различных расходов CaO и тонкости помола, следует отметить, что известь подавали непосредственно в мельницу при измельчении руды. В качестве реагента-собирателя использовали ВК 987.

Руда направляемая на молибденовую флотацию характеризуется содержанием класса – 0,074 мм 65 %. Черновой концентрат содержит Mo в 2,09 % при максимальном извлечении 73,33 %.

Реагентный режим при флотации молибденовой руды составляет: расход оксида кальция который варьируется в пределах от 0 до 1200 г/т, реагента собирателя основной флотации ВК 987 - 30 г/т, пенообразователя - реагента ВК 204 - 22,5 г/т, на контрольной флотации расход ВК 204 - 11,25 г/т, пенообразователя - 7,5 г/т.

Максимальные технологические показатели при селективной флотации молибденовых руд составляют:

- содержание молибдена в черновом молибденовом концентрате составило 3,35 %;
- извлечение – 67,20 %;
- $\text{pH} = 9,88$ при расходе CaO 600 г/т, при крупности измельчения 65 % класса – 0,074мм.

Следует отметить особенности минерала молибденита, который близок к минералам, обладающих естественной гидрофобностью, в силу своего кристаллического строения.

Депрессорами молибденита являются органические коллоиды – крахмал и декстрин, тонкие шламистые частицы слоистых алюмосиликатов (сланцев, талька и др.).

В качестве реагента – собирателя при флотации молибденита используется реагент ВК 987, который представляет собой жидкость в виде масла, обладающий малой токсичностью, температурой вспышки более 61⁰ С.

Добавление соды Na₂CO₃ при измельчении в мельницу позволяют повысить извлечение молибдена в концентрат.

Таким образом, технологические показатели по содержанию и извлечению молибденового концентрата выше при использовании оксида кальция.

Изучено влияние расхода реагента-собирателя ВК 987 на качество молибденового концентрата и извлечение. Установлено, что извлечение молибдена повышается с увеличением расхода реагента собирателя ВК 987.

Исследование процессов флотации молибденовых руд месторождения Ботакос проведено с использованием вероятностно-детерминированного метода планирования (ВДП) экспериментов. Применение ВДП позволяет исследовать процесс флотации молибденовых руд при различных сочетаниях влияющих факторов с определением оптимального режима процесса.

Оптимальным режимом измельчения следует считать 65% класса - 0,074 мм. Максимальные показатели по извлечению молибдена в концентрат 49,22% наблюдаются при pH=8,5. Наиболее оптимальным является расход жидкого стекла 150 г/т.

Список использованных источников:

1. Амантаев Д.Т., Мамбеталиева А.Р. Изучения процесса флотационного обогащения молибдена из коллективного концентрата Минск: БГТУ, 2023 – 193 с.
2. Иванков С.И., Шубов Л.Я. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья: В 2 книгах. Книга 1. – Москва: НИЦ ИНФРАМ, 2017. -293 с.
3. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. – Москва: Горная книга, 2017. - 600 с.
4. Абрамов А.А. Собрание сочинений. Том 6. Флотация. Физико-химическое моделирование процессов. М.: Недра, 2010. – 607 с.
5. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Том 2. Технология переработки и обогащения полезных ископаемых. . М.: Недра, 2004. – 510 с.

ШАХТА ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН БАҚЫЛАУ ҮШІН МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАР

Қазіргі заманғы тау-кен өнеркәсібінде шахталардың қауіпсіздігі мен тиімділігі басты назарда. Шахта құрылымдарының тұрақтылығын тексеру және жер асты кеністіктерінің құрылысын маркшейдерлік бақылау жүргізу осы мақсаттарға жетуде маңызды рөл атқарады. Бұл жұмыстардың нәтижелері шахталардың ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге, апаттардың алдын алуға және өндірістік шығындарды азайтуға ықпал етеді.

Шахта құрылымы – бұл жер астындағы пайдалы қазбаларды өндіруге арналған күрделі инженерлік жүйе. Оның құрамына ұңғымалар, көлік жолдары, вентиляциялық шахталар мен қауіпсіздік жүйелері кіреді. Шахта құрылымына жер қойнауының геологиялық ерекшеліктері, кен орнының тереңдігі мен орналасуы, су деңгейі және тау-кен жұмыстарының тәсілдері әсер етеді. Шахтада тұрақты түрде күтіп ұстау, нығайту, желдету және су шығару жұмыстары жүргізіледі. Сонымен қатар, тазарту жұмыстары арқылы шахта ішіндегі артық топырақ, су және қауіпті газдар жойылып, жұмыс қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі. [\(1-сурет\)](#)



1-сурет - Шахтадағы маркшейдердің жұмысы

Маркшейдерлік бақылаулар бірнеше әдістермен орындалады, олар геодезиялық, фотограмметриялық және лазерлік сканерлеу тәсілдері арқылы жүзеге асады. Бұл бақылаулар арқылы жер асты құрылымдарының өзгерісі, кен орнының жылжуы немесе шөгуі анықталады. Мәселелерді шешу үшін алынған деректер арнайы бағдарламалармен өңделіп, 3D

модельдер мен сызбалар жасалады. Бұл жобалау мен қауіпсіздік шараларын жетілдіруге көмектеседі.

Шахта астында маркшейдерлер көбіне тахеометр, нивелир, қашықтық өлшеуіш сияқты құралдарды қолданады.

Маркшейдерлік түсірістің тиімді әдісі объектінің сипаттамасына, мақсатына және қажетті дәлдікке байланысты анықталады. Түсіріс жұмыстарының дәлдігін арттыру және қателіктерді азайту үшін олар жалпыдан жекеге қарай орындалады: алдымен тірек жүйелері құрылады, содан кейін олардың негізінде егжей-тегжейлі түсірістер жүргізіледі. Жер астында бұл принцип оқпаннан бастап негізгі қазбалар арқылы тірек жүйесін дамыту арқылы жүзеге асады. Өлшеулердің дәлдігі тау-кен жұмыстарының сапасы мен қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді.

Дәлдігі төмен өлшеулер қазбалардың бұзылуына және апаттарға себеп болуы мүмкін, ал шамадан тыс дәлдік уақыт пен еңбек шығынын арттырады. Сондықтан маркшейдер нысанның ерекшелігі мен қажетті дәлдікке сәйкес оңтайлы әдісті таңдауы қажет.

Жер астындағы түсірістердің барлығы өлшеулердің дұрыстығын тексерумен және дәлдігін бағалаумен жүргізіледі. Бақылау барысында арақашықтықтар мен бұрыштар қайта өлшеніп, нәтижелер камералдық өңдеу кезінде геометриялық ережелер арқылы тексеріледі. Мысалы, тұйық полигондарда бұрыштық және сызықтық қиылыспаушылықтарды анықтау арқылы өлшеулердің сапасы бағаланады. Координаталар мен дирекциондық бұрышты анықтауда аз қателіктер болуы мүмкін, алайда олар есепке елеулі әсер етпейді, ал негізгі мән дирекциондық бұрышқа беріледі.

Жер асты қазбасындағы соңғы пункттің орташа квадраттық қателігін мына формуламен анықтауға болады:

$$M = m_a S / r \quad (1)$$

мұндағы, m_a -бағдарлаудың орташа квадраттық қателігі;

S – тұйықтаушы хорданың ұзындығы;

r – радианның мәні.

Бұл жағдайда қателік S арақашықтығына пропорционал болады.

Қорытындылай келе, маркшейдерлік іс тау-кен өндірісінде қауіпсіздік пен тиімділікті қамтамасыз етудің негізі болып табылады. Ол қазбалардың дұрыс орналасуын, құрылымдардың тұрақтылығын және жұмыстардың жоспарға сәйкес жүргізілуін қамтамасыз етеді, сол арқылы өндірістің үздіксіздігін және апаттардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Нұрпейісова М.Б., Низаметдинов Ф.К., Ипалақов Т.Т. Маркшейдерлік іс: Оқулық. Алматы, 2013. 400 б.
2. Сейітов А., Құдайбергенов М. Жер асты кен орындарын маркшейдерлік зерттеу және бақылау әдістері // Тау-кен ісі және технологиялары журналы. 2018. №9(2). 30–35б.
3. Петров И. Шахта құрылымдарының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін геодезиялық бақылаулар // Құрылыс және геодезия журналы. 2019. №7(1). 55–60 б.

БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДЕГІ АЛТЫН ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

Белсендірілген көмір алтын өндіретін зауыттарда пульпадағы цианидті ерітіндіден алтын сорбенті ретінде қолданылады. Ерітіндіден алтынды сорбциялау процесінде жаңа немесе қалпына келтірілген көмір сорбцияның соңғы сатысына жүктеледі және сорбцияның технологиялық тізбегінің басына ауысады. Әрбір келесі аппаратта аз қаныққан көмір алтын концентрацияланған пульпа ерітіндісімен жанасады, осылайша соңғы аппараттан шығарылған кезде көмір мүмкіндігінше қаныққан алтынға айналады. Шаймалаудың бұл әдісі CIL (carbon in leach) деп аталады, кенді алдын-ала цианидсіз өңдеуді қамтиды, яғни цианид пен сорбент бір уақытта пульпаға енгізіледі [1].

Химия-аналитикалық зертханалар алдында алтын өндіру өндірістерін белгілейтін қазіргі заманғы міндеттер оның құрамындағы алтынның құрамына белсендірілген көмірді зерттеудің неғұрлым жетілдірілген әдісін іздеу қажеттілігі туралы айтады, бұл талдауды неғұрлым жедел, ең төменгі өзіндік құнмен және анықталатын құнды компоненттің жоғары сапасымен жүргізуге мүмкіндік береді, тіпті оның құрамы ізге жақын болса да.

Алтын өндіру фабрикасында пульпадағы цианидті ерітіндіден алтын сорбенті ретінде қолданылатын «GoldCarb» маркалы белсендірілген көмір көбінесе ұзын түйіршіктер түрінде (диаметрі 0,6-1,5 мм және ұзындығы 1-ден 5 мм-ге дейінгі цилиндрлер) немесе ұсақтау өнімі түрінде болады. Бұл көмірдің салмағы шамамен 0,5 г/см³.

Сорбциялық цианидтеу процесін жедел басқару, сорбциялық байытудың әрбір сатысында берілген технологиялық параметрлерді және аралық шикізаттың сапалық көрсеткіштерін қолдау, сондай-ақ, десорбциялау үшін көмірдің алтынмен қанығу дәрежесін анықтау үшін белсендірілген көмір сынамаларын алу жүргізіледі.

Алтынның құрамына белсендірілген көмірді талдаудың дәлдігі мен дұрыстығын арттыру, оның жылдамдығы мен өзіндік құнын жақсарту үшін аналитикалық процедураларды жетілдіру мақсатында индуктивті-байланысқан ИСП-АЭС плазмасымен оптикалық-эмиссиялық спектрометрия әдісімен белсендірілген көмірді талдауды енгізу ұсынылады.

Сорбциялық цианизацияның алтынның құрамына келесі технологиялық операциялардың белсендірілген көмірі талданады: пресс-сүзгіні түсіргеннен кейін, соңғы шаймалау сорбциялау ыдысынан айдалып, десорбциялау процесіне шығарғанда және десорбциялау процесінен кейін шығару кезінде пайдаланылған активтендірілген көмір. Ондағы алтынның құрамына белсендірілген көмірді зерттеу бойынша эксперимент жүргізу

үшін әрбір бақылау пунктiнен белсендірілген көмір сынамаларының 3 ілмегі, сондай-ақ, құрамында 2,917 г/кг және 0,628 г/кг алтын бар активтендірілген көмірдің стандартты үлгілерінің 3 ілмегі іріктелді.

Көмірдағы алтынның құрамына белсендірілген көмірді талдау Thermo Fisher Scientific компаниясы шығарған iCAP 7400 Duo индуктивті байланысқан плазмалық атомдық эмиссиялық спектрометрде жүргізілді.

Сынама ерітінділері перистальтикалық сорғымен аэрозоль алу үшін бүріккіш бөтелкеге жіберіледі. Бүріккіш камерада талданатын ерітіндінің үлкен тамшылары жойылады, ал ұсақ тамшылар плазмалық разрядқа түседі. Әрі қарай, еріткіш тамшылардың бетінен буланып кетеді. Талданатын үлгі атомдар мен иондарға ыдырайды, олар қозған кезде бастапқы үлгідегі элементтің концентрациясын орнатуға мүмкіндік беретін өлшенетін сипаттамалық жарық шығарады.

iCAP 7400 Duo спектрометрінде атомдық эмиссиялық талдау жүргізу үшін белсендірілген көмірдің 1 грамм таңдалған ілмектері тигель ішіндегі материалды біркелкі тегістей отырып, фарфор тигельдерге орналастырылды.

Тигельдер суық муфельді пешке орнатылды, пештің температурасы 500 °C орнатылды және пеш белгіленген температураға жеткенше қыздырылды. Содан кейін температура 815 °C дейін көтерілді.

Белгіленген температураға жеткенде көмірдің күлденуіне 2 сағат бойы төтеп берді. Күлдіргеннен кейін тигельдер муфельден алынып, салқындалды.

Тигельдерді салқындатқаннан кейін, тигель материалы HotBlock жылытқыш кешенінен сыйымдылығы 50 см³ болатын пластикалық түтіктерге құйылды, тұз, фтор және азот қышқылдарының әр қоспасына 10,5 см³ қосылды (8:2:0,5), түтіктер тығынмен жабылды және сынаманың қалған бөлігін 95 °C температурада 1 сағат бойы ерітілген.

Ыдырағаннан кейін алынған ерітінді дистилденген сумен сол түтіктердегі белгіге дейін жеткізіліп, одан әрі талдау жүргізілді.

Эксперименттер көрсеткендей, сынақ әдістерімен салыстырғанда ИСП -АЭС әдісінің экспрессивтілігі 2 сағатқа жылдамырақ. Сонымен қатар, қолданылатын реагенттер мен материалдардың саны, сондай-ақ, ИСП-АЭС әдісіне арналған жабдықты пайдалану шығындары алтынды анықтаудың сынамалық әдістеріне қарағанда едәуір төмен, бұл талдаудың өзіндік құнын айтарлықтай төмендетеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Учебное пособие для работников гидрометаллургического отделения золотоизвлекательной фабрики / А. В. Аксенов, А. А. Васильев, Ю. Г. Серёдкин – Иркутск: Институт «ТОМС», 2014. – 107 с.

АНАЛИЗ ДАННЫХ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «МИЛЛИОННОЕ»

Месторождение «Миллионное», входящее в состав сырьевой базы Донского горно-обогатительного комбината (ДонГОК), расположено в Хромтауском районе Актюбинской области Республики Казахстан.

Выбор системы разработки на глубоких горизонтах представляет собой **многофакторную задачу геомеханико-технологического характера**, решение которой требует учёта взаимосвязи напряжённо-деформированного состояния массива, физико-механических свойств руд и вмещающих пород.

Анализ данных моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) в горном деле необходим для обеспечения безопасности и эффективности добычных работ, особенно при использовании различных систем разработки.

Для оценки и прогнозирования напряженно-деформированного состояния массива в районе очистных блоков были разработаны модели участков месторождения. За основу моделей взяты геологические разрезы и планы горизонтов. Моделирование проводилось с использованием программного комплекса «ANSYS». В качестве исходных данных принимались физико-механические свойства руд и вмещающих пород, слагающих месторождение. На рисунке 1 представлены исходные модели очистных единиц при отработке запасов системой разработки.

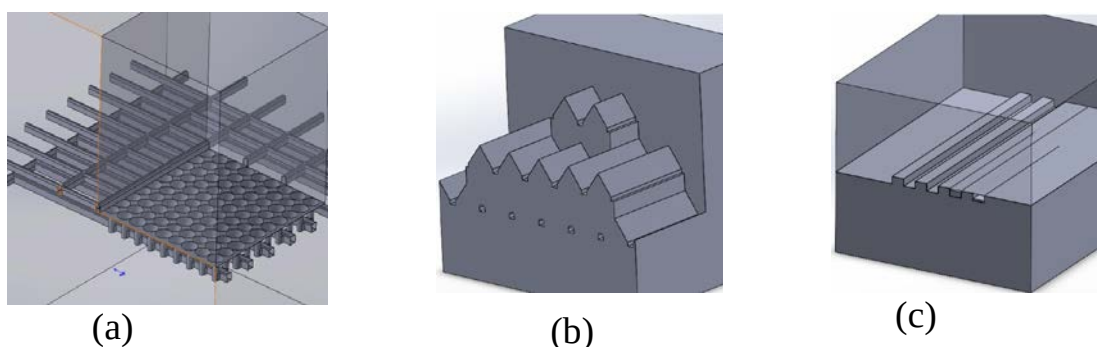


Рисунок 1. Исходная модель выемочной единицы: (а) – с обрушением с донным выпуском руды; (б) – поэтажного принудительного обрушения с торцевым выпуском руды; (с) – с нисходящими слоями с твердеющей закладкой

Ширина рудного тела в плане принята равной 220 м, глубина ведения горных работ – 600 м. Мощность рудного тела принята равной 80 м. Можно сказать, что геометрические параметры отработанного пространства приняты такими, чтобы в общем случае изменение природного поля напряжений было максимальным.

Крупномасштабное моделирование выполнено в плоской постановке на схематичном поперечном разрезе. Моделирование выполнено при двух сценариях отработки запасов с применением различных систем разработки: с обрушением и с закладкой выработанного пространства. Моделирование выполнено методом конечных элементов в программе Rocscience Phase2.

Однако анализ проведенного крупномасштабного моделирования показал ряд недостатков.

Во-первых, крупномасштабные модели неизбежно сопровождаются огрублением геометрии и упрощением структурных особенностей массива. Реальные детали, такие как отдельные выработки, крепь, трещиноватость и разломы, в таких моделях заменяются усредненными зонами. Это приводит к потере точной оценки концентрации напряжений на опасных участках.

Во-вторых, использование усредненных механических свойств пород и упрощенных граничных условий снижает достоверность моделирования. Неоднородность физико-механических характеристик, изменение напряжений по глубине, влияние тектонических нарушений и пластических зон не могут быть полностью учтены в крупном масштабе. Также недостатком данного моделирования является высокая вычислительная сложность, также крупномасштабные расчеты, как правило не учитывают временной фактор и поэтапность выемки, вследствие чего не отражают реального перераспределения напряжений во времени.

Таким образом, наилучшие результаты можно достичь при комплексном подходе моделирования, это позволит учесть как общую геомеханическую обстановку, так и особенности поведения конструктивных элементов системы разработки.

Поэтому принято решение осуществить численное моделирование систем разработки дополнительно двумя способами:

- моделирование МКЭ с явным заданием сводов обрушения и дезинтегрированной массы в границах сводов.
- моделирование отработки запасов в МКДЭ.

Список использованных источников

1. Журавков М. А., Николайчик М. А., Климович Н. М. Моделирование геомеханического состояния породного массива при отработке подземного пространства большими площадями // *Механика машин, механизмов и материалов*. – 2022. – № 4 (61). – С. 97–104.
2. Капустин, С. А. Метод конечных элементов в задачах механики деформируемых тел / С. А. Капустин. – Н. Новгород: Издво ННГУ, 2002. – 180с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИЗНОСА РОЛИКООПОР ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЫЛИ

При эксплуатации ленточных конвейеров, особенно при использовании их в технологических процессах дробления полезного ископаемого, для дальнейшего обогащения наблюдается выделение больших объемов технологической пыли, что значительно снижает срок службы роликоопор ленточных конвейеров.

Целью данной работы является определение зависимости износа роликоопор от интенсивности накопления технологической пыли оседающей на поверхности вращающихся механизмов и узлов ленточных конвейеров.

Задачами исследования являются определение эмпирических зависимостей:

1. Накопления пыли от времени;
2. Зависимость износа роликоопор от интенсивности накопления пыли.

Для условий дробильно-сортировочного комплекса ГОК «Максут» были проведены измерения износа обечайки роликоопор и наработка роликоопор, в зависимости от величины накопления пыли. Результаты замеров приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Усредненные значения накопления пыли и износа роликов каждые четверо суток

№ замера	Накопление пыли, мм	Износ обечайки роликоопор, мм	Наработка роликоопор, час
1	25	0,2	11
2	45	0,4	22
3	60	0,7	33
4	70	0,8	44
5	90	1,2	55
6	100	1,7	66
7	120	2,6	77
8	153	3,6	88

Выведение эмпирической зависимости осуществлялось по методике наименьших квадратов по экспоненциальной формуле [1,2] вида:

$$y = a \cdot e^{bx} \quad (1)$$

В результате расчетов получена эмпирическая зависимость накопления технологической пыли от времени:

$$n_n = 25,75 \cdot e^{0,02096t} \quad (2)$$

где:

n_n - толщина слоя накопленной технологической пыли;

t – время наблюдения, час.

Графическое изображение результатов наблюдений и график эмпирической зависимости представлены на рисунке 1:

Эмпирическая зависимость износа рабочей поверхности роликоопор от интенсивности накопления технологической пыли представлена следующей формулой:

$$Z_n = 0,1334 \cdot e^{0,0246 \cdot n_n} \quad (3)$$

где: Z_n – износ рабочей поверхности роликоопор; n_n - толщина слоя накопленной технологической пыли.

Графическое изображение результатов наблюдений и график эмпирической зависимости представлены на рисунке 2:

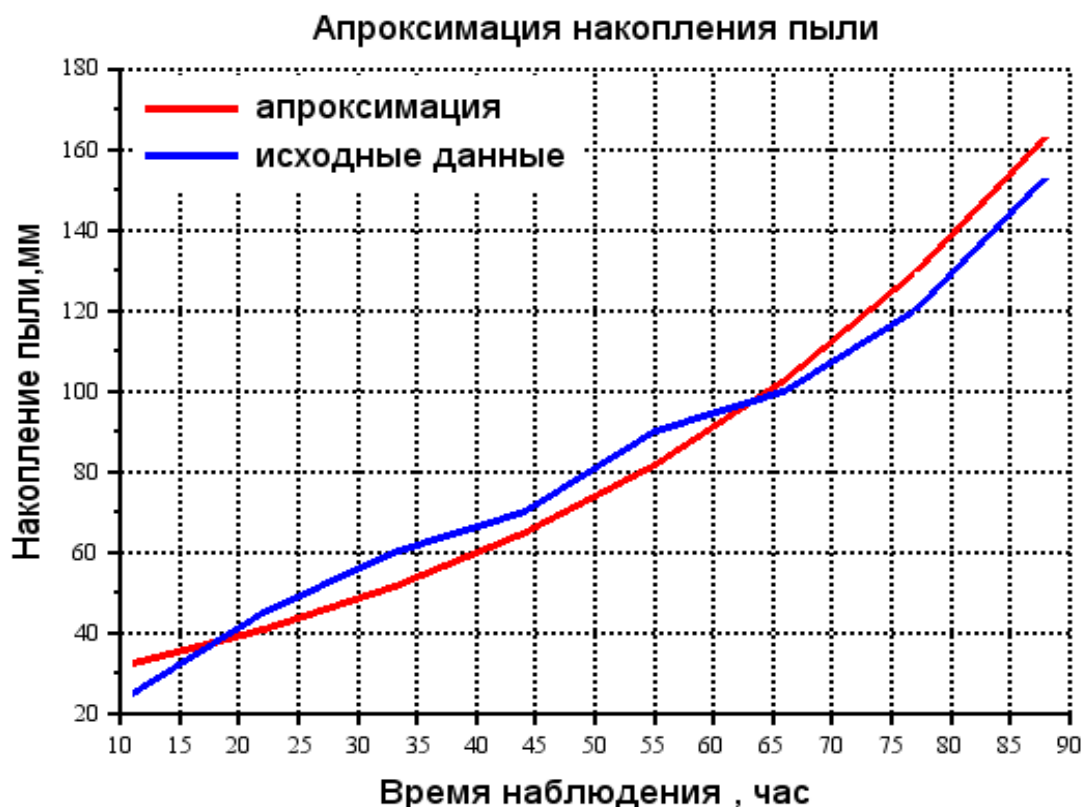


Рисунок 1. График эмпирической зависимости накопления пыли от времени

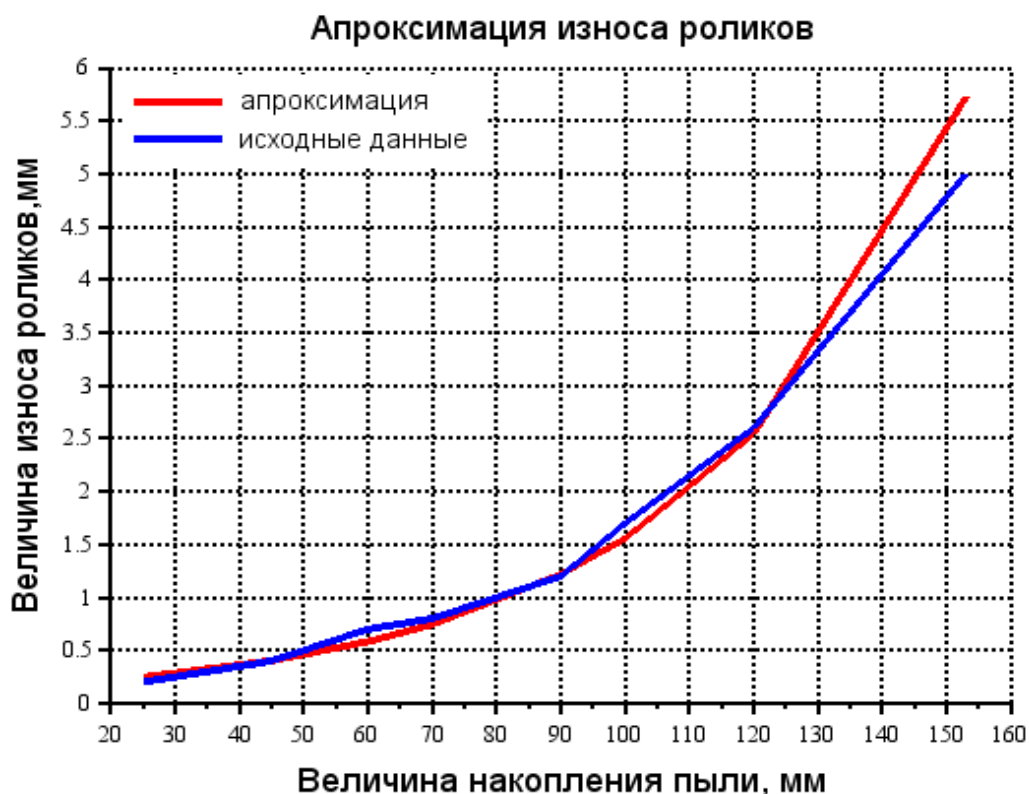


Рисунок 2. График эмпирической зависимости износа рабочей поверхности роликоопор от интенсивности накопления технологической пыли

Проведенный анализ эмпирических зависимостей износа обечайки роликоопор от воздействия пыли показал, что для достижения стабильной работы циклично-поточного транспорта в тяжелых условиях необходимы средства защиты наиболее уязвимых узлов и деталей конвейера от воздействия абразивной и агрессивной среды. Одним из методов защиты конвейерного оборудования в целом является удаление агрессивной среды с дальнейшим использованием минеральной пыли в качестве обогащенного концентрата полиметаллов.

Список использованных источников:

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. *Транспортирующие машины, Учебное пособие для машиностроительных вузов, - 3-е издание перераб. М., Машиностроение 1983- 487 с.*
2. Scilab *Решение инженерных и математических задач* Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Е. А. Рудченко Москва ALT Linux; БИНОМ. Лаборатория знаний 2008.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗ ГИДРОЦИЛИНДРА

В условиях современной промышленности актуальной задачей является повышение ресурса и ремонтпригодности гидравлических цилиндров, широко применяемых в горнодобывающей, строительной и машиностроительной отраслях. Основным элементом, определяющим работоспособность гидроцилиндра, является гильза (рисунок 1), внутреннюю поверхность которой подвергают значительным нагрузкам, абразивному износу и коррозионным воздействиям. Замена изношенных гильз сопряжена с высокими затратами, поэтому важное значение приобретают эффективные методы их восстановления.



Рисунок 1 – Гильза гидроцилиндра

Существуют различные способы восстановления внутренних поверхностей гильз:

1. Хромирование, обеспечивающее высокую износостойкость, но отличающееся высокой токсичностью и сложностью технологического процесса.

2. Газопламенное и плазменное напыление, применяемые для нанесения покрытий различного состава, однако требующие значительного последующего механического упрочнения.

3. Электроискровое легирование, формирующее локальные покрытия с повышенной твердостью, но ограниченное по производительности.

4. Гальваническое восстановление и наплавка порошковыми материалами, позволяющие достигать приемлемой адгезии, но не всегда обеспечивающие равномерную структуру покрытия по длине цилиндра.

Наиболее перспективным направлением является применение высокоскоростного напыления металла (HVOF), при котором частицы порошка ускоряются до скоростей 600 -1000 м/с и формируют плотное,

низкопористое покрытие с высокой адгезией к основе. Этот метод позволяет получать покрытия с минимальной термической деформацией гильзы и равномерной толщиной слоя. Кроме того, HVOF-напыление обеспечивает возможность нанесения композиционных покрытий на основе никеля, вольфрама и карбидов, что значительно повышает износостойкость и коррозионную стойкость внутренней поверхности.

Метод высокоскоростного напыления металла (HVOF) выгодно отличается от традиционных способов восстановления. Хромирование даёт твёрдое покрытие, но характеризуется токсичностью и малой толщиной слоя. Газопламенное и плазменное напыление вызывают значительный нагрев детали, что снижает адгезию и может привести к деформациям. Электроискровое легирование обеспечивает высокую твёрдость, но малую производительность. В отличие от этих технологий, HVOF формирует плотное, равномерное покрытие с минимальной пористостью и высокой адгезией, не вызывая перегрева и деформации детали. Это обеспечивает повышенную износостойкость, коррозионную стойкость и долговечность восстановленной поверхности.

Для успешной реализации предлагаемого метода HVOF-напыления критически важной задачей является разработка и строгое соблюдение технологической карты процесса. Технологическая схема восстановления включает несколько ключевых этапов: обязательная предварительная механическая обработка для удаления продуктов износа и дефектного слоя, активация поверхности, непосредственное нанесение покрытия и, наконец, финишная обработка. Финишная обработка, как правило, включает хонингование или шлифование, которые необходимы для достижения требуемого класса точности и низкого значения параметра шероховатости, что критично для герметичности и долговечности уплотнений гидроцилиндра. Дальнейшие исследования будут направлены на экспериментальное подтверждение оптимальных параметров процесса напыления.

Применение метода HVOF в ремонтном производстве позволит повысить срок службы гидроцилиндров на 40 – 60%, снизить затраты на замену деталей и уменьшить воздействие вредных факторов на окружающую среду.

Список использованных источников

1. Абдуллин А.Т., Сагындыков К.Б. *Современные технологии восстановления и упрочнения деталей машин.* – Алматы: КазНТУ, 2021.
2. Кузнецов В.Г., Левин А.С. *Технология напыления покрытий: теория и практика.* – М.: Машиностроение, 2020.
3. Гончаров П.Н. *Методы восстановления поверхностей деталей гидроцилиндров.* *Вестник машиностроения.* – 2022. – №4. – С. 37–43.
4. Рябцев В.И., Токарев С.А. *Высокоскоростное напыление металлов и сплавов.* – СПб.: Политехпресс, 2019.

МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Говоря о робототехнике всех отраслей, хочется отметить, что на сегодняшний день это довольно перспективное направление, без разработок которого не обходится ни одно министерство или ведомство. Не является исключением и пожарно-спасательные подразделения нашей страны. В области обеспечения безопасности различают два основных вида робототехники – стационарную и мобильную.

Особенно это важно для подразделений, работающих в зоне повышенного воздействия опасных факторов приводящих к травмированию людей и выходу из строя незащищенной пожарной и аварийно-спасательной техники. Применение робототехники позволяет повысить уровень защиты от этих опасных факторов, расширить возможности тактического маневрирования пожарно-спасательных подразделений и ориентирования на местности в условиях задымления, загазованности, воздействия тепловых потоков и других помех. Робототехника призвана заменять пожарных и спасателей и незащищенную технику в случаях, когда выполнение оперативных задач находится за пределами человеческих возможностей либо сопряжено с чрезмерной угрозой жизни и здоровью людей.

Робототехнический комплекс – это совокупность программно-алгоритмических и аппаратных решений обеспечивающих комплексную автоматизацию выполнения группы поставленных задач. Другими словами совокупность мобильных роботов и систем управления соответствующих мобильных роботов. Примером мобильного робототехнического комплекса специального назначения является Мобильный робототехнический комплекс. Мобильный робототехнический комплекс – это дистанционно управляемая без экипажная боевая единица повышенной проходимости на гусеничном ходу, предназначенная для тушения пожаров, проведения поисковых, аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Робототехническое средство – это автоматизированное самодвижущееся техническое устройство (машина) выполняющее заданные функции человека и другие действия без его непосредственного участия.

Любая создаваемая специальная техника разрабатывается под условия, в которых планируется ее применение и наделяется рядом функций, которые необходимо выполнять для достижения поставленной цели. Условия, в которых приходится применять робототехнику для тушения пожаров или ликвидации чрезвычайных ситуаций, могут зависеть

и от типа объекта, что также влияет на технологию применения робототехнических средств. Робототехнические средства классифицируются по среде применения – на наземные, воздушные (самолетные, вертолетные), подводные, подземные, по массогабаритным показателям – на лёгкие (массой до 1 000 кг), средние (массой до 20 000 кг) и тяжёлые (массой более 20 000 кг). По технологическим возможностям и выполняемым в чрезвычайных ситуациях задачам робототехника подразделяется на 2 категории:

легкого класса – для ведения разведывательных работ и выполнения отдельных технологических операций;

среднего класса – для выполнения более масштабных отдельных видов аварийно-спасательных и других неотложных работ;

При ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций условия особого риска, при которых существует реальная угроза для жизни человека-спасателя потребуются применение робототехнических средств. Наиболее вероятно эти условия возникают в результате техногенных и особенно крупномасштабных чрезвычайных ситуаций, к которым в первую очередь относятся радиационные аварии, химические аварии, аварии на взрывопожароопасных объектах. Обобщая опыт ликвидации радиационных, химических аварий и аварий на взрывопожароопасных объектах, можно выделить следующие приоритетные работы для выполнения робототехники:

Выполнение отдельных технологических операций (по типу аварийно-спасательного инструмента): выполнение демонтажно-монтажных работ, разрушение ж/б элемента (в режиме бетонолома), перекусывание металлических тросов, прутьев (арматуры), захват, подъем, разворот, перемещение и опускание груза, рыхление грунта (в режиме отбойника). На рисунке 1 показан общий вид наземных робототехнических средств предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.



Рисунок 2.8 – Общий вид наземных робототехнических средств

Список использованных источников:

Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «Огражданской защите».

Беляков, Г. И. Пожарная безопасность : учеб. пособие для вузов / Г.И. Беляков. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 143 с. - Серия : Специалист.

Приказ Министра внутренних дел Республики Казахстан от 23 июня 2017 года № 439. Технический регламент "Общие требования к пожарной безопасности".

SMART-КАСКА ТЕХНОЛОГИЯСЫ: ТАУ-КЕН ІСІНДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК
ПЕН ИННОВАЦИЯНЫҢ ЖАҢА КЕЗЕҢІ

Қазіргі заманда ғылым мен техника адам өмірінің барлық саласына еніп отыр. Әсіресе өндіріс, энергетика, медицина және ақпараттық технология салаларының бірігуі жаңа дәуірдің басталуын айқындады. Сол жаңашылдықтардың бірі — Smart-каска, яғни “ақылды каска” деп аталатын инновациялық құрылғы. Бұл технология ең алдымен адам өмірін қорғауға, қауіпсіз еңбек жағдайын қалыптастыруға, әрі денсаулықты цифрлық бақылауға бағытталған. Әсіресе тау-кен өндірісі секілді қауіпті аймақтарда жұмыс істейтін адамдар үшін мұндай құрылғылардың мәні зор. Себебі шахтада әрбір секунд маңызды, ал қауіп кез келген сәтте туындауы мүмкін. Бұрын қауіпсіздік шаралары негізінен адамның тәжірибесіне, бақылауға және физикалық белгілерге сүйенсе, бүгінде IT-медицина арқылы бәрін нақты деректермен өлшеу мүмкіндігі бар [1].

Осы тұрғыда Smart-каска технологиясы тау-кен саласына үлкен өзгеріс әкеліп отыр. Smart-каска — бұл дәстүрлі қорғаныш касканың жетілдірілген түрі. Оның ішкі бөлігіне түрлі сенсорлар, микрочиптер, қозғалыс детекторлары, биометриялық өлшеуіштер орнатылған. Бұл құрылғылар адамның физикалық жағдайын және қоршаған ортаның параметрлерін нақты уақытта өлшей алады. Ал сыртқы ортаға қатысты температура, газдың тығыздығы, ауадағы улы заттар, тіпті жарық пен шудың деңгейі сияқты деректер де автоматты түрде тіркеледі. Осы мәліметтер бір сәтте арнайы деректер базасына жіберіліп, диспетчер немесе инженер тарапынан бақыланады. Егер қандай да бір көрсеткіш қалыптан тыс болса, жүйе автоматты түрде дабыл сигналын береді [2].

Бұл — апаттың алдын алудың ең жылдам және тиімді тәсілдерінің бірі. Технологияның маңыздылығы Тау-кен саласында қауіпсіздік әрқашан бірінші орында. Кеніш ішінде ауа жетіспеушілігі, газдың жиналуы, жарықтың әлсіздігі немесе жер асты дірілі сияқты факторлар жұмысшылардың өміріне қауіп төндіреді. Мұндай жағдайда адамның өз бетімен бәрін аңғарып үлгеруі қиын. Smart-каска дәл осы мәселелерді шешеді. Ол адамға қарағанда жылдамырақ, нақтырақ әрі сенімді ақпарат береді. Бұл — IT-медицина мен өндіріс қауіпсіздігінің түйіскен тұсы. Мысалы, егер жұмысшының пульсі тым жиілеп немесе оттегі деңгейі күрт төмендесе, жүйе дереу ескерту жібереді. Диспетчер бұл ақпаратты алып, сол адамның орнын GPS арқылы анықтап, жедел көмек ұйымдастыра алады. Мұндай жағдайларда секундтың өзі өмірді сақтап қалуы мүмкін. IT-медицинамен байланысы Smart-каска — тек техника емес, ол денсаулық мониторингі ретінде қарастырылады. Бұл — IT-медицина бағытына

жататын инновация. Бір апта, бір ай, тіпті бірнеше жыл бойы жиналған ақпарат арқылы адам денсаулығының динамикасын талдауға болады. Бұл жүйе жеке медициналық картамен де байланысты болуы мүмкін. Егер жұмысшының қан қысымы жиі ауытқып тұрса немесе жүрек соғысы қалыптан тыс болса, каска оны автоматты түрде ескертіп, медициналық бөлімге хабар жібереді [3].

Осылайша, IT-медицина мен тау-кен ісі бірігіп, адамның өмір сапасын арттыруға қызмет етеді. Артықшылықтары Smart-каска технологиясының бірнеше маңызды артықшылықтары бар. Қауіпсіздікті арттырады. Әрбір жұмысшының жағдайы нақты уақыт режимінде бақыланып отырады. Төтенше жағдайдың алдын алады. Улы газ, өрт немесе ауа жетіспеушілігі сияқты қауіптер ерте анықталады. Технологияның болашағы Болашақта Smart-каска жасанды интеллект (AI) және үлкен деректер (Big Data) жүйесімен біріктіріледі. Бұл жүйе адамның денсаулығын тек бақылап қана қоймай, оның жағдайын болжай алады. Мысалы, жүйе адамның соңғы бірнеше күндегі пульс, оттегі және қимыл белсенділігін салыстырып, егер шаршау немесе стресс деңгейі жоғары болса, оны ерте ескертеді. Тағы бір бағыт — VR және AR технологияларын каскамен біріктіру. Бұл арқылы шахтер арнайы экраннан өз жұмыс аймағын нақты уақыт режимінде көре алады, қауіпті аймақтар белгіленіп көрсетіледі. Smart-каска және адам факторы Кейде адамдар технологияны енгізу адамның ролін азайтады деп ойлайды [4]. Бұл технология тек шахтерлерге ғана емес, құрылысшыларға, энергетика саласы қызметкерлеріне, тіпті әскери салада да қолдануға лайық. Smart-каска — адамның өмірін сақтауға арналған техника ғана емес, қамқорлық пен технологияның символы. Болашақта осындай жүйелердің дамуы өндіріс мәдениетін түбегейлі өзгертіп, адамның еңбегін қауіпсіз әрі тиімді етуге жол ашады. Сонымен қатар, Smart-каска технологиясы жұмысшылардың еңбек өнімділігін арттыруға, кәсіби аурулардың алдын алуға және төтенше жағдай кезінде жедел әрекет ету уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. Мұндай инновациялар еңбек қауіпсіздігін жаңа деңгейге шығарып, өндіріс орындарының жалпы тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Smart-каска — цифрландыру дәуіріндегі адам мен технологияның өзара байланысының айқын дәлелі болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. World Economic Forum. *The Future of Mining: Safety and Digital Transformation*. – Geneva, 2023. – <https://www.weforum.org/reports>
- 2 IEEE Spectrum. *Smart Helmets and AI-based Safety Systems in Industrial Environments*. – IEEE, 2024. – <https://spectrum.ieee.org>
3. International Labour Organization (ILO). *Digital Technologies for Occupational Safety and Health*. – Geneva, 2023. – <https://www.ilo.org>
4. Elsevier ScienceDirect. *Integration of Artificial Intelligence in Mining Industry Safety Systems*. – *Journal of Safety Research*, Vol. 95, 2024. – <https://www.sciencedirect.com>

БОКСИТОВЫЕ ШЛАМЫ - ОДИН ИЗ ИСТОЧНИКОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Основным сырьем для производства алюминия являются бокситы. Он наиболее распространенная в природе порода, содержащая алюминий в большом количестве и в доступной для переработки форме. В ходе металлургической переработки которых (способами Байера и спекания) выделяют глинозем.

Семьдесят процентов основные мировых запасов бокситов расположены на 5 странах: Гвинея, Австралия, Вьетнам, Бразилия и Ямайке. Казахстан по запасам бокситов среди стран мира занимает 15 место.

Бокситы представляют собой горную породу, состоящую в основном из гидроксида алюминия, оксида железа, оксида минеральных компонентов и элементов. Основными породообразующими минералами бокситов являются гиббсит, гидрогематит, бемит, диаспор и каолинит. В бокситах, кроме того, содержатся минералы железа (гематит, гидрогематит, сидерит); кремнезем в виде кварца, гидроксида (опал и др.).

Качество бокситов характеризуется двумя факторами: содержанием глинозема (Al_2O_3) и кремневым модулем (отношением по массе Al_2O_3/SiO_2). Бокситы перерабатываются по способу Байера, хорошо отработанному в промышленной практике и обеспечивающему высокие технико-экономические показатели и наименьшие затраты на защиту окружающей природной среды. Для переработки по способу Байера пригодны бокситы, содержащие 45-55 % Al_2O_3 , с кремневым модулем больше 7.

Значительное количество отходов - красных шламов, складываются в отвалы, что приводит к загрязнению окружающей среды и даже к техногенным катастрофам [1]. Переработка красных шламов с получением полезных продуктов позволит решить эти проблемы. Рециклинг и утилизация шламов экономически оправдана при применении переработке шламов экономический эффективный и рациональный технологии.

Красный шлам из-за содержания в нем железа имеет красный цвет, содержит щелочь, редкие, редкоземельные, благородные и тяжелые металлы, тем самым является актуальным и представляет интерес технологии переработки красных шламов. Они не извлекается, в основном складывается в шламо - отвалах, поэтому вопросы его рециклинга в качестве сырья, а также полной его утилизации остаются актуальными.

В результате образования отвальных шламов глиноземного производства происходят значительные потери глинозема Al_2O_3 , оксидов железа (от 20-55%), РЗЭ (Sc, Y, V, Ce, Gd, Th, Ga, Nd, La), каустической соды и другие ценные материалы. Подгруппа редкоземельных металлов (РЗМ), является

составной частью группы редких металлов, которая состоит из 17 элементов III группы периодической системы: скандия, иттрия, лантана и семейства из 14 лантаноидов – от церия до лютеция.

В настоящее время более 80% всего объема производимых РЗМ приходится на три области использования: никель-металл гидридные аккумуляторные батареи типа NiMH, постоянные магниты на основе систем Sm-Co и Nd-Fe-B и фосфоры люминесцентных ламп [2]. Шламы содержат ценные компоненты (прежде всего железо, РЗЭ, алюминий), утилизация которых экономически оправдана. Ежегодные потери с красным шламом на 1 т товарного глинозема составляют: 10-20 % глинозема боксита, 100-200 кг щелочи, около 0,5 млн. т/год железа.

В настоящее время в целях уменьшения нагрузки на природную среду и улучшения экологической обстановки учеными разработаны разнообразные инновационные способы и технологии добычи редкоземельных металлов, технологии переработки и утилизации техногенных отходов алюминиевого производства.

На сегодняшний день из техногенных сырьевых ресурсов РЗЭ возвращается лишь 1% вследствие их сильного рассеяния и трудностей при сборе отходов. В связи с этим в работе [3] подчеркивается необходимость повышения эффективности технологий извлечения РЗМ из вторичного сырья.

Имеются различные эффективные гидрохимические комплексные технологии переработки красных шламов включающий кислотные, щелочные обработки, в дальнейшем селективным выделением солей для избирательного извлечения редких и редкоземельных металлов. Они привлекательны способностью извлечь из красного шлама все содержащиеся в нем полезные компоненты. Казахстанский электролизный завод (г. Павлодар) освоил выпуск галлия высокой чистоты.

Список литературы

1. Mayes W.M. *Dispersal and Attenuation of Trace Contaminants Downstream of the Ajka Bauxite Residue (Red Mud) Depository Failure, Hungary* / W.M. Mayes, A.P. Jarvis, I.T. Burke // *Environmental Science & Technology* – 2011, V. 45, №12. – P. 5147-5155.
2. Поляков Е.Г., Сибилев А.С., *Извлечение РЗЭ из техногенного сырья* // *Цветная металлургия*. 2015, №2, с. 66-67.
3. Колобов Г.А., Павлов В.В. Мосейко, Ю.В., *Извлечение редкоземельных и радиоактивных металлов из вторичного сырья* // *Теория и практика металлургии*. 2013, №5-6, с. 110-115.
4. *Критерии возможности переработки красных шламов как техногенного сырья* / И.И.Ребрик, В.А.Утков, В.М.Сизяков и др. // *Экология и промышленность России*, ноябрь, 1998.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В условиях модернизации машиностроения Республики Казахстан особое внимание уделяется повышению эффективности и надежности станочного оборудования. Одним из перспективных направлений является использование композиционных материалов и аддитивных технологий при изготовлении элементов оборудования. Это позволяет существенно снизить массу конструкций, повысить их виброустойчивость и износостойкость, а также уменьшить затраты на производство и ремонт.

Композиционные материалы на основе полимерных и металлических матриц обеспечивают сочетание высокой прочности и низкой плотности. В частности, применение полимерных композитов, армированных углеродными или стеклянными волокнами, способствует уменьшению вибраций и повышению точности обработки. Использование металлических композиционных материалов (алюминиевых и титановых сплавов с добавками наночастиц) позволяет изготавливать детали с улучшенными механическими свойствами при сохранении технологичности.

Применение аддитивных технологий (3D-печати, селективного лазерного спекания и прямого лазерного наплавления) открывает возможность создания сложных геометрических форм деталей, которые ранее были труднодостижимы традиционными методами. Это особенно актуально при производстве корпусов, стоек и оснований станков, где требуется оптимизация массы при сохранении жесткости конструкции.

Элементы станочного оборудования, изготовленные с использованием композитов и аддитивных технологий, обладают повышенной стойкостью к динамическим нагрузкам, меньшими деформациями при нагреве и улучшенной акустической демпфирующей способностью. Использование цифровых технологий проектирования (CAD/CAE) позволяет оптимизировать структуру композита и конфигурацию печати, обеспечивая требуемые характеристики изделия. Таким образом, разработка и внедрение композиционных материалов в сочетании с аддитивными технологиями является эффективным направлением развития современного машиностроения, обеспечивающим повышение надежности, долговечности и энергоэффективности станочного оборудования.

Список использованных источников:

1. С. Н. Шапошник, Л. А. Крупник, Ю. Н. Шапошник, В. А. Портола. Пригодность инертных заполнителей для приготовления сухой или бутобетонной закладки в рудниках. Горный журнал Казахстана, 2025.
2. J. D. Verhoeven, E. D. Gibson, T. W. Ellis. Review of Deformation Processed Metal Matrix Composites. Key Engineering Materials, Vols. 104-107, pp. 483-494, 1995.

УГЛЕРОД ПОЛУЧЕННЫЙ ИЗ ГРИБНОГО МИЦЕЛИЯ, ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД И АНОДОВ НАТРИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ

Углерод, полученный из грибного мицелия, является инновационным материалом, произведенным из грибного мицелия, который привлек значительное внимание благодаря своему двойному применению в очистке воды и в качестве анодов в натрий-ионных батареях. Мицелий, вегетативная часть грибов, обладает уникальными структурными и химическими свойствами, включая большую площадь поверхности, естественную пористость и экологическую устойчивость, что делает его привлекательной альтернативой традиционным источникам углерода, полученным из ископаемого топлива или невозобновляемой биомассы. В эпоху растущей озабоченности по поводу загрязнения воды, изменения климата и ограничений хранения энергии на основе лития, углерод, полученный из грибного мицелия, становится многообещающим решением, которое объединяет экологическую реабилитацию и инновации в области чистой энергии. Производство углерода, полученного из грибного мицелия, обычно включает термические или гидротермальные методы преобразования, такие как карбонизация и активация. Эти процессы преобразуют грибную биомассу, выращенную на недорогих возобновляемых субстратах, таких как сельскохозяйственные отходы, в функциональные углеродные материалы с заданной пористостью и химическим составом поверхности. Гидротермальная карбонизация особенно эффективна для сырья с высоким содержанием влаги, позволяя получить гидроуголь с низким содержанием золы и высокой плотностью энергии.

Одно из наиболее эффективных применений этого материала - очистка воды. Углерод, полученный из грибного мицелия, служит высокоэффективным биосорбентом, способным удалять из сточных вод широкий спектр загрязняющих веществ, включая тяжелые металлы, такие как свинец и кадмий а также органические загрязнители, такие как красители, фармацевтические препараты и промышленные химикаты. Его сложная пористая сеть обеспечивает обильные активные участки для адсорбции, в то время как естественное легирование гетероатомами, в частности азотом из грибных белков, усиливает сродство связывания с токсичными ионами. Эта способность используется в системах микофилтрации, которые используют врожденные фильтрационные способности грибных сетей для очистки воды как путем физического просеивания, так и биохимического преобразования. В отличие от

традиционных методов очистки, основанных на использовании синтетических смол или энергоемких процессов, микофилтрация предлагает недорогую, биоразлагаемую и экологически гармоничную альтернативу, особенно ценную в сельских районах или в условиях ограниченных ресурсов. Помимо восстановления окружающей среды, углерод, полученный из грибного мицелия, демонстрирует исключительные перспективы в области хранения энергии, в частности в качестве анодного материала для натрий-ионных батарей. Поскольку мир ищет альтернативы литий-ионной технологии в связи с дефицитом лития, геополитическими ограничениями и высокой стоимостью, то натрий-ионные батареи стали жизнеспособным и масштабируемым вариантом. Стоит начать изучать выбор штаммов, инженерии субстратов и модификации после синтеза, такие как легирование элементами или образование композитов, с целью точной настройки свойств материалов для конкретных применений. Также провести оценки жизненного цикла и технико-экономические анализы для оценки масштабируемости и коммерческой жизнеспособности. Первые результаты будут указывать на большой потенциал для интеграции в существующую инфраструктуру водоочистки и линии по производству аккумуляторов, особенно в связи с тем, что глобальная политика стимулирует использование экологически чистых материалов и углеродно-нейтральных технологий. В заключение, углерод, полученный из грибного мицелия, представляет собой слияние биологии, материаловедения и устойчивого развития. Превращая простые грибные сети в высокоэффективные функциональные материалы, которые решают две из самых актуальных проблем нашего века, доступ к чистой воде и хранение возобновляемой энергии. Биоинспирированный материал имеет потенциал стать краеугольным камнем революции в области зеленых технологий, доказывая, что иногда самые передовые решения рождаются из самой земли.

Список использованных источников:

- *Seeing the Signs: A Visual Guide to Healthy Mycelium* [Электрон ресурс].
URL:<https://petitchampi.com/en-us/blogs/news/seeing-the-signs-a-visual-guide-to-healthy-mycelium?srltid=AfmBOooqSbMWIaQNzFXwvmOO4H0IPIiJeZOxt1lkvDQUGkJodIZWOn2>
(дата обращения: 30.10.2025)
- *Biomass-derived carbons and their modification techniques in electrochemical capacitive deionization desalination* [Электрон ресурс]. URL:<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/su/d5su00439j> (дата обращения: 31.10.2025)
- *Current state and future prospects of pure mycelium materials* [Электрон ресурс].
URL:<https://fungalbiolbiotech.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40694-021-00128-1>
(дата обращения: 02.11.2025)
- *Mycelium-based composites: An updated comprehensive overview* [Электрон ресурс].
URL:<https://renewable-carbon.eu/news/fungal-mycelium-as-the-basis-for-sustainable-products/>
(дата обращения: 02.11.2025)

ОПТИМИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ GNSS-СИСТЕМ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

В целях повышения точности и эффективности ведения горнотехнических и планировочных работ на угольном разрезе были проведены испытания по внедрению системы спутникового позиционирования GNSS Trimble на горной технике.

Испытания выполнялись в условиях реального производственного цикла. Целью испытаний являлась оценка влияния внедрения GNSS-навигации на точность разработки уступов и соблюдение проектных отметок.

На экскаватор HITACHI EX3600 №30 было установлено специализированное оборудование Trimble Earthworks, включающее:

- двухчастотный GNSS-приёмник с точностью позиционирования ± 2 см по высоте и ± 1 см в плане;
- антенну, закреплённую на крыше кабины экскаватора в центральной оси машины;
- полевой контроллер (Trimble TD520), установленный в кабине машиниста и подключённый к бортовой сети (12 В).

Система обеспечивала постоянный приём спутниковых сигналов GPS/GLONASS и в режиме RTK (Real Time Kinematic) передавала поправки для высокоточного позиционирования рабочего органа (ковша).

Работы проводились на участке вскрышного уступа с проектным горизонтом +420,0 м.

- Участок ПК10с+20 — ПК11с разрабатывался без применения GNSS.
- Участок ПК11с — ПК11с+50 — с использованием системы точного позиционирования.

Результаты исполнительной съёмки:

Показатель	Без GNSS	С применением GNSS
Расхождение фактических отметок от проектных	0,3 – 1,8 м	0,0 – 0,3 м
Среднее отклонение	$\pm 0,95$ м	$\pm 0,15$ м
Время корректировки забоя	18 мин	5 мин
Количество переработанной породы сверх нормы	~6%	<1%

Результаты исполнительной съёмкой представлены на рисунке 1

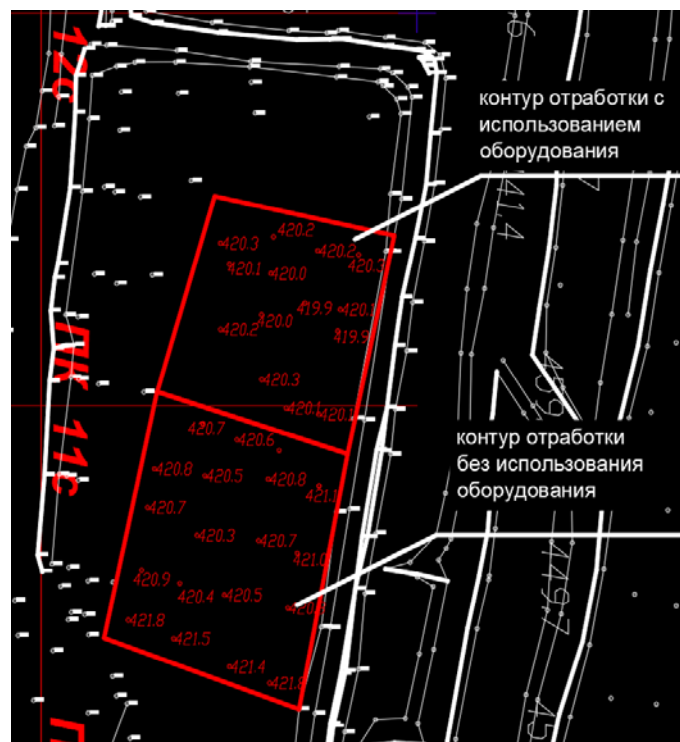


Рисунок 1 – Исполнительная съемка вскрышного уступа

Применение системы позволило добиться повышения точности планирования на 80–90%.

Для обеспечения точного формирования технологического съезда с отметки +390,0 м на +411,0 м (по трассе ПКЗс+37 – ПК6с+7) на бульдозер была установлена аналогичная GNSS-система Trimble Earthworks. Антенна установлена на крыше кабины, а контроллер – в зоне обзора оператора.

Результаты работ:

Система работала в режиме 3D-модели проекта, загруженной через USB-интерфейс;

- Бульдозер производил планировку съезда с автоматическим контролем высоты отвала в реальном времени;

- После завершения работ проведена исполнительная съёмка в результате которой получили расхождение проектных отметок от фактических составило от +0,7м до -0,3м.

Внедрение GNSS-технологий в систему управления горной техникой является эффективным инструментом оптимизации производства, обеспечивающим точное выполнение проектных отметок и повышение экономической эффективности горных работ.

Список использованных источников:

1. Акт исполнительной съёмки ОПИ ТОО ИП «Борусан Макина Казахстан» после установки ГНСС оборудования на горную технику

КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА СПЛАВОВ

Повышение эффективности и качества производственных процессов как правило основывается на применении новых научных знаний. Эта зависимость актуальна и для горно-металлургического сектора промышленности. Увеличение объема руды, добываемой из месторождений, диктует необходимость повышения качества и надежности используемого оборудования. Повышение эксплуатационной надежности и производительности машин и механизмов достигается применением металлических деталей с высоким диапазоном физико-механических свойств. Износостойкость является важным параметром материала деталей, определяющим эффективность работы оборудования в условиях ударно-абразивного износа.

Значительная часть деталей, используемых при производстве машин и механизмов для горно-металлургического сектора, изготавливается методом литья. Однако отливки имеют такие дефекты, как усадочные полости, пористость и грубая микроструктура, которые приводят к снижению свойств. Из-за дефектов отливки исследователи проводят большой объем научных исследований, направленных на изучение эволюции микроструктуры отливки с целью улучшения ее механических характеристик.

Установлено, что за последнее десятилетие был проведен ряд научных исследований по улучшению механических свойств путем добавления в расплав различных ультрадисперсных частиц металлов разного химического состава. В качестве примера исследованы микроструктура и механические свойства Al-5Mg сплава, модифицированного частицами Sc [1]. Эффект измельчения зерна был достигнут путем увеличения содержания модификатора Sc с 0 до 0,5 мас.% и уменьшения среднего размера зерна с 52,6 мкм до 2,4 мкм соответственно. Основными механизмами упрочнения сплавов Al-Mg-Sc были упрочнение границ зерен, упрочнение второй фазы и упрочнение дислокации. Предел прочности при растяжении, предел текучести и твердость сплава были увеличены по мере увеличения содержания Sc от 0 до 0,5 мас.%. Также применение редкоземельных элементов (РЗЭ) в качестве измельчителей зерна хорошо известно в технологии получения алюминиевых сплавов для автомобильной промышленности [2]. Сплав Al-2,4%Cu-0,4%Mg и сплав Al-7,5%Si-0,35%Mg получали плавлением каждого сплава в печи сопротивления. Расплавы выливали в предварительно нагретую металлическую форму. В качестве модификатора использовали стронций (Sr), а в качестве измельчителя зерна добавляли борид титана (TiB₂). Результаты исследования показали, что Sr привел к измельчению зерна примерно на 30

~ 40% из-за механизма переохлаждения, в то время как добавление TiB₂ привело к измельчению зерна примерно на 90% из-за механизма гетерогенного нуклеирования. Добавление Sr и TiB₂ увеличивало прочность сплава примерно на 10 ~ 15% при испытании на растяжение при комнатной температуре.

В соответствии с современными концепциями затвердевания литых заготовок значительные резервы для повышения качества металлопродукции закладываются на стадии перехода от жидкой фазы к твердой.

Это связано с тем, что на данном этапе формируются качество будущих изделий, уровень физико-механических свойств и эксплуатационные характеристики. С этой точки зрения весьма перспективным представляется применение методов принудительного перемешивания жидкой фазы при затвердевании, обеспечивающих контроль процессов массообмена и теплообмена [3]. Благодаря простоте технической реализации, низким энергозатратам и высокой производительности (возможность переработки большого объема расплава) метод вибрационной обработки, обеспечивающий направленное и контролируемое смешивание потоков жидкости и содержащихся в них частиц твердой фазы, представляет особый интерес для управления процессом формирования литых изделий в процессе затвердевания [4]. Результаты исследований [5] показали, что для AlSi9 сплава, который, очевидно, имеет связь между характеристиками затвердевания и ростом дендритов, ультразвуковая вибрация влияла на затвердевание путем разрушения растущих α (Al)-дендритов, тем самым улучшая микроструктуру затвердевания. Ультразвуковая вибрация может улучшить текучесть AlSi18 сплава за счет снижения гидравлического сопротивления расплава.

Представляет интерес изучить совместное комплексное воздействие в виде модифицирования и внешнего воздействия на процесс затвердевания металлических сплавов и их механические свойства.

Список использованных источников:

1. Y. Bowei, L.Wenyue, L.Xin, Y. Dalong, G. Minqiang, Microstructure and Tensile Property Tailoring of Al–5Mg (wt%) Alloy Combined with Continuous Rheo-Extrusion and Sc Modification. *Metals*. 15(1), 54 (2025) <https://doi.org/10.3390/met15010054>
2. W.D. Herbert, E. Shima, S. Ehab, M.S. Agnes, H.S. Fawzy, The Influence of Rare Earth Metals on the Microstructure and Mechanical Properties of 220 and 356.1 Alloys for Automotive Industry. *Materials*. 18(5), 941 (2025) <https://doi.org/10.3390/ma18050941>
3. J. Campbell, Effects of vibration during solidification. *Int. Met. Rev.* 2, 71-108 (1981) <https://doi.org/10.1179/imtr.1981.26.1.71>
4. J. Deshpande, The Effect of Mechanical Mold Vibration on the Characteristics of Aluminum Alloys. Master's Thesis, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, UK (2006)
5. L. An, W. Zhiming, S. Zhiping, Effect of Ultrasonic Vibration on Microstructure and Fluidity of Aluminum Alloy. *Materials*. 16(11), 4110 (2023) <https://doi.org/10.3390/ma16114110>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОПАСНЫХ ЗОН ПО ПРОРЫВАМ ВОДЫ И ГАЗОВ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА

Обеспечение промышленной безопасности подземных горных работ в сложных гидрогеологических условиях является одной из приоритетных задач современной горнодобывающей отрасли Казахстана. На руднике «Жомарт», расположенном в Карагандинской области, ведутся работы в условиях развитой трещиноватости и наличия водоносных горизонтов с высоким напором, что создаёт опасность внезапных прорывов подземных вод и выбросов ядовитых или горючих газов.

Прорыв подземных вод – это внезапное поступление воды в горные выработки, сопровождающееся риском затопления, разрушения оборудования и угрозой жизни персонала. Определение опасных зон основано на комплексном анализе гидрогеологических и геомеханических факторов: развитости трещиноватости, тектонических нарушений, фильтрационных свойств пород и величины гидростатического напора. В опасные категории включают: зоны трещиноватости и дробления, зоны тектонических разломов, карстовые и водообильные участки массива. Параметры опасности определяются по коэффициентам фильтрации, дебиту водопритоков, мощности водоносных горизонтов и коэффициенту надёжности расчётов. Эти данные уточняются геофизическими и лабораторными методами, а также численным моделированием фильтрационных потоков (методы конечных элементов и конечных разностей).

Регулирование безопасности ведения горных работ осуществляется в соответствии с Приказом МИИР РК №352 (2014 г.) «Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы» [1] и Инструкцией ВНИИМИ [2] по определению границ зон, опасных по прорывам воды. Эти документы требуют обязательного гидрогеологического мониторинга, разработки проектов защиты выработок, определения границ опасных зон и обеспечения персонала мерами защиты.

Методика определения границ опасных зон по прорывам воды и газов базируется на комплексном использовании геологических, гидрогеологических, геофизических и инженерных методов. Основные этапы включают: сбор и анализ геологических данных; определение характеристик водоносных горизонтов и трещиноватости массива; проведение электроразведки, георадиолокации и сейсмоакустических исследований; численное моделирование фильтрационных потоков с

учётом анизотропии массива; построение границ опасных зон с использованием коэффициентов запаса. Безопасность обеспечивается оставлением барьерных целиков, размеры которых рассчитываются по формулам В.Д. Слесарева [3] с учётом гидростатического давления, физико-механических свойств пород и структурного ослабления массива. При повышенной проницаемости пород проводится цементация и тампонаж водоопасных участков.

На объекте выделены три категории опасных зон: высокой, средней и потенциальной опасности. Для рудника рекомендованы интеграция геофизических и гидродинамических данных в единую систему мониторинга, применение гидропрослушивания и 3D моделирования фильтрационных потоков (MODFLOW, Rocscience), ежегодное обновление карт гидрогеологической опасности и создание системы предупреждения аварий с использованием автоматизированных датчиков уровня подземных вод.

Для предотвращения газодинамических явлений применяются комплексные методы прогнозирования: локальный и текущий прогноз по структуре массива и скорости газовыделения из шпуров; геофизические и сейсмоакустические методы; электрометрический, магнитный, радиоволновой и тепловой контроль состояния массива; метод акустической эмиссии и активной сейсмоакустики с аппаратурой АК-1. Эти методы обеспечивают оперативный контроль напряжённо-деформированного состояния массива и позволяют снизить риск внезапных выбросов.

Комплексный подход к прогнозированию прорывов воды и газов включает гидрогеологический мониторинг, геофизические и лабораторные исследования, численное моделирование и применение нормативных требований. Реализация методики позволит снизить вероятность аварийных ситуаций, повысить устойчивость горных выработок и минимизировать экологические и экономические последствия.

Список использованных источников:

1. Инструкции по определению границ зон, опасных по прорывам воды в подготовительные горные выработки / Ю.С. Осипенко, А.Т. Усатюк, М.В. Рижских. Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушения месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу, Белгород, 1986 г. 25 стр.
2. Приказ МИР РК от 30 декабря 2014 года № 352 «Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы»
3. Слесарев В.Д. Определение оптимальных размеров целиков различного назначения. Углетехиздат, Москва, 1948 г., 195 стр.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ И ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ЦИФРОВОЙ ПРОРЫВ В РАЗВЕДКЕ И МОНИТОРИНГЕ

Современная горнодобывающая отрасль вступает в новую эру, когда технологии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) становятся ключевыми инструментами повышения безопасности, эффективности и устойчивости [1]. Традиционные методы геодезии и топографической съёмки требуют нахождения персонала в опасных зонах и значительных затрат времени. В ответ на эти вызовы компании переходят к цифровым решениям: дроны и мультиспектральные съёмки позволяют быстро и точно получать данные о карьерах, откосах, запасах и инфраструктуре.

Примером глобального внедрения служит компания Rio Tinto: на её месторождении Gudai-Darri в Западной Австралии [2] внедрена система «Drone-in-a-Box», которая выполняет регулярные миссии по 3D-съёмке карьера, инспекциям стенок и поствзрывным обследованиям [3]. Использование около 200 дронов и до 2 000 полётов в месяц обеспечивает непрерывное обновление данных и снижает риск работы людей в опасных зонах. Аналогично, на карьере ВНР (проект Olympic Dam в Южной Австралии [4])

Алгоритм применения дронов и систем дистанционного зондирования (ДЗЗ) в горной промышленности включает несколько последовательных этапов.

На первом этапе осуществляется планирование миссии — специалисты определяют границы участка, параметры полёта (высоту, траекторию, перекрытие снимков) и выбирают тип сенсоров: оптические камеры, лидар (LiDAR), тепловизор или мультиспектральные датчики.

На втором этапе происходит автоматизированный полёт дрона по заранее загруженному маршруту с использованием GPS/GNSS-навигации и инерциальных датчиков. Во время полёта дрон выполняет аэрофотосъёмку или лазерное сканирование поверхности, собирая пространственные данные с высокой точностью [1].

Далее следует этап обработки данных, где специализированное программное обеспечение (Pix4D, Agisoft Metashape, DroneDeploy, DJI Terra и др.) выполняет ортотрансформацию и фотограмметрическую обработку, создавая цифровую модель рельефа (DTM), цифровую модель поверхности (DSM) или облако точек.

На четвёртом этапе происходит геопривязка и анализ информации в геоинформационных системах (ArcGIS, QGIS), где данные сопоставляются

с геологическими картами, горными планами и другими слоями. Это позволяет рассчитывать объёмы вскрышных пород, выявлять деформации откосов, отслеживать границы отвалов и оценивать эффективность буровзрывных работ.

Заключительный этап — интеграция результатов в корпоративные системы планирования (например, ERP или системы цифрового двойника), где данные используются для принятия управленческих решений, планирования и мониторинга производственных процессов.

В Казахстане конкретным примером является месторождение Бозшаколь компании KAZ Minerals [5]. По официальной информации, дроны на этом объекте используются для автоматизации съёмочных работ, доступа к труднодоступным участкам карьера, контроля складов и хвостохранилища, мониторинга откосов и трасс линий электропередач.

Технологии дронов и дистанционного зондирования стали серьёзным драйвером цифровой трансформации горной отрасли не только на глобальном уровне, но и в Казахстане. Они способствуют повышению безопасности, ускорению процессов и снижению затрат, обеспечивая более прозрачное и оперативное управление ресурсами и активами. Реальные примеры Rio Tinto, BHP и KAZ Minerals подтверждают, что эти технологии уже работают — следующим шагом станет их массовое внедрение и интеграция в стратегию устойчивого развития горнодобывающих компаний.

Список литературы:

Deloitte Insights. *Tracking the Trends 2024: The Top 10 Issues Transforming the Future of Mining*. — Deloitte, 2024.

Rio Tinto. “Finding Better Ways: Drone Operations at Gudai-Darri Mine.” LinkedIn Official Post, 2024. https://www.linkedin.com/posts/rio-tinto_findingbetterways-drone-activity-7330055825379524610-WJ9Z

RocketDNA. “XBot Deployment to Rio Tinto Gudai-Darri Mine Site.” RocketDNA Case Study, 2024. <https://www.rocketdna.com/au/case-studies/xbot-deployment-to-rio-tinto-gudai-darri-mine-site>

National Drones Australia. “Olympic Dam Mine Survey — BHP.” Case Study, 2023. <https://nationaldrones.com.au/case-study/olympic-dam-survey/>

KAZ Minerals. “Drones at Bozshakol Mine.” Official News Release, 2021. <https://www.kazminerals.com/en/repository/news-container/news/2021/drones-at-bozshakol/>

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАРЬЕРНЫХ УСТУПОВ, БОРТОВ КАРЬЕРА НА ДЖЕТЫГАРИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

На сегодняшний день, углубление горных работ и переход к разработке глубокозалегающих сложно структурных руд, также вовлечение в добычу оставшихся запасов требуют ведения достаточно частых, а в некоторых случаях непрерывных измерений (мониторинга).

Разработка месторождений открытым способом всегда сопровождается комплексом маркшейдерского мониторинга состояния откосов уступов, бортов карьеров и отвалов для обеспечения их устойчивости, своевременного предупреждения развития деформаций и корректировки углов откосов в зависимости от изменяющейся горно-геологической ситуации и, в конечном итоге, обеспечения безопасности и эффективности ведения открытых горных работ [1].

Краткая характеристика

Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста

Джетыгаринское месторождение хризотил-асбеста находится в Костанайской области, в 5 км на юго-восток от г. Житикары (Рис.1).



Рисунок 1. Обзорная карта района Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста

Современные и инновационные технологии на Джетыгаринском месторождении. Наземные интерферометрические радары

Существует два метода радарной интерферометрии: спутниковая и наземная. Целью мониторинга с помощью радиолокационных данных является своевременное выявление смещений и деформаций земной поверхности и сооружений на основе регулярного получения информации об исследуемом объекте дистанционными методами [2].

Главным преимуществом технологии является возможность непрерывного мониторинга в режиме реального времени, независимо от времени суток, освещенности и погодных условий, без необходимости установки отражателей или маркеров на контролируемой поверхности.

Опытно-промышленные испытания

В данном исследовании была изучена возможность интеграции автоматизированного мониторинга в режиме реального времени с применением радарной интерферометрии для наблюдений за сдвижением горных пород на Джетыгаринском месторождении.

На поверхности карьерного поля были установлена радиолокационная система CHCNAV PS-SAR2000 (рис.2). Ширина зоны сканирования составляла 1,5 км, что обеспечивало полное покрытие сканируемого борта.



Рисунок 2

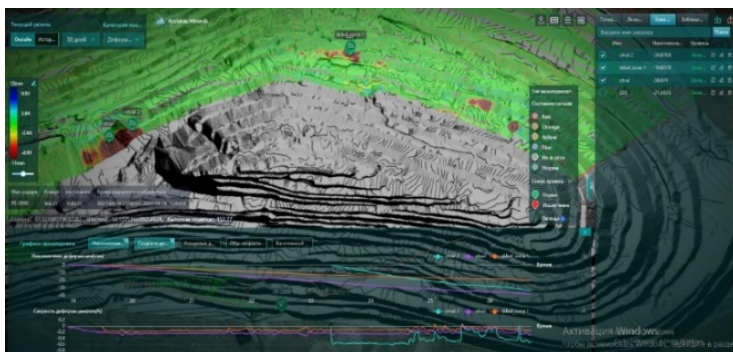


Рисунок 3

В ходе тестирования были выделены несколько зон для мониторинга (рис.3), что позволило провести детальный анализ данных и оценить состояние каждого участка. Графики деформации и скорости полученные в ходе тестирования, демонстрируют четкую корреляцию и высокую детализацию данных, что является ключевым показателем эффективности георадаров в условиях мониторинга геотехнических параметров бортов карьера.

Использование современных технологий с интеграцией данных всех систем дает полную картину геомеханической ситуации в карьерном поле, позволит выявить опасные тенденции развития деформационных процессов и своевременно разработать мероприятия по безопасному ведению горных работ.

Список использованных источников:

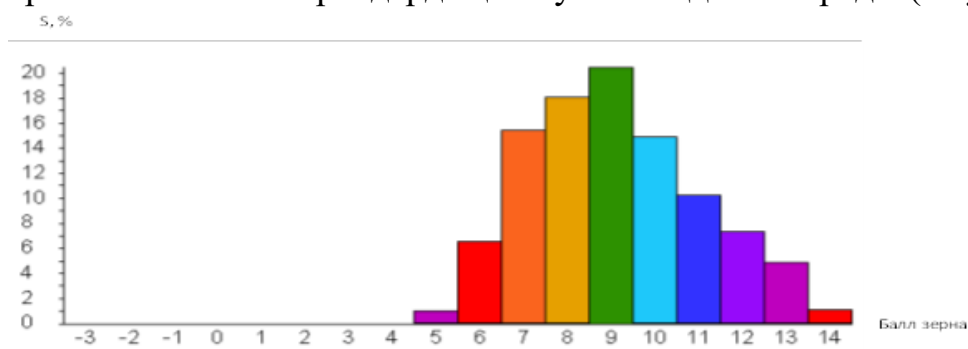
1. Ожигина С.Б. Мониторинг состояния устойчивости карьерных откосов / С.Б. Ожигина, А.Д. Сашурин, С.Г. Ожигин, Д.С. Ожигин, Д.А. Кулыгин // Интерэкспо гео-сибирь – №2 – 2016. – С. 161–166.
2. Тимофеева Ю.В., Суксова С.А., Усольцева Л.А. Контроль устойчивости бортов карьера с помощью радиолокаторов MSR // Вестник Евразийской науки, 2020 №4, <https://esj.today/PDF/68NZVN420.pdf>

СУЛЬФИДТІ МЫС ҚҰРАМДЫ ШИКІЗАТТЫ (КОЛЧЕДАНДЫ-МЫС-МЫРЫШТЫ, МЫС-ҚОРҒАСЫНДЫ) ҰЖЫМДЫҚ-ТАҢДАМАЛЫ БАЙЫТУДЫҢ РЕЖИМІН ҚҰРУ

Қазіргі уақытта флотацияның реагенттік режимін қалыптастыру байыту үрдісінің технологиялық көрсеткішін жоғарлататын негізгі әдістердің бірі болып табылады, соның ішінде, пирит жинағыштарына қатысты пириттен мыс пен мырыш минералдарын флотациялық бөлу барысында селективтілерді іздестіруді атап өткен жөн. Ұжымдық-таңдамалы, реагенттік режимдерді қалыптастырудың негізгі бағыты - жинағыштардың қатынасын қолдану. Сондықтан, түсті металдардың колчеданды кендері үшін жинағыштар қатынасын таңдау бағыты өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Оның шешімі колчеданды мыс-мырышты кендерді тиімді өңдеуге және металл шығымын төмендетуге мүмкіндік береді [26].

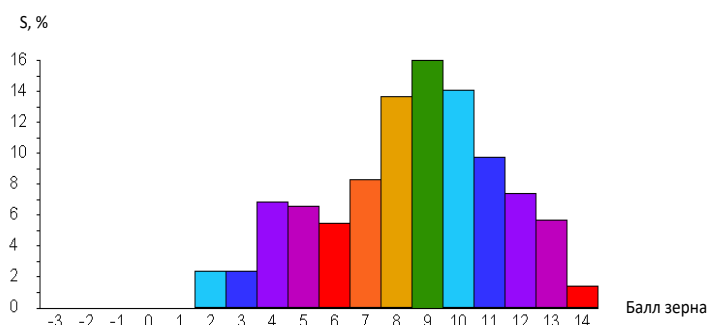
Берілген жұмыста флотация үрдісі арқылы зерттеу объектісі ретінде Ақбастау және Аяқ-Қоджан кен орындарынан алынған кен үлгілері қолданылды.

Кен үлгілерінің фракциондық сараптама нәтижесіне сәйкес, Ақбастау кен орнының кен үлгісінің негізгі бөлігін (7-21%) 0,015-0,0056 мм ірілік көрсеткіштегі бөлігі құрайды. Бұл Протодьяконов шкаласы бойынша 8-12 интервалындағы, 0,062 мм максималды іріліктегі, карбонат типіне сәйкес келетін колчеданды мыс-қорғасынды кеннің беріктігіне сәйкес келеді. Құрамында ірі көлемді кен бөлігінің болмауы кремнезем және басқа да жоғары беріктілікке ие минералдардың болуын жоққа шығарады (1 сурет).



1 сурет Ақбастау кен орнының кен үлгісінің фракциондық құрамын зерттеу нәтижелері

Аяқ-Қоджан кен орнының кен үлгісінің фракциондық сараптама нәтижесіне сәйкес, негізгі бөлігін (6-18%) 0,0039-0,0024 мм ірілік көрсеткіштегі бөлігі құрайды. Бұл Протодьяконов шкаласы бойынша 9-12 интервалындағы, 0,062 мм максималды іріліктегі, колчеданды мыс-қорғасынды кеннің беріктігіне сәйкес келеді. Құрамында ірі көлемде темір кені бар екені анықталды (2 сурет).



2 сурет Аяқ-Қоджан кен орнының кен үлгісінің фракциондық құрамын зерттеу нәтижелері

Кендерді ұжымдық байыту үрдісінде негізгі назар аудартатын ерекшелік - реагент пен минералдың химиялық байланысы, технологиялық үрдістің көрсеткіштерінде болып табылады.

Осылайша, зерттеу жұмыстардың нәтижесінде кендер үшін «ТАФ-7», «М-ТФ311» және «АФИ-4» маркалы жаңа жинағыштар, стандартты ретінде бутил ксантогенты анықталды. Мыс-мырыш-пиритті кендер флотациясы үшін таңдамалы режимі дайындалды.

Коллективті мыс-мырышты флотация үрдісін жүргізгеннен кейін мырышты концентрат тікелей кенді флотация мырыш концентратынан мырыштың елеулі бөлігін бөледі. Осылайша, ұжымдық мыс-мырышты концентратты бөлудегі технологиялық үрдістер саны мен пульпаға артылған жүк азаяды, яғни айналымдағы мырыш шығынын төмендетіп, соңында жалпы флотациялық үрдісті қысқартуға мүмкіндік береді. Қалдықтардағы мыс пен мырыштың жоғалуын қысқартады [31].

Осы жұмыстың нәтижелерін талқылай отырып, келесідей қорытынды жасауға болады: көпіршікті флотациялау нәтижесінде, «ТАФ-7», «М-ТФ311» және «АФИ-4» маркалы жинағыштар, бутил ксантогенатымен салыстырғанда біршама аз дәрежеде пиритті флотациялайтыны анықталды, бұл жаңа реагенттік режимді қолдану экономикалық тұрғыдан тиімді.

Пайдаланаған әдебиеттер тізімі:

1. Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., Калугин С.Н., Семушкина Л.В., Калдыбаева Ж.А. Способ переработки полиметаллической медно-свинцово-цинковой руды // Инновационный патент РК № 21101 от 15.04.2009, бюл. № 4.-С.51.
2. Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н. К., Семушкина Л.В., Калиева Р.С., Турысбеков Д.К., Калдыбаева Ж.А. Применение нового флотореагента тетрагидропиранового ряда во флотации полиметаллических сульфидных руд // Труды VII Конгресса обогащателей стран СНГ.- Москва, 2-4 марта 2009.- 2 с.
3. Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., Турысбеков Д.К., Семушкина Л.В., Калиева Р.С., Шаутенов М.Р., Нурахметова Г.Б. Разделение коллективного медно-свинцового концентрата с новым модификатором - катализатором окисления // Горный журнал Казахстана, 2008.-№ 8.- С. 9-13.
4. Кушечкова А.К., Калугин С.Н., Абилов Ж., Омирбек Н., Тусупбаев Н.К., Семушкина Л.В., Калиева Р.С. Новые поверхностно-активные вещества тетрагидропиранового ряда // Труды Республиканской научно-практической конференции молодых ученых «Инновационное развитие и востребованность науки в современном Казахстане».- Алматы, 14 декабря 2007. - Сборник статей, часть 4, химические науки.- С. 203-206.
5. Рахимбаев Д.Е., Семушкина Л.В., Калиева Р.С., Тусупбаев Н.К., Омирзак М.Т., Бектурганова Н.Е. Влияние флотореагентов на флотационные параметры минералов // Материалы II Международного конгресса студентов и молодых ученых «Мир науки». Казахстанские химические дни. – Алматы, 2008.- С.67.

ДАЯРЛАУ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ТӨБЕ ЖЫНЫСТАРЫН КОНТУРДАН ТЫС БЕКІТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Тау-кен қазбаларын бекіту және қолдау көмірді жерасты өндірудің тиімділігін айқындайтын басты құрамдас бөліктердің бірі болып табылады. Шахталарда дайындық қазбаларын жүргізу кезіндегі тиімді және қауіпсіз жұмыс шарттарының бірі бекіту материалдарының ең аз шығыны кезінде олардың орнықтылық контурларын қамтамасыз ету болып табылады. Арнайы қолданудың ауыр бейіндерінен (аркалық бекітпе) жасалған бекітпелер тау-кен алқабының едәуір кернеулі жай-күйі жағдайында қоршаған жыныстардың тау-кен алқабымен бастапқы өзара іс-қимылының болмауынан қазбаларды қажетті орнықтылықты және жөндеусіз қолдауды қамтамасыз етпейді. Оларды тұрғызу еңбекті қажетсінетін процесс болып табылады. Бекітпелердің материал сыйымдылығы үңгілеудің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін төмендетеді және қазбаларды жүргізу қарқынын тежейді.

Негізгі жыныстар массивінің геомеханикалық күйін басқару және қазбаларды анкерлік бекіту жүйесі мен технологиясын пайдалану кезінде игерудің тау-кен техникалық жағдайларына байланысты олардың оңтайлы параметрлерін белгілеу негізінде белсенді бекітумен тау-кен қазбаларының прогрессивті технологиялық схемаларын жасау бекітудің негізделген паспорттарын қолдануға және оларды жүргізуге және кейіннен ұстауға жұмсалатын шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді контур маңындағы жыныстармен өзара іс-қимыл схемасын жасау үшін массивтің техногендік кернеулі-деформацияланған күйін пайдалану және бекітілетін жыныстардың сапасын, тау-кен жұмыстарын жүргізудің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға ықпал етеді [1].

Көмір кен орындарын игеру жағдайларын талдау пайдалану шығындарының едәуір бөлігін тау-кен қазбаларының орнықтылығын қамтамасыз етуге байланысты шығындар құрайтынын көрсетеді. Қазбалардың жай-күйін едәуір жақсарту қоршаған жыныстардың орнықтылығын арттыруға бағытталған шығынды тәсілдер мен құралдарды әзірлеу есебінен қамтамасыз етілуі мүмкін.

Серпімді емес деформациялар аймағының пайда болуы ондағы кернеулердің төмендеуімен жүреді. Мұндай төмен кернеу аймағы тірек құрылымы ретінде жұмыс істейді, массивтегі серпімді емес

деформациялардың таралуына қарсы күштер жүйесіне бекітпемен бірге қатысады. Бұл жағдайда бекіткіш серпімді емес аймақтың жыныстары үшін тірек болып табылады. Әрине, бекіткіштің реакциясы (оның жүк көтергіштігі) және тау жыныстарының беріктігі неғұрлым көп болса, серпімді емес деформация аймағының өлшемдері және өндіріс тізбегінің орын ауыстыру шамасы соғұрлым аз болады [2].

Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында салыстырмалы түрде 14% -ға дейін ұзартылатын А-3 класты арматуралық болаттың мерзімді бейінінен жасалған анкерлер қолданылады.

Бекіткіш пен тау жыныстарының бірлескен теориясымен ашылатын анкерлік бекітпе мен сүйемелденетін жыныстардың өзара іс-қимыл тетігін қарау, анкерлік бекітпе қатты бола отырып, шатыр жыныстарының серпімді емес ығысу процесінің жылдамдығын шектей алатынын көрсетеді [2].

Анкерлер орнатылғаннан кейінгі бірінші сәтте олардың тау жыныстарына қысымы бастапқы кернеумен анықталады. Содан кейін тау-кен қысымының күштерінің әсерінен бекітпенің реактивтілігі артады және анкер металдың серпімді созылуы және ұңғымадағы құлыптың сырғуы нәтижесінде қазбаға қарай жылжиды, ал оның контуры сысады. Ығысу кезінде жыныстардың кернеулі күйі төмендейді, ал анкерлердің жүктемені қабылдау қабілеті ұлғаяды.

Бұл үдеріс бекітпе-жыныс жүйесінде тепе-теңдік басталғанға дейін, яғни анкерлердің реактивтік кедергісі оларға әсер ететін тау қысымының күштеріне тең болғанға дейін дамиды болады.

Бұл сондай-ақ жыныстардың көтергіш қабілетін арттырады. Анкерлік бекітпенің арқасында жыныс қабаттарының сырғуы төмендейді.

Анкерлік бекітпенің көмегімен қазба төбесіндегі жыныстардың жекелеген қабаттарының өзара іс-қимылы қамтамасыз етіледі. Бұл кернеудің төмендеу аймағындағы жыныстардың жекелеген қабаттарын анкерлермен тартады, сол арқылы осы қабаттарда тік созылулар мен қысылулардың әсерін болдырмайды және төбенің көтергіш қабілетін қамтамасыз етеді.

Қарағанды көмір бассейнінде тау-кен қазбаларын жүргізу тәжірибесінде қазбалардың даму схемасы мен пайдалану мақсатына байланысты қазбалардың контурлары бойынша контур маңындағы жыныстарды бекітудің әртүрлі технологиялық схемалары қолданылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Зубов В.П. Повышение эффективности разработки свит сближенных пластов на перспективных шахтах Кузбасса/ Зубов В.П., Фёдоров А.С., Бостанджиев Д.С. // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в 21 веке. Том 2. Горный информационный бюллетень. М.: Издательство «Горная книга», 2017.-с. 42-49.
2. Zubov V.P., Nikiforov A.V. Features of Development of Superimposed Coal Seams in Zones of Disjunctive Geological Disturbances. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 5 (2017) pp. 765- © Research India Publications. <http://www.ripublication.com> 765.

КӨМІР ШАХТАЛАРЫНЫҢ ТАЗАРТУ КЕНЖАРЛАРЫНДАҒЫ ТҰРАҚСЫЗ ТӨБЕНІ НЫҒАЙТУ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАЛАУ

Жарылған тұрақсыз көміртекті алқаптар жағдайында шахталарды тазарту және тау-кен дайындау кенжарларынан көмір өндіру тау-кен жұмысшыларының жарақаттану қаупімен ұштасады. Төбе жыныстарының құлауы, көмірді сығу және төгу кезінде тазарту кенжарларының ритақты жұмысы бұзылады, өндіру азаяды, қазбаларды үңгілеу қарқыны төмендейді, көмірдің сапасы нашарлайды. Тау жыныстарының шығарылуын болдырмаудың механикалық тәсілдерін мәжбүрлеп қолдану және штангалық бекіткіштерді орнату, торларды төсеу және басқа шараларды қолдану арқылы жетекші қазбаларды бекітуді ұстап тұру материалдардың қосымша шығындарын талап етеді және тау-кен жұмысшыларының жарақаттану қаупімен байланысты еңбекті қажет ететін жұмыстармен байланысты [1, 2].

Күмбездерді толтырудың және көмір массивін синтетикалық шайырлармен нығайтудың оң тәжірибесіне қарамастан, нығайту технологиясының параметрлерін таңдау әлі жеткілікті негізделмеген [3].

Нығайтылатын объектілердің тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық ерекшеліктері бойынша әдіс мынадай жағдайларда қолданылады: тектоникалық бұзылулары бар учаскелерді кесіп өту кезінде; төбесі әлсіз тұрақсыз жыныс қабаттарынан тұратын қуаты ауытқуы бар қабаттар кезінде; жыныстары ұсақ қабатты құрылымы бар және әртүрлі жарықтар жүйесімен бұзылған учаскелерді кесіп өту кезінде.

Тау жыныстары массивін нығайту үшін ең маңызы зор материал полиуретанды шайырлар болып табылады. Жоғары ену қабілетіне ие, нығыздаушы құрам оны жоғары қысыммен айдау кезінде массивтегі барлық жарықтардың 90-95% -ын толтырады. Қатайған полиуретан қалдық иілгіштікке ие, бұл қатайтылатын массивтің бұзылмай деформациялануына және тау қысымының жүктемесіне шыдауға мүмкіндік береді. Көбіктеніп (1:4 қатынасында), полиуретан массив блоктары арасындағы байланысты арттырып, оның төзімділік қасиеттерін жақсартады.

Тазалау жұмыстарының тиімділігі мен қауіпсіздігін айқындайтын тау жыныстарының негізгі технологиялық қасиеттерінің бірі олардың орнықтылығы болып табылады. Орнықтылығы бойынша төбе жыныстары төрт түрге бөлінеді [4].

3 және 4 типті төбелер кезінде тазалау жұмыстарын жүргізу едәуір дәрежеде төбенің тұрақсыз жыныстарының төгілуіне байланысты күрделенеді. Бұл өз кезегінде тоқтап тұруға, қосымша еңбек шығындарына, еңбек өнімділігінің төмендеуіне, еңбек жағдайлары мен қауіпсіздігінің нашарлауына алып келеді. Мұндай жағдайларда тазарту қазбаларын бекітудің дәстүрлі түрлерін қолдану жеткіліксіз болып табылады.

Төбе тұрақсыз және өте тұрақсыз болғанда жыныстардың құлауын болдырмау бойынша арнайы шаралар қолдану ұсынылады: көмірмен бірге тұрақсыз қабаттарды алу; төбені тақтаймен немесе металл тормен тарту; комбайнды қармау енін азайту; механикаландырылған бекітпенің бастапқы бұзылуын басқару; механикаландырылған бекітпені шатыр тіреуішімен және онымен жанасуды жоғалтпай жылжыту; көмірдің қорғаныш қорабын қалдыру; химиялық ерітінділерді айдау; анкерлеу.

Аталған тәсілдерді лаваның барлық ұзындығы бойынша үнемі қолданылатын профилактикалық және лаваның жекелеген учаскелерінде құлау салдарын болдырмау және жою үшін қолданылатын авариялық тәсілдерге бөлуге болады.

Едәуір тұрақсыз төбе және 0,1 м дейін құлап қалған жыныстар кесектерінің ірілігі кезінде төменде көрсетілген тәсілдер қолданылады.

Құлаған жыныстар кесектерінің төбесі мен ірілігі 0,1-0,3 м тұрақсыз болғанда әлсіз жыныстардың механикалық беріктігін арттыруға, бұзылған жыныстарды байланыстыларға айналдыруға және жыныстар массивінің салыстырмалы тығыздығын арттыруға қол жеткізуге мүмкіндік беретін химиялық айдауды қолдану ұсынылады.

Қазіргі уақытта тұрақсыз жыныстарды нығайту үшін бекітуші құрамдардың көп саны әзірленді. Карбомидті, фенолды, фенолформальдегидті, акрил, полиэфирлі және эпоксидті шайырлар, полиуретанды және органо-минералды қосылыстар, магнезиалды және цементті тұтқырлықтар негізіндегі құрамдар жеткілікті түрде кеңінен қолданылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Zubov V.P., Smychnik A.D. Reducing the risks of potash mines flooding in case of groundwater breakthroughs into mine workings. Notes of the Mining Institute, V.215, 2015. - P. 29-37.
2. Demin V.F., Nemova N.A., Demina T.V., Karataev A.D. Deformation of host rocks around mine workings depending on influencing factors. Scientific Bulletin of NSU (Dnepropetrovsk, Ukraine), Scientific and Technical Journal of the National Mining University, No. 4 (148), 2015. – p. 35–38.
3. Демин В.Ф., Developing technological schemes of driving workings with controlled resistance of contours/ Батырханова А.Т., Томилов А.Н., Жумабекова А.Е., Абеков У.Е.// Журнал «Научный вестник Национального горного университета», Украина, г. Днепр, № 3, 2019.- с. 22-28. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-3/2>
4. Diomin V.F., Khalikova E.R., Diomina T.V., Zhurov V.V. Studying coal seam bedding tectonic breach impact on supporting parameters of mine workings with roof bolting // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2019. – №5. – P. 16-21. <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-5/5>

АШЫҚ ТАУ КЕН ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ КӨЛІК ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ БІРЛЕСКЕН ӘСЕРІН БАҒАЛАУ

Пайдалы қазбалар кен орындарын ашық игеру кезінде ресурстарды көп қажет ететін буындардың бірі тау-кен массасын кенжардан өңдеу және сақтау пункттеріне дейін тасымалдау болып табылады. Жеке карьерлерде өндірудің жалпы құнындағы көлік операцияларының үлесі 50-60% құрайды, сондықтан мансаптық көлік жұмысының тиімділігін арттыру маңызды ғылыми-практикалық міндет болып қала береді.

Көлік жүйелерінің жұмысының тиімділігі көптеген факторлармен анықталады, олардың арасында табиғи және техногендік факторлар маңызды. Табиғи факторлар техника жұмысының сыртқы жағдайларын қалыптастырады және жолдардың физикалық-механикалық қасиеттерін анықтайды, ал техногендік факторлар техникалық құралдардың, еңбекті ұйымдастырудың және технологиялық тәртіп деңгейінің жай-күйін көрсетеді. Бұл факторлардың бірлескен әсері күрделі және әдетте сызықтық емес, бұл өнімділікті болжауды және жүк ағынын жоспарлауды қиындатады.

Ғылыми жарияланымдарды талдау көлік жүйелерінің тиімділігін бағалаудың қолданыстағы әдістемелерінің көпшілігі техногендік параметрлерді — Жабдықтың техникалық дайындығын, маршруттар схемасын, тиеу және түсіру режимдерін есепке алуға негізделгенін көрсетеді. Сонымен қатар, табиғи жағдайлар көбінесе сыртқы, өзгермейтін немесе шамалы деп саналады. Алайда, өндірістік бақылаулардың нәтижелері ауа-райының күрт өзгеруі кезінде (қарқынды жауын-шашын, төмен температура, жол төсемінің еруі және қатуы) көлік жүйелерінің өнімділігі 20-40% төмендеуі мүмкін екенін көрсетеді. Бұл табиғи және техногендік факторлардың бірлескен әсерін кешенді талдау қажеттілігін көрсетеді.

Осы зерттеудің мақсаты ашық тау-кен жұмыстарының көлік жүйелерінің өнімділігіне табиғи және техногендік факторлардың әсерін анықтау және сандық бағалау, сондай-ақ жүк ағыны көлемінде неғұрлым елеулі өзгерістер тудыратын факторлардың тән комбинацияларын анықтау болып табылады.

Зерттеу ірі темір рудалы карьердің мысалында жүргізілді, онда тау-кен массасын тасымалдау жүк көтергіштігі 90-130 тонна болатын автосамосвалдармен жүзеге асырылады. талдау үшін автопарктің жұмыс көрсеткіштерін, метеорологиялық параметрлерді және карьер жолдарының

сипаттамаларын қамтитын үш жылдық кезеңдегі өндірістік мониторинг деректері пайдаланылды.

Негізгі табиғи факторлар:

- ауаның орташа тәуліктік температурасы t , °C;
- жауын-шашын мөлшері R , мм/тәулік;
- жол төсемінің ылғалдылығы W , %;
- жыл мезгілі, S .

Негізгі техногендік факторлар:

- автопарктың техникалық дайындық коэффициенті, K_t ;
- жол жабынының жай-күйі (балдық шкала бойынша), K_d ;
- қозғалыс қарқындылығы (техника бірлігіне рейстер), N_r ;
- орташа қозғалыс жылдамдығы, V_s .

Талдау үшін корреляциялық-регрессиялық талдау, кластерлеу және сценарийлерді модельдеу әдістері қолданылды. Алдымен өнімділіктің әр факторға тәуелділігі бағаланды, содан кейін олардың жиынтық әсері зерттелді. Қорытынды модель келесідей:

$$Q = a_0 + a_1T + a_2R + a_3W + a_4K_t + a_5K_d + a_6N_r + a_7(T \times K_t) + a_8(W \times K_d) + \varepsilon,$$

мұндағы Q - орташа ауысымдық өнімділік (т/ауысым), a_i - регрессия коэффициенттері, ε - кездейсоқ қате.

Біртекті жағдайлардың аймақтарын бөлу үшін кластерлік талдау әдісі қолданылды, бұл жұмыс кезеңдерін факторлардың ұқсас мәндері бойынша топтарға біріктіруге мүмкіндік берді. Бұл өнімділіктің жеке факторларға ғана емес, олардың комбинацияларына да тәуелділік сипатын анықтауға мүмкіндік берді.

Жүргізілген талдау көрсеткендей, өнімділіктің ең үлкен төмендеуі жол төсемінің жоғары ылғалдылығы (15-18% - дан астам) және флоттың төмен техникалық дайындығы (0,85-тен аз) үйлескен кезде байқалады. Мұндай жағдайларда тасымалданатын тау массасының массасы орташа жылдық мәндерге қатысты 22-27% - ға азаяды.

Төмен температурада (-20 °C-тан төмен) өнімділік 10-15% төмендейді, бұл қозғалыс циклдарының ұзақтығының артуына, қозғалтқыштардың қыздыру уақытының ұлғаюына және техникалық ақаулардың жоғарылауына байланысты. Сонымен қатар, қозғалыс қарқындылығы бір ауысымда бір көлікке 6 рейстен жоғары болған кезде тиеу-түсіру тоқтап қалуының өсуі байқалады, бұл да тиімділікті төмендетеді.

Табиғи және техногендік факторлардың бірлескен әсері сызықтық емес және компенсаторлық сипатқа ие. Сонымен, жоғары техникалық дайындықпен және жолдардың жақсы жағдайымен қолайсыз метеожағдайлардың әсері ішінара тегістеледі, ал техникалық жағдайы қанағаттанарлықсыз болса, тіпті шамалы жауын-шашын немесе температураның төмендеуі өнімділіктің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

Зерттеу нәтижелері көлік жүйелерінің тиімділігін арттырудың келесі бағыттарын ұсынуға мүмкіндік береді:

- ауа райы болжамын және техниканың жай-күйін ескеретін рейстерді бейімдеп жоспарлауды енгізу;

- факторлардың әсерін жедел бағалау және маршруттарды түзету үшін телеметрия жүйелерін пайдалану;

- ылғал мен аязға төзімді материалдарды қолдану арқылы жол төсемінің сапасын арттыру;

- температура мен жауын-шашынның маусымдық ауытқуларына байланысты автопаркке қызмет көрсету кестесін оңтайландыру;

- әртүрлі климаттық жағдайларда жұмыс сценарийлерін қалыптастыру үшін өндірісті басқару жүйелеріне болжау модельдерін интеграциялау.

Табиғи және техногендік факторларды есепке алудың кешенді тәсілін енгізу тасымалдау көлемін жоспарлау дәлдігін арттыруға және пайдалану шығындарын 10-12% - ға дейін қысқартуға мүмкіндік береді.

Өнімділіктің факторлар жиынтығына тәуелділігінің дамыған моделі олардың үлестерін сандық бағалауға және сыртқы жағдайлар өзгерген кезде көлік жүйесінің әрекетін болжауға мүмкіндік береді. Бұл табиғи-техникалық ортаның өзгерістеріне жедел жауап беруге қабілетті жүк ағындарын басқарудың адаптивті жүйелерін әзірлеуге негіз жасайды.

Әдебиеттер тізімі:

1. Алексеев А.А., Копылов В.В. Ашық тау-кен жұмыстарының көлік жүйелерінің өнімділігін талдау // тау-кен журналы. – 2022. – № 10. – 34-39 б.
2. Бояркин А.С., Григорьев И.П. климаттық факторлардың мансаптық көліктің тиімділігіне әсері // жоғары оқу орындарының жаңалықтары. Тау журналы. – 2021. – № 4. - Б. 56-63.
3. Кузнецов С.В., Петров В.Н. табиғи жағдайлар өзгерген кезде көлік жүйелерінің өнімділігін модельдеу // тау-кен өнеркәсібі. – 2023. – № 2. - 42-49 Б.
4. Kuznetsov S., Petrov V. Modeling of haulage productivity under varying climatic conditions // Mining Science and Technology. – 2023. – Vol. 33(2). – P. 77–84.

Такибаева А.Т. (Караганда, КарТУ имени А. Сагинова)
Демец О.В. (Караганда, КарТУ имени А. Сагинова)
Бахтыбаев Н.Б. (Караганда, ТОО «Mining Research Group»)

«ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ФОСФОРИТОВ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ «ГЕРЕС» И «КОК-ДЖОН»

Фосфоритовые руды являются важнейшим источником фосфора — элемента, необходимого для производства минеральных удобрений, кормовых добавок и различных химических продуктов. Однако значительная часть природных фосфоритов отличается низким содержанием основного полезного компонента — фосфата кальция — и присутствием примесей, что затрудняет их прямое использование в промышленности. В связи с этим особое значение приобретают процессы, направленные на повышение эффективности извлечения фосфора из минерального сырья.

Этот метод позволяет избирательно растворять полезные минералы, переводя их в раствор, при минимальном воздействии на окружающую среду. Выбор реагента, температура, время выщелачивания и соотношение жидкой и твердой фаз — ключевые параметры, определяющие эффективность процесса.

Изучение процессов выщелачивания полезных компонентов из фосфоритовых руд имеет не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку способствует разработке ресурсосберегающих технологий получения фосфорсодержащих продуктов. Совершенствование этих технологий позволяет рационально использовать минеральное сырьё, снизить объем отходов и повысить экономическую эффективность переработки.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Провести анализ минерального и химического состава исследуемых фосфоритовых руд.
2. Рассмотреть основные физико-химические принципы процесса выщелачивания.
3. Изучить влияние различных факторов (температуры, концентрации реагента, времени, соотношения твёрдой и жидкой фаз) на степень извлечения фосфора.
4. Определить оптимальные условия проведения выщелачивания, обеспечивающие максимальный выход полезных компонентов.
5. Оценить экологические и экономические аспекты применения метода выщелачивания при переработке фосфоритового сырья.

Фосфор необходим растениям для обмена веществ, фотосинтеза и дыхания. Он стимулирует развитие корневой системы, способствует цветению, завязыванию плодов и созреванию урожая. Симптомы дефицита включают замедленный рост, мелкие листья и появление фиолетового или пурпурного оттенка на нижних листьях, особенно в холодную погоду. Для восполнения фосфора применяют фосфорные удобрения, которые следует вносить в почву, где располагается основная масса корней.

Фосфоритовые руды месторождений в Республике Казахстан представляют собой значительный ресурс фосфора, необходимого для производства удобрений и других химических продуктов.

В условиях глобального роста потребности в фосфоре — ключевом элементе для сельского хозяйства, пищевой промышленности и биотехнологий — разработка эффективных методов извлечения фосфора из фосфоритов приобретает стратегическое значение. Традиционные технологии переработки фосфоритного сырья сопряжены с высокими энергетическими затратами и экологическими рисками, что требует поиска более устойчивых и экономически целесообразных решений.

В последние годы широкую популярность получают технологии скважинного и кучного выщелачивания. Выщелачивание фосфоритов представляет собой перспективное направление, позволяющее:

- Повысить извлекаемость фосфора из бедных и труднообогатимых руд;
- Снизить экологическую нагрузку за счёт отказа от высокотемпературных процессов;
- Использовать биовыщелачивание и инновационные реагенты для минимизации токсичности;
- Применять технологии подземного и кучного выщелачивания для оптимизации затрат и расширения ресурсной базы.

Кроме того, выщелачивание открывает возможности для переработки техногенных отходов и хвостов, что соответствует принципам циркулярной экономики и устойчивого развития.

Список использованных источников:

1. Скачков В.М. «Технология спекания фосфорита с КОН». Теоретические основы химической технологии. — статья, посвящена спеканию и последующему выщелачиванию фосфоритового сырья. [Eco-Vector Journals Portal](#)
2. Исследование процесса обогащения и регенерации фосфоритов азотной кислотой и этиловым спиртом. Монография. publishing.logos-science.com
3. Т. Нурмуратов, А.У. Эркаев, З.К. Таиров, Б.Х. Кучаров. «Реологические свойства соляно- и азотнокислотных пульп, образующихся при переработке фосфоритов Центральных Кызылкумов». Узбекский химический журнал. uzchemj.uz
4. Статья «Выщелачивание фосфорного шлака азотной кислотой» (журнал «Металлургия») — рассматривается извлечение РЗМ, кальция, алюминия, железа из фосфорного шлака.

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА
МАНИПУЛЯТОРА С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ

Формализованное описание рабочего пространства трёхстепенного манипулятора — это математическое представление области, в пределах которой может находиться (достигаться) рабочий орган манипулятора при всех допустимых комбинациях его обобщённых координат (угловых или линейных перемещений звеньев).

Рабочее пространство манипулятора — это совокупность всех точек, которых может достичь его рабочий орган (схват или инструмент) при заданных конструктивных размерах звеньев и допустимых углах поворота суставов. Иными словами, это область в пространстве, где манипулятор способен выполнять рабочие операции, не нарушая своих механических ограничений.

Рабочее пространство зависит от:

- длины звеньев (геометрии манипулятора);
- диапазонов изменения углов поворота каждого звена;
- взаимного расположения осей вращения;
- механических и конструктивных ограничений.

Построение рабочего пространства производится пошагово, начиная с первого звена:

1. Первое звено вращается вокруг вертикальной оси, описывая цилиндрическую поверхность.

2. Второе звено, соединённое с первым, добавляет сферический или тороидальный объём в зависимости от длины звена и угла поворота.

3. Третье звено расширяет рабочую зону, формируя замкнутую трёхмерную область, границы которой зависят от максимального вылета и угловых ограничений.

Если визуализировать процесс, то рабочее пространство трёхстепенного вращательного манипулятора имеет приближённую форму тора (бублика) или сферического сегмента, в зависимости от конфигурации осей.

Кинематическая схема рабочего пространства шарнирного манипуляционного робота с тремя степенями свободы представлена на рисунке 1. В данной кинематической схеме положения манипуляционного робота по степеням подвижности обозначаются обобщёнными координатами q_1 , q_2 , q_3 .

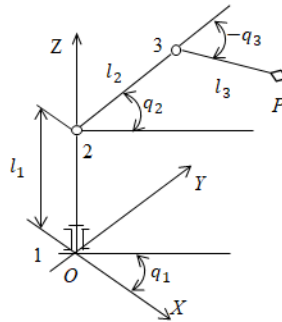


Рисунок 1 – Кинематическая схема робота-манипулятора с тремя степенями вращательного движения.

Робот-манипулятор с тремя степенями вращательного движения в первую очередь строит графическое изображение рабочего пространства для изучения зависимости обобщенных координат от граничных значений по степеням (рис.2). Далее необходимо определить граничные поверхности.

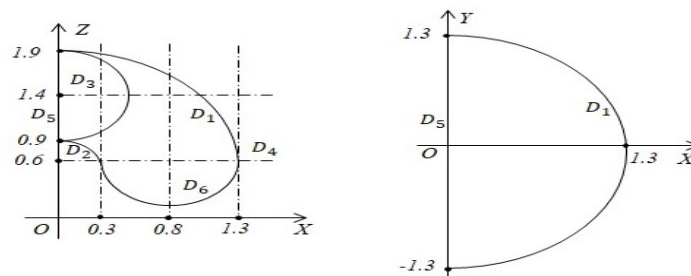


Рисунок 2 – Графические изображения проекций рабочего пространства на плоскости OXZ и OXY.

Таким образом, рабочее пространство трёхстепенного манипулятора представляет собой трёхмерную область, формируемую комбинацией вращений звеньев вокруг своих осей. Изучение и построение рабочего пространства является ключевым этапом при проектировании и программировании манипуляторов, поскольку оно обеспечивает точное понимание возможностей робота и оптимизацию его рабочего процесса.

Список использованных источников:

1. Козлов В. В., Макарычев В. П., Тимофеев А. В., Юревич Е. И. Динамика управления роботами. – М.: Наука, 1984. – 336 с.
2. Гольдфарб В. И., Румянцев А. А. Механика и управление манипуляционных систем. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 412 с.
3. Ким В. В., Солодовников С. Ю. Основы робототехники: кинематика, динамика, управление. – СПб.: Питер, 2019. – 352 с.
4. Чекалов В. И. Кинематика и динамика промышленных роботов. – М.: Академия, 2017. – 287 с.

КАРБОНАТТЫ ҚАБАТТАРДАҒЫ МҰНАЙДЫ ЕКІНШІЛІК ЖӘНЕ ҮШІНШІЛІК АЛУ ӘДІСТЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

Мұнай-газ саласының қазіргі даму кезеңі қабаттардың мұнай қайтарым коэффициентін арттыру қажеттілігімен сипатталады, әсіресе әлемдік мұнай қорының шамамен 40%-ын құрайтын карбонатты коллекторларда. Мұндай коллекторлардан мұнай өндіру олардың күрделі геологиялық-физикалық табиғатына байланысты қиындық тудырады — жоғары анизотропия, жарылымдылық, төмен өткізгіштік және негізінен мұнайсіңіргіш кеуек беттерінің болуы. Бұл дәстүрлі игеру әдістерінің тиімділігін төмендетіп, мұнай алудың жетілдірілген технологияларын енгізуді талап етеді.

Карбонатты коллекторлар жарылымды-кеуекті құрылымымен, екінші реттік қуыстар мен каверналардың болуымен, минералдардың ерігіштігімен және сүзілудің күрделі процестерімен ерекшеленеді. Бұл ерекшеліктер ығыстыру агенттерін айдау кезінде қиындықтар туғызып, мұнайдың біркелкі ығыстырылмауына әкеледі. Сондықтан игеру процестерін тиімді басқару үшін мұнайды екіншілік және үшіншілік алу әдістерін (Enhanced Oil Recovery – EOR) қолдану қажет.

Екіншілік алу әдістері қабат қысымын сақтау үшін су немесе газ айдау арқылы жүзеге асырылады. Ең кең таралғаны – су айдау әдісі, мұнда айдалған су мұнайды кеуек кеңістігінен өндіруші ұңғымаларға қарай ығыстырады. Алайда карбонатты коллекторлардағы жарықшақтылық пен мұнайсіңіргіш беттер судың ерте өтіміне әкеліп, әдістің тиімділігін шектейді. Газ айдау бағытының ішінде көмірқышқыл газын (CO_2) пайдалану ерекше назарда. Бұл әдіс мұнайдың қозғалысын арттырып, тұтқырлығын азайтады және оны қолжетімсіз аймақтардан қосымша шығарады. Карбонатты қабаттарда CO_2 айдау айтарлықтай нәтиже береді, бірақ оның тиімділігі газдың таралуын дәл модельдеу мен бақылауға тәуелді.

Үшіншілік алу әдістері (EOR) қалдық мұнайды қосымша алу үшін химиялық, термиялық және микробиологиялық әсерлерді қолдануға негізделген.

Ең тиімді технологиялардың қатарына полимерлі су айдау және сілті-беттік-активті зат-полимерлі (ASP) жүйелер жатады. Полимерлі айдау судың тұтқырлығын арттырып, ығыстыру фронтын тегістейді және су шығымын азайтады. ASP құрамдары беттік керілу күшін азайтып, қабаттың қамтылу тиімділігін арттырады.

АҚШ, Сауд Арабиясы және Оман сияқты елдерде үшіншілік әдістер мұнай қайтарым коэффициентін 20–35%-ға дейін арттыруға мүмкіндік береді.

Қазақстанда осындай технологиялар Каспий маңы ойпаты кен орындарында зертханалық және сынамалық деңгейде енгізілуде.

Салыстырмалы талдау нәтижесі:

- екіншілік әдістер мұнай қайтарымын 5–20%-ға арттырады,
- үшіншілік әдістер (ASP, CO₂ айдау, полимерлі ығыстыру) – 35%-ға дейін арттыруы мүмкін.

Әр әдістің тиімділігі коллектордың геологиялық құрылысына, термобарлық жағдайларға, мұнай қасиеттеріне және инженерлік модельдеудің сапасына байланысты.

Болашағы бар бағыттардың бірі – су мен газ айдауды химиялық технологиялармен біріктіру, сондай-ақ сандық модельдеу құралдарын (ECLIPSE, Petrel, tNavigator) қолдану. Бұл жүйелер жарықшақтылық пен кеуектілікті, қабаттың әртектілігін ескеріп, ығыстыру агенттерінің қозғалысын болжауға және процесті дәл басқаруға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, карбонатты қабаттардан мұнай алу тиімділігін арттыру кешенді тәсілді талап етеді: ғылыми модельдеу, зертханалық сынақтар және инновациялық технологияларды қолдану. Үшіншілік мұнай алу әдістерін цифрлық шешімдермен біріктіріп енгізу – Қазақстан үшін мұнай-газ саласының тұрақты дамуы мен пісіп жетілген кен орындарынан көмірсутектер өндіру көлемін арттырудың басым бағыты болып табылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Ахметов, Т. А. Мұнай және газ кен орындарын игеру. – Алматы: Білім, 2019. – 420 б.
2. Токтамысов, Н. Б. Мұнай өндірудің жетілдірілген әдістері. – Атырау: Каспий университеті баспасы, 2020. – 312 б.
3. Гиматудинов, Ш. К. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. – М.: Недра, 2018. – 480 с.
4. Ляпков, В. А., Хасанов, А. Ф. Повышение нефтеотдачи пластов: современные методы и технологии. – СПб.: Недра, 2021. – 356 с.
5. Thomas, S. Enhanced Oil Recovery – An Overview. Oil & Gas Science and Technology, 2008, Vol. 63, No. 1, pp. 9–19.

ЖЕЗҚАЗҒАН ОЙПАТЫНЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНІҢ ІЗДЕУ ҰҢҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР КЕШЕНІН ТАЛДАУ

Зерттелетін аумақ Ұлытау облысының Ұлытау ауданында орналасқан. Зерттелетін аумақтың оңтүстік бөлігінде барлау желілері мен нүктелерінен шамамен 2 км қашықтықта Теректі станциясы орналасқан; оңтүстікке қарай 3 км Борсеңгір ауылы орналасқан. Ауданның рельефі – ұсақ шоқылар мен бөлшектелген аласа таулардың үйлесімдігі, тік, көбінесе жартасты беткейлері жалпақ, бойлық, жұмсақ толқынды аңғарлармен бөлінген. Алаңның климаты құрғақ және континентті. Аумақтың өсімдіктері далалық және шөлейтті. Ауданның гидрографиялық желісі Қара-Кеңгір өзенінің су жинайтын қоймасына тиесілі, ол бүкіл алаңнан су жинайды [1].

Зерттелетін аумақта іздеу ұңғымаларында электрокаротаж, магниттік қабылдағыштық каротажы (МҚК), туындаған поляризация каротажы (ПК), электродтық потенциалдар әдісі (ЭПӨ), гамма-каротаж (ГК), кавернометрия (КМ), сондай-ақ зарядталған электр денесінің әдісі (ЗЭӘ) кіретін геофизикалық зерттеулер кешені жүргізілді [2].

Геофизикалық зерттеулер геологиялық құрылымды нақтылау, ұңғымалардың бөлінуін литологиялық бөлшектеу, кен денелерін (кен орындарын) анықтау, олардың морфологиясы мен құрылымын бағалау мақсатында жүргізілді.

Геофизикалық деректерді интерпретациялау тау жыныстарының физикалық қасиеттерін көрсететін олардың ауытқуларының қарқындылығы бойынша каротаждық қисықтар кешені бойынша жүргізілді.

Электр каротажын жүргізу кезінде ұңғыма оқпаны бойынша тау жыныстарының айқын меншікті кедергісін тіркеу 1:200 тереңдік масштабында А0,95М0,1N табан асты градиент-зондымен жүргізілді. Градиент-зонд қисығы бойынша қабаттарды бөлшектеу үшін мыналар басшылыққа алынды: жоғары омдық қабаттың табаны қарсылық қисығында максимуммен, жабын минимуммен белгіленді.

Гамма-каротаж тау жыныстарының табиғи радиобелсенділігін NaJ(Tl) кристалы бар ұңғыма радиометрін қолдану арқылы өлшеуден тұрады. ГК қисықтары бойынша гамма-белсенділігі жоғарылаған қабаттардың шекаралары келесідей анықталды: қабаттың табаны биік өрдің ортасында, ал жабын – белсенділіктің күрт төмендеуінің ортасында байқалды.

Магниттік қабылдағыштық каротажына сәйкес зондты қоршап тұрған тау жыныстарының магниттік қабылдағыштығының шамасы анықталды.

Туындаған поляризацияның каротажы жердегі қайталама электр өрістерін зерттеуге негізделген. Туындаған поляризация құбылысы төмен

жиілікті электр өрісінде (0-100 Гц) қатты және сұйық заттардан тұратын әртекті (гетерогенді) ортада ғана байқалады.

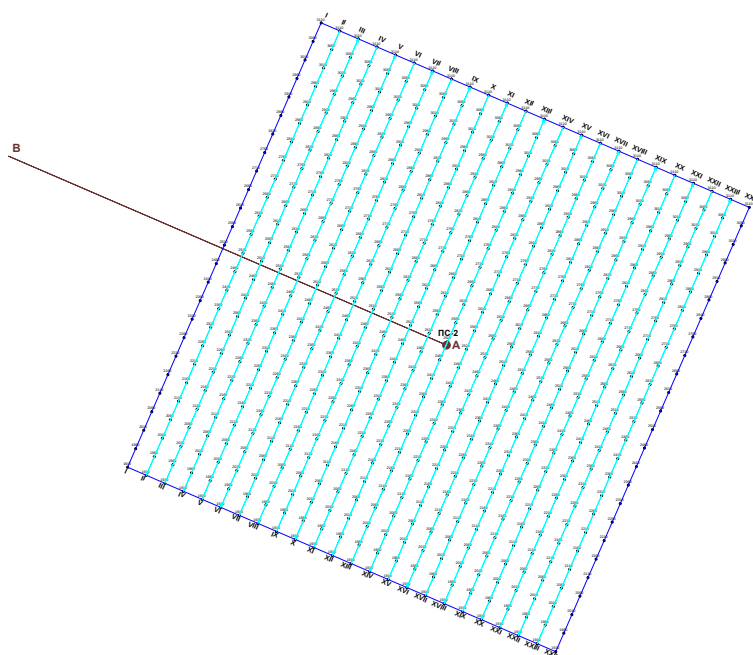
Тау жыныстарының әртектілік дәрежесі неғұрлым жоғары болса, поляризациялану деңгейі соғұрлым жоғары болады

Кавернометрия ұңғыманың диаметрін анықтау мақсатында 1:200 жазба масштабында орындалды.

Төмен жиілікті айнымалы тоқтағы іздеу ұңғымаларында зарядталған электр денесін зерттеу алдын-ала бұзылған бақылау желісі (планшет) бойынша потенциал градиентін өзгертуде жүргізілді. Электродтар зертханалық зерттеулер бойынша талдау нәтижелерін пайдалана отырып, минералдану аймақтарындағы тереңдіктегі ұңғымаларда жерге қосылды.

Төмен жиілікті айнымалы тоқтағы заряд әдісі бойынша жұмыс қуат желісін дайындаудан басталды. Қашықтағы электрод зарядталған дене аймағында пайда болатын өрісті елемеу үшін қажетті қашықтыққа тағайындалды.

Өлшемдердің өзін тікелей орындау үшін екі ЭИН-209М өлшегіші қолданылды. МЗТ орындау кезінде өлшеу екі кезеңде жүргізілді. Бірінші кезеңде планшеттің контуры бойынша потенциал градиентін өлшеу жүргізілді. Екінші кезеңде өлшеулер тікелей профильдер бойынша жүргізілді, 1-сурет.



1-сурет – Ұңғымадағы заряды бар планшеттің контуры мен профильдері бойынша өлшеу схемасы

Есептелген потенциалдар бойынша потенциалды изосызық карталары, ΔU потенциал градиентінің графиктері салынды және жергілікті потенциал өрістері есептелді. Жергілікті өрістерге қайта есептеу мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманың көмегімен ілді. Бұл өріс

потенциалының кеңеюін және оның таралу шекарасын нақты бақылауға мүмкіндік берді.

Каротаж деректері талданды және салыстырылды. Қабаттардың литологиялық бөлшектенуі гамма- және электрокаротаж бойынша жүргізілді. Зерттелетін аумақтың геологиялық құрылымына тән ерекшелік ұңғымалардың қималары бойынша жыныстардың литологиялық өзгергіштігі болып табылады. Геофизикалық зерттеулердің нәтижелерін түсіндірудің мысалы 2-суретте келтірілген.

2-сурет – СДК-1 іздеу-карталау ұңғымасындағы ГАЗ деректерін интерпретациялау нәтижелері

Зерттеу аралығы 0,7 м-ге дейін гранит-порфирлер бойынша ұсақ тасты-сазды мүжілу қыртысы; 0,7–11,5 м аралықта – гранит порфирі бойынша қоңыр түстен бастап ашық сұр-қоңырға дейінгі шақпақтасты мүжілу қыртысы; 11,5-17,5 м аралықта гранит-порфирлер шақпатастан бастап шағылдық-сазды күйге дейін, түсі жасыл-сұрдан бастап қызғылт-сұрға дейін қарқынды мүжілгені; 17,5-25,0 м аралықта ашық-сұр, ірі түйіршікті, массивті, аз мөлшерде күңгірт түсті граниттер байқалады. Тау жыныстары қарқынды жарықшақталған, қиыршық тасқа дейін ұсақталған. Жарықшақ жазықтықтарымен және бойымен жұқа түйіршікті пириттің қабыршақты қақ түріндегі сульфидті минералдану, хлорит үлдірлері байқалады.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

1. Пономарева М.В. / Выявление перспективных площадей в пределах Жезказганской впадины комплексом геолого-геофизических исследований / М.В. Пономарева, Е.В. Пономарева, А.Т. Тунгушбаева, Д.А. Инкин // Горный журнал Казахстана. 2024. №5. С. 25-29.
2. Соколов А.Г. Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / А.Г. Соколов, Н. В. Черных; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 143 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

Логистическая деятельность в горнодобывающем комплексе играет ключевую роль в обеспечении бесперебойной работы производственного цикла - от добычи сырья до его транспортировки и переработки. В условиях растущей конкуренции и ужесточения экологических требований предприятия стремятся повысить эффективность логистических процессов за счёт внедрения цифровых технологий. Цифровизация логистики позволяет сократить затраты, повысить прозрачность операций и обеспечить более устойчивое развитие отрасли.

К числу наиболее перспективных решений относятся следующие направления:

1. Системы управления цепями поставок (SCM) - позволяют объединять процессы планирования, добычи, транспортировки и складирования в едином цифровом пространстве. Благодаря этому повышается точность прогнозирования поставок и оптимизируется использование техники.

2. Интернет вещей (IoT) - сенсорные устройства фиксируют параметры транспортных средств, уровень загрузки, топливопотребление, погодные условия и состояние дорог в режиме реального времени.

3. Искусственный интеллект (ИИ) и аналитика больших данных - используются для построения оптимальных маршрутов карьерного транспорта, прогнозирования простоев и определения момента технического обслуживания.

4. Автоматизация транспортных операций + автономные самосвалы, дроны и роботизированные комплексы обеспечивают безопасную и непрерывную работу в тяжёлых условиях добычи.

В 2023 году на одном из крупных горно-обогатительных комбинатов Казахстана была внедрена интеллектуальная система управления логистикой на базе IoT и аналитики больших данных. Система объединяла 120 карьерных самосвалов, погрузчиков и конвейеров в единую цифровую сеть. Каждая единица техники оснащалась GPS-модулем и датчиками, передающими информацию о местоположении, скорости и загрузке. Алгоритмы ИИ анализировали данные в реальном времени и автоматически перенаправляли транспорт для равномерной загрузки пунктов разгрузки.

Результаты внедрения показали:

*сокращение простоев техники на **18 %**;

- *снижение расхода топлива на **12 %**;
- *уменьшение времени транспортировки руды от забоя до дробильного узла на **15 %**;
- *повышение общей производительности на **10 %**.



Рисунок 1 - Схема взаимодействия цифровых компонентов логистической системы

Внедрение цифровых решений в логистику горнодобывающих предприятий является ключевым направлением технологического развития отрасли. Применение IoT, искусственного интеллекта и систем автоматизации позволяет комплексно оптимизировать транспортные потоки, сократить издержки и повысить безопасность производства. Пример интеграции цифровой платформы на промышленном предприятии показывает, что цифровизация логистики обеспечивает не только экономический, но и экологический эффект. В перспективе развитие технологий связи (5G), облачных платформ и цифровых двойников позволит создать полностью автономные логистические системы нового поколения.

Список использованных источников:

1. Куликов А. В., Белов П. И. Цифровая трансформация логистики в промышленности. - М.: Недра, 2023.
2. Лебедев С. А. Применение технологий IoT в горнодобывающем секторе. // Горный журнал. - 2024. - № 5. - С. 22–29.
3. World Mining Congress. Digitalization of Mining Logistics. — WMC Reports, 2024

МАРКШЕЙДЕРЛІК ІС САЛАСЫНЫҢ ЗАМАНАУИ ШЕШІМДЕРІ

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың нарықтық қатынастарға көшуі Қазақстанның тау-кен байыту кешенін терең реформалауға алып келді. Өндіруші кәсіпорындарды пайдалану барысында жобалық шешімдерді іске асырудың, тау-кен қазбаларының жай-күйін бақылаудың және өндіру жұмыстарының нақты көлемдерінің дұрыстығын қамтамасыз етудің негізгі элементтерінің бірі – дұрыс әрі дәл маркшейдерлік қамтамасыз ету болып табылады.

Тау-кен кәсіпорындарында маркшейдерлік қамтамасыз етуді дамыту маркшейдерлік түсірілімдерді оңайлату, жеделдету және сапасын арттыру мақсатында қазіргі заманғы маркшейдерлік-геодезиялық қамтамасыз етуді (құралдарды, кешендерді, қондырғыларды және т.б.) және ең жаңа тиімді тау-кен-графикалық ақпараттық жүйелерді барынша тиімді пайдаланумен байланысты.

Маркшейдерлік іс саласындағы соңғы заманауи технологиялар туралы жоғарыда аталған аспектілер бүгінде «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС кеніштерінде сәтті қолданылуда. «Қазақмыс» тобы – негізгі активтері тау-кен өндіру саласында және түсті металлургияда шоғырланған интеграцияланған холдинг. Қазіргі уақытта «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС кеніштерінде маркшейдерлік қызметтерінің аспаптық базасы қарқынды жаңартылуда.

Соңғы жылдары ұшқышсыз ұшу аппараттарын қолдану саласында нақты «кванттық секіріс» болды. Бүгінгі таңда біз климаттық және басқа факторларға қарамастан, ұшқышсыз технологияның көмегімен ең қиын міндеттерді қалай шешуге болатынын, маркшейдерлердің қауіпсіздігін жақсарту және геомеханика саласындағы ықтимал тәуекелдерді азайтуға болатынын нақты түсінеміз.

Кең көлемді шөгулерді және карьер бортының деформациясын анықтау үшін әуе лазерлік сканерлеу Қарағанды өңірі бойынша карьерлерде жыл сайынғы міндетті қызмет болып табылады, онда бүгінгі күні ашық тау-кен жұмыстары тоқтатылып, жерасты тау-кен жұмыстары жүргізілуде. Орындалған жұмыстардың нәтижелері бойынша ҰҰА түсірілімін камералдық өңдеу ортофотопланмен карьерді 3D түсіруді, сондай-ақ былтырғы түсіріліммен салыстырғанда борттардың түсуін және деформациясын анықтау үшін өндіру учаскелерінің тән кесінділерін салуды қамтиды. Осы қауіпті учаскелер анықталғаннан кейін тау-кен-күрделі қазбаларды жобалау кезінде өндіру жұмыстарының бағыттарын қайта қарау және қауіпті аймақтарды контурлау үшін жерасты тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу жөнінде ұсыныс жасалады. Мәселен, 2022 жылы

«Нұрқазған» кенішіндегі «Батыс» карьері ҰҰА-мен түсірілім мысалында жылына 12-18 м шегінде өндірілген кеңістіктің шөгуі нақтыланды. Карьердің солтүстік және батыс бөліктерінде максималды шөгу аймақтары анықталды, осыған байланысты қысымды теңестіру мақсатында тау-кен жұмыстарын бөлу үшін геомеханикалық бөлімнің ұсыныстары берілді. Жоғарыда аталған барлық жұмыстар тау соққыларының көріністеріне және жалпы массивтің шиеленісті жағдайына жол бермеу мақсатында тазарту кеңістігінде карьердің жоспарлы шөгуін қамтамасыз ету мақсатында жүргізіледі.

Корпорацияның кеніштерінде маркшейдерлік қамтамасыз етуді жетілдіру, тау-кен жұмыстарын жоспарлауды жеделдету және егжей-тегжейлі көрсету қажеттілігі, маркшейдерлік, геологиялық және техникалық бөлімдер арасында бірыңғай жұмыс базасын қамтамасыз ету тау-кен-геологиялық ақпараттық жүйе (ГГАЖ) өндірісінің жаңа және нақтылы өндірісін дамыту мен енгізуге серпін болды. Мұндай жүйелерді пайдалану ақпаратты өңдеу және талдау процесін едәуір жеделдетуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, жүйелер геологиялық барлау деректерін өңдеу және интерпретациялау процестерін автоматтандыруға, сондай-ақ оларды кен орындарын модельдеу және жерасты бұрғылау-жару жұмыстарын жобалау үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Осыған байланысты, жоғарыда аталған және басқа да маңызды міндеттерді шешу үшін кәсіпорын «Micromine» бойынша ГГАЖ таңдады.

«Micromine» бағдарламасы планшеттер мен қималарды бірлесіп сканерлеу арқылы шахтаның нақты жағдайының бірыңғай қаңқалық базасын толтыру үшін Қарағанды өңірі бойынша кеніштердің ескі қазбалары мен тазарту кеңістіктерін 3D форматта қалпына келтіруге және цифрландыруға мүмкіндік берді. Бағдарламалық жасақтаманың бұл функциясы 2D форматында бейнеленген координаттар мен биіктік белгілері бойынша еш қиындықсыз байланыстыруға мүмкіндік берді.

Бүгінгі таңда МГАЖ базалық және тереңдетілген курсы бойынша оқудан сәтті өткен Қарағанды өңірі бойынша маркшейдерлік бөлімдердің мамандары маркшейдерлік түсірілім деректерін өңдеу, ұңғымаға, бұрғылауға және өндіру камераларын ұруға эскиздер беру толығымен «Micromine» бағдарламасы көмегімен жүргізіледі. Өлшеу құралдарын жаңарту және кәсіпорынның маркшейдерлік бөлімінің бағдарламалық жасақтамасын жаңарту – уақыт талабы. Біз қауіпті объектілерде мамандардың маркшейдерлік жұмыстарын орындау процесінде тәуекелдер мен жұмыс уақытын азайту мақсатын қоямыз. Маркшейдерлік процесті автоматтандыруға және адамның күнделікті міндеттерге қатысуын азайтуымыз керек. Құралдарды, бағдарламаларды және қызметкерлердің біліктілігін үздіксіз жетілдіру ғана өндірісті үздіксіз және сапалы маркшейдерлік қамтамасыз етуді қамтамасыз ете алады.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ УГЛЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗА СЧЁТ АНТИПИРОГЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Увеличения срока хранения энергетических углей при их масштабной добыче является важной проблемой с научной точки зрения, поскольку потери качества угля из-за окисления могут быть существенными. Под воздействием воздуха угли подвергаются выветриванию: они разрыхляются, теряют свои спекающие и коксующие свойства, уменьшаются в размере, что снижает их ценность. Этот процесс называют окислением или выветриванием угля.

Выделяют два типа выветривания: физическое и химическое.

Физическое выветривание происходит, когда угли разрушаются и дробятся под воздействием резких изменений температуры, что вызывает изменение их объема и приводит к растрескиванию и измельчению. При этом химический состав угля не меняется.

Химическое выветривание связано с разложением минеральных компонентов угля и образованием новых минералов, а также с разложением органического вещества угля. Этот процесс в основном происходит из-за воздействия кислорода воздуха и минерализованной воды, насыщенной кислородом, углекислым газом и другими газами. В результате химического выветривания происходят такие процессы, как окисление и гидратация (поглощение влаги), которые приводят к сложным химическим изменениям в составе угля. Образующаяся мелкая фракция и угольная пыль увеличивают потери угля при транспортировке, особенно во время сильного ветра.

Чтобы полностью понять процессы окисления, необходимо рассмотреть, как именно уголь взаимодействует с кислородом воздуха. На начальной стадии, при относительно низких температурах, уголь поглощает (сорбирует) кислород, при этом выделяющееся тепло рассеивается в окружающую среду, и температура угля остается неизменной. Однако по мере ускорения реакции окисления температура угля повышается, что, в свою очередь, ускоряет протекание химических процессов. Если при этом тепло не отводится, уголь начинает самонагреваться.

Наиболее распространённым и экономически целесообразным способом хранения угля является его размещение в штабелях на открытых складах. Однако при таком способе необходимо строго соблюдать определённые правила — учитывать высоту и размеры штабелей, сроки хранения, регулярно измерять температуру внутри штабеля и т.д.

Для снижения процессов выветривания и окисления угля на практике применяют различные составы — антипирогены. Их используют как на

открытых, так и на закрытых складах. Эти вещества уменьшают активность химических реакций на поверхности угля или сокращают площадь соприкосновения угля с воздухом, тем самым предотвращая потери качества топлива.

К антипирогенным составам предъявляются следующие требования: для достижения наибольшей эффективности они должны хорошо смачивать поверхность угля и обладать высокой проникающей способностью. Компоненты таких смесей должны быть совместимы между собой, просты в приготовлении и применении, недорогие, нетоксичные и способные сохранять свои свойства при длительном хранении.

В зависимости от принципа действия антипирогены делятся на несколько групп:

1. Химические ингибиторы окисления — вещества, снижающие скорость химических реакций, приводящих к самонагреванию угля.
2. Средства для блокировки поверхности — покрытия, образующие защитный слой, изолирующий уголь от контакта с воздухом.
3. Порообразующие блокираторы — жидкости, заполняющие поры угля и препятствующие проникновению кислорода внутрь кусков.
4. Изолирующие покрытия — составы, создающие барьер, который предотвращает фильтрацию воздуха через угольные штабели.

Для повышения эффективности и сокращения расхода антипирогенов используют различные добавки. На основе мирового опыта были разработаны и испытаны следующие водные растворы и суспензии:

- 3 % мочевины + 2 % хлористого кальция;
- 5 % известкового молока + 4 % хлористого кальция;
- 2 % жидкого стекла + 2 % хлористого аммония;
- 5 % жидкого стекла + 1 % ПАВ («Прогресс»);
- 3 % сернокислого аммония + 3 % углекислого кальция.

Эти составы показали хорошую способность замедлять процессы окисления и выветривания угля при хранении.

Список использованной литературы:

1. Эпштейн С.А., Гаврилова Д.И., Коссович Е.Л., Адамцевич А.О. Использование тепловых методов для оценки склонности углей к окислению и самовозгоранию. Горный журнал, 2016 г.
2. Суксова С.А., Тимофеева Ю.В., Долган А.А., Попов Е.В. Обзор методов идентификации процессов самовозгорания углей. Вестник Евразийской науки, 2021 г.

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНДА KAIZEN ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ

Қазіргі уақытта тау-кен өндірісінде еңбек өнімділігін арттыру, өндіріс шығындарын азайту және қауіпсіздік деңгейін жоғарылату басты стратегиялық мақсаттардың бірі болып отыр. Осы міндеттерді орындаудың тиімді жолдарының бірі — жапондық Kaizen философиясын енгізу. Kaizen — «үздіксіз жетілдіру» қағидасына негізделген басқару жүйесі, ол ұйымның барлық қызметкерлерін – басшылардан бастап жұмысшыларға дейін – тұрақты жақсартуға қатыстыруды көздейді.

Kaizen ұғымы тек өндірістік әдіс емес, бұл — ұйым мәдениетін түбегейлі өзгертетін философия. Оның басты идеясы – шағын, бірақ жүйелі жақсартулар арқылы үлкен нәтижелерге қол жеткізу.

Kaizen жүйесінің мәні мен қағидалары

Kaizen жүйесінің негізінде PDCA циклі (Plan – Do – Check – Act) жатыр, яғни жоспарлау, орындау, тексеру және түзету қадамдары. Бұл тәсіл кез келген өндірістік немесе басқару процесін талдап, үнемі жетілдіріп отыруға мүмкіндік береді.

Kaizen-нің басты қағидалары мыналар:

- үнемі жетілдіру және тиімділікке ұмтылу;
- әрбір қызметкердің қатысуы;
- стандарттауға және тәртіпке негізделген жұмыс ортасын құру;
- деректерге және нақты фактілерге сүйеніп шешім қабылдау;
- проблеманы жасырмай, оны жақсарту мүмкіндігі ретінде қарастыру.

Тау-кен өндірісінде Kaizen жүйесін енгізудің өзектілігі

Тау-кен кәсіпорындарының қызметі күрделі технологиялық процестерден тұрады: бұрғылау, жару, тиеу, тасымалдау, ұсату, байыту және т.б. Бұл процестерде уақыт, энергия, материалдық және еңбек ресурстары көп жұмсалады. Сондықтан мұндай салада ысыраптарды (muda) азайту — аса маңызды міндет.

Kaizen жүйесі осы ысыраптарды анықтауға және жоюға бағытталған. Мысалы, 5S жүйесін (сұрыптау, тәртіп, тазалық, стандарттау, сақтау) енгізу арқылы шахталарда жұмыс кеңістігін оңтайландырып, еңбек қауіпсіздігін арттыруға болады. Бұл әдіс құрал-жабдықтардың жоғалуын азайтады, жөндеу уақыты қысқарады, ал жұмысшылардың мотивациясы артады.

Kaizen құралдары мен әдістері

Тау-кен өндірісінде Kaizen енгізу кезінде қолданылатын негізгі құралдар:

- 5S жүйесі – жұмыс орнын ұйымдастыру мен стандарттауға бағытталған;

- Kaizen Blitz – қысқа мерзім ішінде нақты процесті жақсарту жобасы;
- Gemba – нақты жұмыс орнында проблемаларды бақылау және талдау;
- Just-in-Time және Kanban – материалдар мен құрал-жабдықтардың уақытылы жеткізілуін қамтамасыз ету;
- Standard Work – үздік тәжірибелер негізінде стандартталған жұмыс тәсілдерін құру.

Осы құралдар кешені кен өндіру және өңдеу процестеріндегі ақауларды, кідірістерді, қосымша қозғалыстар мен артық операцияларды қысқартуға мүмкіндік береді.

Kaizen жүйесін енгізудің нәтижелері мен артықшылықтары

Kaizen философиясын жүйелі түрде енгізудің нәтижесінде келесі артықшылықтарға қол жеткізуге болады:

- еңбек өнімділігі мен техника пайдалану коэффициентінің артуы;
- энергия және материалдық шығындардың азаюы;
- өндірістегі жарақаттану мен тәуекелдердің төмендеуі;
- қызметкерлердің белсенділігі мен жауапкершілігінің артуы;
- корпоративтік мәдениеттің және инновациялық ойлаудың дамуы.

Мысалы, «Kazakhmys Corporation» ЖШС мен шетелдік Rio Tinto, Vale компаниялары тәжірибесі көрсеткендей, Kaizen жүйесін дұрыс енгізу нәтижесінде өндірістік тиімділік орта есеппен 10–20%-ға дейін өскен.

Қиындықтар мен енгізу кезеңдері

Kaizen жүйесін енгізу бір сәттік шара емес, бұл ұзақ мерзімді процесс. Негізгі қиындықтар – қызметкерлердің бейімделуі, ұйым мәдениетін өзгерту және үздіксіз бақылау жүйесін орнату.

Kaizen енгізудің кезеңдері келесідей:

- Ағымдағы жағдайды талдау және проблемаларды анықтау;
- Мақсаттар мен көрсеткіштерді белгілеу (KPI жүйесін енгізу);
- Қызметкерлерді оқыту және мотивация жүйесін құру; Пилоттық жобаларды іске қосу;
- Тұрақты мониторинг және жетілдіру.

Әдебиеттер тізімі:

1. Имаи Масааки. *Kaizen: Ключ к успеху японских компаний*. — Москва: Альпина Паблишер, 2017. — 342 б.
2. Охно Тайити. *Система производства Toyota: Уходя от массового производства*. — Москва: Инфра-М, 2019. — 256 б.
3. Liker, Jeffrey K. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. — McGraw-Hill, 2020. — 330 p.
4. Bicheno, J., Holweg, M. *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. — PICSIE Books, 2016. — 402 p.

ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ КЕН ӨНДІРУ КӘСІПОРНЫНЫҢ ӨНІМ САПАСЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Сапа бәсекеге қабілеттіліктің кілті болып табылады, бірақ дәстүрлі бақылау әдістері қазіргі заманғы индустрияның талаптарына сәйкес келмейді. Цифрлық технологиялар ақауларды қадағалап қана қоймай, нақты уақыттағы деректерді талдау арқылы олардың алдын алуға мүмкіндік береді. Цифрландыру бақылауды жақсартып қана қоймайды, ол сапаға деген көзқарасты өзгертеді.

Зерттеуге сәйкес Global Quality Survey 2024 жылдың ақпан айында өткізілген сапа менеджменті жүйесіне цифрлық технологияларды енгізген компаниялар ақауларды 47%-ға және бақылау шығындарын 35%-ға қысқартты. Бұл көрсеткіштер сапа көрсеткіштерінің жақсарғанын ғана емес, өндіріске деген көзқарастың түбегейлі өзгергенін көрсетеді.

Сапаны бақылау процестерін цифрландыру дүние жүзіндегі кәсіпорындар үшін бетбұрыс болды.

Сапа менеджменті жүйесінің қолмен басқарудан цифрлық шешімдерге дейінгі жолы бірнеше қадамдарды қамтиды:



1 - сурет-Сапа менеджментінің эволюциясы

Сапаны басқару жүйесіне цифрлық технологияларды енгізудің тиімділігін бағалау үшін шартты тау-кен өндіру кәсіпорнын ("KAZMINING LTD"АҚ) қарастырайық. 1-кестеде сапа жүйесін цифрландыруға дейінгі және кейінгі салыстырмалы талдау нәтижелері келтірілген.

Көрсеткіш	Енгізілгенге дейін	Енгізілгеннен кейін	Өзгерту, %
Меншікті өндірістік шығындар, мың тг	5200	4700	-9,6
Тұтынушылардан жарнамалар саны, бірлік / жыл	25	11	-56
Сынамаларды талдаудың орташа уақыты, мин	120	15	-87,5
Тұтынушылардың қанағаттану индексі, %	78	92	+18
Тауар өнімінің көлемі, жылына мың тонна	950	1000	+5,3

Кесте 1. Сапа менеджменті жүйесі (СМЖ) цифрлық технологияларды енгізу тиімділігінің экономикалық және өндірістік көрсеткіштері.

Кестеден көріп отырғанымыздай, цифрлық шешімдерді енгізу сапаны бақылау шығындарын едәуір қысқартуға және кен өнімі параметрлерінің тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік берді. Жарнама деңгейі екі еседен астам төмендеді, бұл компанияның бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер етті.

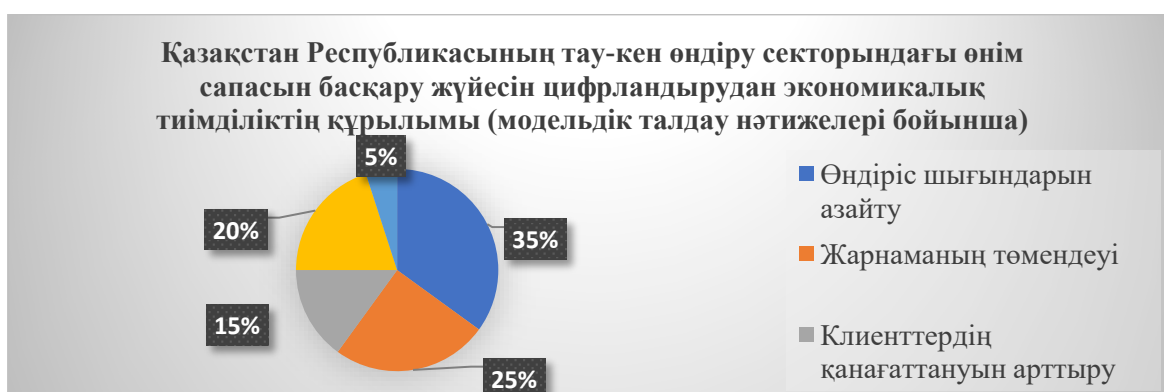
1-суретте қазақстандық тау-кен өндіру кәсіпорындарын модельдік талдау мысалында өнім сапасын басқару жүйесіне цифрлық технологияларды енгізудің экономикалық әсерінің құрылымы көрсетілген.

Өндіріс шығындарының төмендеуі (35 %) сапаны бақылауды автоматтандырумен және қол еңбегінің төмендеуімен түсіндіріледі. Ал жарнамалардың төмендеуі (25 %) өнім сапасының тұрақтылығының артқанын көрсетеді. Сынамаларды талдау уақытын қысқарту (20 %) болса басқару шешімдерін қабылдауды тездетеді және технологиялық тоқтап қалуды азайтады. Сонымен қатар клиенттердің қанағаттанушылығын арттыру (15 %) және өнім көлемінің өсуі (5 %) — кәсіпорынның бәсекеге қабілеттілігін және орнықты дамуын арттырудың қосымша көрсеткіштері болып табылады.

Қорытындылай келгенде, сапаны басқару процестерін цифрландыру өндіріс көрсеткіштерін және Қазақстандағы тау-кен өндіру

кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін кешенді жақсартуға мүмкіндік береді.

Жаңа буынның сапа менеджменті жүйесін енгізу мыналарды қамтиды: технологиялық параметрлерді талдау және өнім сапасын болжау үшін Big Data пайдалану; тоқтап қалуды азайтуға және процестердің тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін жабдыққа болжамды қызмет көрсету жүйесін дамыту; ESG және тұрақты даму қағидаттарына сәйкес келетін экологиялық және энергетикалық менеджментпен қаншықтардың интеграциясы; әр қызметкер тиімділікті арттыру процесіне қатысқан кезде персоналды даярлау және сапа мәдениетін қалыптастыру ерекше маңызға ие.



Сурет – 1. Қазақстан Республикасының тау-кен өндіру секторындағы өнім сапасын басқару жүйесін цифрландырудан экономикалық тиімділіктің құрылымы (модельдік талдау нәтижелері бойынша)

Цифрлық технологиялар негізінде өнім сапасын басқару жүйесін жетілдіру Қазақстанның тау-кен өндіру кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттырудың негізгі бағыты болып табылады. Интеллектуалды бақылау, онлайн-мониторинг және деректерді талдау жүйелерін қолдану өнімнің сапасын арттырып қана қоймай, сонымен қатар кәсіпорынның тұрақты дамуын қамтамасыз етуге, қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға және серіктестер мен инвесторлардың сенімін арттыруға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

1. ISO 9001: 2015 стандарты. Сапа менеджменті жүйелері-талаптар.
2. Дробот Е. В. өнеркәсіптік кәсіпорындардағы өнімдер мен қызметтердің сапасын басқару. -М.: Инфра-М, 2021.
3. Сейтқазин А. Т. Қазақстанның тау-кен өнеркәсібінің инновациялық технологиялары және цифрландыру. - Алматы: ҚазҰТЗУ, 2022.

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНДА KAIZEN ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ

Қазіргі уақытта тау-кен өндірісінде еңбек өнімділігін арттыру, өндіріс шығындарын азайту және қауіпсіздік деңгейін жоғарылату басты стратегиялық мақсаттардың бірі болып отыр. Осы міндеттерді орындаудың тиімді жолдарының бірі — жапондық Kaizen философиясын енгізу. Kaizen — «үздіксіз жетілдіру» қағидасына негізделген басқару жүйесі, ол ұйымның барлық қызметкерлерін – басшылардан бастап жұмысшыларға дейін – тұрақты жақсартуға қатыстыруды көздейді.

Kaizen ұғымы тек өндірістік әдіс емес, бұл — ұйым мәдениетін түбегейлі өзгертетін философия. Оның басты идеясы – шағын, бірақ жүйелі жақсартулар арқылы үлкен нәтижелерге қол жеткізу.

Kaizen жүйесінің мәні мен қағидалары

Kaizen жүйесінің негізінде PDCA циклі (Plan – Do – Check – Act) жатыр, яғни жоспарлау, орындау, тексеру және түзету қадамдары. Бұл тәсіл кез келген өндірістік немесе басқару процесін талдап, үнемі жетілдіріп отыруға мүмкіндік береді.

Kaizen-нің басты қағидалары мыналар:

- үнемі жетілдіру және тиімділікке ұмтылу;
- әрбір қызметкердің қатысуы;
- стандарттауға және тәртіпке негізделген жұмыс ортасын құру;
- деректерге және нақты фактілерге сүйеніп шешім қабылдау;
- проблеманы жасырмай, оны жақсарту мүмкіндігі ретінде қарастыру.

Тау-кен өндірісінде Kaizen жүйесін енгізудің өзектілігі

Тау-кен кәсіпорындарының қызметі күрделі технологиялық процестерден тұрады: бұрғылау, жару, тиеу, тасымалдау, ұсату, байыту және т.б. Бұл процестерде уақыт, энергия, материалдық және еңбек ресурстары көп жұмсалады. Сондықтан мұндай салада ысыраптарды (muda) азайту — аса маңызды міндет.

Kaizen жүйесі осы ысыраптарды анықтауға және жоюға бағытталған. Мысалы,

5S жүйесін (сұрыптау, тәртіп, тазалық, стандарттау, сақтау) енгізу арқылы шахталарда жұмыс кеңістігін оңтайландырып, еңбек қауіпсіздігін арттыруға болады. Бұл әдіс құрал-жабдықтардың жоғалуын азайтады, жөндеу уақыты қысқарады, ал жұмысшылардың мотивациясы артады.

Kaizen құралдары мен әдістері

Тау-кен өндірісінде Kaizen енгізу кезінде қолданылатын негізгі құралдар:

1. 5S жүйесі – жұмыс орнын ұйымдастыру мен стандарттауға бағытталған;

2. Kaizen Blitz – қысқа мерзім ішінде нақты процесті жақсарту жобасы;

3. Gemba – нақты жұмыс орнында проблемаларды бақылау және талдау;

4. Just-in-Time және Kanban – материалдар мен құрал-жабдықтардың уақытылы жеткізілуін қамтамасыз ету;

5. Standard Work – үздік тәжірибелер негізінде стандартталған жұмыс тәсілдерін құру.

Осы құралдар кешені кен өндіру және өңдеу процестеріндегі ақауларды, кідірістерді, қосымша қозғалыстар мен артық операцияларды қысқартуға мүмкіндік береді.

Kaizen жүйесін енгізудің нәтижелері мен артықшылықтары

Kaizen философиясын жүйелі түрде енгізудің нәтижесінде келесі артықшылықтарға қол жеткізуге болады:

- еңбек өнімділігі мен техника пайдалану коэффициентінің артуы;
- энергия және материалдық шығындардың азаюы;
- өндірістегі жарақаттану мен тәуекелдердің төмендеуі;
- қызметкерлердің белсенділігі мен жауапкершілігінің артуы;
- корпоративтік мәдениеттің және инновациялық ойлаудың дамуы.

Мысалы, «Kazakhmys Corporation» ЖШС мен шетелдік Rio Tinto, Vale компаниялары тәжірибесі көрсеткендей, Kaizen жүйесін дұрыс енгізу нәтижесінде өндірістік тиімділік орта есеппен 10–20%-ға дейін өскен.

Қиындықтар мен енгізу кезеңдері

Kaizen жүйесін енгізу бір сәттік шара емес, бұл ұзақ мерзімді процесс. Негізгі қиындықтар – қызметкерлердің бейімделуі, ұйым мәдениетін өзгерту және үздіксіз бақылау жүйесін орнату.

Kaizen енгізудің кезеңдері келесідей:

1. Ағымдағы жағдайды талдау және проблемаларды анықтау;
2. Мақсаттар мен көрсеткіштерді белгілеу (KPI жүйесін енгізу);
3. Қызметкерлерді оқыту және мотивация жүйесін құру;
4. Пилоттық жобаларды іске қосу;
5. Тұрақты мониторинг және жетілдіру.

Әдебиеттер тізімі:

6. Имаи Масааки. *Kaizen: Ключ к успеху японских компаний*. — Москва: Альпина Паблишер, 2017. — 342 б.
7. Охно Тайити. *Система производства Toyota: Уходя от массового производства*. — Москва: Инфра-М, 2019. — 256 б.
8. Liker, Jeffrey K. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. — McGraw-Hill, 2020. — 330 p.
9. Bicheno, J., Holweg, M. *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. — PICSIE Books, 2016. — 402 p.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА

С развитием горнодобывающей промышленности, металлургических производств и крупных энергоблоков Казахстана неизбежно возрастает интенсивность выбросов пылегазовых смесей, что требует внедрения передовых технологий очистки. В этой связи электрофильтры, играющие ключевую роль в улавливании пыли, становятся важным элементом для достижения экологических стандартов. Однако их высокая эффективность возможна лишь при условии применения современных систем управления, которые способны адаптировать работу оборудования в зависимости от условий эксплуатации.

На горнодобывающих предприятиях, где интенсивность выбросов пыли нестабильна, особенно важно оптимизировать работу электрофильтров. Использование искусственного интеллекта и автоматизированных систем управления повышает эффективность очистки и снижает эксплуатационные затраты.

Электрофильтры играют ключевую роль в улавливании твердых частиц из выбросов, но их эффективность зависит от множества факторов, включая конструкцию, тип источников питания и системы управления. В последние годы научные исследования активно фокусируются на оптимизации работы электрофильтров, что позволяет значительно повысить их производительность и экологическую эффективность.

Одним из перспективных направлений является изменение конфигурации электродов и использование оптимизированных напряжений для улучшения процесса фильтрации. В статье[1] "Innovative Electrostatic Precipitator Solutions for Efficient PM Removal" исследуются новые конструктивные решения для повышения эффективности работы ESP. Изменение геометрии электродов и использование более высоких напряжений позволяет улучшить осаждение пыли, особенно в условиях высокой нагрузки на систему. Эти инновации находят широкое применение на промышленных установках с интенсивными выбросами пыли, что важно для горнодобывающих предприятий, где выбросы могут превышать допустимые нормы.

Согласно [2]"Recent Progress in Research on Electrostatic Precipitation", существует несколько новых подходов, направленных на улучшение работы электрофильтров. Одним из таких решений является применение высокоэффективных технологий и автоматизированных систем управления, которые позволяют оптимизировать рабочие параметры фильтров в

реальном времени. Это решение критично для промышленных предприятий, где выбросы пыли могут варьироваться в зависимости от сменных условий и нагрузки. Современные исследования также подчеркивают важность учета внешних факторов, таких как состав выбросов, для повышения производительности ESP.

Для повышения экономической эффективности и минимизации загрязнений, особенно на объектах с крайне низкими выбросами, разработан метод реального времени оптимизации работы электрофильтров. В статье [3] "A Real-Time Optimization Method for Economic and Effective ESP in an Ultra-Low Emission Power Plant" предложен метод, который позволяет регулировать параметры ESP в зависимости от изменений в составе выбросов и других факторов. Этот подход особенно важен для предприятий, где требования к выбросам являются строгими, что характерно для горнодобывающих производств, ориентированных на соблюдение экологических норм.

Для повышения эффективности работы электрофильтров и предсказания концентрации пыли в выбросах в реальном времени активно применяются методы искусственного интеллекта и машинного обучения. В статье [4] "Application of Deep Learning Algorithm in Optimization Control of Electrostatic Precipitator in Coal-Fired Power Plants" используется модель LSTM (Long Short-Term Memory) в сочетании с механизмом внимания (Attention) и алгоритмом роя частиц (PSO) для предсказания концентрации пыли и оптимизации напряжения и тока ESP. Эта модель позволяет не только предсказать будущие значения, но и адаптировать параметры фильтрации, что приводит к экономии энергии около 43% и снижению концентрации пыли в выбросах. Такой подход является важным для горнодобывающих предприятий, где выбросы могут изменяться в зависимости от различных факторов, включая погодные условия и интенсивность производства.

Кроме того, в статье "AI-driven innovations: transforming air filtration for sustainable and healthy buildings" [5] рассматривается использование искусственного интеллекта для улучшения воздушной фильтрации, что также применимо для ESP. Обзор подчеркивает, как машинное обучение и ИИ могут повысить энергосбережение, улучшить эффективность очистки и контроль качества воздуха, что особенно важно в условиях строгих экологических норм для горнодобывающих предприятий.

Для оптимизации работы электрофильтров на горнодобывающих предприятиях Казахстана важно внедрить адаптивные системы управления, которые могут регулировать параметры фильтрации в зависимости от изменений в составе выбросов. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для прогноза пиковых нагрузок позволит повысить эффективность работы фильтров и снизить эксплуатационные затраты. Также стоит рассмотреть возможность интеграции с другими системами

предприятия, такими как системы управления вентиляцией и энергоснабжением.

Разработка и внедрение интеллектуальных систем управления электрофильтрами существенно повысит их эффективность, снизит экологическую нагрузку и эксплуатационные расходы. Инновационные подходы в проектировании и эксплуатации фильтров обеспечат достижение экологических стандартов и устойчивое развитие горнодобывающих предприятий Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1 Sokolovskij, E., Kilikevičius, A., Chlebnikovas, A., Matijošius, J., Vainorius, D. "Innovative Electrostatic Precipitator Solutions for Efficient PM Removal" // *Machines*, 2024, 12(11), 761. DOI:10.3390/machines12110761.
- 2 Anatol Jaworek a, Kazimierz Adamiak "Recent Progress in Research on Electrostatic Precipitation" // *Journal of Electrostatics*, 2025.
- 3 Zhongyang Zhao, Yishan Guo "A Real-Time Optimization Method for Economic and Effective ESP in an Ultra-Low Emission Power Plant" (2020) // *Journal of the Air & Waste Management Association*, volume 70, 2020
- 4 Application of Deep Learning Algorithm in Optimization Control of Electrostatic Precipitator in Coal-Fired Power Plants (J. Zhu u др., 2024) — *jour. Processes* 12(3):477
- 5 AI-driven innovations: transforming air filtration for sustainable and healthy buildings (M.I. El-Afifi u др., 2025) — *журн. SN Applied Sciences* или аналог

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.

Геодезическая деятельность охватывает широкий спектр задач, связанных с измерениями и установлением координат различных точек земной поверхности. Применение методов ИИ позволяет значительно ускорить процессы сбора и обработки информации, а также повысить надежность и точность результатов геодезических измерений.

Основная цель использования ИИ заключается в создании программных инструментов, способных к анализу поступающих данных и последующей интерпретации полученных результатов. В рамках данной статьи рассматривается возможность применения искусственного интеллекта для расширения возможностей геоинформационных систем и повышения эффективности геодезических работ.

Искусственный интеллект представляет собой инструмент, позволяющий организовать более интуитивное взаимодействие пользователей с программными решениями и оказывать поддержку при принятии решений в рамках конкретных профессиональных задач.

Современные нейросетевые архитектуры находят широкое применение и в автоматизации процессов распознавания объектов на спутниковых и аэрофотоснимках. Благодаря такому подходу специалисты могут быстро и качественно идентифицировать элементы городской и природной инфраструктуры, что особенно важно для актуализации картографических данных и проведения мониторинга измерений на местности.

Кроме того, нейросетевые и машинные методы позволяют обрабатывать огромные массивы пространственных данных без значительных временных и трудовых затрат.

Таблица 1

Сильный ИИ	Слабый ИИ
Способность ощущать	Не имеет разума
Способность выносить суждение	Ориентирован на решение прикладных задач
Самоанализ	Усиливает возможности человека в решении узких задач
Самосознание	Не функционирует без человеческого контроля

Одним из примеров использования ИИ в геодезии является автоматическое распознавание объектов на спутниковых снимках. С помощью таких программ можно быстро и точно определить местоположение зданий, дорог, рек и других объектов на больших территориях. Это позволяет геодезистам сократить время проведения работ и повысить точность результатов.

Сегодня развитие ИИ в геоинформационной отрасли напрямую связано с ростом объемов геоданных, совершенствованием методов их обработки и увеличением вычислительных мощностей. Широкое распространение облачных сервисов и доступность больших данных создают условия для реализации сложных аналитических моделей, которые раньше были недостижимы.

Одним из приоритетных направлений становится создание удобных программных интерфейсов, благодаря которым специалисты без глубоких знаний в области программирования могут использовать потенциал ИИ в своей повседневной деятельности.

Примеры успешного применения ИИ включают автоматическую классификацию спутниковых снимков, определение типов земного покрова, прогнозирование природных катастроф и моделирование последствий климатических изменений.

Немаловажным аспектом остается вопрос подготовки специалистов, способных эффективно использовать инструменты ИИ в ГИС. Необходимы программы профессионального обучения, развитие образовательных курсов и внедрение практических кейсов в учебный процесс.

В перспективе можно ожидать дальнейшего развития технологий GeoAI, объединяющих геоинформационные системы и искусственный интеллект в единый аналитический инструмент. Такие решения открывают новые горизонты для исследования пространственных данных, управления территорией и планирования устойчивого развития.

Проводя итоги, следует также отметить, что применение ИИ в ГИС – это многофакторный и многошаговый процесс, который требует проведения глубоких исследований, с привлечением различных методов и источников.

Таким образом, применение ИИ в геоинформационных системах и геодезии демонстрирует значительный потенциал для решения актуальных задач современного общества. Это направление продолжает развиваться и формирует основу для создания более интеллектуальных, автоматизированных гибких платформ пространственного анализа.

Список использованных источников

1. <https://www.prom-terra.ru/articles/ispolzovanie-programm-na-osnove-iskusstvennogo-intellekta-v-geodezii.html>

2. <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-pri-reshenii-geodezicheskikh-zadach>

INTELLIGENT TECHNOLOGIES AND PRODUCTION AUTOMATION

Modern production faces the need to increase efficiency, reduce costs, and ensure occupational safety. Intelligent technologies and automation enable these goals through the integration of ICT, big data analytics, and AI systems.

Intelligent technologies include:

- Automated production process control systems;
- AI usage for process forecasting and optimization;
- Roboticization of labor-intensive operations;
- IoT application for monitoring equipment and environmental conditions.

These technologies provide more precise resource management, reduce downtime, and minimize the human factor [1].

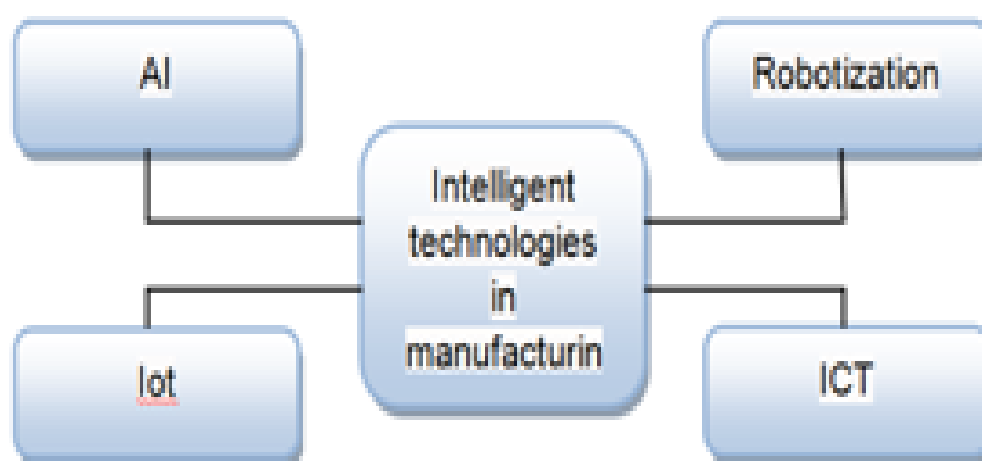


Figure 1. The structure of intelligent technologies in production

Automation of production involves:

- the introduction of robotic complexes;
- automatic control of material flows;
- digital quality control of products.

The use of ICT allows for centralized control of all processes, ensuring rapid data exchange and decision-making based on the analysis of large amounts of information [2].

The use of information and communication technologies in production includes:

- systems for collecting and processing data from IoT sensors;

- cloud-based platforms for analyzing and storing information;
- machine learning algorithms for predicting equipment failures;
- digital twins of production lines for modeling and optimizing processes.

Examples of implementation:

1. Robotic assembly lines: reduce human error and speed up the production process.
2. Predictive maintenance of equipment: IoT sensors collect data that is analyzed by AI to predict failures.
3. Quality management systems: Smart cameras and sensors monitor product compliance with standards in real time.

Thus, smart technologies and production automation, combined with ICT, open up new opportunities for the industry. They improve the efficiency, safety, and cost-effectiveness of processes, and create a foundation for the implementation of digital transformation in enterprises.

Bibliography

1. Zhang, Y., & Wang, J. (2019). Industry 4.0 and smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 57(19), 5992-6004.
2. Budeanu, A., Poduyany, A., & Corominas, L. (2018). Automation and digitalization in manufacturing: An overview. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(4), 1532-1542.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Современное горное производство вступает в этап активного внедрения интеллектуальных и цифровых технологий, обеспечивающих комплексную автоматизацию процессов добычи полезных ископаемых. Объемы информации, формируемые при мониторинге геологических, маркшейдерских и технологических процессов, постоянно возрастают, что требует перехода от традиционных вычислительных схем к интеллектуальным системам анализа и поддержки принятия решений [1].

Классические подходы к обработке данных не обеспечивают оперативной адаптации к изменяющимся условиям добычи. Поэтому все большее значение приобретают технологии машинного обучения, методы представления знаний и генеративные модели. Использование больших языковых моделей (LLM) в сочетании с Retrieval-Augmented Generation (RAG) создает условия для формирования гибридных экспертных систем, способных анализировать многомерные данные и выдавать рекомендации по оптимизации технологических схем очистных работ в режиме реального времени.

Информационное сопровождение горного производства включает сбор и интерпретацию данных о геологических, технических, производственных и экономических параметрах. Современные интеллектуальные системы объединяют разнородные источники данных в единую цифровую экосистему предприятия. В отличие от ранее применявшихся узкоспециализированных программных комплексов, такие системы обеспечивают семантическую совместимость данных и возможность их контекстного анализа на основе эмбединговых представлений.

Ключевым элементом архитектуры служит RAG-подход, включающий последовательные этапы:

- очистку и нормализацию данных, устраняющую структурные и терминологические несоответствия;
- семантическое чанкирование, обеспечивающее выделение логически целостных фрагментов;
- эмбединг, преобразующий текстовые и табличные данные в векторное пространство признаков;
- векторную базу данных, обеспечивающую высокоскоростной поиск и хранение эмбедингов;

- ретривер и реранкер, осуществляющие выбор наиболее релевантных данных для генерации ответа;
- LLM-модель, анализирующую контекст и формирующую аналитическое заключение.

Особое внимание при проектировании интеллектуальной системы уделяется структуре базы данных. Для эффективного хранения и обработки горно-технологической информации предлагается использовать гибридную архитектуру, включающую реляционный и векторный уровни.

Реляционный уровень хранит табличные данные, такие как координаты маркшейдерских точек, характеристики пластов, технологические параметры оборудования и производственные показатели.

Векторный уровень реализован на специализированных платформах (например, FAISS или Milvus) и предназначен для хранения эмбедингов текстовых описаний, технологических журналов и отчетов.

Построение портала интеллектуального анализа данных предусматривает интеграцию модулей визуализации, геоинформационных сервисов и аналитических инструментов. Специалисты могут задавать исходные параметры участков, выбирать алгоритмы анализа, контролировать производственные показатели и получать автоматические рекомендации по корректировке технологических процессов. В основе работы экспертной подсистемы лежит продукционная модель знаний, обеспечивающая логическую связанность элементов технологических схем и автоматизацию выбора оптимальных решений при множественных ограничениях.

Дополнительный уровень интеграции формируется за счет внедрения цифрового двойника горного предприятия, представляющего динамическую модель производственной среды. Взаимодействие цифрового двойника с интеллектуальной системой позволяет моделировать сценарии добычи, прогнозировать изменения в структуре пласта и оценивать влияние технологических параметров на экономическую эффективность предприятия. Совместное использование LLM и цифровых двойников обеспечивает формирование аналитических отчетов, построение графов зависимостей и генерацию сценариев оптимизации в автоматическом режиме.

Использование интеллектуальных технологий в сфере планирования и управления очистными работами способствует переходу к адаптивным, самообучающимся системам управления горными предприятиями. Это обеспечивает повышение точности прогнозов, снижение рисков и улучшение экономических показателей.

Список использованных источников

И. Сагинов К. А., Яворский В. В. Автоматизированные системы функционирования объектов в геоинформационной среде: Монография. — М.: Энергоатомиздат, 2010. — 185 с.

ИИ-АНАЛИЗ ДАННЫХ IOT ДЛЯ МОНИТОРИНГА СТАБИЛЬНОСТИ ПОРОД. СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБВАЛОВ И АВАРИЙ.

Повышение безопасности горных работ остается одной из наиболее актуальных задач современной добывающей промышленности, где обвалы и сдвиги пород традиционно относятся к основным причинам аварий. В этом контексте конвергенция технологий Интернета вещей и искусственного интеллекта формирует новую парадигму проактивного управления рисками. Данный подход предполагает переход от реагирования на произошедшие инциденты к их заблаговременному предупреждению и предотвращению на основе непрерывного анализа данных. Согласно имеющимся исследованиям, внедрение таких интеллектуальных систем способно снизить количество аварийных ситуаций на 20–50 процентов, минимизируя влияние человеческого фактора и существенно повышая точность прогнозирования.

Фундаментом такой системы является распределенная сеть IoT-сенсоров, формирующая цифровую сенсорную среду горного предприятия. Ключевыми элементами этой сети выступают геотехнические датчики, такие как инклинометры и экстензометры, которые отслеживают деформации и сдвиги в массиве породы. Дополняют их вибрационные и акустические датчики, способные улавливать микросейсмические события и образование микротрещин, часто предшествующие макроскопическим обрушениям. Важную роль играют и датчики окружающей среды, мониторящие давление, температуру, влажность и концентрацию газов, поскольку эти параметры напрямую влияют на механическую стабильность породного массива. Для обеспечения надежной передачи данных в сложных условиях подземных выработок или обширных карьеров применяются беспроводные технологии, такие как LoRaWAN и 5G. Совокупность данных от этих устройств позволяет в режиме реального времени поддерживать актуальное состояние цифрового двойника шахты или карьера, что является критически важным для последующего анализа.

Непосредственную интеллектуальную нагрузку по обработке генерируемых больших данных несет искусственный интеллект. Алгоритмы машинного обучения, включая нейронные сети и методы случайного леса, обучаются на исторических массивах данных, содержащих как нормальные параметры, так и предаварийные состояния. Это позволяет системе выявлять сложные, неочевидные для человеческого восприятия паттерны, свидетельствующие о нарастающей нестабильности. Одним из эффективных методов является детекция аномалий, при которой алгоритм

фиксирует статистически значимые отклонения от базовых показателей, например, нехарактерный рост вибрационной активности. Однако сбор и анализ данных сами по себе не обеспечивают безопасности без систем реального времени, ориентированных на оперативное реагирование. Здесь на первый план выходят архитектуры, использующие принципы edge computing, где первичная обработка информации и принятие решений происходят непосредственно на месте, near the data source, что исключает задержки, связанные с передачей в облако. Такие системы не только генерируют мгновенные оповещения для персонала через SMS, сирены или мобильные приложения, но и способны инициировать автоматизированные ответные действия. В критических ситуациях это может быть автоматическая остановка бурового или погрузочного оборудования, активация дополнительной вентиляции или запуск протоколов эвакуации. Подобные платформы, например, системы интеллектуального раннего предупреждения для мониторинга откосов, уже демонстрируют свою эффективность как в подземных рудниках, так и в открытых карьерах.

Перспективы развития данного направления видятся в дальнейшей интеграции с перспективными технологиями. Ожидается, что появление сетей связи шестого поколения (6G) обеспечит новое качество передачи данных, а применение квантовых вычислений позволит проводить сверхточное и быстрое моделирование поведения породных массивов. Формирование глобальных интеллектуальных платформ мониторинга станет неотъемлемой частью стандартов Индустрии 4.0 в горном деле, что в конечном итоге приведет к созданию принципиально новой, более безопасной и эффективной горнодобывающей отрасли.

Список использованных источников

1. Li, N., Wang, J., & Zhang, Y. (2022). *Intelligent early warning system for slope instability in open-pit mines based on IoT and machine learning*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering.
2. Chen, H., & Liu, D. (2023). *A Bayesian deep learning approach for real-time risk assessment in underground mines using multi-sensor data*. Automation in Construction, 145, 104657.
3. Deloitte Insights. (2023). *Tracking the trends 2023: The digital mine*. Deloitte Touche Tohmatsu Limited.
4. Smith, J., & Brown, K. (2021). *Edge computing for real-time safety management in hazardous environments*. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17(5), 3420-3430.
5. Wang, F., & Li, X. (2024). *The Future of Mining: Convergence of IoT, AI, and Quantum Computing*. Mining, Metallurgy & Exploration, 41(1), 123-135.

**ӨНЕРКӘСІПТЕГІ ЭНЕРГЕТИКА,
АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ**

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A CONVEYOR OPERATIONAL CONTROL SYSTEM AT THE ZHAIREM MPP ENTERPRISE

In this article, the following question is examined: The study aims to improve the efficiency and reliability of transport processes at mining and processing plants by implementing an automated dispatch control system for conveyor lines. The object of the study is the conveyor system at Zhairem MPP

The research focuses on improving the efficiency and reliability of transportation processes at Zhairem MPP. An automated conveyor dispatch control system is being developed to enable real-time monitoring, data collection and analysis, as well as equipment control. The system is based on PLC controllers and a SCADA platform, which helps reduce downtime, increase productivity, and enhance industrial safety.

The literature survey on the research includes: T.V. Nasibullina (2024) examines the integration of automated control systems with positioning technologies to improve safety and efficiency. Li Wang et al.(2023) describe control algorithms for conveyor electric drives aimed at enhancing stability and energy efficiency. The Consyst-Industry 4.0(2023) publication presents the implementation of SCADA systems for monitoring and dispatching.

Relevance. The development of automated dispatch control systems for conveyor lines is a key factor in improving the efficiency and reliability of mining and processing enterprises. The implementation of such systems enables real-time equipment monitoring and control, reduces downtime, and enhances productivity and operational safety.

Scientific novelty. The novelty of the study lies in improving the dispatch control system of the conveyor line through the implementation of a feature that displays both actual and minimum conveyor speeds in the SCADA system.

The aim of the study is to develop and implement an automated dispatch control system for the conveyor line at Zhairem MPP, featuring real-time monitoring of actual and minimum speeds within the SCADA environment to improve the efficiency, reliability, and safety of the transportation process.

The aim is explained by the next steps: analyze existing solutions and principles of dispatch control for conveyor systems in mining and processing enterprises, and study the structure and operating modes of the conveyor system at Zhairem MPP; develop a mathematical model and control algorithm considering the monitoring of actual and minimum belt speeds; implement the system in a SCADA environment using a PLC controller.

If a dispatch control system for the conveyor line is developed with a

feature for displaying actual and minimum speeds in the SCADA environment, it will improve monitoring accuracy, reduce equipment downtime, and increase the overall efficiency of the conveyor system at the enterprise.

Research methods: system analysis of the structure and operating modes of the conveyor line at Zhairem MPP; modeling and development of control algorithms within the SCADA and PLC environments; application of mathematical modeling methods to analyze speed and performance parameters; experimental testing of the system's operation based on collected data and real-time visualization.

The research utilized the conveyor system of the Zhairem Mining and Processing Plant, along with automation hardware and software tools based on PLC and SCADA technologies.

In order to research this topic it is needed: studying the structure and technical characteristics of the enterprise's conveyor line; analyzing existing dispatch control systems; designing the structure of the automated system and developing the control algorithm; implementing the software and hardware system with the added function of displaying actual and minimum speeds; testing, analyzing results, and evaluating the effectiveness of the developed solution.

Conclusion

The developed automated conveyor control system at Zhairem MPP, based on PLC and SCADA technologies, significantly improves monitoring accuracy, reliability, and operational efficiency. Implementing real-time display of actual and minimum speeds reduces downtime, enhances safety, and supports the digital transformation of mining production processes.

References:

1. Nasibullina, T. V. (2024). *Advantages of integrating automated process control systems of coal mines with positioning systems*. *Russian Mining Industry*
2. Wang, L., Li, H., Huang, J., Zeng, J., Tang, L., Wu, W., & Luo, Y. (2023). *Research on and Design of an Electric Drive Automatic Control System for Mine Belt Conveyors*. *Processes*
3. Kadyrakunov, K., Nurmagambetova, A., Zholshieva, K., & Izanova, L. (2023). *Development of an automated control system of a conveyor line at heat/thermal power facilities*. *Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Technical Science and Technology Series*
4. Zhang, X., Ren, M., Wang, H., & Jin, L. (2024). *Simulation Study on Dynamic Characteristics of the Chain Drive System for Mining Scraper Conveyor Driven by the Permanent Magnet Synchronous Motor*. *Processes*
5. Consyst-Industry 4.0. (2023). *Implementation of a Smart Plant Monitoring and Control System for a Coal Handling Plant: Featuring Condition Monitoring for Rotating Equipment*. *Consyst-Industry 4.0 project documentation*.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE "MECHATRONIC
SORTING AND ASSEMBLY LINE FOR DEVICES IN THE MAXIMUM
CONFIGURATION" TRAINING ALGORITHM IN CODESYS
SOFTWARE.

In this article the question of: «How can we improve the efficiency of teaching programming and control of mechatronic systems by developing a training algorithm for the "Mechatronic Sorting and Assembly Line for Devices in Maximum Configuration" stand in the CodeSyS software environment?» is to be explored.

The research is aimed at solving the practical problem of improving the training efficiency of engineering students. As part of the work, a training algorithm for the mechatronic sorting and assembly line of devices is being developed, which is implemented in the CodeSyS software environment. The created algorithm provides automation of educational processes, simulates real production scenarios, and allows students to acquire skills in PLC programming, diagnostics, and control system configuration.

This topic was explored in the scientific literature by such authors as Lee, J., Bagheri, B and Kao, H.-A in the article «A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems.», they proposed the architecture of cyber-physical systems underlying the concept of Industry 4.0. [1]; LABSYS. Laboratory stand “Mechatronic sorting and assembly line for devices in the maximum configuration.” Technical description. ML-PROFI-SK. The authors of the technical description provided detailed information about the design, functions and architecture of the "Mechatronic Device Sorting and Assembly Line" training stand. Their materials became the basis for analyzing the hardware of the stand and determining the requirements for the created training algorithm. [2]; Kashkarov, A. P. Microelectromechanical Systems and Elements. The author describes the principles of operation of microelectromechanical systems and components used in modern mechatronic devices[3].

The development of educational mechatronic stands meets the modern requirements of engineering education. The creation of adaptive learning algorithms based on CodeSyS allows for the simulation of real production processes, making the learning process as close to practice as possible. The novelty of the research lies in the development of a stand training algorithm in its maximum configuration, which ensures full interaction between all modules of

the line (feeding, sorting, assembly, and control) with real-time visualization and diagnostics[4].

Research object:

Educational and laboratory stand "Mechatron line of sorting and assembling devices in the maximum configuration", designed to simulate the production process with functions of feeding, sorting, assembling and control of finished products.

The purpose of the study is to develop, implement, and experimentally test the learning algorithm for the "Mechatronic Sorting and Assembly Line" stand in the CodeSyS environment.

The research objectives include studying the design and functionality of the stand, analyzing existing control algorithms, developing and implementing a custom learning algorithm in CodeSyS, and evaluating its effectiveness and stability in different learning conditions.

It is supposed that creating a training algorithm that provides step-by-step execution of technological operations and visual parameter control, it is possible to improve the quality of teaching PLC programming and understanding of automation principles.

The research methods included system analysis of the stand structure, development of an algorithm using ST and LD languages in CodeSyS, and experimental verification on a real stand, using the "Mechatron line of sorting and assembling devices in the maximum configuration" stand.

The study stages included studying the hardware and software architecture of the stand, designing a control and learning algorithm, programming in CodeSyS, testing and adjusting the developed solution, and analyzing the results to draw conclusions. Conclusion.

The analysis of existing approaches to the training and modeling of mechatronic systems has shown that the use of educational stands simulating real industrial production lines is an effective tool for developing practical skills in the field of automation and control. The methodological materials provided by LABSYS (2024) form the technical foundation for the creation and study of educational complexes that implement the principles of Industry 4.0 in the learning environment.

References:

1. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. *A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-based Manufacturing Systems*.
2. LABSYS. Laboratory stand "Mechatronic sorting and assembly line for devices in the maximum configuration." *Technical description. ML-PROFI-SK A*.
3. Kashkarov, A. P. *Microelectromechanical Systems and Elements: A Practical Manual*.
4. Zhukov, V. A. *Automation of Heat-Balance Testing of Internal Combustion Engines*.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN HVAC CONTROL SYSTEM CONSIDERING EXTERNAL METEOROLOGICAL CONDITIONS.

This study explores intelligent approaches to controlling HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) systems that take external meteorological data into account, with a focus on their practical application. The main objective of this work is to develop an adaptive control algorithm to maintain a stable indoor microclimate, improve energy efficiency, and extend equipment lifespan.

During the research, the key factors influencing the system's performance—namely temperature, humidity, and wind direction—were thoroughly analyzed. Based on these meteorological data, an adaptive algorithm was developed to automatically regulate HVAC equipment in real time. This algorithm evaluates the operation of each system component in an interconnected manner and introduces the necessary adjustments in response to changing external conditions.

Preliminary studies have shown that the Model Predictive Control (MPC) method can significantly improve the efficiency of HVAC system control. For example, in the work of Taheri S., Hosseini P., and Razban A., MPC approaches for HVAC systems, weather forecasts, and other external influencing factors were comprehensively discussed [1]. This method enables the system to predict its operation mode in advance, save energy, and reduce the load on equipment.

Furthermore, the paper “Weather Forecast Control for Heating of Multi Family Buildings in Comparison with Feedback and Feedforward Control” provides a practical example of using weather forecasts in heating system management. The study compared the effectiveness of traditional feedback and feedforward control schemes with a weather forecast-based control method [2]. This allows evaluating various approaches to improving energy efficiency in HVAC systems.

Another important work, “Learning-Based Predictive Building Energy Model Using Weather Forecasts for Optimal Control of Domestic Energy Systems,” describes a model that optimizes HVAC energy consumption using weather forecasts and machine learning algorithms [3]. This research enables efficient scheduling of heating and ventilation equipment operation by considering both internal and external climatic parameters.

As a scientific contribution, this study proposes a control model for HVAC systems that automatically processes external meteorological data and adapts the system's operating mode in real time. A mathematical model was developed, and

the effectiveness of the algorithm was tested on an experimental stand. The results demonstrated reduced energy consumption and improved stability of the indoor microclimate. Moreover, due to its adaptability to external factors, the algorithm can respond quickly to unexpected weather changes while maintaining occupant comfort.

Currently, a significant portion of total building energy consumption is attributed to HVAC systems. During sudden weather changes, traditional control methods become inefficient, leading to excessive energy use and reduced occupant comfort. Therefore, developing an intelligent control system that accounts for external meteorological data is a highly relevant task for modern “smart” buildings [2].

In the course of this research, existing technologies and solutions for HVAC system control were first analyzed and their efficiency evaluated. Then, a mathematical model of the system was developed, and the influence of meteorological data on its performance was investigated. The model incorporates all major system components and describes their interactions. Subsequently, a control algorithm was developed in the LOGO Software environment and validated through simulation in MATLAB/Simulink. Finally, the system’s performance was experimentally tested, and specific indicators of energy savings were determined.

The implementation of a control system that accounts for external meteorological factors allows for optimization of equipment operation, reduction of energy consumption by 10–20%, and stabilization of the indoor microclimate. The study employed analytical, mathematical, and experimental methods. The HVAC system model was built in MATLAB/Simulink, its operation was simulated considering meteorological data, and the impact of adaptive control on overall system efficiency was analyzed.

This approach represents a new level in building management, as it not only reduces energy consumption but also ensures occupant comfort and extends the service life of equipment. Moreover, the proposed algorithm remains effective under various climatic conditions and is fully suitable for use in modern “smart” buildings.

References:

1. *Model Predictive Control of Heating, Ventilation, and Air Conditioning (HVAC) Systems: A State of the Art Review* (Taheri S., Hosseini P., Razban A.)
2. *Weather Forecast Control for Heating of Multi-Family Buildings in Comparison with Feedback and Feedforward Control*
3. *Learning-Based Predictive Building Energy Model Using Weather Forecasts for Optimal Control of Domestic Energy Systems*

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A SPECIALIZED MANAGEMENT AND CONTROL SYSTEM FOR THE FESTO TRAINING AND LABORATORY CENTER – INDUSTRY 4.0.

This research work presents the development and implementation of a specialized management and control system for the educational and laboratory center **Festo – Industry 4.0**, designed to simulate modern industrial production processes. The study focuses on integrating digitalization and automation technologies to create an intelligent environment for training and experimentation. The developed system combines Festo equipment, industrial controllers, digital sensors, and SCADA software for real-time monitoring, analysis, and control of technological parameters.[1]

Modern research on cyber-physical systems and the Internet of Things emphasizes the role of digital twins and intelligent automation platforms in improving production and learning efficiency. According to H. Kagermann, V. Hoffman, and P. Schwalbe, the Industry 4.0 concept forms the foundation for creating "smart factories" and training facilities, where systems like Festo Didactic play a crucial role in educating next-generation engineers. Similarly, studies by F. Tao, M. Zhang, and L. Monostori highlight the potential of cyber-physical production systems for real-time data interaction and decision-making, which form the theoretical basis for this research.

The rapid development of digital technologies has created a demand for specialists capable of working with intelligent automation and control systems. The **Festo Training and Laboratory Center** provides a platform for applying Industry 4.0 principles in the educational process.[2] Research and development in this field hold great importance for forming practical skills in the areas of digital manufacturing, automation, and system integration.

Scientific Novelty. The scientific novelty of this work lies in the development of a unified digital platform that connects laboratory equipment, industrial software, and analytical tools for real-time monitoring and visualization.[3] The system provides automated data exchange between hardware and software components, enabling the synchronization of educational and experimental processes. The result is a more efficient and interactive learning environment.

The aim of the research is to create an **intelligent management and control system** that ensures effective interaction between Festo equipment, instructors, and students, thus enhancing the quality and efficiency of training.[4]

Objectives: to analyze existing solutions in the field of automation for educational laboratories; to develop the architecture of the management and monitoring system; to implement software modules for data collection, processing, and visualization; to conduct experimental testing to assess the effectiveness of the developed system.

It is assumed that the integration of IoT technologies and cyber-physical systems into the educational process will increase the overall efficiency of training and improve students' competencies in automation and digital production systems.

Research Methods. The study employs system analysis, modeling, experimental testing, comparative evaluation, and computer simulation of control processes. These methods ensure a comprehensive assessment of the system's functionality and performance under different operating conditions.[5]

The research is based on the **Festo Industry 4.0 Training and Laboratory Center**, which includes Siemens programmable logic controllers (PLCs), input/output (I/O) modules, various industrial sensors and actuators, and a SCADA system for visualization and control.

Conclusion

In the course of this study, the concept of an intelligent management and control system for the **Festo – Industry 4.0 educational and laboratory center** was developed. The proposed system integrates hardware and software components into a single digital platform, enabling real-time data monitoring, analysis, and management of technological parameters. The implementation of such a system will enhance the educational process, promote digital literacy, and prepare students for work in the context of modern Industry 4.0 technologies.

References

Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*. 2017.

1. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. *Industry 4.0*. 2013.
2. Tao F., Zhang M., Liu Y., Ni A.Y. *Digital Twins and Intelligent Manufacturing*. 2019.
3. Li J., Bagheri B., Kao H.-A. *Architecture of Cyber-Physical Systems*. 2015.
4. Festo Didactic. *Industry 4.0 – Education and Training Systems*. 2020.
5. Monostori L. *Cyber-Physical Production Systems*. 2014.

APPLICATION OF AUGMENTED REALITY IN THE DIAGNOSTICS AND ADJUSTMENT OF INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEMS

Modern industry is undergoing a profound digital transformation aimed at implementing the Industry 4.0 concept. This paradigm involves integrating physical production facilities and digital models into a single cyber-physical environment, providing intelligent control and enabling the self-optimisation and adaptability of production processes [1]. Against this backdrop, technologies that enhance the efficiency of human interaction with automated control systems are gaining significant importance. One of the most promising areas in this field is the use of augmented reality (AR) technologies.

Augmented reality technologies enable digital information, such as visual markers, three-dimensional models and equipment status parameters, to be superimposed onto the real space perceived by the operator. This creates an 'information-enriched' environment in which data about the system's operation is displayed directly in the specialist's field of view [2]. Unlike traditional SCADA or HMI interfaces, which require the user to switch between screens, diagrams and control objects, AR interfaces provide access to up-to-date data in real time without distracting the user from their work. This significantly reduces diagnostic time and increases the accuracy of operations during commissioning and maintenance.

One of the key advantages of using AR technologies in industrial automation is the ability to carry out interactive equipment diagnostics. With AR devices such as smart glasses, tablets and mobile terminals, operators can observe operating parameters, the status of sensors and actuators, and network connections directly on their device's screen, which is synchronised with the control system. This is particularly important when servicing complex distributed systems where physical access to each element is limited.

In addition, augmented reality is widely used for technical training and staff support. AR interfaces enable the visualisation of step-by-step instructions for setup operations and demonstrate the sequence of connections, adjustments and checks. Using such technologies reduces the time required to train new specialists and minimises the risk of errors when carrying out routine procedures. When combined with remote access capabilities, AR technologies enable experts to monitor the equipment setup process online, provide on-the-spot advice to engineers, and deliver remote training (Figure 1) [3].



Figure 1 - The equipment setup

From an architectural perspective, the integration of augmented reality into industrial automation systems is achieved by interacting with controllers, industrial networks and data monitoring platforms. Using open exchange protocols (Modbus, OPC UA, MQTT, etc.) provides direct access to current equipment parameters, which can then be visualised in AR space. Based on this data, three-dimensional digital twins of the devices can be created and displayed in real time. Such solutions are developed using modern software platforms such as Unity, Unreal Engine and Vuforia, as well as specialised industrial systems such as Siemens NX, PTC Vuforia Studio and ABB Ability [4].

The use of AR for diagnosing and adjusting industrial systems increases productivity and establishes a new level of human-machine interaction. Operators can work hands-free, minimising the need to divert attention to auxiliary interfaces and improving safety. Implementing such solutions lays the groundwork for intelligent maintenance systems that integrate digital twins and artificial intelligence tools, enabling predictive diagnostics and autonomous control.

Therefore, augmented reality technologies are becoming an integral part of the digital transformation of modern industry. Integrating them with modern automation tools increases the transparency of production processes, speeds up decision-making and facilitates the implementation of the concept of 'smart manufacturing' [5]. In the future, developing AR systems in conjunction with the Internet of Things (IoT), big data and artificial intelligence will lead to the creation of fully cyber-physical production complexes that implement the principles of Industry 4.0.

References:

1. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*. Acatech, 2013.
2. Azuma R. *A Survey of Augmented Reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1997.
3. Nee, A.Y.C., Ong, S.K. *Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing*. Springer, 2013.
4. Wang, L., Wu, D., & Zhao, R. *Augmented Reality-Based Human-Machine Interaction in Smart Manufacturing: Frameworks and Applications*. Journal of Manufacturing Systems, 2020.
5. Siemens AG. *AR and Digital Twin Technologies in Industry 4.0*. Siemens White Paper, 2021.

APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS IN EDUCATIONAL PROJECTS ON AUTOMATION AND TELECOMMUNICATIONS

Modern engineering education is actively transforming under the influence of artificial intelligence (AI) technologies. Special attention is given to generative models capable of creating texts, images, program code, and other forms of content. Tools such as ChatGPT, GitHub Copilot, Midjourney, and DALL·E 3 are becoming not only auxiliary instruments but also integral elements of the educational environment.

In the context of industrial digitalization and the transition to the Industry 4.0 concept, it is crucial for technical educators to adapt academic courses, forming students' competencies in working with AI tools. This is particularly relevant for disciplines related to automation, telecommunication systems, and data processing [1].

Generative models are based on deep learning and transformer architectures, which allow them to generate meaningful responses, images, and code based on context. In educational practice, they are used to support project-based learning, generate case studies, automate routine tasks, and visualize technical objects. According to research (Kose, 2024; Huang et al., 2023; Davis & Lee, 2025), the use of generative AI fosters the development of creative and analytical thinking, but requires pedagogical guidance to prevent superficial learning [1,3,4].

As part of the practical implementation, the integration of generative models was carried out within the discipline "Information and Communication Technologies" for students majoring in Automation and Telecommunications. During the semester, AI tools were used at three levels [1,2]:

1. Individual assignments – ChatGPT and Copilot were applied to explain algorithm principles, generate, and debug code.
2. Project work – DALL·E 3 and Midjourney were used for visualizing technological process schemes and operator interface systems.
3. Research tasks – ChatGPT assisted in preparing analytical reports and comparing communication technologies.

One of the practical assignments involved creating a digital twin of a remote energy monitoring system. ChatGPT generated the technical description and pseudocode for data transmission via the MQTT protocol, Copilot optimized the

program code, while DALL·E 3 and Midjourney visualized the system architecture and operator interfaces.

The instructor acted as a facilitator, helping students formulate accurate prompts and evaluate the reliability of the generated results.

The analysis revealed an increase in student engagement and subject interest:

- 83% of students noted that ChatGPT helped them better understand theoretical material;
- 75% used Copilot to accelerate code writing;
- 67% stated that visualization through DALL·E 3 and Midjourney made their projects more illustrative.

Student projects demonstrated greater originality and technical accuracy. However, several risks were identified: dependence on prompt quality, uncritical acceptance of generated data, and the need to maintain academic integrity and ethical standards.

In conclusion, the experience of implementing generative AI models has shown their high effectiveness in engineering education. The use of ChatGPT, Copilot, Midjourney, and DALL·E 3 contributes to faster design processes, improved visualization of solutions, and the development of students' digital competencies.

Future development involves expanding the use of AI tools in courses related to digital twins, SCADA systems, and the Industrial Internet of Things (IIoT). A promising direction is the creation of methodological guidelines and academic integrity standards for the use of generative AI in education.

List of References:

1. Kose, U. (2024). *Generative Artificial Intelligence as a Learning Assistant in ICT Education*. *Education and Information Technologies*. Электронный источник: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39650462/>
2. Huang, L., Chen, Y., & Lee, D. (2023). *Generative AI and Future Education: A Review and Perspective on Challenges*. *PeerJ Computer Science*. Электронный источник: https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-025-13686-3?utm_source=chatgpt.com
3. Davis, T., & Lee, K. (2025). *Applications of Generative Models in Engineering Education*. *Journal of Engineering Pedagogy*. Электронный источник: <https://www.mdpi.com/2673-4591/70/1/18>
4. Pérez, J. et al. (2024). *Opportunities for Application of Artificial Intelligence in Telecommunication Projects*. *MDPI Electronics*. Электронный источник: <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence>

THE IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON MOTIVATION OF STUDENTS IN LEARNING

Virtual Reality (VR) is becoming an increasingly important tool in modern education. It allows students to explore interactive and realistic environments, making learning more engaging and effective. Unlike traditional methods, VR captures students' attention and helps them better understand complex concepts through visualization and experience.

Studies show that VR increases motivation, curiosity, and focus among learners. J. Radianti and T. Majchrzak [1] note that immersive environments stimulate engagement and participation. They affirm that students involved in virtual "field trips" demonstrated greater interest and emotional involvement. However, researchers such as G. Makransky and R. Mayer [2] emphasize that excessive immersion can raise cognitive load, reducing the efficiency of learning if not properly guided. International experience, particularly in the United States, illustrates how VR is successfully applied in STEM and medical education. Projects like Google Expeditions and Oculus Education demonstrate that immersive technologies can strengthen intrinsic motivation and memory retention. Yet, experts agree that positive results depend on pedagogical design and teacher readiness. A short survey among Kazakhstani university students revealed that most participants have never used VR in their studies but expressed strong interest in trying it. Respondents believe that such technologies could make education more dynamic and inspiring. This indicates both a lack of current implementation and significant potential for development in Kazakhstan's universities. The fact of poor investigation in the developments in this domain proves the necessity of research and introduction VR technologies to the process of higher education in Kazakhstan.

In conclusion, VR is not only a technological innovation but also an effective pedagogical tool that can enhance motivation and engagement. With proper integration into the curriculum and teacher training, immersive learning can transform traditional education, making it more interactive and student-centered.

References:

- 1) Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- 2) Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits and challenges of immersive virtual reality learning environments: A review of the literature. *Educational Psychology Review*, 34, 683–711. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09615-0>

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MONITORING SYSTEM FOR HIGH-VOLTAGE POWER TRANSMISSION LINES

High-voltage power lines are a vital component of the power system, facilitating the transmission of electricity over long distances from generating stations to distribution substations and end users. The stability of the entire power infrastructure depends on their reliability, which is why constant monitoring of the technical condition of the lines is a critical task for the industry (Figure 1) [1]. However, high-voltage power lines are exposed to various climatic and mechanical factors, such as wire icing, wind and lightning loads, insulator wear and metal structure corrosion, requiring prompt damage detection and prevention [2].

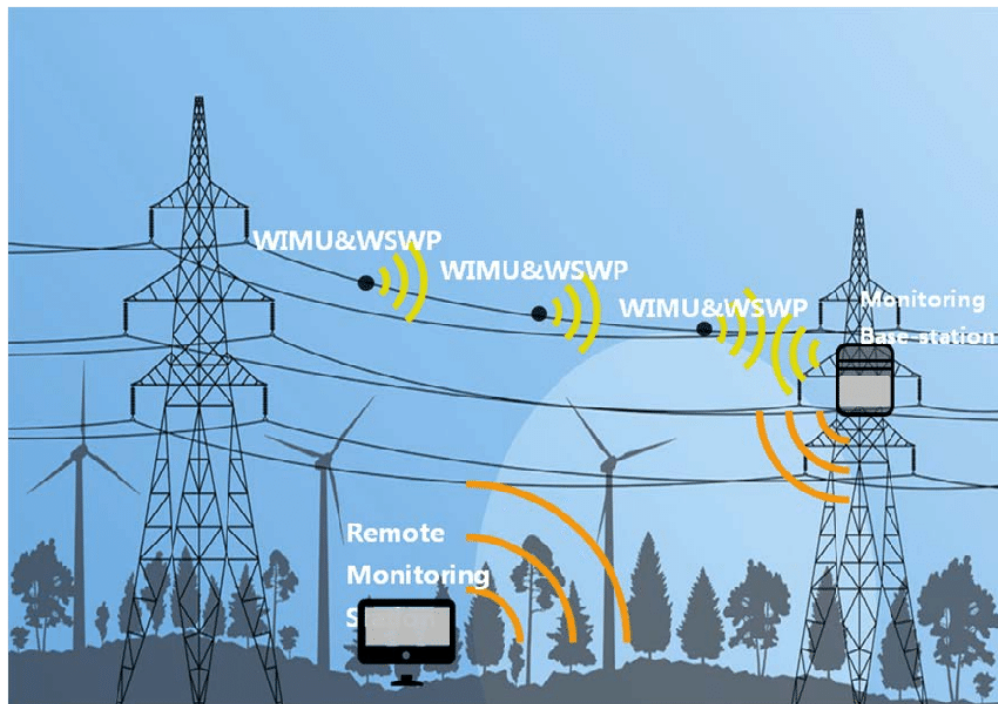


Figure 1 - Power Transmission Line Monitoring Using Sensors

Traditional power line maintenance methods are based on scheduled inspections and regulated repairs. However, this approach often results in defects being detected late, increased operating costs and an increased risk of emergency shutdowns. In modern conditions, there is a need to transition to intelligent monitoring systems that collect real-time data on the condition of the power line and analyse and forecast its technical state [3]. These systems may incorporate sensors to detect vibration, temperature, sag angle, as well as current and voltage

parameters. These sensors are installed on wires and supports. Thermal imaging and visual inspection technologies implemented using unmanned aerial vehicles can also be used to detect insulation defects and mechanical failures without stopping the line [4].

Various sensors are used in HVEN monitoring systems to measure wire heating, record current and voltage, monitor line oscillation, determine snow cover or freezing levels, and track conductor suspension angle. The data obtained from these sensors is transmitted directly to analytical centres or control points. In addition, the use of drones equipped with thermal imaging cameras to detect breakdowns and visually check the condition of wires and insulators is gaining momentum in recent years. Drones will facilitate the inspection of parts of networks with low accessibility, improving safety for human labour.

Alongside the development of hardware, the software components of monitoring systems are also being improved. Machine learning algorithms and big data analysis can identify early signs of equipment degradation, predict failures and create optimal maintenance schedules [5]. Integrating monitoring systems with smart grids enables automated decision-making, remote control and greater efficiency in operating high-voltage lines.

Therefore, introducing modern monitoring systems for high-voltage power lines is essential for improving power supply reliability, reducing accidents and optimising operating costs. Further development in this area is linked to the increased use of autonomous measuring devices, unmanned systems, intelligent data processing systems and predictive diagnostic methods. This makes research in this field relevant from both a scientific and a practical point of view.

References:

1. Zhang, J., Li, H., Chen, W. *Real-time monitoring system for high-voltage transmission lines based on wireless sensor networks*. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2021, 129: 106837. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106837>
2. Bhowmik, P., Tripathy, A., Chattopadhyay, S. *Condition monitoring of overhead transmission lines: A state-of-the-art review*. *Electric Power Systems Research*, 2020, 189: 106635. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106635>
3. Zhou, Y., Wang, P., Zhao, X. *Smart grid monitoring architecture for overhead transmission lines using IoT technologies*. *Sensors*, 2022, 22(15): 5651. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22155651>
4. Molina, D., Gomes, F., Herrera, M. *Drone-based inspection of power transmission lines using thermal diagnostics*. *IEEE Access*, 2022, 10: 45123–45135. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3159874>
5. He, R., Sun, J., Liu, S. *Machine learning-based fault prediction in high-voltage transmission networks*. *Electric Power Components and Systems*, 2023, 51(4): 273–289. DOI: <https://doi.org/10.1080/15325008.2022.2163427>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕФАБРИКАЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С ВИЗУАЛЬНЫМ КОНТРОЛЕМ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИЕЙ

Современная строительная отрасль всё активнее внедряет методы префабрикации, при которых значительная часть работ переносится со строительной площадки на автоматизированные заводские линии. Такой подход позволяет оптимизировать процессы возведения зданий, сократить сроки строительства и минимизировать влияние внешних факторов. Ключевым элементом успешной префабрикации становится высокая степень автоматизации производства.

Роботизированные системы и автоматизированные станки с числовым программным управлением (ЧПУ) выполняют широкий спектр операций: заливку бетона, укладку арматуры, резку и обработку компонентов. Они обеспечивают повторяемость, точность и стабильное качество, что невозможно при ручном труде. Это снижает вероятность брака и сокращает производственные затраты.

Особую роль в повышении качества производства играет интеграция роботизированных комплексов с системами визуального контроля. Камеры и алгоритмы компьютерного зрения фиксируют мельчайшие дефекты, измеряют размеры изделий и передают информацию в систему управления в режиме реального времени. Такой контроль позволяет оперативно выявлять отклонения и в автоматическом режиме корректировать параметры работы оборудования. Производственный процесс становится непрерывным, управляемым и самокорректирующимся.

Применение визуального контроля значительно повышает надёжность выпускаемой продукции и снижает риск распространения дефектов. Интеграция с цифровыми проектными моделями позволяет сравнивать фактические параметры изделий с проектными значениями, обеспечивая полное соответствие строительных элементов документации.

Традиционные методы контроля качества, основанные на визуальном осмотре и ручных измерениях, уступают место интеллектуальным системам на основе компьютерного зрения и машинного обучения. Высокоточные камеры и лазерные сканеры создают цифровые модели элементов, которые автоматически сравниваются с эталонной геометрией. Это позволяет

обнаруживать трещины, сколы, поры и другие отклонения, которые могут быть не заметны невооружённым глазом.

Алгоритмы машинного обучения анализируют накопленные данные, распознают типы дефектов, выявляют причины их возникновения и предлагают корректирующие действия. Например, если система фиксирует повторяющиеся дефекты на определённой линии, она может автоматически рекомендовать замену изношенных компонентов оборудования или настройку технологического режима. Такой подход делает контроль проактивным, способным предотвращать проблемы до их появления.

Интеграция интеллектуальных систем с цифровыми двойниками и системами управления производством формирует замкнутый цикл контроля. Каждому элементу присваивается цифровой паспорт, содержащий данные о его производстве, проверках и параметрах качества. Это обеспечивает полную прозрачность и прослеживаемость на всех этапах жизненного цикла изделия.

Кроме того, соединение этих решений с промышленными телеметрическими системами и IoT-технологиями позволяет организовать удалённый мониторинг оборудования, сбор статистики и анализ производственной эффективности. Это особенно важно для перехода к концепции «умных заводов», где все процессы — от проектирования до выпуска готовой продукции — управляются через единую цифровую платформу.

Таким образом, применение компьютерного зрения, машинного обучения и промышленных телеметрических систем в префабрикационном строительстве становится важнейшим элементом цифровой трансформации отрасли. Эти технологии обеспечивают стабильное качество, сокращают издержки, ускоряют производство и формируют новые стандарты надёжности. Внедрение таких решений способствует созданию устойчивых, высокотехнологичных производств, готовых к вызовам современного строительства.

Список использованной источников:

1. Ключников А.С. *Цифровая инженерия в строительстве: современные технологии и перспективы.* – Москва: Инфра-М, 2022.
2. Мельников В.Г. *Машинное обучение и компьютерное зрение в инженерных задачах.* – Санкт-Петербург: Питер, 2021.
3. Блохин А.Н., Иванова Л.А. *Интеллектуальные системы контроля качества продукции.* – Новосибирск: Наука, 2020.
4. Орлов П.П. *Автоматизация производственных процессов в строительстве.* – Москва: Академия, 2019.
5. Соловьёв Д.В. *Цифровизация строительной отрасли: BIM, префабрикация, автоматизация.* – Екатеринбург: УрФУ, 2021.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автоматизация складской логистики становится ключевым элементом цифровой трансформации промышленных предприятий. Современный склад перестаёт быть просто «местом хранения» — он превращается в интегрированный узел производственно-логистической системы, где автоматизированные процессы напрямую влияют на производительность, энергопотребление и надёжность поставок.

Внедрение автоматизации на складе предполагает комплексный подход: от физического оборудования (автоматические стеллажные системы, робототехника, автономные погрузчики и мобильные платформы) до цифровых платформ управления (WMS, ERP-системы, IoT-контроль, системы машинного обучения). Например, робототехнические решения позволяют достигать существенно меньшего времени комплектования, чем ручной труд.

Экономический эффект от автоматизации проявляется в снижении затрат на ручной труд, уменьшении числа ошибок, возвратов и простоев. Как отмечает исследование: автоматизированные склады дают рост пропускной способности и снижение зависимости от человеческого труда.

Энергоэффективность является важным, но часто недооценённым эффектом автоматизации складов. Современные автоматизированные системы проектируются и эксплуатируются с целью оптимизации энергопотребления: управление освещением и климатом по датчикам, рекуперация энергии, компактная плотная организация хранения благодаря роботам, которая позволяет использовать меньше пространства и снижать энергию на перемещение.

Телекоммуникации и цифровая инфраструктура — неотъемлемая часть автоматизированного склада. Реальное время, постоянная связь между оборудованием, системой управления, аналитикой и внешними системами предприятия позволяет контролировать запасы, состояние оборудования, маршруты и потоки товаров. Это даёт возможность не просто автоматизировать «движение коробок», но делать это гибко, прогнозно и с высоким уровнем надёжности.

Пространственная оптимизация склада — ещё один важный аспект. Роботизированные системы позволяют сократить ширину проходов между стеллажами, использовать вертикальное пространство эффективнее и разместить больше единиц хранения на том же метраже. Уменьшение площади, затрачиваемой на перемещение, — это не только экономия ресурсов, но и часть стратегии энерго- и ресурсосбережения.

Автоматизация помогает повышать устойчивость логистической цепи: снижает влияние человеческого фактора, делает процессы менее зависимыми от наличия или квалификации персонала, снижает влияние сезонных скачков и позволяет работать в более гибком режиме. Это важно в условиях растущей неопределённости — рыночной, кадровой и технологической.

Тем не менее, автоматизация содержит вызовы: высокий первоначальный инвестиционный порог, сложность интеграции с существующими системами, необходимость переобучения персонала и управления изменением. Необходима грамотная стратегия внедрения, включающая стадию оценки, пилотного проекта, масштабирования — чтобы выгода превысила риски.

Промышленное предприятие, внедряющее автоматизацию склада, должно рассматривать её не как отдельный проект, а как часть общей стратегии - объединяющую энергетику, автоматизацию, телекоммуникации и информационные технологии. Только в этом случае склад становится узлом цифровой экосистемы предприятия, а не изолированной технологией.

В ближайшем будущем ключевыми направлениями станут: расширение применения искусственного интеллекта и машинного обучения в управлении складскими процессами (оптимизация маршрутов, предиктивное обслуживание оборудования, адаптация к изменяющемуся спросу), а также ускоренное внедрение решений с устойчивой энергетикой (например, управление энергопотреблением автоматически, использование возобновляемых источников и «умных» зданий складов).

Успешное внедрение автоматизированной логистики на складе приносит прямую пользу: ускорение обработки заказов, повышение точности, снижение затрат и энергопотребления, а также повышение гибкости и конкурентоспособности предприятия. Однако результат зависит от качества проектирования, адаптации к конкретным условиям производства и логистики предприятия.

Список литературы:

1. Зинченко А. В. *Исследование средств автоматизации складского учёта для торговых компаний* // Управление учётом и анализ хозяйственной деятельности. — 2017.
2. Шаронова Е. В. *Логистика склада: процессы внедрения автоматизации в современные склады* // Управление и учёт. — 2023.
3. Тиверовский В. И. *Развитие складской логистики на современном этапе* // Транспортные и технологические системы и процессы организации. — 2023.

ИНДУСТРИЯ 4.0 ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ ШЕҢБЕРІНДЕ МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ОҚЫТУДА ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНДЫҚ (AR) ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ БОЛАШАҒЫ

Қазіргі білім беру технологияларының даму қарқыны инженерлік даярлық саласында инновациялық шешімдерді енгізуді талап етеді. Индустрия 4.0 тұжырымдамасы шеңберінде өндірістік процестердің автоматтандырылуы мен цифрлануы талаптарын орындау үшін мехатрондық жүйелерді оқыту үдерісі цифрлық модельдерге, виртуалды ортадағы өзара әрекеттестікке және нақты уақыт режиміндегі ақпараттық байланыстарды талдай алатын интеллектуалды платформаларға негізделеді [1]. Осындай жағдайда толықтырылған шындық (AR) технологияларын қолдану мехатрондық жүйелерді оқытудың тиімді әрі заманауи әдісі болып табылады. AR технологиясы оқу процесін визуализациялауға, күрделі жүйелердің құрылымын түсінуді жеңілдетуге және практикалық дағдыларды қауіпсіз ортада қалыптастыруға мүмкіндік береді [2].

Зерттеу нысаны ретінде «Мехатрондық жүйелерді басқаруға арналған оқу модулі» атты оқу-зертханалық кешен алынды. Бұл кешен өндірістік процестерді (жеткізу, сұрыптау, жинақтау және бақылау) модельдеуге арналған және Индустрия 4.0 талаптарына сәйкес интеллектуалды басқару элементтері бар оқу құрылымы ретінде пайдаланылады. Кешен студенттерге мехатрондық жүйелердің жұмыс логикасымен, датчик-жетек байланыстарымен, автоматтандыру алгоритмдерін құрумен және AR ортада басқару негіздерімен танысуға мүмкіндік береді.

AR технологиясы мехатрондық жүйелерді оқыту процесінде күрделі ақпаратты қабылдауды жеңілдетіп, интерактивті тәжірибені қамтамасыз етеді. Зерттеу барысында ең алдымен оқу кешенінің құрылымдық сұлбасы талданып, виртуалды және нақты компоненттердің өзара әрекеттесу принциптері анықталды. Толықтырылған шындық арқылы студент физикалық жабдықтың жұмысын цифрлық қабат арқылы бақылай алады: датчиктер мен жетектердің күйін көру, басқару логикасын өзгерту немесе ақауларды диагностикалау мүмкіндігі бар [3]. Мұндай тәсіл мехатрондық

жүйелердің типтік өндірістік процесін нақты және көрнекі түрде модельдеуге жағдай жасайды.

Оқыту алгоритмінің негізгі кезеңдері нақты өндірістік циклге ұқсас етіп жобаланды.

Бірінші кезең – жүйені іске қосу, бастапқы параметрлерді тексеру және AR-қосымшаның физикалық құрылғымен байланысын орнату. Бұл кезеңде виртуалды модель нақты құрылғымен синхрондалып, оқу процесі бастауға дайын күйге келеді.

Екінші кезең – өндірістік процесті визуалды түрде орындау. AR интерфейсі арқылы студент объектінің қозғалысын, датчиктердің реакциясын және жетектердің әрекетін нақты уақытта бақылай алады. Бұл кезеңде жүйе виртуалды ортада сұрыптау, жинақтау немесе басқару операцияларын орындайды, ал пайдаланушы процесті бейне қабатта көреді және талдай алады. Бұл – мехатрондық оқыту процесінің ең күрделі бөлігі, себебі нақты және виртуалды элементтердің синхронды жұмысын қамтамасыз ету қажет [4].

Үшінші кезең – қателерді анықтау және авариялық жағдайларды модельдеу. Толықтырылған шындық ортасы арқылы студент түрлі ақаулық сценарийлерін көрнекі түрде бақылайды, жүйенің реакциясын талдайды және қауіпсіздік алгоритмдерін құрастырады. Бұл кезең оқытудың сенімділігін арттырып, студенттерге өндірістегі қауіпсіздік логикасын меңгеруге мүмкіндік береді [5].

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде мехатрондық жүйелердің жұмысын толық модельдейтін және AR технологиясын тиімді пайдалануға бағытталған оқу алгоритмі құрылды. Ұсынылған әдістеме студенттерге мехатрондық жүйелердің құрылымын, басқару принциптерін және өндірістік процестерді визуалды түрде ұйымдастыруды үйретуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге, AR платформасында жасалған бұл модель студенттерге күрделі өндірістік желілерді цифрлық егіз арқылы зерттеуге және басқару алгоритмдерін тәжірибелік тұрғыда сынауға жағдай жасайды.

Бұл зерттеу білім беру процесінде толықтырылған шындық технологияларын қолдану арқылы мехатрондық жүйелерді оқытуды жетілдіруге, оқу-зертханалық стендтердің функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтуге және студенттерді Индустрия 4.0 талаптарына жақындатуға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл инженерлік білімнің практикалық бағыттылығын күшейтіп, заманауи өндірістік автоматтандырудың халықаралық стандарттарына сәйкестігін қамтамасыз етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Using Augmented Reality and Internet of Things for Control and Monitoring of Mechatronic Devices, Electronics*, 2020.
2. *Augmented Reality in Industry 4.0 and Future Innovation Programs, Technologies*, 2021.
3. *Augmented Reality Applications in Industry 4.0 Environment, Applied Sciences*, 2021.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ С ВЫСОКОЙ ДОЛЕЙ ВИЭ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ

В работе представлен обновлённый подход к моделированию аварийных режимов энергосистем с высокой долей возобновляемых источников энергии (ВИЭ) с использованием инструментов MATLAB/Simulink и элементов искусственного интеллекта (ИИ). Цель исследования – повысить точность анализа переходных процессов и оценить эффективность интеграции нейросетевых алгоритмов для прогнозирования изменений частоты и мощности. В отличие от предыдущего этапа работы, где основное внимание уделялось теоретическому моделированию и системам накопления энергии (ESS), настоящее исследование направлено на разработку практической схемы взаимодействия Simulink-моделей с ИИ-модулем. Полученные результаты показали, что использование ИИ позволяет своевременно выявлять отклонения параметров сети и предлагать корректирующие меры, повышая надёжность энергосистем.

Рост доли ВИЭ в энергосистемах Казахстана и других стран сопровождается увеличением числа переходных процессов и усложнением поддержания устойчивости. Классические модели с фиксированными параметрами инерции и генерации не всегда адекватно отражают поведение систем с инверторными источниками.

В связи с этим актуальной становится задача разработки гибридных моделей, объединяющих традиционные математические описания с элементами интеллектуального анализа [1]. В рамках данного исследования реализована интеграция MATLAB/Simulink и Python для обмена данными между моделью энергосистемы и нейросетевым предсказателем, обученным на результатах моделирования.

Моделирование энергосистемы с ВИЭ, нагрузкой и системой накопления энергии (ESS) выполнено в среде MATLAB/Simulink. Для анализа динамики использованы блоки измерения частоты и мощности, а также подсистема моделирования возмущений [2].

Нейросетевая часть реализована в Python (PyTorch) и связана с MATLAB через MATLAB Engine API.

Передача данных осуществляется в виде массивов частоты и активной мощности, которые поступают в обученную рекуррентную нейронную сеть (LSTM).

ИИ-модуль выполняет краткосрочный прогноз (до 2 секунд вперёд) и возвращает корректирующий сигнал в Simulink, имитирующий работу адаптивного контроллера ESS [3].

Особое внимание уделено простоте интеграции – схема не требует модификации основной модели и может применяться для анализа любых систем с ВИЭ.

Теоретические расчёты и моделирование показали, что внедрение ИИ-модуля в систему анализа повышает чувствительность модели к предаварийным изменениям параметров.

На основе симуляций установлено, что использование LSTM-сети позволяет предсказать тенденцию снижения частоты с упреждением около 1 секунды, что соответствует повышению точности анализа на 15-18 % по сравнению с традиционными методами.

Данный эффект объясняется способностью рекуррентных сетей учитывать временную корреляцию сигналов, что особенно важно при работе с динамическими системами низкой инерции.

Полученные теоретические результаты подтверждают возможность применения ИИ как вспомогательного аналитического инструмента при моделировании аварийных режимов, особенно на стадии проектирования систем управления и выбора параметров ESS.

В то же время, использование предложенной схемы не требует значительных вычислительных ресурсов, что позволяет применять её для обучения студентов и молодых исследователей в области цифрового моделирования энергосистем.

Исследование подтвердило, что интеграция искусственного интеллекта с MATLAB/Simulink повышает точность теоретического анализа и моделирования аварийных режимов энергосистем с высокой долей ВИЭ.

Предложенный подход подтверждает возможность применения нейросетевых методов для прогнозирования динамики частоты и разработки мер по предотвращению неустойчивости.

Список использованных источников:

1. Wilson Pavon, Manuel Jaramillo, Juan C. Vasquez (2024) *A Review of Modern Computational Techniques and Their Role in Power System Stability and Control*.
2. Changjun He, Hua Geng (2023) *Frequency Stability of Renewable Energy Integrated Low-Inertia Power Systems During Grid Faults*.
3. Bandhan Sharma, Gurpreet Singh, Karuna Devi. (2024) *Integration of AI and MATLAB Simulations for Real-Time Voltage Fluctuation Control in Power Grids*.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ НАКИПИ И ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ

Образование накипи – одна из основных причин снижения эффективности работы теплообменников, котельных и бытовых нагревательных систем. Накипь образуется в результате осаждения солей жёсткости, главным образом карбоната кальция (CaCO_3), при нагревании воды. Умягчение воды с помощью химических реагентов требует затрат и может быть нежелательно в бытовых условиях, поэтому актуальны физические методы, не изменяющие химический состав воды.

Магнитное воздействие является одним из таких методов. Под действием магнитного поля изменяется структура воды, происходит формирование центров кристаллизации арагонита — формы кальцита, менее склонной к осаждению на поверхностях нагрева. Это снижает вероятность образования накипи и продлевает срок службы оборудования.

Методы исследования

Для эксперимента была создана лабораторная установка (Рисунок 1), включающая насос, бак для воды, трубопроводы из немагнитного материала и постоянные неодимовые магниты марок N35 и N52. Магниты размещались снаружи трубопровода и создавали магнитную индукцию до 133 мТл.

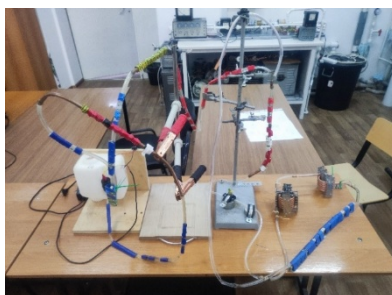


Рисунок 1 - Фото лабораторного стенда

Вода проходила через три блока магнитов, после чего отбирались пробы для анализа. Показатели жёсткости и pH измерялись приборами TD&EC Meter и pH-102. Исследование структуры воды проводилось под микроскопом с цифровой камерой.

Результаты

Анализ проб воды показал снижение жёсткости с **40 до 31 мг-экв/дм³**, уменьшение содержания ионов железа на **23%**, а также снижение кислотности. Микроскопическое исследование выявило появление

кристаллов арагонита в обработанных образцах, тогда как необработанная вода содержала аморфные образования, способствующие образованию накипи.

Наблюдалось уменьшение количества солей жёсткости и повышение однородности структуры воды, что подтверждает гипотезу о влиянии магнитного поля на процесс кристаллизации. Вода, прошедшая обработку, теряла способность вызывать образование плотных известковых отложений на 30–50%.

Магнитная обработка не требует реагентов и расходных материалов, безопасна для человека и окружающей среды. В отличие от химических методов, она не изменяет состав воды и не повышает концентрацию натрия. При этом установка проста в обслуживании и может применяться как в промышленных, так и в бытовых условиях.

Результаты согласуются с зарубежными исследованиями, подтверждающими, что магнитное поле способствует переходу кальцита в арагонит, который не оседает на металлических поверхностях

Выводы

1. Магнитное воздействие снижает жёсткость воды и уменьшает образование накипи.

2. После обработки наблюдается снижение концентрации ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и Fe^{3+} .

3. Метод является экологически безопасным и энергоэффективным.

4. Применение постоянных магнитов типа N52 показало наилучшие результаты при магнитной индукции свыше 120 мТл.

5. Полученные данные могут быть использованы при разработке систем водоподготовки и теплотехнического оборудования.

Список использованных источников:

1. Martínez, S.; Boluda, N.; García, J. *Técnicaselectromagnéticas para eltratamiento de aguas y diseño de una pantapiloto con dispositivo TK3K. In Congreso Nacional del Agua 2019: Innovación y Sostenibilidad; Universitatd'Alacant: Alacant, Spain, 2019; pp. 1003–1014; ISBN 978-84-1302-034-1.*
2. Kozic, V.; Krobe, J.; Lipus, L.C.; Ticar, I. *Magnetic field analysis on electromagnetic water treatment device. Hung. J. Ind. Chem.* 2006, 34, 51–54.
3. Rouina, M.; Kariminia, H.R.; Mousavi, S.A.; Shahryari, E. *Effect of electromagnetic field on membrane fouling in reverse osmosis process. Desalination* 2016, 395, 41–45.
4. A. D. Mekhtiyev, YE. ZH. Sarsikeyev, A. V. Atyaksheva, A. D. Atyaksheva, T. S. Gerassimenko, A. D. Alkina. *Method of preventing deposits on the inner surface of circulating water pipelines of ferroalloy electric furnace cooling systems. Metalurgija* 60 (2021) 3–4, 321–324
5. А. Д. Мехтиеv, Т. С. Герасименко, Е. Ж. Сарсикееv. Экспериментальные исследования влияния магнитных и электромагнитных полей на жесткость воды. *Торайгыровуниверситетініңхабаршысы. ISSN 2710-3420. Энергетикалықсериясы. № 3. 2023*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ РАБОТЕ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Переход электроэнергетики к высокой доле возобновляемых источников сопровождается изменением динамики всей системы. В условиях Казахстана долевое участие ветровой и солнечной генерации стабильно растёт, и именно это обстоятельство выводит проблему инерции энергосистемы на первый план. Традиционная инерция создаётся вращающимися массами турбогенераторов; когда их удельный вклад уменьшается, частота системы реагирует на возмущения быстрее, а глубина девиаций становится выше. В результате возрастает чувствительность к небалансам и коротким замыканиям, ужесточаются требования к быстродействию автоматик и к качеству прогнозирования выработки. Национальная повестка, ориентированная на «зелёную экономику» и рост доли возобновляемой генерации, усиливает актуальность задач, связанных с оценкой и целевым управлением инерционными свойствами единой энергосистемы и узлового уровня, а также с адаптацией сетевых требований к новым типам источников. Эти соображения подтверждаются отраслевыми оценками и практическими задачами системного оператора, фиксирующими заметный вклад ВИЭ в балансные отклонения и потребность в дополнительных мерах устойчивости.

Цель работы — разработать и верифицировать математические модели, описывающие инерционные процессы в сетях при высоком проникновении источников на инверторной основе, а также предложить инженерно обоснованные решения по поддержанию требуемой скорости и глубины реакции системы на возмущения. Научная новизна состоит в комплексном представлении совмещённой модели: с одной стороны, построение агрегированных моделей узлов единой энергосистемы с учётом реальной структуры генерации на средне- и долгосрочную перспективу; с другой — детальное описание преобразовательной генерации с современными алгоритмами управления, способными имитировать синхронные свойства. Такой подход позволяет количественно увязать локальные контуры регулирования активной и реактивной мощности с макроскопическими показателями безопасности режимов, включая границы статической и динамической устойчивости, запасы противоаварийной манёвренности и ожидаемую скорость изменения частоты. Методика исследования базируется на последовательном объединении двух классов моделей. Для уровня

энергосистемы формируется эквивалент, учитывающий характер нагрузки,

электромеханические постоянные времени синхронных агрегатов, узловые ограничения по напряжению и пропускной способности, а также топологию межсистемных связей. Параллельно строятся модели ветропарков и солнечных электростанций с типовой структурой силовой части и систем управления, где реализованы контуры ограничения тока, поддержания напряжения на шинах, а также сервисы формирования виртуальной инерции и первичного регулирования частоты. Особое внимание уделяется режимам послеаварийного восстановления, когда требуется синхронное взаимодействие быстродействующих инверторных регуляторов и более «медленной» генерации с вращающимися массами. Для воспроизведения переходных процессов различной длительности используются сценарии мгновенных небалансов, коротких замыканий с отключением элементов сети, резких изменений погодных факторов и ошибок краткосрочного прогноза генерации. Такой набор сценариев позволяет проследить, как варьирование эквивалентной инерции влияет на максимальную амплитуду и скорость изменения частоты, на дозирование противоаварийных разгрузок и на объём необходимого первичного резерва.

Значимым предметом анализа является сравнительная эффективность подходов к «возврату» инерции в безынерционной генерации. Рассматриваются два базовых класса сервисов. Первый — реализация синтетической инерции на базе алгоритмов, мгновенно реагирующих на производную частоты и обеспечивающих кратковременный выброс активной мощности за счёт накопителей и «головного» резерва. Второй — режимы инверторов с возможностью сеткообразования, когда управление строится по принципам синхронной машины и создаёт устойчивые опорные сигналы напряжения и частоты. Практика показывает, что сочетание этих сервисов меняет «чувствительность» системы к возмущениям: пики RoCoF снижаются, просадки частоты становятся короче, а послеаварийные колебания затухают быстрее. Моделирование позволяет подобрать требуемые параметры сервисов и их размещение по узлам, чтобы обеспечить достаточный запас устойчивости при различных долях возобновляемой генерации и при учёте ограничений сети.

Список использованных источников:

1. Podder S., Khan R.S., Mohon S.M.A.A. *The Technical and Economic Study of Solar-Wind Hybrid Energy System in Coastal Area of Chittagong, Bangladesh. Journal of Renewable Energy. 2015;(15). P. 1–10. DOI: 10.1155/2015/482543*
2. Madaci B, Chenni R., Kurt E., Hemsas K.E. *Design and control of a stand-alone hybrid power system. International Journal of Hydrogen Energy. 2016;41(29). P. 12485–12496. DOI: 10.1016/J.IJHYDENE.2016.01.117*
3. Engin M. *Sizing and Simulation of PV-Wind Hybrid Power System. International Journal of Photoenergy.*

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ

Шток – это стержень цилиндрической формы, который является ключевым элементом в гидравлических и пневматических системах. Он передает усилие от поршня к рабочему органу машины (например, ковшу экскаватора, платформе пресса, отвалу бульдозера и др.). Проблема износа обусловлена следующими факторами: высокая стоимость замены, простой оборудования, критическое влияние на надежность и безопасность всего изделия и др.

В условиях современного машиностроения особую актуальность приобретает задача рационального выбора технологии восстановления штоков гидроцилиндров, от которых зависит надёжность и долговечность гидросистем. Среди применяемых методов – механическая обработка, наплавка, газопламенное, газотермическое и газодинамическое напыление, а также хромирование, никелирование и лазерное наплавление.

Объектом исследования выступают поверхности штоков гидроцилиндров, на которых в процессе эксплуатации происходят абразивный и коррозионный износ, а также технологические процессы восстановления их работоспособности путём нанесения покрытий различными методами.

Постановка задачи: на основе существующих технологий восстановления штоков гидроцилиндров провести сравнительный анализ и определить критерий по которому следует выбрать наиболее оптимальную технологию восстановления.

Для объективного сравнения этих технологий предложено использовать интегральный коэффициент эффективности восстановления (K_e), учитывающий технические и экономические параметры, рассчитываемый по формуле 1:

$$K_e = \frac{K_d \times K_a \times K_i}{C_b} \quad (1)$$

где K_d – коэффициент долговечности;

K_a – адгезионная прочность покрытия;

K_i – износостойкость,

C_b – относительные затраты на восстановление.

Результаты расчётов показали, что значения K_e варьируются в пределах от 0,2 до 1,8 в зависимости от метода восстановления. Максимальный показатель эффективности получен для газодинамического напыления, что подтверждает его преимущества по адгезии, плотности и износостойкости покрытия при умеренных удельных затратах. Таким образом, использование интегрального критерия позволило объективно определить наиболее рациональную технологию восстановления штоков гидроцилиндров.

Технология	K_d	K_a	K_i	C_b (отн.)	K_e
Наплавка	0,85	1,0	1,0	0,45	1,89
Газопламенное напыление	0,7	0,2	1,2	0,35	0,48
Газодинамическое напыление	0,95	0,8	1,5	0,5	2,28
Хромирование	1,05	0,9	1,8	0,6	2,84
Никелирование	0,9	0,3	1,1	0,6	0,5
Газотермическое напыление	0,95	0,85	1,5	0,65	1,86
Лазерное наплавление	1,0	1,0	1,7	0,8	2,13

Вывод: по результатам сравнительного анализа установлено, что газодинамическое напыление характеризуется наибольшим значением K_e , что обусловлено высокой адгезией, плотностью и износостойкостью покрытия при относительно низких удельных затратах. Это позволяет рекомендовать данный метод как наиболее эффективный для восстановления штоков гидроцилиндров, обеспечивая ресурс детали до 0,9–1,0 от новой при минимальной деформации основы.

Список использованной литературы:

1. Мухамбетов Г.М. *Технология ремонтного производства: учебное пособие*. – Актау: Изд-во КГУТИ им. Ш. Есенова, 2011. – 103 с.
2. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. *Организация и технология восстановления деталей машин: учебное пособие*. – М.: Росинформазгротех, 2016. – 568 с.
3. Щербаков Ю.В., Каишфуллин А.М. *Современные способы восстановления и упрочнения деталей: учебное пособие*. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2018. – 191 с.

ОБЗОР СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ БЕТНОСМЕСИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ HZS90

Современные технологии производства строительных материалов требуют высокой точности дозирования и стабильности параметров технологического процесса. Одним из ключевых направлений повышения эффективности бетонного производства является внедрение автоматизированных систем управления (АСУ), обеспечивающих оптимизацию всех стадий технологического цикла и минимизацию человеческого фактора.

Бетоносмесительная станция HZS90 представляет собой современный комплекс для приготовления товарных и специальных бетонов, рассчитанный на производительность до 90 м³/ч. В её состав входят системы дозирования песка и гравия, подачи материала, смешивания, водоснабжения, газоснабжения, а также электронная система управления. Основное оборудование включает смеситель с двойным горизонтальным валом объёмом 1,5 м³, силосы для цемента и инертных материалов, шнековые и ленточные транспортеры, насосы и компрессорные установки. Общий вид бетоносмесительной станции показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид бетоносмесительной станции HZS90

Система автоматического управления станции реализована на базе промышленного контроллера и микрокомпьютера, обеспечивающих полный цикл дозирования и перемешивания в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Управление процессом осуществляется с диспетчерского пульта, включающего модуль визуализации, систему индикации и хранения технологических данных. Электронная система управления поддерживает функции коррекции дозировки в реальном времени, контроля уровня, массы, влажности и состояния механизмов.

Технологический процесс включает последовательную подачу и взвешивание заполнителей, цемента, воды и добавок, их транспортировку в смесительный узел и выгрузку готового раствора. Структура системы и взаимодействие основных узлов приведены на рисунке 2.

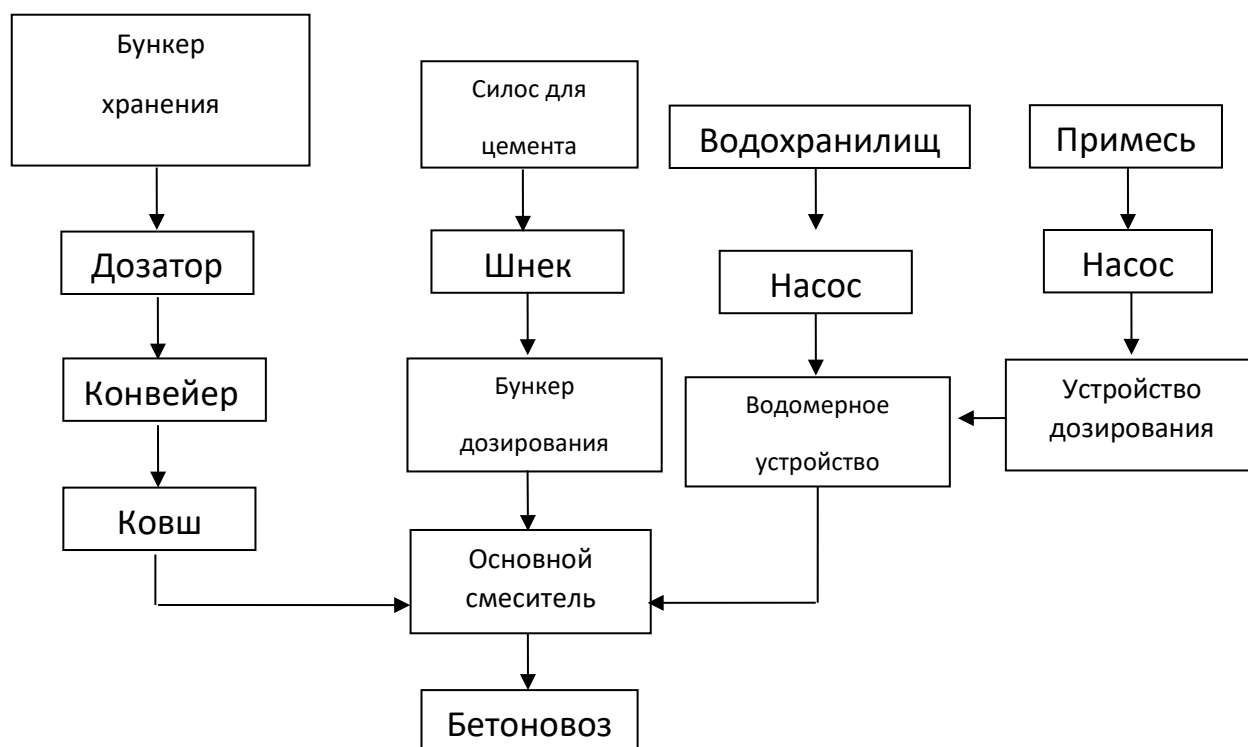


Рисунок 2 – Структура системы и взаимодействие основных узлов

Ключевые технические параметры станции:

- производительность – 90 м³/ч;
- высота разгрузки – 4 м;
- точность дозирования цемента $\pm 1\%$, воды $\pm 1\%$, заполнителей $\pm 2\%$;
- установленная мощность – около 145 кВт;
- масса оборудования – около 50 т.

Использование автоматизированной системы управления позволяет значительно повысить точность дозирования компонентов, сократить энергозатраты и обеспечить стабильное качество бетонной смеси. Кроме того, архитектура системы HZS90 допускает интеграцию с цифровыми средствами удалённого мониторинга и управления, что делает её эффективным решением для крупных строительных и производственных предприятий.

Список используемых источников:

1. Инструкция по эксплуатации бетоносмесительной станции HZS90. – Китай: Производственное предприятие строительного оборудования, 2020. – 23 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С АДАПТАЦИЕЙ ПОД ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ

Современные промышленные объекты функционируют в условиях изменяющихся технологических параметров и внешних воздействий, что требует применения адаптивных интеллектуальных систем управления. Традиционные ПИД-регуляторы не обеспечивают требуемую устойчивость и точность при изменении динамики объекта, задержках и нелинейностях процесса.

Целью работы является разработка интеллектуальной автоматизированной системы управления (ИАСУ), способной адаптироваться к переменным режимам функционирования технологического объекта. Для этого предложено использование комбинированной архитектуры, включающей блок идентификации модели, нейросетевой адаптивный модуль и оптимизатор на основе модельно-предиктивного управления (Model Predictive Control, MPC).

В основе системы лежит модуль онлайн-идентификации, использующий рекурсивный метод наименьших квадратов с забыванием, позволяющий оперативно обновлять параметры модели объекта. На основе обновлённой модели MPC-алгоритм формирует управляющие воздействия с учётом ограничений по входным и выходным переменным. Для адаптации к быстро меняющимся условиям среды реализован корректирующий слой на базе искусственной нейронной сети, выполняющий компенсацию нелинейных эффектов и временных запаздываний.

Программная реализация выполнена в среде MATLAB/Simulink с интеграцией в ПЛК через OPC-интерфейс. Проведённые эксперименты на цифровом двойнике технологического процесса показали повышение точности регулирования на 15–20 % и снижение перерегулирования на 25 % по сравнению с классическим ПИД-управлением.

Разработанная ИАСУ может применяться для управления процессами с переменной структурой, например, в химической, энергетической и пищевой промышленности. Дальнейшее развитие работы связано с внедрением методов глубокого обучения и стохастического прогнозирования для повышения устойчивости и самообучающей способности системы.

Список использованных источников:

1. Camacho E. F., Bordons C. *Model Predictive Control*. Springer, 2013.

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ИНТЕГРАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИКЕ

Современная промышленная логистика переживает этап цифровой трансформации, в котором ключевую роль играют инновации в энергетике, автоматизации и телекоммуникациях. Использование интеллектуальных энергетических систем и возобновляемых источников энергии снижает затраты и углеродный след предприятий [1]. Автоматизация логистических процессов с применением роботизированных комплексов и ИИ-алгоритмов оптимизирует маршруты, складские операции и управление запасами.

Телекоммуникационные технологии, включая 5G и IoT, обеспечивают обмен данными между всеми элементами цепи поставок в реальном времени [2]. Это позволяет повышать прозрачность, предсказуемость и устойчивость логистических систем. Интеграция этих направлений создает условия для появления «умных фабрик» и цифровых двойников, где логистика становится частью единой киберфизической инфраструктуры предприятия [3].

Таким образом, синергия энергетики, автоматизации и телекоммуникаций становится основой развития современной промышленной логистики, направленной на повышение эффективности и экологичности производства [4]. Внедрение интеллектуальных систем управления энергопотреблением, использование больших данных и аналитики в реальном времени позволяют компаниям адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и минимизировать операционные риски [5].

Кроме того, развитие цифровых платформ взаимодействия между поставщиками, производителями и потребителями способствует созданию устойчивых логистических экосистем, обеспечивая конкурентоспособность и долгосрочную устойчивость предприятий в условиях глобальной цифровой экономики.

Список использованных источников:

1. Киселёв В.П. *Индустрия 4.0 и цифровизация логистики*. — М.: Инфра-М, 2023.
2. Степанов А.Н. *Автоматизация производственных процессов в промышленности*. — СПб.: Питер, 2022.
3. Лебедев И.А. *Энергетическая эффективность в промышленной логистике*. // *Экономика и промышленность*, №4, 2024.
4. Chen, Y., & Zhao, X. (2023). Smart logistics and IoT integration in industrial systems. **Journal of Industrial Engineering**, 12(3), 56–67.
5. European Commission. (2024). *Digital Transformation of Industry: Energy and Automation Perspectives*. Brussels: EU Publications.

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная промышленность опирается на единый контур, в котором энергетика, автоматизация и связь работают согласованно и прозрачно. Чем плотнее интеграция этих трех составляющих, тем выше производительность, надежность и безопасность производства. Согласованная работа энергосистемы предприятия, систем управления технологическими процессами и телекоммуникационной инфраструктуры превращает завод в киберфизическую систему, способную быстро адаптироваться к изменениям спроса, нести меньшие издержки и устойчиво выдерживать внешние шоки.

Энергетическая инфраструктура начинается с продуманной архитектуры электроснабжения: грамотного внешнего присоединения, секционирования внутренних сетей, резервирования и селективной защиты. Непрерывный контроль качества электроэнергии позволяет своевременно выявлять гармоники, колебания напряжения и перекосы фаз; компенсация реактивной мощности и фильтрация уменьшают потери и продлевают ресурс оборудования. Управление нагрузкой опирается на регулируемые электроприводы, оптимизацию графиков включения и отключение неключевых потребителей, что сглаживает пики и снижает стоимость энергии. В тепловом контуре действуют утилизация вторичных энергоресурсов, когенерация, пароконденсатные циклы и тепловые насосы; тепловые потоки увязываются через пинч-анализ, чтобы максимум тепла использовать внутри процесса. Локальные энергосистемы с распределенной генерацией и накопителями повышают автономность и дают гибкость работы как параллельно с сетью, так и в изолированном режиме. Интеллектуальные подстанции с расширенной автоматикой и наблюдаемостью ускоряют поиск неисправностей и упрощают модернизацию без длительных остановок.

Автоматизация строится как многоуровневая система от датчиков и исполнительных механизмов до программируемых контроллеров, диспетчерских и производственных систем. Единые правила описания параметров и событий обеспечивают целостность данных от цеха до управленческого уровня и устраняют разрывы между оперативным управлением и планированием. Управление процессами выходит за рамки классических регуляторов: применяются прогнозные и оптимизационные алгоритмы, виртуальные датчики и оценка скрытых параметров, что

стабилизирует качество продукции и снижает удельное энергопотребление. Важной опорой является функциональная безопасность: независимость защитных слоев, периодические испытания и дисциплина управления изменениями удерживают риск на приемлемом уровне на протяжении всего жизненного цикла установки.

Телекоммуникационная инфраструктура объединяет оборудование, системы управления и аналитические контуры в единую, отказоустойчивую и предсказуемую сеть. Проводные каналы, рассчитанные на гарантированную задержку и помехоустойчивость, обеспечивают детерминированность критичных операций, а резервирование маршрутов и узлов минимизирует вероятность потери связи. Высокоточная синхронизация времени согласует работу приводов, защит и измерительных комплексов и дает корректную картину событий при анализе инцидентов. Беспроводные решения дополняют проводную основу там, где требуется мобильность и гибкость: локальная радиосвязь для производственных участков, частные сети связи пятого поколения для транспортных и робототехнических систем, узкополосные сети дальнего действия для распределенных датчиков и трудно доступных площадок. Такое сочетание каналов позволяет охватить и высоконагруженные линии, и редкие телеметрические точки без потери надежности.

Устойчивость к чрезвычайным ситуациям опирается на готовность энергетики и связи работать в «островных» режимах, быстро перестраивать маршруты и восстанавливать сервисы после сбоев. Катастрофоустойчивые центры обработки данных, резервирование критичных узлов и регулярные стресс-тесты формируют реальную, а не декларативную готовность. Дорожная карта развития начинается с аудита зрелости по энергетике, автоматизации и связи, продолжаясь приоритизацией инициатив с наибольшей отдачей, аккуратным масштабированием и управлением изменениями. Итогом становится рост общей эффективности оборудования, снижение энергоемкости и простоев, улучшение качества и безопасности труда. Интеграция энергетики, автоматизации и телекоммуникаций придает производству предсказуемость, гибкость и конкурентоспособность, создавая фундамент для непрерывного улучшения и технологического обновления.

Список использованных источников:

1. <https://ap-n.com/avtomatizacija-v-jenergetike/>
2. https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Промышленная_автоматизация_%28мировой_рынок%29

ҚАЗАҚСТАН ӨНЕРКӘСІБІНДЕ СЕРТИФИКАТТАУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ҮРДІСТЕРІ

Бүгінде Қазақстанда өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін сертификаттау жүйесі өте маңызды. Соңғы жылдары бұл жүйе Кеден одағының техникалық регламенттері негізінде жаңарып, біртіндеп электронды форматқа көшіп жатыр. Дегенмен, сертификаттардың түпнұсқалығын тексеру қиын, ал тұтынушыларға ақпарат әрдайым қолжетімді емес. Сондықтан сертификаттау жүйесін автоматтандыру және оны барынша ыңғайлы ету – маңызды міндет болып отыр.

Зерттеу барысында еліміздегі сертификаттау жүйесінің жаңару бағыттары қарастырылды. Олар: электронды сертификаттау жүйелерін енгізу, QazStandard және eGov сияқты мемлекеттік платформалармен интеграция, үлкен деректерді пайдалану, сондай-ақ шетелдік тәжірибеге сүйене отырып QR-код арқылы сертификаттарды тексеру.

Алайда қазіргі кезде тұтынушы деңгейінде өнімнің сертификатының түпнұсқалығын тез және оңай тексерудің бірыңғай әдісі жоқ. Осы орайда мен **«QR-Cert KZ»** деп аталатын қарапайым электронды жүйені ұсынамын. Әр сертификатқа бірегей QR-код беріледі, ол мемлекеттік дерекқормен байланысады. Тұтынушы немесе тексеруші QR-кодты телефонмен сканерлегенде, өнімнің сертификаты туралы нақты ақпарат бірден шығады: сертификат нөмірі, жарамдылық мерзімі, берген ұйым және т.б.

Бұл тәсіл сертификаттау процесін ашық әрі ыңғайлы етеді. Тұтынушы, кәсіпорын және мемлекеттік орган арасында жылдам байланыс орнайды. Нәтижесінде жалған сертификаттар азайып, өнім сапасына деген сенім артады.

Осылайша, QR-Cert KZ жүйесі Қазақстанның сертификаттау жүйесін жетілдірудің қарапайым әрі тиімді жолы болып табылады. Ол сертификаттардың түпнұсқалығын нақты уақыт режимінде тексеруге, ақпараттың ашықтығын арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жүйені қолданыстағы ақпараттық платформаларға оңай енгізуге болады, бұл оны экономикалық тұрғыдан да тиімді етеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. *Қазақстан Республикасының мемлекеттік стандарты. Стандарттау және сертификаттау жүйесі, 2022.*
2. *Кеден одағының техникалық регламенттері. – Мәскеу, 2021.*

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ КИНЕМАТИКИ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО РОБОТА ПО ЗАДАНЫМ КООРДИНАТАМ РАБОЧЕГО ОРГАНА

В работе разработана программа в среде MATLAB для моделирования движения четырёхзвеночного шарнирного манипулятора. С помощью параметров Денавита–Хартенберга (ДН-параметров) задаётся геометрия звеньев и положение звеньев в пространстве. Программа выполняет расчёт обратной и прямой кинематики, определяя углы поворота суставов для достижения заданной точки рабочего органа и проверяя полученные результаты. На основе вычисленных данных формируются координаты сочленений и выполняется трёхмерная визуализация манипулятора с отображением его пространственного положения и углов звеньев. Такой подход позволяет проанализировать кинематическую структуру робота и визуально оценить его конфигурацию в MATLAB.

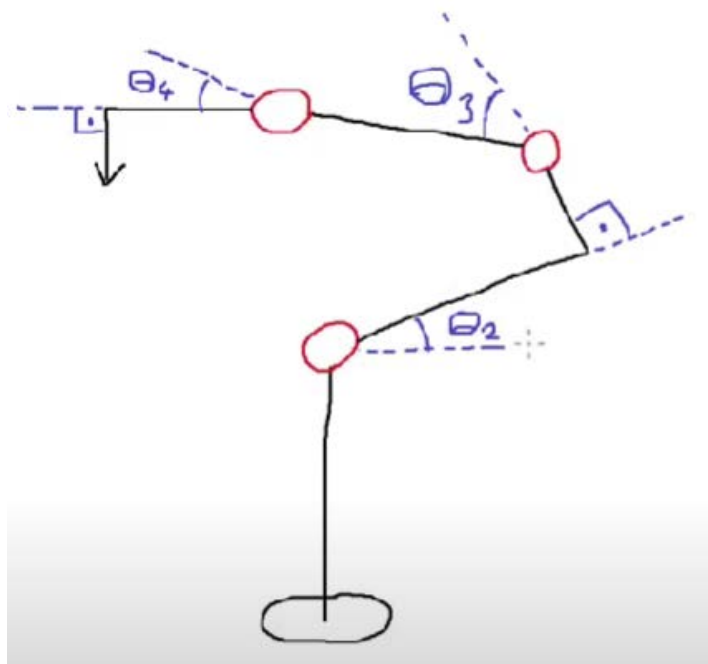


Рисунок 1 – Кинематическая схема манипуляционного робота

На рисунке представлен пространственный чертеж четырёхзвеночного шарнирного манипулятора, соответствующий разработанной кинематической модели. Он отображает взаимное расположение звеньев, осей вращения и конечного рабочего органа. Чертеж используется для

наглядного представления геометрической структуры манипулятора и соответствует параметрам, заданным в программе MATLAB.

```

1 clear
2 clc
3
4 %%
5 syms th0 th1 th2 th3 th4 th5
6 DH = [0 13 4.5 11.75 6.5 0; % a
7       2.2 0 0 0 0 3; % d
8       pi/2 0 0 0 -pi/2 0; % alpha
9       th0' th1' pi/2 th3' th4' pi/2]'; % theta
10
11 target_pos = [-10 11 5]; % заданная координата
12
13 %% ----- Initializations
14 fprintf('Initializations\n')
15 L_a = DH(:,1); % Arm
16 L_d = DH(:,2); % Offset
17 L_alpha = DH(:,3);
18 L_theta = DH(:,4);
19
20 n = size(DH,1); % Number of joints
21
22 %% ----- Обратная кинематика
23 angle_offset = [0 90 0 0]*pi/180; % (Motor angle) - (actual x-axis)
24 angle_range_motor = [-100 100; -75 75; -125 95; -155 35]*pi/180;
25
26 L_motor_sol = ikine4DOF_v2(DH, target_pos, angle_range_motor, angle_offset);
27
28 %% ----- Прямая кинематика
29 fprintf('Numeric forward kinematics\n')

```

Theta1: -47.73 Theta2: 69.73 Theta3: 90.00 Theta4: 62.87 Theta5: -42.60 Theta6: 90.00

Рисунок 2 – Найденные углы по задаче обратной кинематики

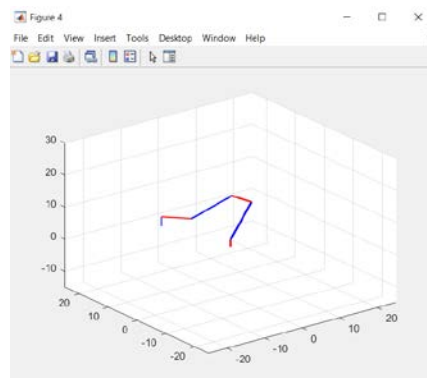


Рисунок 3 – Моделирования манипуляционного робота по заданному траекторию

Список использованных источников

1. Зенкевич С.Л., Юценко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 480 с.
2. В.Г. Хомченко. Робототехнические системы: Учебное пособие. ОМСК 2016г. – 195 с
3. Теоретические основы робототехники. В 2кн. /А.И. Коредяев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес; отв.ред С.М. Каплунов; Ин-т Машиностроения им. Благонравова РАН. – М.: Наука, 2006.
4. Юревич Е.И. Основы робототехники. -- 2-е изд., перераб. и доп. -- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. -- 416.
5. Атанов А.А., Петров Б.В. "Математические методы планирования траекторий роботов" – Москва: Наука, 2020.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ДЛЯ АНАЛИЗА АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ КАРАГАНДИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Рост количества транспортных средств в крупных городах Республики Казахстан сопровождается усложнением дорожной обстановки и увеличением уровня аварийности. В особенности это касается кольцевых пересечений, которые в большинстве случаев создаются с целью повышения безопасности движения и увеличения пропускной способности улиц. Однако при недостаточном контроле, несоблюдении скоростного режима и неправильном поведении участников дорожного движения такие пересечения могут, наоборот, становиться местом повышенного риска. В этих условиях возрастает роль автоматизированных систем мониторинга, позволяющих наблюдать за дорожной ситуацией в режиме реального времени и анализировать причины возникновения ДТП.

Целью работы является рассмотрение особенностей применения автоматизированных систем мониторинга дорожного движения в анализе аварийных ситуаций на кольцевых пересечениях Карагандинской агломерации и оценка их потенциала для повышения безопасности транспортных потоков.

Для исследования использовались данные систем видеонаблюдения, размещённых на ключевых транспортных узлах, а также архивные сведения о дорожно-транспортных происшествиях, зафиксированных за последние годы. Дополнительно изучались показатели интенсивности движения и структура транспортных потоков в различные временные периоды — часы пик, дневное и ночное время. Такой подход позволил выявить наиболее повторяющиеся схемы возникновения аварийных ситуаций и определить поведенческие факторы водителей, влияющие на уровень риска.

Анализ показал, что большая часть ДТП происходит в местах примыкания подъездных дорог к кольцевому пересечению. Наиболее частыми нарушениями являются неправильное распределение скоростного режима, недостаточная оценка расстояния до приближающихся транспортных средств, а также игнорирование требований приоритета. Проблема усугубляется тем, что значительная часть водителей имеет недостаточный опыт движения по кольцевым схемам, что приводит к возникновению конфликтных ситуаций.

Автоматизированные системы мониторинга позволяют фиксировать подобные случаи, распознавать типовые модели поведения и формировать отчёты, которые могут быть использованы при принятии решений по корректировке схем организации движения. Кроме того, применение телекоммуникационных технологий обеспечивает передачу данных в режиме реального времени в диспетчерские службы, что повышает эффективность контроля и оперативность реагирования на возникающие затруднения.

В перспективе важным направлением развития является внедрение программных комплексов с элементами машинного обучения и аналитических модулей, способных прогнозировать вероятность возникновения аварийных ситуаций на основе накопленных данных. Такие системы позволяют заранее выделять потенциально опасные временные интервалы и участки кольцевых пересечений, где требуется либо изменение режимов работы светофорных объектов, либо корректировка дорожных знаков и разметки.

Дополнительно отметим, что вопрос повышения безопасности на кольцевых пересечениях рассматривается и на государственном уровне. В нормативных документах, регулирующих проектирование и эксплуатацию улично-дорожной сети, указывается необходимость применения технических средств контроля и фиксации нарушений. Однако на практике применение таких систем остаётся неравномерным и зависит от технической оснащённости конкретных участков.

Таким образом, использование автоматизированных систем мониторинга на кольцевых пересечениях является не только инструментом контроля, но и основой для формирования интеллектуальной транспортной инфраструктуры, ориентированной на профилактику ДТП и повышение эффективности дорожного движения. Комплексное внедрение подобных технологий в городской транспортный комплекс Карагандинской агломерации позволит повысить безопасность всех участников дорожного движения и создать условия для дальнейшего устойчивого развития транспортной системы региона.

Список использованных источников

1. Абдрахманов К. Ж., Жанабеков Е. Е. Мониторинг дорожного движения на базе телекоммуникационных систем. *Вестник КазАТК*, 2020, № 3, с. 45–52.
2. Жандарбекова А., Садуакасов А. Цифровизация транспортной инфраструктуры в городских агломерациях Казахстана. *Вестник ЕНУ. Серия «Технические науки»*, 2023, № 4, с. 60–67.
3. Белгибаев Б., Сулейменов Е., Касымов А. Интеллектуальные светофорные системы с применением видеонаблюдения и алгоритмов управления. *Procedia Computer Science*, 2024, т. 227, с. 1024–1032.
4. Правительства РК от 13.11.2014 № 1196 (с изменениями и дополнениями). — Астана, 2023.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕМ ЗДАНИЯ С ИНТЕГРАЦИЕЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Целью планируемого исследования является разработка и экспериментальное обоснование интеллектуальной системы управления тепловым энергоснабжением, минимизирующей совокупные энергетические, экологические и операционные затраты, где биогазовая установка рассматривается как локальный возобновляемый источник. Объектом служит система теплоснабжения здания с БГУ; предметом – методы моделирования, прогнозирования и оптимального/адаптивного управления распределением тепловых потоков и режимами работы БГУ.

Предложенная в работе концепция предиктивного согласования биогазовой установки с тепловыми контурами здания опирается не только на теоретические модели, но и на успешные практики, подтверждающие её реализуемость. В качестве репрезентативного примера указываю полноразмерный «реальный лабораторный» объект Университета Хоэнхайма – «Unterer Lindenhof» (Энинген-унтер-Ахальм, Германия): его годовое энергопотребление порядка 750 000 кВт·ч сопоставимо с потребностями малого посёлка на ~150 жителей, а биогазовый комплекс включает два CSTR и вторичный метановый бак (каждый по 850 м³), работающие в мезофильном режиме 43 ± 4 °С, с двумя двухмембранными газгольдерами на 300 и 1600 м³ и когенерационной установкой электрической мощностью 355 кВт. Эти параметры важны тем, что задают реальные, «жёсткие» ограничения для алгоритмов координации газа и тепла, которые аналогично предполагаются в моей системе интеллектуального управления зданием.

Научная новизна состоит в создании единой предиктивной системы управления, которая рассматривает тепловое энергоснабжение здания и биогазовую установку как одну общую задачу оптимизации. В отличие от распространённого подхода, где спрос на биогаз задают по прогнозу электрической мощности через постоянные коэффициенты (например, удельная теплотворная способность сырого биогаза), в предлагаемом решении потребность формируется совместно из прогнозов тепловой и электрической нагрузки здания. При этом коэффициенты преобразования и

доля утилизации когенерационного тепла не фиксируются заранее, а автоматически уточняются по текущим данным эксплуатации. Благодаря этому биогазовая установка выступает активным элементом системы теплоснабжения, который адаптируется к потребностям здания, а не просто «следует» за внешней электрической нагрузкой.

Ожидаемый практический результат – снижение удельного потребления ископаемого топлива при сохранении или улучшении теплового комфорта, рост доли возобновляемой энергии за счёт оптимальных режимов БГУ и когенерации, уменьшение пиковых тепловых нагрузок и трансляция предложенной методики проектирования на общественные и агропромышленные объекты, где есть устойчивые потоки органических отходов для производства биогаза.

Список использованных источников:

1. *Model Predictive Control: Demand-Orientated, Load-Flexible, Full-Scale Biogas Production. Celina Dittmer, Benjamin Ohnmacht, Johannes Krümpel * and Andreas Lemmer. Microorganisms 2022, 10, 804*
2. *Применение биогазовой когенерационной установки для обеспечения теплоснабжения тепличного комплекса, Ю.А. Фальчевская, аспирант; В.К. Евтеев, кандидат технических наук, доцент; Ф.А. Васильев кандидат технических наук; Техника и технологии в животноводстве. 2024. Т. 14. № 3*

ЭНЕРГЕТИКАДАҒЫ КАДР САЯСАТЫ КОНТЕКСТІНДЕ РЕСУРС
ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУГЕ
БАҒЫТТАЛҒАН ҒЫЛЫМИ ТӘСІЛДІҢ ЖЕТІСТІКТЕРІ,
ПРОБЛЕМАЛАРЫ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Тақырыптың өзектілігі. Энергетика секторы ұлттық экономиканың бәсекеге қабілеттілігінің негізгі факторларының бірі болып табылады. Қазіргі өнеркәсіп білім экономикасына негізделген, сондықтан оның дамуы ғылым мен өндіріс байланысына және ресурстарды тиімді пайдалануға байланысты. А.С. Сагиновтың 110 жылдық мерейтойы аясында энергия саласындағы кадр саясаты мен ресурс үнемдеу технологияларының маңызы арта түседі. Соңғы жылдары энергияға арналған диссертациялар саны өсті, бірақ кадрлық аспектілер аз зерттелген. Бұл зерттеу энергия саласындағы кадр саясатының жетістіктері мен проблемаларын талдайды.

Жұмыс мақсаты. Кадр саясатын дамытудың негізгі бағыттарын белгілеу, оларды қазіргі кадрлық ортада іске асыру жолдарын анықтау және энергетика секторы үшін кадрларды даярлау мазмұнын талдау негізінде ресурс үнемдеу технологияларын қамтамасыз етуге бағытталған ғылыми тәсілдің жетістіктері, проблемалары мен перспективаларын зерттеу.

Зерттеудің міндеттері:

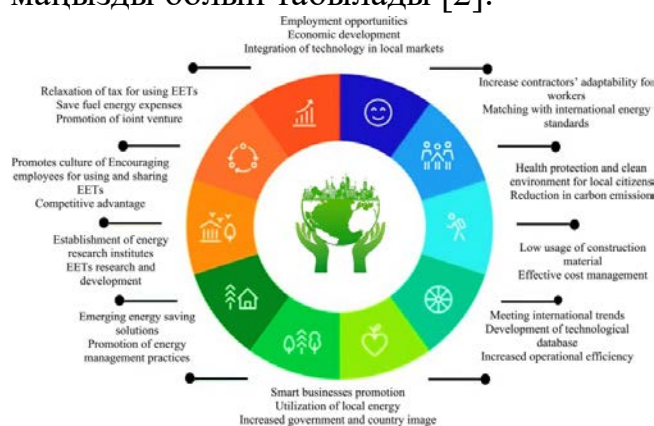
1. Энергетикадағы кадр саясатының қазіргі жағдайын талдау;
2. Ресурс үнемдеу технологияларының енгізілуіне әсер ететін кадрлық проблемаларды анықтау және оларды шешу жолдарын ұсыну;
3. Психологиялық-педагогикалық көзқарас арқылы кадрлық әлеуетті дамыту мүмкіндіктерін зерттеу.

Энергетикадағы кадр саясатын талдау. Кадр саясаты – кадрлық әлеуетті дамытуға бағытталған тетіктер жиынтығы. Ол өзгертін нарық талаптарына жауап беруі керек. Стратегиялар қазіргі сын-қатерлерге (білікті кадрлардың кетуі, жастардың басымдықтарының өзгеруі) сай болуы тиіс [1]. Ресурс үнемдеу технологиялары – дамудың жаңа бағыты, олар энергия үнемдеу шешімдерін, экономикалық тетіктерді қамтиды [3-5]. Кадр саясатының бағыттары: жаңа технологиялар енгізу, кадрларды іріктеу және мотивация. Мысалы, энергия аудиті мен инновациялық бағдарламалар жаңа жұмыс орындарын құрады. Құзыреттілікті дамыту – білім, дағдылар және ұтқырлық арқылы жүзеге асады.

Энергетикадағы кадрлық әлеуетті дамытуға психологиялық-педагогикалық көзқарас. Инженерлік кадрларды даярлау пәнаралық байланыстарға, құзыреттілікке негізделеді. Энергия саласында мамандарды

оқыту сирек зерттелген, бірақ қашықтықтан оқыту, шет тілдері құзыреттілігі маңызды. Қазіргі сын-қатерлер инновациялық тұлғаны қалыптастыруды талап етеді. Сонымен қатар, А.С. Сагиновтың техникалық білім мен энергия саласындағы еңбектері кадрлар даярлаудың тарихи негізін қалады, бұл қазіргі зерттеулерге бағыт-бағдар береді.

Технологиялық инновациялардың рөлі. Ресурс үнемдеу технологияларының тиімділігі кадрлардың біліктілігіне тікелей байланысты. Энергетикадағы автоматтандыру мен телекоммуникациялардың дамуы жаңа мамандар даярлауды талап етеді. Мысалы, қуатты трансформаторлардың релелік қорғанысын жетілдіруде кадрлық әлеуеттің рөлі зор, өйткені бұл процестің автоматтандырылуы заманауи білім мен дағдыларды қажет етеді. Осы орайда, техникалық университеттердегі оқу бағдарламаларын жаңарту және тәжірибелік даярлықты күшейту маңызды болып табылады [2].



1-сурет – Энергия үнемдеу технологияларының пайдасы

Қорытынды. Кадр саясаты стратегияларға негізделіп, ресурстарды үнемдеу технологияларын енгізуге бағытталуы тиіс. Энергия саласындағы кадрларды даярлаудың тарихи және заманауи аспектілерін зерттеу қажет. Құзыреттілік тәсілі мамандардың тапшылығын еңсереді. А.С. Сагиновтың мұрасы осы бағыттағы перспективаларды ашады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Ширяев А.А. Управление знаниями в условиях переориентации экономики России на инновационный путь развития. – М., 2012.
2. Мочальникова Е.В. Формирование кадровой стратегии промышленных предприятий в конкурентной среде. – Иркутск, 2005.
3. Курунов И.Ф. Создание ресурсосберегающей технологии доменной плавки на основе исследования и математического моделирования. – М., 2003.
4. Романов С.Н. Организационно-экономические механизмы разработки и промышленного освоения энергосберегающих технологий: на примере отечественного газосбережения. – М., 2010.
5. Савченко А.С. Управление ресурсосбережением на предприятии на основе анализа энергетических резервов. – М., 2012.

ПРОИЗВОДСТВО ОТЕЧЕСТВЕННОГО БИОУГЛЯ ИЗ МЕСТНЫХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИИ

Данные тезисы посвящены краткому обзору перспективы производства биоугля и его применения в Казахстане.

Углерод в виде кокса или высококачественного угля традиционно используется в качестве основного восстановителя в металлургии при производстве чугуна, стали и ферросплавов, включая хромовые и марганцевые — ключевых экспортных позиций Казахстана. Карботермическое восстановление описывается реакцией $\text{Me}_x\text{O}_y + \text{C} \rightarrow \text{Me} + \text{CO}$, где CO далее может окисляться до CO_2 .

Однако кокс — дорогой и дефицитный ресурс, требующий качественного коксующегося угля и энергозатратного производства, сопровождающегося образованием отходов. Его стоимость и сложность получения продолжают расти. Кроме того, кокс может содержать вредные примеси, такие как сера и фосфор.

В качестве альтернатив рассматриваются водородное восстановление и металлотермия. Водород ограниченно применим, так как не восстанавливает множество оксидов (включая оксиды хрома и марганца), а в случае сульфидов образует токсичный H_2S . Также остаются нерешёнными вопросы высокой стоимости, хранения и транспортировки водорода. Металлотермию с использованием алюминия или кремния ограничивают высокая реакционная способность восстановителей и их стоимость. Эффективное применение возможно при наличии стабильного источника вторичного алюминия или производстве ферросилиция. Однако производство алюминия как восстановителя экономически нецелесообразно из-за его энергозатратности.

Новой альтернативой коксу, позволяющей сохранять эффективность углерода как восстановителя по отношению ко многим оксидам, в том числе оксидам железа, марганца и хрома (их основное промышленное сырьё оксидное), является так называемый биоуголь (biochar) (также иногда обозначаемый как «биоуглерод» (biocarbon)) [1].

Биоуголь является продуктом пиролиза биомассы, в составе которого есть углерод и зола, и который активно используют в самых разных отраслях: для катализа, для производства корма для животных, абсорбента

и т.д. [2]. Широкий спектр применения обусловлен уникальными свойствами биоугля: его пористость, высокая удельная поверхность, стабильность хранения углерода и т.д. Не является исключением и металлургическая отрасль [1].

При пиролизе биомассы в полученном биоугле фиксируется то количество углерода, которое данной массой было поглощено ранее в ходе своего роста. Потому при дальнейшем сжигании/применении биоугля в качестве восстановителя в атмосферу выделяется то же количество углерода. В результате не происходит дополнительного привнесения углерода в атмосферу, как в случае с ископаемым углем и коксом. Согласно Директиве по возобновляемым источникам энергии Европейского союза (Renewable Energy Directive), биоуголь является возобновляемым источником углерода, признанным как стратегический рычаг для промышленной устойчивости и декарбонизации согласно Закону о критических сырьевых материалах Европейского союза (Critical Raw Materials Act). В результате биоуголь является главным и практически единственным решением для снижения углеродного следа в металлургии в краткосрочной перспективе [1]. Аналогичные принципы можно применять и по отношению ко всему миру.

Основным видом биоугля, рассматриваемым для применения в металлургии, является древесный уголь [1].

В Казахстане древесный уголь производить в больших количествах проблематично, так как лесной покров ограничен, что в свою очередь значительно лимитирует сырьевую базу для биоугля. Перспективным в этом свете является альтернативный вид биомассы – отходы растительного сырья, генерируемые стране в сотнях тысячах тонн. К таким отходам относятся отходы риса, пшеницы и картофеля (шелуха, солома, ботва – растительные остатки картофеля) [3]. Только на 2019 год сообщалось о 5,1 млн т. подобных отходов, где на отходы пшеницы приходилась доля 54 % [4]. Стоит отметить, что из перечисленных материалов в металлургии применяют продукты пиролиза риса, поскольку в его составе высокое содержание углерода и оксида кремния. В результате доказана возможность применения биоугля для получения кремнийсодержащих материалов, в том числе коллективом исследователей из ХМИ им. Ж. Абишева [5].

Согласно данным бюро национальной статистики за 2024 год валовой сбор пшеницы составил 18 576 тыс. тонн, риса – 512,9 тыс. тонн, картофеля – 2 634 тыс. тонн. Учитывая то, что на 1 т пшеницы (зерна) приходится 0,7–1,8 т соломы, на 1 т риса приходится около 0,25–0,39 т шелухи, и на 1 т клубней картофеля 0,45–0,47 т ботвы, то можно спрогнозировать следующее: в 2024 году в стране образовано 13 000–33 400 тыс. т соломы

пшеницы, 128–200 тыс. т рисовой шелухи и 1 185–1 237 тыс. т ботвы картофеля. Учитывая данные из таблицы 3.1, то только данные три вида отходов растительного происхождения (в сумме около 142 000–234 000 тыс. т) за 2024 год образовали 1 400–3 000 тыс. т твердого углерода. Подобный показатель можно считать, как ориентировочно ежегодный. При естественном разложении растительных отходов основная часть содержащегося в них углерода высвобождается в атмосферу в виде CO_2 , тогда как меньшая доля может переходить в метан (CH_4) или оставаться в составе почвенного органического углерода.

Согласно данным бюро национальной статистики, в 2024 году кокса и полукокса из угля каменного, лигнита или торфа; угля ретортного было произведено 2 882 тыс. т. Это говорит о более чем достаточной сырьевой базе для биоугля в виде отходов выращивания пшеницы, риса и картофеля. В перспективе – биоуголь станет экологичным возобновляемым аналогом для кокса, снизит зависимость от ископаемого сырья и импорта.

Отображенные в тезисах данные представляют собой короткую выдержку обзорных исследований, основываясь на которых коллективом исследователей ХМИ им. Ж. Абишева планируется проведения ряда исследований по получению биоугля из местных растительных отходов и его применения в металлургии в качестве восстановителя.

Список использованных источников:

1. Tangstad, M.; Ringdalen, E. Decarbonization Ferroalloy Production Using Biocarbon. *Minerals* 2025, 15, 228, doi:10.3390/min15030228.
2. Conte, P.; Bertani, R.; Sgarbossa, P.; Bambina, P.; Schmidt, H.-P.; Raga, R.; Lo Papa, G.; Chillura Martino, D.F.; Lo Meo, P. Recent Developments in Understanding Biochar's Physical–Chemistry. *Agronomy* 2021, 11, 615, doi:10.3390/agronomy11040615.
3. Askarova, A.; Zamorano, M.; Martín-Pascual, J.; Nugymanova, A.; Bolegenova, S. A Review of the Energy Potential of Residual Biomass for Coincineration in Kazakhstan. *Energies* 2022, 15, 6482, doi:10.3390/en15176482.
4. Электронный ресурс:
<https://www.unescap.org/sites/default/files/ReviewoftheKazakhstantransitiontotheGreenEconomyscenario-Convertinagagriculturalresiduestobio-heatEng.pdf> (дата доступа: 01.11.2025)
5. A. Burumbayev; A. Akhmetov; A. Zhakan; Ye. Myngzhassar; O. Yucel. Research of the electrical resistance of charge materials for the synthesis of silicon carbide. *Наука и техника Казахстана*. 2025, 236–246, doi:10.48081/HDZN1113.

ИЗМЕНЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИИ
КАБЕЛЯ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА В ПРОЦЕССЕ ТЕПЛОВОГО
СТАРЕНИЯ

Одной из важнейших задач при эксплуатации промышленных электроэнергетических систем является обеспечение надёжности и долговечности кабельных линий. В связи с ростом мощности и продолжительности работы промышленных электроприводов возрастают тепловые и электрические нагрузки на изоляционные материалы. Среди современных материалов изоляции широкое распространение получили композиции на основе сшитого полиэтилена (XLPE), обладающего высокой электрической прочностью, термостойкостью и устойчивостью к воздействию влаги [1]. Тем не менее, при длительной эксплуатации происходит постепенное изменение физических и электрических свойств изоляции, что требует регулярного диагностического контроля.

На рисунке 1 представлены результаты экспериментальных измерений ёмкости изоляции кабеля марки ПвБПнг(А)-НГ, подвергавшегося ускоренному тепловому старению в течение 2500 ч при температуре 120 °С. Измерения проводились с помощью прибора «Тангенс-2000» после охлаждения образца до комнатной температуры. Анализ полученных данных показывает, что на начальном этапе эксперимента наблюдается рост ёмкости изоляции примерно на 5 %, после чего значения параметра стабилизируются. В течение первых 1800 ч старения ёмкость оставалась постоянной, а после 2000 ч отмечено незначительное снижение, не превышающее 3–4 % от исходных данных. Такая динамика свидетельствует о стабильности структуры XLPE-изоляции при повышенных температурах и отсутствии деградиационных процессов в течение испытаний.

Стабильность ёмкости изоляции при длительном воздействии температуры указывает на сохранение её диэлектрических свойств, что подтверждает высокую термостойкость материала. Незначительное изменение значений после 2000 ч объясняется перераспределением остаточной влажности в изоляционном объёме и частичным ослаблением межмолекулярных связей, что не оказывает существенного влияния на электрическую прочность. Для количественной оценки деградации применялись дополнительные измерения тангенса угла диэлектрических

потерь $\tan\delta$, показавшие рост параметра в пределах 0,2–0,3 %, что также подтверждает устойчивость XLPE к тепловому воздействию.

Полученные результаты демонстрируют возможность применения метода мониторинга параметров ёмкости и $\tan\delta$ для диагностики состояния изоляции без вывода оборудования из эксплуатации. Измерение этих показателей позволяет определить начало теплового старения и прогнозировать ресурс кабеля. При этом методика обладает высокой чувствительностью, воспроизводимостью и может быть реализована с использованием стандартных средств контроля.

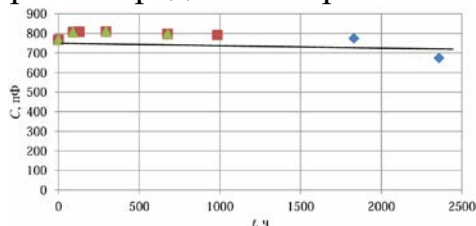


Рисунок 1 - Изменение ёмкости изоляции кабеля ПвБПнг(А)-HF в процессе теплового старения

Практическое значение исследований заключается в возможности использования результатов для разработки диагностических моделей кабельных линий. Такие модели позволяют учитывать реальную динамику старения изоляции и оптимизировать интервалы обслуживания электрооборудования. Современные тенденции в области технической диагностики направлены на интеграцию подобных методов в системы цифрового мониторинга и дистанционного контроля, что соответствует концепции интеллектуальных энергетических комплексов. В перспективе использование комплексной оценки параметров $\tan\delta$ и ёмкости может стать основой для создания автоматизированных систем аудита кабельных сетей, способных выявлять ранние признаки деградации изоляции и предотвращать аварийные ситуации [2].

Анализ экспериментальных данных (рисунок 1) показывает, что изоляция кабелей из сшитого полиэтилена сохраняет стабильность электрических параметров даже при длительном тепловом воздействии. Методика контроля на основе измерения ёмкости и тангенса угла диэлектрических потерь может быть рекомендована для регулярного технического аудита и прогнозирования ресурса промышленных кабельных систем, обеспечивая надёжность и безопасность эксплуатации электроустановок.

Список использованных источников

1. Грешняков Г.В. Комплексная оценка технических характеристик кабельных систем со сшитым полиэтиленом // *Электротехнические системы и комплексы*. – 2022. – № 1. – С. 45–52.
2. Pleşa I., Noţingher P., Wiesbrock F., Stancu C. Polyethylene nanocomposites for power cable insulation // *Polymers*. – 2023. – Vol. 15, Iss. 4. – P. 812–823. DOI: 10.3390/polym15040812.

Баедилов А.К. (Қарағанды, Ә.Сағынов ат. ҚарТУ)
 Смагулова К.К. (Қарағанды, Ә.Сағынов атындағы ҚарТУ)
 Войткевич А.В. (Қарағанды, "KEGOC" АҚ)

ЭЛЕКТРОҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ КОРРОЗИЯ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Қазіргі энергетикалық жүйелердің сенімділігі мен ұзақ мерзімді жұмыс істеуі күрделі коррозиялық факторларға үнемі әсер етіп отыратын электр қосалқы станцияларының жабдықтарының бұзылуына тікелей байланысты [1]. Электрохимиялық коррозия металл конструкциялардың, ток өткізетін бөлшектердің және ең бастысы, жерлендіру жүйелерінің бұзылуының негізгі себептерінің бірі болып табылады [2]. Бұл процестер тек материалдық шығынға ғана емес, сонымен қатар электр қамтамасыз етудің үзілуіне әкелетін апатты жағдайларға әкелуі мүмкін. Индустрия 4.0 және «Ақылды электр желілері» жағдайында коррозияны мониторингілеу және басқарудың заманауи әдістері ерекше маңызға ие.

Зерттеу нысаны ретінде шашыраңқы токтармен, ылғалдылықпен және агрессивті қоршаған ортамен сипатталатын қосалқы станциялардың жабдықтары алынған. Бұл жерде коррозия процестері бірнеше фактордың әсерінен дамиды: электролит ретінде әрекет ететін атмосфералық жауын-шашындар, шашыраңқы токтардың әсерінен болатын электролиттік әсерлер және әртүрлі металдардың байланысу нүктелерінде пайда болатын гальваникалық жұптар [4]. Жабдықтың икемділігі мен қызмет ету мерзімі коррозияға қарсы тиімді қорғаныс жүйесін құруды талап етеді [5].

Топырақ коррозиясынан қорғауды белсенді (электрохимиялық) және пассивті деп бөлуге болады (өнімді қоршаған ортаның әсерінен оқшаулау, төсеудің арнайы әдістері және т.б.) [2]. Металл бұйымдарын топырақ коррозиясынан қорғау үшін әртүрлі әдістер қолданылады [4]. Өте жиі, әсіресе жоғары коррозиялық топырақтарда, жер асты коррозиясынан кешенді қорғаныс қолданылады [5].

Зерттеу барысында коррозияның негізгі түрлері талданды: біртекті және ошақты коррозия [2]. Біртекті коррозия бүкіл бетке бірқалыпты таралған, ал ошақты коррозия жергілікті аймақтарда, әсіресе фланцтық қосылыстарда, болған жағдайда байқалады. Коррозия жылдамдығына әсер ететін негізгі параметрлер: ортаның рН деңгейі, электр өткізгіштігі, салыстырмалы ылғалдылық және шашыраңқы токтардың тығыздығы [3].

Коррозиялық процестерді бағалау үшін келесі әдістер қолданылды: потенциодинамикалық поляризация, электр кедергісінің өлшемдері және

металл үлгілерінің салмақтық әдісі [4]. Зерттеу нәтижелері коррозия жылдамдығының жерлендіру жүйесіне ең жақын жерде ең жоғары екенін көрсетті. Бұл шашыраңқы токтардың қосымша әсерінен болады.

Тәжірибелік зерттеулер көрсеткендей, коррозия жылдамдығы жерлендіру жүйесіне ең жақын жерде ең жоғары болды [3]. Бұл шашыраңқы токтардың қосымша әсерінен болады. Зерттеу барысында коррозияның негізгі түрлері анықталды: біртекті коррозия бүкіл бетке бірқалыпты таралған, ал ошақты коррозия жергілікті аймақтарда, әсіресе фланцтық қосылыстарда байқалды [2]. Коррозия жылдамдығына әсер ететін негізгі параметрлер: ортаның рН деңгейі (4.5-8.5 аралығында), электр өткізгіштігі (>100 мкСм/см), салыстырмалы ылғалдылық ($>80\%$) және шашыраңқы токтардың тығыздығы (>0.1 А/м²) [3, 4].

Коррозияға қарсы күресу үшін бірнеше шаралар ұсынылды. Катодтық қорғау әдісі ретінде жерлендіру жүйесінің бөлшектері үшін магний немесе мырыш негізіндегі қорғаныш протекторларын орнату ұсынылады [5]. Ингибиторларды қолдану бойынша коррозияның баяулату үшін арнайы ингибиторлық қоспалардың тиімділігі зерттелді және расталды [2]. Сонымен қатар изоляциялық қабаттар ретінде эпоксидтік смолалар негізіндегі жоғары сапалы оқшаулағыш материалдардың коррозияға төзімділігі зерттелді [5].

Өзірленген әдістеме коррозиялық процестерді болдырмауға және электр қосалқы станцияларының негізгі жабдықтарының қызмет ету мерзімін ұзартуға мүмкіндік береді [1,5]. Болашақта коррозияның нақты уақыт режиміндегі мониторингілеу жүйесін, сондай-ақ коррозияға қарсы материалдарды қолдану тиімділігін зерттеуді жалғастыру жоспарлануда [4]. Зерттеу нәтижелері энергия жабдықтарының сенімділігін арттіруға және қызмет ету мерзімін ұзартуға пайдаланылуы мүмкін [1].

Жүргізілген зерттеу нәтижелері коррозиялық процестерді басқарудың кешенді тәсілінің тиімділігін растады [2,5]. Негізгі қорытындылар: катодтық қорғау жүйесі коррозия жылдамдығын 85%-ға дейін азайтады, ингибиторлық қоспаларды қолдану коррозияны 90%-ға дейін тежейді, ал кешенді қорғаныс әдістері коррозияның дамуын 95%-ға дейін баяулатады [5]. Бұл әдістерді іс жүзінде енгізу электр қосалқы станциялары жабдықтарының қызмет ету мерзімін 15-20 жылға ұзартуға мүмкіндік береді [1].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Жансүгіров Б.А., Ильясов Т.М. *Электр станциялары мен қосалқы станцияларын пайдалану.* – Алматы: Қазақ университеті, 2019.
2. *Коррозия және одан қорғау.* / Бас ред. Қалиев М.Қ. – Нұр-Сұлтан: Энергетика институты, 2020.
3. IEEE Standard 81-2012. *IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System.*
4. Ahmad Z. *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control.* – Oxford: Elsevier, 2018.

ДЕФИЦИТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ

По последним данным Министерства энергетики Республики Казахстан [1] к 2030 году потребность энергии в стране возрастет до 28,2 ГВт мощности при том, что в 2024 году потребление электроэнергии составило 120 млрд кВтч, а ее выработка - 118 млрд кВтч. Ожидается, что дефицит электроэнергии по итогам 2025 года не уменьшится, и может составить 5 млрд кВтч. Причинами энергодефицита являются:

1. Увеличение потребления энергии из-за роста экономики (в первую очередь жилищное и транспортное строительство, промышленное производство, ЖКХ, урбанизация).

2. Старение инфраструктуры, что приводит к выбытию генерирующих мощностей и уменьшению выработки энергии на станциях, так как генерирующие источники эксплуатируются более 30 лет, а новые не строились все это время.

3. Сверхнормативные потери мощности при производстве и передаче энергии из-за того, что износ линий электропередач превышает 70%, наряду с увеличением нагрузки на сети. К тому же примерно 25% тепловых электростанций находится в критическом состоянии.

4. Резкое увеличение потребления энергии майнерами криптовалюты в последние два года, что привело Казахстан в тройку мировых лидеров по расходованию ресурса на майнинг. При этом деятельность майнинговых ферм ничего не добавляет в валовый национальный продукт.

Нельзя сказать, что в республике ничего не делалось для преодоления энергодефицита и развития энергетики. В последние годы активно развивается ветроэнергетика. Так суммарная мощность 59 действующих ветровых электростанций (ВЭС) к середине 2024 года достигла отметки 1,4 ГВт. В дальнейшем планируется строительство новых ВЭС в перспективных по природным условиям районах страны с общей мощностью 3,1 ГВт к 2030 году. Эксперты оценивают энергетический потенциал ветроэнергетики в Казахстане примерно в 920 млрд кВт·ч в год.

В 2012 году в Казахстане, обладающим значительным потенциалом солнечной энергии, была введена в строй первая солнечная электростанция (СЭС) «Отар» мощностью 0,5 МВт. С запуском в 2012 году завода «Астана Солар» по производству фотоэлектрических модулей были построены СЭС в селе Сарыбулак Алматинской области и Саран в Карагандинской области каждая мощностью 100 МВт [2]. В результате внедрения 158 возобновляемых источников энергии (ВИЭ) их доля в

генерации электрической энергии по стране достигла 6,4%. До конца 2025 года в Казахстан введут дополнительные мощности на 621 МВт, из которых, более двух третей произведут за счет строительства возобновляемых источников энергии. А остальной объем нарастят благодаря реконструкции и модернизации станций.

Казахстан в рамках Плана развития энергетической отрасли до 2035 года намерен ввести дополнительно более 26 ГВт новых мощностей. Совместно с АО «Самрук-Энерго» реализуются проекты строительства ТЭЦ в Кокшетау, Семей и Усть-Каменогорске. На этих объектах будут применяться современные системы фильтрации дымовых газов и улавливания тяжёлых металлов. К 2029 году ведомство обещает полное покрытие потребностей экономики в электроэнергии.

До этого момента необходимо продолжать ремонтировать, восстанавливать и реконструировать действующие активы, что позволит не потерять имеющиеся мощности. Нужно улучшать эффективность действующих активов на стороне производства, передаче и распределении энергии из-за их изношенности. Соответственно, необходимо не только сами ТЭЦ ремонтировать, но и реконструировать сети. Необходимо также повышать эффективность при потреблении в ЖКХ, промышленности и госучреждениях. Поэтапно произвести цифровизацию энергетики с внедрением "умных" приборов учета, технологии Smart Grid, ИИ-моделей прогнозирования, цифровых двойников и систем предиктивной диагностики [3]. Таким образом, проблема энергодефицита может быть решена только комплексно. А именно через строительство новых станций, включая АЭС, развитие возобновляемых источников энергии, цифровизацию отрасли и повышение энергоэффективности на всех уровнях.

Список использованных источников:

1. Развитие электроэнергетики в Казахстане: новые мощности, «чистый уголь» и цифровизация отрасли // https://t.me/politprosvet_kz (Политпросвет. Kz 28.10.2025).
2. Сатубалдина, А. (2020). К декабрю в Казахстане будут запущены девять проектов в области возобновляемой энергетики.. Источник <https://astanatimes.com/2020/05/nine-renewable-energy-projects-to-be-launched-in-kazakhstan-by-december/>. Доступ 23.12.2020.
3. Бокижанов Г.И., Бокижанова А.Г. Интеграция искусственного интеллекта в управление энергетическими системами: вызовы и перспективы в контексте Казахстана// Труды Международной научно-практической конференции «XVII Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». Чь 1 – С. 648–649.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА МИНИМИЗАЦИЮ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Теплоснабжение является одной из важнейших составляющих энергетической инфраструктуры, обеспечивающей комфортные условия для проживания и функционирования предприятий. Однако в процессе транспортировки тепловой энергии через системы трубопроводов немалые объемы энергии теряются в виде тепла, что влечет за собой не только экономические потери, но и негативные экологические последствия. В связи с этим вопрос сокращения тепловых потерь в сетях теплоснабжения становится актуальной задачей для всех заинтересованных сторон, включая энергетические компании, органы государственного управления и потребителей. Современные технологии предлагают различные решения, направленные на снижение этих потерь и повышение эффективности использования ресурсов.

Тепловые потери в системах теплоснабжения происходят в основном в процессе теплообмена с окружающей средой. Потери могут быть обусловлены как физическими (теплопроводность материала трубопроводов), так и конструктивными (неэффективное утепление, повреждения изоляции, утечка теплоносителя). Основные факторы, влияющие на величину потерь, включают диаметр труб, тип изоляции, температура теплоносителя, а также условия эксплуатации системы. По данным статистики, в старых и морально устаревших теплосетях потери могут достигать 15-20% от общего объема тепловой энергии, что является значительным экономическим бременем.

Существуют несколько основных подходов к сокращению тепловых потерь в сетях теплоснабжения, каждый из которых имеет свои особенности и ограничения.

1. Использование новых материалов для трубопроводов и изоляции. Современные технологии предлагают использование более эффективных теплоизоляционных материалов, таких как аэрогели, пенополиуретан, а также труб из современных композитных материалов с низкой теплопроводностью. Это позволяет значительно сократить тепловые потери на этапах транспортировки тепла, повышая энергоэффективность систем.

2. Автоматизация и интеллектуальные системы управления. Внедрение интеллектуальных систем управления, использующих датчики и автоматические регулировки температуры и давления в трубопроводах, позволяет эффективно контролировать работу системы теплоснабжения и своевременно устранять возможные неисправности, которые могут

привести к потере тепла. Системы мониторинга в реальном времени позволяют точно регулировать температуру теплоносителя, минимизируя излишние потери.

3. Герметизация и модернизация существующих трубопроводов. Важным направлением является модернизация существующих теплосетей. Внедрение технологий герметизации поврежденных участков трубопроводов и использование более прочных материалов для восстановления старых сетей позволяют существенно снизить утечку теплоносителя и улучшить тепловую эффективность.

4. Технологии рекуперации тепла. В ряде случаев возможна установка систем рекуперации, которые позволяют за счет обратного теплообмена возвращать часть утраченного тепла в систему. Это может быть особенно эффективно на крупных теплоцентралях или в промышленности, где используются большие объемы тепловой энергии.

5. Использование подземных трубопроводных систем. В последнее время активно развиваются технологии укладки подземных трубопроводов с использованием теплотрасс, что минимизирует потери тепла, поскольку такой тип укладки требует меньшего объема теплоизоляции и обеспечивает более стабильные температурные режимы.

6. Применение высокотехнологичных теплообменников. Современные теплообменники с высокими коэффициентами теплоотдачи, а также системы с теплоаккумуляцией и более совершенной теплоизоляцией позволяют повысить эффективность транспортировки и хранения тепла в системе.

Анализ современных технических решений по сокращению тепловых потерь в сетях теплоснабжения демонстрирует, что на сегодняшний день существует широкий спектр технологий, направленных на улучшение энергоэффективности системы теплоснабжения. Внедрение этих решений не только способствует экономии энергоресурсов, но и уменьшает воздействие на окружающую среду. Однако успешная реализация этих технологий требует значительных инвестиций, что может быть ограничивающим фактором для многих регионов. Тем не менее, с учетом глобальных тенденций в области энергетической устойчивости и изменения климата, сокращение тепловых потерь остается одной из ключевых задач в сфере энергетического управления.

Список использованных источников:

1. Михайлов, А. А., Кириллов, М. Н. Тепловая изоляция трубопроводов системы теплоснабжения. – Москва: Академия энергетики, 2024.
2. Грохотов, В. Ю., Михайлов, А. Г., Степашкин, И. А. Выявление потерь теплоносителя в системах централизованного теплоснабжения. – Санкт-Петербург: Энергоиздат, 2025.
3. Кузнецов, С. П., Лаврентьев, И. А. Энергосберегающие технологии и модернизация тепловых сетей. – Новосибирск: СибНИИЭнергопром, 2022.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Современные системы теплоснабжения функционируют в условиях повышенной энергонагруженности и необходимости обеспечения высокой эксплуатационной надёжности. Одним из ключевых факторов, влияющих на долговечность и эффективность работы таких систем, является состояние теплообменных поверхностей, где со временем происходит образование неорганических отложений. Этот процесс приводит к увеличению термического сопротивления, снижению коэффициента теплопередачи и, как следствие, к росту эксплуатационных потерь. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на совершенствование теплообменных аппаратов и минимизацию влияния накипеобразования [1].

На рисунке 1 представлены результаты сопоставления расчётных и экспериментальных данных интенсивности накипеобразования на внутренних поверхностях трубок теплообменников различной геометрии. Данные были получены как в лабораторных условиях (на водо-водяном стенде Брянского государственного технического университета), так и при эксплуатации промышленных теплообменных установок – конденсаторов турбин и бойлеров. Анализ показывает, что экспериментальные значения интенсивности отложений J хорошо согласуются с расчётными данными, определяемыми эмпирической зависимостью:

$$J = 11,5(2h/d)^{0,65}(S/d)^{-0,3},$$

где h – глубина накатки, S – шаг профиля, d – диаметр трубки. Это соотношение позволяет прогнозировать уровень загрязнённости и корректировать интервалы очистки оборудования, повышая надёжность и эффективность систем теплоснабжения.

Исследования подтверждают, что применение винтовой профилировки труб внутреннего теплообмена обеспечивает повышение коэффициента теплопередачи на 15–20 % по сравнению с гладкими трубами. При этом профилированные трубки демонстрируют меньшую интенсивность солеотложений, что объясняется усилением турбулизации потока теплоносителя в пристенной зоне и уменьшением вероятности осаждения частиц на поверхности. Установлено, что глубина накатки оказывает более выраженное влияние на снижение толщины слоя накипи,

чем её шаг. Такое структурное совершенствование позволяет одновременно улучшить теплообмен и уменьшить эксплуатационные потери [2].

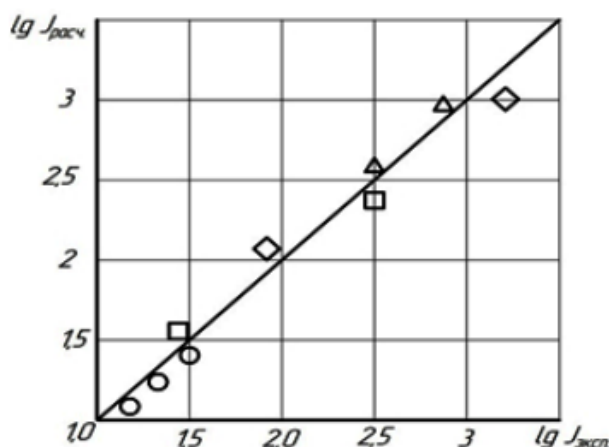


Рисунок 1 - Сравнение расчётных и экспериментальных данных интенсивности накипеобразования в теплообменных трубках

Результаты анализа свидетельствуют о возможности практического применения предложенной зависимости (Рисунок 1) при проектировании и эксплуатации теплообменных аппаратов в системах централизованного и автономного теплоснабжения. Применение математических моделей и экспериментально подтверждённых зависимостей создаёт предпосылки для разработки автоматизированных алгоритмов прогнозирования загрязняемости и оптимизации режимов очистки. Внедрение таких подходов позволяет повысить энергетическую эффективность систем теплоснабжения, продлить межремонтные интервалы и снизить эксплуатационные затраты.

Дополнительно рассматривается использование современных методов обработки поверхностей теплообменных труб – лазерной текстуризации, плазменного напыления и гидрофобных покрытий.

Результаты подтверждают эффективность применения профилированных теплообменных труб как ключевого инновационного решения для повышения надёжности и энергоэффективности систем теплоснабжения. Использование разработанных зависимостей позволяет не только оптимизировать эксплуатационные режимы, но и прогнозировать ресурс оборудования, обеспечивая устойчивое и экономически оправданное развитие энергетической инфраструктуры.

Список использованных источников

1. Лаптев А.Г., Николаев Н.А., Баширов М.М. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов. — М.: Теплотехник, 2019. — 356 с.
2. Liu Y., Wang H., Zhang Q. Advanced heat exchanger surface technologies for high-efficiency energy systems // Applied Thermal Engineering. — 2023. — Vol. 229. — P. 120872. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2023.120872.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАЗАХСТАНА

Современное развитие промышленности Казахстана сопровождается высоким уровнем энергопотребления и значительной энергоёмкостью производства. По данным Министерства энергетики, энергоёмкость ВВП Казахстана превышает аналогичные показатели развитых стран в 2–3 раза. Это свидетельствует о необходимости перехода к новым принципам рационального использования энергетических ресурсов и внедрению энергоэффективных технологий. Повышение энергоэффективности предприятий становится одним из ключевых направлений государственной политики, направленной на устойчивое экономическое развитие, снижение себестоимости продукции и сокращение выбросов парниковых газов.

Промышленность занимает ведущие позиции в структуре энергопотребления Казахстана, на неё приходится более 60 % общего объёма используемой энергии. Основными энергоёмкими отраслями являются металлургия, нефтегазовый сектор, химическая и строительная промышленность. Несмотря на постепенную модернизацию, значительная часть оборудования на предприятиях остаётся морально и физически устаревшей. Потери энергии в электрических сетях и системах теплоснабжения достигают 15–20 %. Недостаточная автоматизация и слабая культура энергоменеджмента дополнительно снижают эффективность использования энергии.

К ключевым факторам, ограничивающим рост энергоэффективности промышленных предприятий Казахстана, относятся:

- высокая степень износа технологического оборудования;
- отсутствие системного энергетического менеджмента;
- недостаточный уровень автоматизации процессов;
- слабая мотивация предприятий к внедрению энергосберегающих технологий;
- низкий уровень осведомлённости персонала в вопросах рационального использования энергии;
- ограниченные финансовые ресурсы для реализации инвестиционных проектов.

Повышение энергоэффективности в первую очередь связано с модернизацией оборудования и внедрением инновационных технологий. К наиболее эффективным мерам относятся: замена электродвигателей и насосного оборудования на энергоэффективные модели (классы IE3–IE4); внедрение частотно-регулируемых приводов; автоматизация технологических процессов и установка систем мониторинга

энергопотребления; внедрение систем рекуперации тепла; переход на когенерацию; оптимизация освещения и улучшение теплоизоляции.

Эффективное энергосбережение невозможно без формирования системы управления энергопотреблением. В этом направлении важную роль играют проведение энергетических аудитов, внедрение системы энергетического менеджмента по ISO 50001, создание служб энергоэффективности, разработка корпоративных программ энергосбережения, обучение и мотивация персонала, использование энергосервисных контрактов.

Для долгосрочного повышения энергоэффективности необходим переход к цифровым и «зелёным» технологиям: внедрение интеллектуальных систем учёта, использование возобновляемых источников энергии, технологий замкнутого цикла и развитие энергоэффективных строительных решений.

В Казахстане реализуются проекты по повышению энергоэффективности: модернизация отопительных систем в металлургии, установка частотно-регулируемых приводов на насосных станциях нефтегазового сектора, использование тепловых насосов в пищевой промышленности, переход цементных заводов на сухой способ производства. Эти меры позволяют снизить энергопотребление на 15–30 % и сократить выбросы CO₂.

Повышение энергоэффективности промышленных предприятий Казахстана — приоритетное направление устойчивого развития экономики. Необходим комплексный подход, включающий техническую модернизацию, внедрение энергоменеджмента, развитие энергетической культуры и поддержку государства. Энергоэффективность является не только способом экономии ресурсов, но и фактором конкурентоспособности и экологической устойчивости промышленности.

Список использованных источников:

1. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 г. № 541-IV.
2. Государственная программа энергосбережения и повышения энергоэффективности Республики Казахстан до 2030 года.
3. Министерство энергетики РК. Национальный доклад по энергоэффективности, 2024.
4. European Bank for Reconstruction and Development (EBRD): Energy Efficiency Projects in Kazakhstan, 2023.
5. Программа ООН по развитию (ПРООН). «Энергоэффективность и устойчивое развитие в Казахстане», аналитический отчёт, 2023.
6. GGGI Kazakhstan Report on Industrial Energy Efficiency, 2022.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

В условиях роста потребления энергии и необходимости перехода к экологически чистым источникам альтернативная энергетика становится стратегическим направлением развития. Среди возобновляемых источников особое место занимают солнечные установки — солнечные панели и солнечные коллекторы. В данной работе проведено сравнение их эффективности, сроков службы, принципов работы и области применения.

Современное общество сталкивается с острой проблемой дефицита традиционных энергоресурсов и увеличением выбросов углекислого газа в атмосферу. Решением этих проблем является переход к возобновляемым источникам энергии, среди которых солнечная энергия занимает ведущее место благодаря своей доступности, экологичности и неисчерпаемости.

Оба устройства преобразуют энергию солнца, но делают это различными способами: коллектор — в тепловую энергию, а панель — в электрическую.

Для рационального выбора солнечной установки в конкретных климатических и экономических условиях необходимо определить, какой из типов систем обеспечивает:

- более высокий коэффициент полезного действия (КПД);
- большой срок службы;
- стабильную выработку энергии в течение суток и года;

Несмотря на то, что обе технологии активно применяются, отсутствует единый подход к определению их сравнительной эффективности, особенно при комбинированном использовании.

Таблица 1 Сравнение солнечного коллектора и солнечной панели

Критерий	Солнечный коллектор	Солнечная панель
Принцип работы	Преобразует солнечное излучение в тепловую энергию, нагревая жидкость или воздух.	Преобразует солнечное излучение в электрическую энергию за счет фотоэлектрического эффекта.
Тип вырабатываемой энергии	Тепловая (нагрев воды, отопление).	Электрическая (питание бытовых приборов, аккумуляция).
КПД	50–75 % (в зависимости от конструкции и условий).	15–22 % (для кремниевых панелей последнего поколения).
Срок службы	15–20 лет при регулярном обслуживании.	25–30 лет при минимальном обслуживании.
Выработка энергии	Максимальна при прямом солнечном свете и низких тепловых потерях.	Эффективна при рассеянном освещении, работает даже при облачности.



Рисунок 1 Солнечные панели



Рисунок 2 Солнечные коллекторы

Таким образом, при рассмотрении схемы преобразования солнечной энергии по цепочке «излучение – тепло – электричество» наиболее рациональным выбором являются солнечные коллекторы. Они обеспечивают непосредственное преобразование солнечной радиации в тепловую энергию с высоким коэффициентом полезного действия (до 70%), что позволяет аккумулировать значительные объёмы тепла и использовать его в термодинамических циклах. Несмотря на то, что итоговый КПД преобразования тепла в электричество относительно невысок (10–15%), применение коллекторов остаётся более целесообразным по сравнению с фотоэлектрическими панелями, которые изначально предназначены для прямого производства электроэнергии и неэффективны в тепловом режиме. Анализ показывает, что **солнечные коллекторы** эффективнее при необходимости получения тепловой энергии, тогда как **солнечные панели** универсальны и позволяют напрямую производить электричество, что делает их более гибким решением для современных систем энергоснабжения. В солнечный полдень коллекторы вырабатывают 500-800 Вт тепловой энергии с квадратного метра.

Список использованных источников:

1. Бельяев, И. И., & Рябчук, А. Г. (2016). *Возобновляемые источники энергии: солнечная энергия*. М.: Издательство Энергия.
2. Мухаметкалиев, М. М. (2018). *Солнечные электростанции в Казахстане: перспективы и проблемы*. Алма-Ата: Казахстанский университет.
3. Sager, P., & Shukla, A. (2017). *Solar Energy in Central Asia: Potential, Challenges, and Prospects*. *Renewable Energy*, 101, 16-23.
4. Zhakupov, Z., & Dzhunushaliev, A. (2015). *Optimization of Solar Energy Potential in Kazakhstan*. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 7(5), 533-540.
5. Jensen, M. D., & Binsbergen, E. (2020). *Renewable Energy in Kazakhstan: Policy and Development*. *Energy Policy*, 136, 111053.

АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автоматизация в промышленности повышает точность и повторяемость технологических операций за счёт управления процессами в реальном времени.

PLC и DCS обеспечивают последовательное и отказоустойчивое управление оборудованием на цеховом и производственном уровнях.

SCADA-системы выполняют централизованный сбор данных, визуализацию параметров и дистанционное управление объектами.

Промышленный интернет вещей (IIoT) расширяет мониторинг через массовое подключение сенсоров и устройств с адресной телеметрией.

Системы управления производственными операциями (MES) обеспечивают синхронизацию цеховых процессов с планированием и учётом материалов.

Роботизация и автоматические манипуляторы увеличивают производительность и качество выполнения механических операций.

Промежуточное ПО и стандарты обмена данными (OPC UA, MQTT) обеспечивают совместимость и информационную интеграцию оборудования разных производителей.

Промышленные локальные и детерминированные сети снижают задержки и обеспечивают синхронность управления распределёнными узлами.

Контроль качества в реальном времени на основе машинного зрения уменьшает долю брака и повышает однородность выпускаемой продукции.

Edge-компьютинг переносит первичную обработку данных ближе к источнику, уменьшая объём трафика и обеспечивая быстрое реагирование.

Цифровые двойники моделируют поведение оборудования и процессов для оптимизации параметров и отладки алгоритмов управления.

Предиктивная аналитика на базе данных состояния оборудования позволяет планировать техническое обслуживание на основе фактических трендов.

Автоматизация управления энергопотреблением интегрируется в производственные процессы для оптимизации режимов работы силовых установок.

Интеграция с ERP-системами обеспечивает сквозное управление ресурсами, заказами и логистикой предприятия.

Автоматизированные системы безопасности и блокировки реализуют логику предотвращения аварийных состояний и защиту персонала.

Параметрическая и адаптивная автоматика автоматически корректирует режимы в ответ на изменение технологических условий.

Модульные и масштабируемые архитектуры управления упрощают

модернизацию участков без остановки всего производства.

Обучаемые алгоритмы и системы поддержки принятия решений повышают эффективность регулировки сложных технологических процессов.

Стандартизация интерфейсов и протоколов упрощает интеграцию новых устройств и сокращает время внедрения.

Список использованных источников:

1. Селевцов Л. И., Селевцов А. Л. Автоматизация технологических процессов. — М.: Издательский центр «Академия», 2014.
2. Шишов О. В. Программируемые контроллеры и системы промышленной автоматизации. — М.: ИНФРА-М, 2020.
3. Бородин И. Ф., Андреев С. А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2018.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDR-ПРИЁМНИКА USRP B210 ДЛЯ АНАЛИЗА WI-FI-СИГНАЛА В ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ

В работе рассматривается SDR-платформа USRP B210, совместимая с GNU Radio, как инструмент для наблюдения и визуализации характеристик Wi-Fi-сигнала (диапазон 2,4 ГГц), в учебно-лабораторных условиях, близких к промышленным [4].

Цель исследования — показать возможности SDR-технологии для мониторинга и оценки качества беспроводных каналов.

Эксперимент проводился с использованием пакета GNU Radio и позволил зафиксировать распределение мощности сигнала, выявить зоны ослабленного приёма и оценить влияние преград на стабильность передачи [5]. Полученные результаты подтверждают эффективность SDR-подхода для анализа радиосетей в инженерной и образовательной практике [1], [2].

Современные промышленные системы и технологии активно используют беспроводные сети Wi-Fi для связи между устройствами. Однако условия цехов, лабораторий и помещений с металлическими конструкциями создают сложную радиосреду, где качество передачи может существенно снижаться. Использование классических анализаторов спектра позволяет оценить только узкий диапазон параметров, тогда как SDR-приёмники (Software-Defined Radio) обеспечивают гибкость настройки и возможность детального анализа сигналов [3].

Параметры эксперимента:

- центральная частота приёма — 2,437 ГГц (канал 6 Wi-Fi);
- частота дискретизации — 10 МГц;
- усиление приёмника — 30 дБ;
- длительность захвата данных — 10 с.

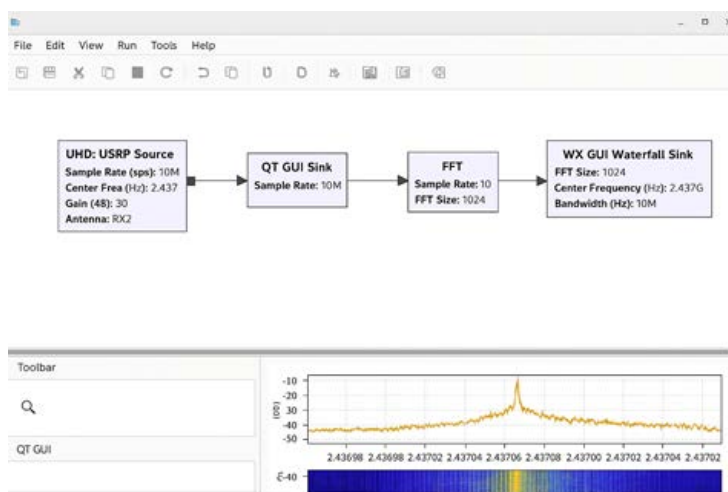


Рисунок 1 — GNU Radio Companion: схема приёма Wi-Fi сигнала с использованием SDR-платформы USRP B210.

Измерения проводились на базе кафедры РТТ (радиоэлектроники и телекоммуникационных технологий). Для оценки сигнала проводилась запись и последующий анализ данных в нескольких точках помещения с различным удалением от маршрутизатора.

В результате эксперимента получен устойчивый приём Wi-Fi-сигнала с отчётливо различимыми пиками спектра в районе 2,437 ГГц. Измерения показали следующие средние значения мощности сигнала (RSSI-эквивалент) (таблица 1).

Таблица 1: Измерения мощности сигнала с учетом изменения расстояния

Точка измерения	Расстояние до роутера, м	Средняя мощность, дБ	Отклонение, дБ	Интерпретация
А (около роутера)	1,2	−42,3	1,1	Сильный сигнал (рядом с роутером)
В (5 м, прямая видимость)	5,0	−55,8	1,4	Хороший приём
С (8 м, за стеной лабораторного помещения)	8,3	−63,2	2,0	Ослабленный сигнал (за стеной или оборудованием)

Данные результаты позволяют наглядно выявить зоны пониженного приёма и определить влияние отражающих поверхностей на распространение сигнала.

Эксперимент подтвердил, что условия помещения оказывают значительное влияние на качество Wi-Fi-передачи. Даже в лаборатории, моделирующей производственный цех, наблюдается неравномерное распределение мощности и наличие «мертвых зон».

Использование SDR-платформы позволило гибко изменять параметры наблюдения, визуализировать спектр сигнала в реальном времени и анализировать данные без дополнительных измерительных приборов. Это делает USRP B210 ценным инструментом для инженерных исследований, отладки беспроводных сетей и учебных задач по радиотехнике [2], [4].

Список использованных источников:

1. S. Kumar et al. An SDR Implementation of WiFi Receiver for Mitigating Narrowband Interference. *Commsys*, 2019.
2. P. Mykytyn et al. Channel State Information Analysis for Jamming Attack. *arXiv*, 2025.
3. USRP-Based Spectrum Analyzer – Radar MIMO. *Radarmimo.com*, 2024.
4. Ettus Research. USRP B210 Hardware Specification. <https://www.ettus.com>
5. J. Baldwin, M. Clark. Practical Wireless Monitoring with GNU Radio. *Eurecom Publications*, 2023.

«КАРЭЛЕКТРОСПЕЦСТРОЙ» ЖШС ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІ ШАРАЛАРЫН ТАЛДАУ

Қазіргі өндірісте еңбекті қорғау және электр қауіпсіздігі мәселелері үлкен маңызға ие болуда. Техникалық процестердің күрделілігі, қуатты жабдықтарды пайдалану және электрмен жұмыс істеу кәсіпорындардан қызметкерлердің өмірі мен денсаулығы үшін жауапкершіліктің жоғары деңгейін талап етеді. Бұл, әсіресе, электр тогымен зақымдану, өрт немесе жазатайым оқиғалар қауіпі бірнеше есе артатын электр монтаждау және құрылыс-энергетикалық жұмыстарды орындайтын ұйымдар үшін өзекті болып қалмақ.

«Карэлектроспецстрой» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі энергетикалық инфрақұрылымды салу (құрылыс), реконструкциялау және жаңғырту саласында қызметтердің кең ауқымын көрсететін мамандандырылған ұйым. Кәсіпорын өз қызметінде электр кернеуі 0,4 кВ - тан 750 кВ - қа дейінгі магистральдық электр беру желілерінің (ЭБЖ) құрылысын - электр энергиясын алыс қашықтыққа беруді қамтамасыз ететін күрделі инженерлік құрылыстарды жүргізеді, оған әуе және кабельдік электр беру жүйелері кіреді. Жұмыстардың бұл спектрі электр беру желілерінің барлық түрлерінің ауқымды диапазонын - шағын нысандарды қуаттандыратын төмен вольтты желілерден бастап, бүкіл қалалар мен өнеркәсіптік кәсіпорындарды электр қуатымен қамтамасыз ететін жоғары вольтты желілерді қамтиды.

Күрделі және жауапты жұмыс түрлері орындалатын ұйымдарда өндірістік тәуекелдердің болатыны сөзсіз. Электрмен жабдықтау және монтаждау жұмыстарына мамандандырылған «Карэлектроспецстрой» ЖШС жұмысшылардың денсаулығы мен қауіпсіздігіне әсер етуі мүмкін бірқатар қауіпті факторларға тап болады. Бұл факторлар электр тогымен зақымданудан бастап кәсіби ауруларға дейінгі кең ауқымды тәуекелдерді қамтиды. Дегенмен, осы қауіптерді басқару өндірістік процестің ажырамас бөлігі болып табылады, себебі ол тікелей қызметкерлердің денсаулығы мен кәсіпорынның тұрақты қызметіне әсер етеді.

Электр қауіпсіздігі кәсіпорынның тәуекелдер тізімінде ерекше орын алады. Электр тогымен зақымдану - монтаждау және іске қосу-реттеу жұмыстарын атқаратын жұмысшылар үшін ең қауіпті қатер болып табылады. Қауіп көздері ретінде розеткалар, ажыратқыштар, электр құрылғылары мен құралдары қарастырылады. Қауіптің алдын алу мақсатында диэлектрлік қолғаптарды пайдалану, еңбек қауіпсіздігі бойынша нұсқаулық өткізу, тек қана жарамды құралдарды қолдану, ток өткізетін бөліктерде кернеудің жоқтығына көз жеткізу және жұмыс

алаңында «Қоспаңыз, адам жұмыс істеп жатыр!» деген тыйым салушы белгілерді ілу сияқты нақты шаралар қолданылады. Бұл шаралар ауыр зардаптардың алдын алуға мүмкіндік бергенімен, тәуекелді толықтай жою мүмкін емес екені анық, сондықтан бақылау тұрақты түрде жүргізілуі тиіс.

Биіктікте орындалатын жұмыстар да жоғары қауіпті факторлардың қатарында. Биіктіктен құлау ауыр зардаптарға, тіпті өлімге алып келуі мүмкіндігі жоғары. Ұйымда осындай жұмыстарға наряд-рұқсат рәсімдеу, бақылаушыны тағайындау, ескерту белгілері бар қоршаулар орнату және міндетті түрде сақтандыру белдіктерін қолдану талап етіледі. Жұмысшыларға саты арқылы ауыр заттарды көтеруге немесе онда электр құралымен жұмыс істеуге қатаң тыйым салынады. Бұл талаптар тәуекел деңгейін бақылауға және қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Шудың әсері онша байқалмағанымен, қауіпті факторлардың бірі ретінде қарастырылады. Кейбір өндірістік алаңдарда шудың деңгейі рұқсат етілген деңгейден асып кетуі мүмкін, бұл қызметкердің есту қабілетінің төмендеуіне әкеледі. Оның алдын алу үшін арнайы құлаққаптар мен тығындар пайдаланылады, сонымен қатар жұмысшыларға тыныш бөлмелерде үзіліс жасауға жағдай жасалады. Бұл шаралар денсаулықты қорғауға ғана емес, еңбек өнімділігін сақтауға да ықпал етеді.

Өрт қаупі - тағы бір маңызды қауіп факторы. Электр сымдарының ақаулары немесе жанар-жағармай материалдарымен дұрыс жұмыс істемеу өртке әкелуі ықтимал. Мұндай жағдайлардың алдын алу мақсатында тек қана жарамды жабдықтарды пайдалану, электр желісінде шамадан тыс жүктемеге жол бермеу, кабельдер мен сымдардың бүтіндігін жүйелі түрде тексеру және өрт сөндіргіштердің дайын болуын қамтамасыз ету қажет.

Өндірістік қауіпсіздік – ұйымның тұрақты дамуы мен қызметкерлердің денсаулығын сақтау кепілі. Қауіп-қатерлерді болжау, басқару және бақылау жұмыс орнын сенімді әрі қолайлы етеді. Қызметкерлердің қауіпсіздік мәдениеті ұжымның еңбек өнімділігін арттырады, сондықтан жүйелі көзқарас пен жауапкершілік заманауи өндірістің маңызды бөлігі.

Әдебиеттер:

1. Өндірістік қауіпсіздікті техникалық реттеу: Оқу құралы / Н.А.Медеубаев, Д.Народхан; Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. – Қарағанды: ҚарМТУ баспасы, 2018. – 100 бет;
2. Охрана труда в энергосистемах: Учебное пособие / Аманжолов Ж.; Астана: Фолиант, 2010 – 336 бет.

ЖӘЙРЕМ ТАУ-КЕН БАЙЫТУ КОМБИНАТЫНЫҢ ҰСАҚТАУ КЕШЕНІН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Тау-кен байыту комбинаттарындағы ұсақтау жүйелерінің сенімділігі мен тиімділігін арттыру қазіргі заманғы өнеркәсіптік автоматтандырудың өзекті мәселесі болып табылады. Жабдықтың өнімділігі мен қызмет ету мерзіміне әсер ететін ең маңызды факторлардың бірі конусты ұсатқыштың жұмыс аймағына ұсақталмайтын заттардың түсу қаупі болып табылады, бұл авариялар мен конустық ұсатқыш бөлшектерінің зақымдалуын тудыруы мүмкін.

Бұл мәселені шешу үшін біз ұсақтау камерасынан ұсақталмайтын заттарды анықтайтын және алып тастайтын автоматтандырылған қорғаныс жүйесін әзірлеуді ұсынамыз. Жүйе Mitsubishi бағдарламаланатын логикалық контроллерге (PLC) негізделген және бағдарламалау GX Works3 және GtDesigner3 бағдарламасында орындалады.

Бұл жұмыстың мақсаты GX Works3 бағдарламасында конусты ұсақтағышқа арналған автоматтандырылған, сатылы қорғаныс алгоритм жүйесін әзірлеу және енгізу, ұсақталмайтын заттардың себебінен орын алатын авариялық жағдайлардың алдын алу және жабдықтың тозуын азайту болып табылады.

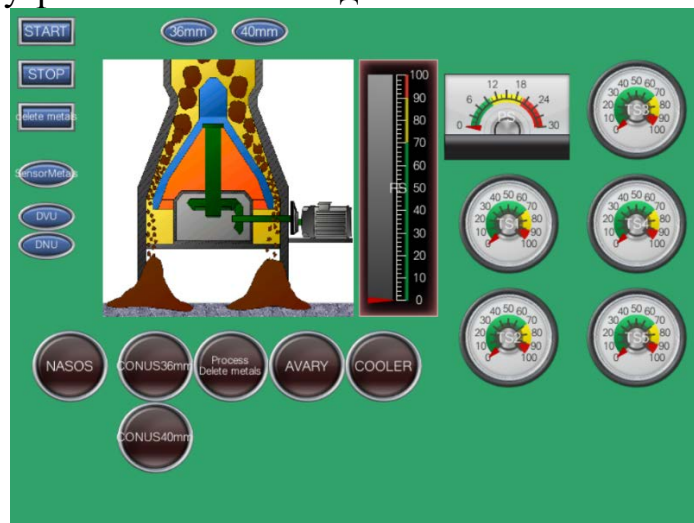
Зерттеудің негізгі міндеттері:

- Жәйрем тау-кен байыту комбинатының ұсақтау кешеніндегі қолданыстағы автоматты басқару жүйелеріне талдау жүргізу.
- Жәйрем тау-кен байыту комбинатындағы қолданыстағы автоматты басқару жүйелерінің (АБЖ) кемшіліктерін талдау.
- ұсақталмайтын заттардың кіруіне жол бермеу үшін конусты ұсатқыштарды қорғаудың автоматтандырылған жүйелеріндегі ағымдағы шешімдерді қарап шығыңыз.
- ұсақталмайтын заттарды алып тастауды қамтамасыз ететін және жабдықтың тозуын азайтатын автоматтандырылған конустық ұсатқыштарды қорғау жүйесін әзірлеу.

Бұл жұмыстың ғылыми жаңалығы конустық ұсатқыштың автоматтандырылған қорғаныс жүйесін жасауда, ұсақталмайтын заттарды жоюды қамтамасыз етуінде және жабдықтың тозуын азайтуда. Сондықтан Жәйрем тау-кен байыту комбинатында ұсақтау кешенін автоматты басқару жүйесін (АБЖ) жасау қажеттілігі технологиялық жабдықтың өнімділігін, сенімділігін және энергия тиімділігін арттыру қажеттілігінен туындап отыр.

Ұсынылып отырған жүйе ұсақтау кешенінің сенімділігі мен өнімділігін арттырады, пайдалану шығындарын азайтады, тау-кен байыту комбинаттарында интеллектуалды бақылау және диагностикалық

жүйелерді енгізу үшін негіз бола алады.



Сурет 1 – Конусты ұсақтау машинасының бағдарламалық бөлімі

Жасалған жұмыс нәтижесінде расталды:

- ұсақталмайтын объектілерді автоматты жою алгоритмінің дұрыс жұмыс істеуі;
- апаттық әсерлер мен жүктемелер кезінде жүйенің тұрақтылығы;
- сенімділікті жоғарылату және апаттық жағдайларда уатқышты тоқтату уақытын 14–17%-ға қысқарту;
- қорғаныс жүйесінің дер кезінде әрекет етуіне байланысты жұмыс істейтін бөлшектердің тозуының төмендеуі.

Әзірленген басқару жүйесі Mitsubishi PLC және GX Works3 бағдарламалық ортасының көмегімен жүзеге асырылды. GT Designer3-те оператор интерфейсі визуализация және қолмен басқару, процесс параметрлерін көрсету, дабылдарды көрсету және оператордың жедел араласуын қосу үшін жасалған.

Бұл тәсіл тау-кен байыту комбинаттарындағы технологиялық жабдықтарды цифрлық автоматтандырудың жоғары тиімділігін көрсетеді. Жүйені GX Works3 және GT Designer3 орталарында енгізу конусты ұсақтқыштың қауіпсіздігін, сенімділігін және энергия тиімділігін жақсартты. Аталған жоба Жәйрем тау-кен байыту комбинатында ұсақтау учаскелерін кешенді автоматтандыру үшін қолдануға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. М. Линдквист и др. Прогнозирование изношенной геометрии конусных дробилок (2003).
2. Нематоллахи Э. и др. Проектирование для повышения производительности дробилок (2021 г.).
3. П. Кивиките-Репонен и др. Взаимосвязь характеристик материала и износа в конусной дробилке лабораторного масштаба (2009).
4. П. Итявуо и др. Оценка и контроль уровня загрузочного бункера конусных дробилок (2017).
5. Яньцзюнь Ма, Сюмин Фань, Цичан Хэ. Прогнозирование производительности конусной дробилки с учетом износа футеровки, 2016.

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОЗИРОВАНИЕМ ШАРОВ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Барабанная шаровая мельница является ключевым оборудованием в различных отраслях промышленности, таких как горнодобывающая, цементная, химическая и металлургическая. Она используется для измельчения сырья, руд и материалов до требуемой фракции, что обеспечивает эффективность последующих технологических процессов. Рассматриваемый объект — это барабанная шаровая мельница с разгрузкой через решетку (далее МШР) на полиметаллической обогатительной фабрике АО ЖГОК, измельчающая мелкодробленую руду с признаками содержания свинца и цинка. Технологический процесс измельчения включает в себя питающий конвейер с частотно регулируемым приводом, гидроциклонную установку для классификации, насосы, питающие гидроциклонную установку, с высоковольтным частотно регулируемым приводом, а также саму МШР с высоковольтным двигателем с фазным ротором, обеспечивающим плавный разгон при пуске (Рисунок 1).

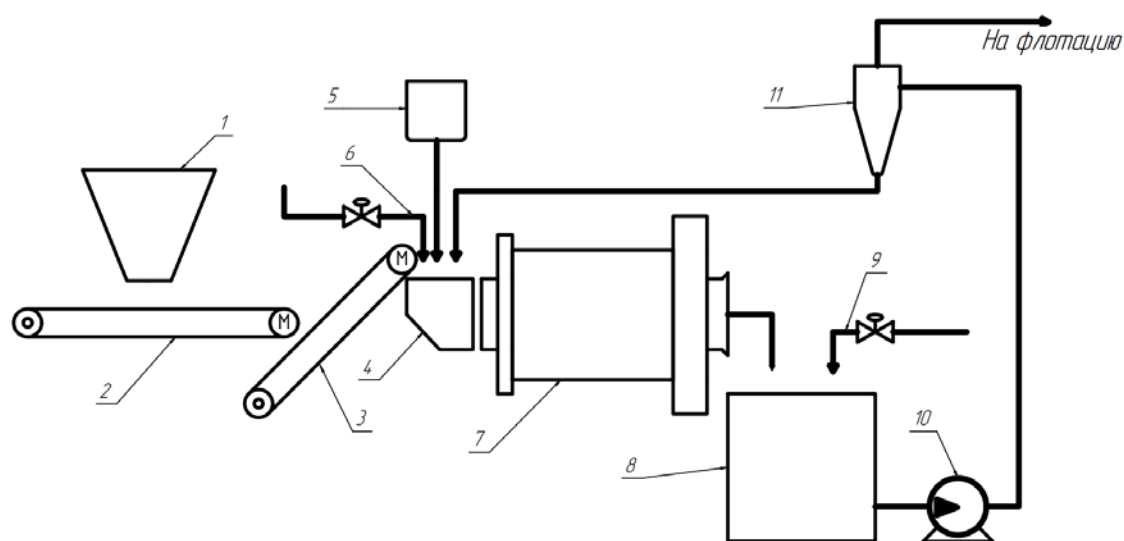


Рисунок 1 – Технологический процесс измельчения

1 – бункер с мелкодроблённой рудой, 2 – конвейер, 3 – питающий конвейер, 4 – питатель, 5 – шародозатор, 6 – подача воды в мельницу, 7 – МШР, 8 – зумпф, 9 – подача воды в зумпф, 10 – насос песков гидроциклонной установки, 11 – гидроциклонная установка

Наиболее проблематичным объектом системы является шародозатор, обеспечивающий дозагрузку шаров во время работы мельницы. Правильное управление дозированием шаров позволяет оптимизировать процесс

измельчения, снижая износ оборудования и повышая производительность.

Оптимальная загрузка шарами шаровой мельницы критически важна для поддержания баланса между эффективностью измельчения и предотвращением перегрузки или недогрузки. Недостаточная загрузка приводит к снижению производительности и увеличению энергозатрат на единицу продукта, в то время как перегрузка вызывает повышенный износ футеровки и шаров, а также риск аварийных ситуаций. Исследования показывают, что правильное дозирование шаров может повысить КПД мельницы на 10-20%, снижая общие эксплуатационные расходы. Регулярный мониторинг и корректировка загрузки на основе диагностических данных позволяют адаптировать процесс к изменяющимся свойствам сырья, таким как твердость и влажность.

Для наиболее эффективной работы мельницы предлагается разработать модель предиктивного управления (Model predictive control MPC), которая использует математическое моделирование динамики мельницы для прогнозирования поведения системы на несколько шагов вперед. MPC учитывает ограничения по загрузке шаров, скорости, вращения барабана и подаче материала, оптимизируя дозирование в реальном времени. В отличие от традиционных PID-регуляторов, MPC справляется с нелинейностями и задержками в процессе, обеспечивая стабильность и минимизацию отклонений от целевых параметров измельчения.

Прогнозируемая модель должна соответствовать ключевым требованиям: учитывать множественные входы/выходы (например, загрузка шаров, скорость барабана, продуктовая грануляция); справляться с нелинейностями и задержками процесса; обеспечивать оптимизацию процесса (ограничения по безопасности, энергопотреблению); обладать высокой точностью прогнозирования и адаптивностью к возмущениям и шумам процесса (изменения сырья, возможным неправильным показания датчиков, таких как уровнемер, который из-за парообразования может выдавать неправильные значения в течении некоторого времени, или гранулометра, которому требуется периодическая настройка). Модель должна интегрироваться с реальными данными для минимизации ошибок, эту роль будет оказывать SCADA-система.

Список использованных источников:

1. Steven J. McGarel, Rockwell Automation «Model Predictive Control for SAG Milling in Minerals Processing» (интернет источник, URL: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/ap/min-ap010_-en-p.pdf);
2. SARPONG BISMARCK DONKOR «ON-LINE SENSORS FOR MEASURING THE TOTAL BALL AND CHARGE LEVEL IN TUMBLING MILLS» (интернет источник, URL: <https://open.uct.ac.za/server/api/core/bitstreams/95de6fc9-c55a-433b-86bb-fa1dfdb42ff5/content>);
3. Xisong Chen «Process Control of Ball Mill Based on MPC-DO» интернет источник, URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/9994666>)

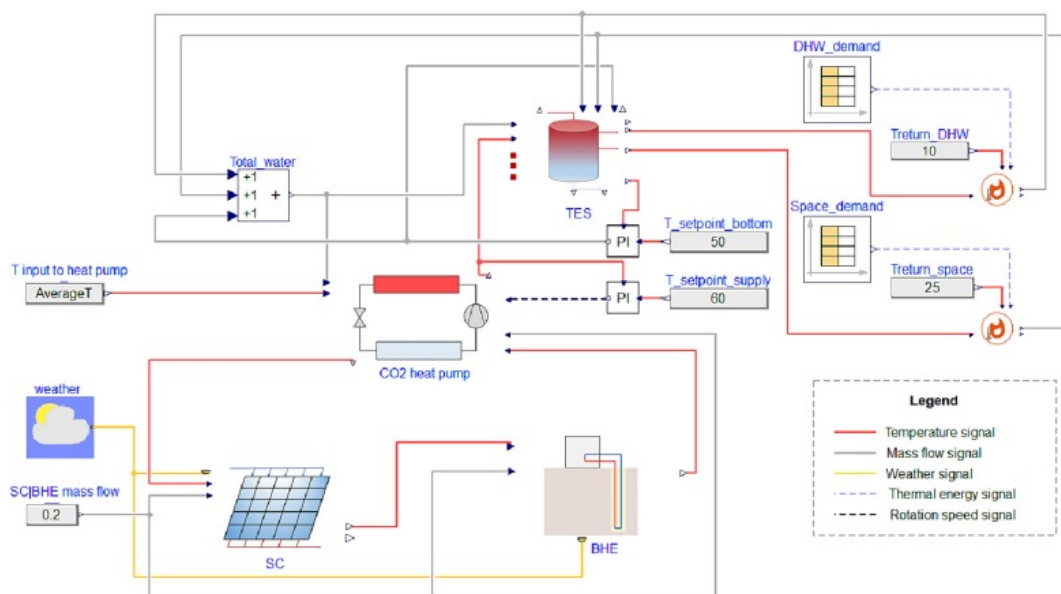
ЗАМАНАУИ ЖЫЛУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУ

Қазіргі уақытта энергетикалық ресурстардың шектеулілігі мен олардың бағасының үнемі өсіп отыруы энергияны тиімді пайдалану мәселесін алдыңғы қатарға шығарды. Соңғы жылдары жылу энергетика саласында дәстүрлі қазба отындарын тұтынуды азайтып, экологиялық жүктемені төмендетудің негізгі бағыттарының бірі ретінде жаңартылатын энергия көздерін пайдалану технологиялары кеңінен зерттелуде. Солардың ішінде жылу сорғылары қоршаған ортадағы төмен потенциалды энергияны тиімді түрлендіріп, тұрғын және өндірістік нысандарды жылытуда жоғары энергия үнемділігімен ерекшеленеді.

Заманауи жылу жүйелерінде жылу сорғыларының тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін олардың түрлері, термодинамикалық циклдерінің ерекшеліктері және нақты климаттық жағдайларға бейімделу мүмкіндіктері жан-жақты талдауды қажет етеді. Бұл жұмыстың өзектілігі - жылу сорғыларының энергия тиімділігін арттыру мен оларды күн энергиясымен, смарт-басқару жүйелерімен біріктіру жолдарын анықтау арқылы жылу жүйелерін оңтайландыруда жатыр.

Жылу сорғылары - бөлмелерді жылыту және салқындату және суды жылыту үшін қолданылатын құрылғылар. Жылу сорғыларының маңызды ерекшелігі оларды пайдаланудың әмбебаптығы болып табылады - төмен ауа температурасында олар бөлмелерді жылытуды қамтамасыз етеді, ал ыстық ауа райында - оларды салқындатады. Екінші жағдайда (қайтарылатын жылу сорғысы) бірдей принцип қолданылады.

Заманауи жылу жүйелерінде қолданылатын жылу сорғыларының жұмыс тиімділігін арттыру жолдарын анықтау және олардың әртүрлі климаттық жағдайларда энергия үнемдеу мүмкіндіктерін бағалау. Осы мақсатқа жету үшін жылу сорғыларының негізгі түрлері (ауа-ауа, ауа-су, су-су, топырақ-су) және олардың термодинамикалық сипаттамалары талданды. Жұмыс барысында Modelica бағдарламалық ортасында CO₂ негізіндегі жылу сорғысының сандық моделі құрылып, жүйенің маусымдық жүктемелер кезіндегі жылу өнімділігі мен энергия тиімділігі есептелді. Сонымен қатар күн энергиясымен біріктірілген жылу сорғысының буландырғыш контурындағы жылу алмасу процестері модельденіп, алынған нәтижелер нақты метеорологиялық деректермен салыстырылды.



Жүргізілген талдаулар нәтижесінде жылу сорғыларының тиімділігі қоршаған орта температурасына, жұмыс режиміне және жылу жүктемесінің сипатына тікелей тәуелді екені анықталды. CO₂ негізіндегі жылу сорғысының қысқы маусымдағы орташа пайдалы әсер коэффициенті дәстүрлі компрессорлық жүйелерге қарағанда 15–20 % жоғары екені дәлелденді. Ал күн энергиясымен біріктірілген жүйелердің жылдық энергия үнемдеу көрсеткіші 25–30% құрады. Сонымен қатар автоматтандырылған басқару жүйесін енгізу арқылы жылу сорғысының жұмыс циклін оңтайландыру энергия тұтынуды 12–18 % қысқартуға мүмкіндік беретіні көрсетілді. Бұл нәтижелер жылу сорғыларының экологиялық тұрғыдан қауіпсіз әрі экономикалық тиімді энергия көздерінің бірі екенін айғақтайды.

Қорытындылай келе, зерттеу заманауи жылу сорғыларының жоғары энергия тиімділігін, парниктік газдар шығарындыларын азайтуды және экономикалық тиімділікті қамтамасыз етуге қабілетті жылу жүйелері үшін перспективалы шешім екенін растайды. Жоғары тиімділігі, қолданудың әмбебаптығы және ақылды басқару жүйелерімен біріктіру арқасында жылу сорғылары тұрғын және коммерциялық ғимараттарда жайлы, экологиялық таза және энергияны үнемдейтін жағдайларды жасауға ықпал етеді.

Список использованных источников:

1. International Energy Agency. In: *The future of heat pumps*. OECD; 2022. <https://doi.org/10.1787/2bd71107-en>.
2. BSRIA Ltd., «BSRIA's view on refrigerant trends in AC and Heat Pump segments» Jan. 2020. Accessed: Nov. 14, 2022. [Online].
3. Onno K. «Report Нейрондық желі ex 46 HPT-AN46-04: Refrigerants for Heat Pump Water Heaters», Heat Pump Centre c/o RISE – Research Institutes of Sweden, Borås, Dec. 2019. Accessed: Oct. 12, 2022. [Online].

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Введение и актуальность. Переход мировой энергетики к возобновляемым источникам требует повышения эффективности малых ветроэнергетических установок (ВЭУ), особенно в автономных районах, где недоступна централизованная сеть и регулярное обслуживание. Одним из ключевых элементов таких систем является синхронный генератор с регулируемым возбуждением (СГРВ), который позволяет управлять напряжением и реактивной мощностью, повышая устойчивость и выработку энергии при переменном ветре.

Классические алгоритмы управления, такие как простые ПИ-регуляторы, часто рассчитаны на фиксированные условия и не всегда обеспечивают устойчивую работу при турбулентном ветре, колебаниях нагрузки и изменении параметров генератора. В реальных условиях возникают шумы измерений, задержки и неопределённости, что требует применения робастных алгоритмов управления, устойчивых к внешним и внутренним возмущениям.

Одновременно используется алгоритм МРРТ (Maximum Power Point Tracking) — отслеживания точки максимальной мощности, который управляет нагрузкой или моментом генератора так, чтобы турбина работала с наибольшим КПД при любых скоростях ветра. Комбинация МРРТ с регулированием возбуждения даёт возможность повысить суммарную выработку электроэнергии и поддерживать требуемое качество напряжения даже в сложных ветровых режимах [1–3].

Цель и задачи исследования. Цель работы — разработать и исследовать робастные алгоритмы управления возбуждением синхронного генератора малой мощности, интегрированные с МРРТ, для повышения эффективности и устойчивости малых ВЭУ. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Выполнить обзор существующих методов регулирования возбуждения и стратегий МРРТ для малых ВЭУ.
2. Разработать математическую модель ВЭУ: аэродинамика, механика ротора, модель генератора и системы возбуждения.
3. Реализовать и сравнить PI- и робастные (адаптивные и скользящего режима) алгоритмы управления возбуждением.
4. Провести численное моделирование с учётом турбулентного ветра, случайных возмущений и изменений параметров.
5. Оценить эффективность и устойчивость алгоритмов по критериям:

выработка энергии, отклонение напряжения, устойчивость при помехах.

Методика исследования. Для анализа использовалась упрощённая модель ветроэнергетической установки в среде MATLAB/Simulink. Аэродинамическая часть описывалась функцией коэффициента мощности $C_p(\lambda, \beta)$, механическая — уравнением движения ротора. Электрическая часть включала полную d–q модель синхронного генератора с возбуждением, что позволило моделировать поведение системы при изменении ветра и нагрузок. Были реализованы следующие алгоритмы:

1) PI-регулятор — базовый метод для сравнения.

2) Адаптивный PI — автоматически настраивает коэффициенты в зависимости от состояния системы.

3) Скользящий режим управления (SMC) — робастный алгоритм, обеспечивающий устойчивость при неопределённостях параметров и резких возмущениях. Алгоритмы интегрировались с MPPT, реализованным по принципу оптимального соотношения скорости ротора к скорости ветра.

Для оценки проводились численные эксперименты в разных сценариях ветровой турбулентности и нагрузок. Критерии оценки: средняя выработка энергии за заданный период; среднеквадратичное отклонение напряжения на клеммах; устойчивость работы при 20% изменении параметров генератора и наличии шумов.

Результаты и выводы. Моделирование показало, что классический PI-регулятор обеспечивает стабильную работу только при близких к номинальным условиям. При турбулентном ветре и случайных изменениях параметров система демонстрировала значительные колебания напряжения и снижение выработки до 8–10%. Адаптивный PI-регулятор улучшил устойчивость, поддерживая напряжение в пределах допустимых отклонений даже при изменении скорости ветра. Наилучшие результаты показал алгоритм скользящего режима, который оказался наиболее робастным: средняя выработка энергии увеличилась на 5–7% по сравнению с базовым случаем, а отклонения напряжения сократились почти в 2 раза.

Таким образом, использование робастных алгоритмов управления возбуждением в сочетании с MPPT повышает эффективность малых ветрогенераторов, особенно в нестационарных условиях. Полученные результаты могут служить основой для разработки адаптируемых систем управления маломощными ВЭУ, устойчивых к возмущениям и неопределённостям реальной эксплуатации [4,5].

Список использованных источников:

1. Ackermann T. *Wind Power in Power Systems*. Wiley, 2012.
2. Hau E. *Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics*. Springer, 2013.
3. Burton T. *Wind Energy Handbook*. Wiley, 2011.
4. Ogata K. *Modern Control Engineering*. Pearson, 2010.
5. Utkin V. "Sliding Mode Control Design Principles and Applications." *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 1993.

ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫСОВОЛЬТНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ

Способы онлайн-мониторинга и диагностики технического состояния выключателей.

1. OLM2 (Online Condition Monitoring Device) — устройство, отслеживающее широкий спектр параметров, включая плотность SF₆, утечки, температурные показатели, скорость и время открытия/закрытия, состояние механических частей, работу моторов, гидравлики и вспомогательных цепей. [1]

2. Система CB Watch 3 от Megger — обеспечивает постоянный мониторинг состояния выключателей: проверки включаемости, производительности, измерения давления и температуры, обнаружение утечек газа. Кроме того, при выявлении неисправности автоматически отправляется аварийный сигнал на удаленную диагностическую станцию.

3. Rugged Monitoring — IoT-платформа для непрерывного контроля состояния SF₆ - выключателей: отслеживает давление, плотность газа, скорость утечек, точку росы и даже прогнозирует потребность в дозаправке и риск блокировки. Поддерживает расширение параметров: температура, ток, частичные разряды и другие. [2]

Система мониторинга утечек элегаза SF₆ в автоматических выключателях Rugged Monitoring сочетает в себе интеллектуальные датчики Интернета вещей, надежные периферийные устройства и передовое программное обеспечение, что позволяет в режиме реального времени получать информацию о состоянии элегаза в автоматических выключателях. Система непрерывно отслеживает такие критически важные параметры, как давление элегаза SF₆, плотность, скорость утечки, время до повторного заполнения, время до блокировки и точка росы, что позволяет своевременно обнаруживать утечку газа и ухудшение изоляции. Периферийные устройства локально захватывают и обрабатывают как аналоговые, так и цифровые сигналы, обеспечивая надежный сбор данных даже в суровых условиях.

4. Emerson онлайн-мониторинг — пример внедрения на электростанции с комбинированным циклом Torviscosa (Италия): решение позволяет удаленно отслеживать давление SF₆ и эффективность компрессора, снижая количество технологических обходов и повышая безопасность благодаря беспроводной HART-сети. [3]



Рисунок 1. Схема датчиков и сенсоров установленных на выключателях

Компания Edison, входящая в группу EDF, является одним из ведущих энергетических операторов в Италии. На её заводе в Torviscosa существующая конструкция выключателя оснащена только визуальным манометром, но это обеспечивает лишь ограниченный мониторинг, не предусматривает автоматической сигнализации и записи данных в системе SCADA. Поскольку измерения необходимо проводить вручную, это повышает риск, так как персоналу приходится находиться рядом с высоковольтными устройствами при любых погодных условиях.

Эдисон решил установить автоматизированное решение от Emerson, которое включало в себя беспроводной датчик давления Rosemount™ для каждой камеры высокого давления, беспроводной дискретный датчик для контроля рабочего цикла компрессора и беспроводной датчик температуры для линеаризации значения давления. Линеаризация давления используется для сравнения фактического и номинального давления.

Конфигурация, настройка и калибровка контрольно-измерительных приборов были выполнены с использованием существующего коммуникационного устройства HART. Эти действия также можно выполнить с помощью программного обеспечения AMS компании Emerson, которое позволяет настраивать и запускать беспроводной шлюз.

Благодаря беспроводному решению удалось сэкономить много часов. Количество выездов операторов сократилось, что повысило безопасность. Наличие беспроводной сети HART также позволило выявить новые области применения и легко интегрировать дополнительные точки измерения.

Список использованной литературы:

1. Устройство онлайн-мониторинга OLM2: https://www.iee-business.com/knowledge/hvac-switchgear-high-voltage-circuit-breaker-2937?utm_source=chatgpt.com
2. Rugged Monitoring: https://www.ruggedmonitoring.com/asset-monitoring/circuit-breakers-monitoring-system/cb-sf6-leakage-monitoring/?utm_source=chatgpt.com
3. Онлайн мониторинг Emerson: https://www.emersonautomationexperts.com/2024/event/online-monitoring-of-sf6-circuit-breakers/?utm_source=chatgpt.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Введение и актуальность. Переход мировой энергетики к возобновляемым источникам требует повышения эффективности малых ветроэнергетических установок (ВЭУ), особенно в автономных районах, где недоступна централизованная сеть и регулярное обслуживание. Одним из ключевых элементов таких систем является синхронный генератор с регулируемым возбуждением (СГРВ), который позволяет управлять напряжением и реактивной мощностью, повышая устойчивость и выработку энергии при переменном ветре.

Классические алгоритмы управления, такие как простые ПИ-регуляторы, часто рассчитаны на фиксированные условия и не всегда обеспечивают устойчивую работу при турбулентном ветре, колебаниях нагрузки и изменении параметров генератора. В реальных условиях возникают шумы измерений, задержки и неопределённости, что требует применения робастных алгоритмов управления, устойчивых к внешним и внутренним возмущениям.

Одновременно используется алгоритм МРРТ (Maximum Power Point Tracking) — отслеживания точки максимальной мощности, который управляет нагрузкой или моментом генератора так, чтобы турбина работала с наибольшим КПД при любых скоростях ветра. Комбинация МРРТ с регулированием возбуждения даёт возможность повысить суммарную выработку электроэнергии и поддерживать требуемое качество напряжения даже в сложных ветровых режимах [1–3].

Цель и задачи исследования. Цель работы — разработать и исследовать робастные алгоритмы управления возбуждением синхронного генератора малой мощности, интегрированные с МРРТ, для повышения эффективности и устойчивости малых ВЭУ. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Выполнить обзор существующих методов регулирования возбуждения и стратегий МРРТ для малых ВЭУ.
2. Разработать математическую модель ВЭУ: аэродинамика, механика ротора, модель генератора и системы возбуждения.
3. Реализовать и сравнить PI- и робастные (адаптивные и скользящего режима) алгоритмы управления возбуждением.
4. Провести численное моделирование с учётом турбулентного ветра, случайных возмущений и изменений параметров.
5. Оценить эффективность и устойчивость алгоритмов по критериям:

выработка энергии, отклонение напряжения, устойчивость при помехах.

Методика исследования. Для анализа использовалась упрощённая модель ветроэнергетической установки в среде MATLAB/Simulink. Аэродинамическая часть описывалась функцией коэффициента мощности $C_p(\lambda, \beta)$, механическая — уравнением движения ротора. Электрическая часть включала полную d–q модель синхронного генератора с возбуждением, что позволило моделировать поведение системы при изменении ветра и нагрузок. Были реализованы следующие алгоритмы:

1) PI-регулятор — базовый метод для сравнения.

2) Адаптивный PI — автоматически настраивает коэффициенты в зависимости от состояния системы.

3) Скользящий режим управления (SMC) — робастный алгоритм, обеспечивающий устойчивость при неопределённостях параметров и резких возмущениях. Алгоритмы интегрировались с MPPT, реализованным по принципу оптимального соотношения скорости ротора к скорости ветра.

Для оценки проводились численные эксперименты в разных сценариях ветровой турбулентности и нагрузок. Критерии оценки: средняя выработка энергии за заданный период; среднеквадратичное отклонение напряжения на клеммах; устойчивость работы при 20% изменении параметров генератора и наличии шумов.

Результаты и выводы. Моделирование показало, что классический PI-регулятор обеспечивает стабильную работу только при близких к номинальным условиям. При турбулентном ветре и случайных изменениях параметров система демонстрировала значительные колебания напряжения и снижение выработки до 8–10%. Адаптивный PI-регулятор улучшил устойчивость, поддерживая напряжение в пределах допустимых отклонений даже при изменении скорости ветра. Наилучшие результаты показал алгоритм скользящего режима, который оказался наиболее робастным: средняя выработка энергии увеличилась на 5–7% по сравнению с базовым случаем, а отклонения напряжения сократились почти в 2 раза.

Таким образом, использование робастных алгоритмов управления возбуждением в сочетании с MPPT повышает эффективность малых ветрогенераторов, особенно в нестационарных условиях. Полученные результаты могут служить основой для разработки адаптируемых систем управления маломощными ВЭУ, устойчивых к возмущениям и неопределённостям реальной эксплуатации [4,5].

Список использованных источников:

1. Ackermann T. *Wind Power in Power Systems*. Wiley, 2012.
2. Hau E. *Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics*. Springer, 2013.
3. Burton T. *Wind Energy Handbook*. Wiley, 2011.
4. Ogata K. *Modern Control Engineering*. Pearson, 2010.
5. Utkin V. "Sliding Mode Control Design Principles and Applications." *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 1993.

АРАЛАС ЖЕЛ-КҮН ГЕНЕРАЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аралас жел-күн генерациясы тұрақты және тиімді энергиямен қамтамасыз ететін жаңартылатын энергияның ең перспективалы түрлерінің бірі болып табылады. Жел және күн көздерін біріктіру олардың өзара біркелкі компенсстігін өтеуге және энергия теңгеріміндегі жаңартылатын энергия үлесін арттыруға мүмкіндік береді.

Гибридті жел-күн электр станцияларының басты артықшылығы - олардың пайда болу шындығы жиі сәйкес келмейді. Күндізгі уақытта күн панельдері энергия өндіруді қамтамасыз етеді, ал түнде жел белсенділігі артқан кезде жел қондырғылары жүктемені алады. Бұл бөлу энергияны сақтау қажеттілігін азайтуға және белгіленген қуатты пайдалану коэффициентін (ҚПК) арттыруға мүмкіндік береді.



1 Сурет - Гибридті жел-күн электростанция

Біріктірілген жүйелердің маңызды ерекшелігі-генерацияны дәл модельдеу және болжау қажеттілігі. Ол үшін климаттық жағдайларды, аймақтың географиялық ерекшеліктерін, сондай-ақ жабдықтың параметрлерін ескеретін математикалық модельдер қолданылады. Жел-күн станциясының жұмыс режимін оңтайландыруға ағымдағы ауа райы жағдайлары мен тұтынуға байланысты қондырғылар арасында жүктемені қайта бөлуге қабілетті интеллектуалды басқару жүйелері арқылы қол

жеткізіледі.

Гибриді жүйелерді жасаушылардың алдында тұрған мәселелердің бірі-электр энергиясының тұрақтылығы мен сапасын қамтамасыз ету. Жел мен күн радиациясының өзгергіштігі энергияны сақтау жүйелерін (аккумуляторлар, суперконденсаторлар), сондай-ақ кернеу мен жиілікті тұрақтандыру функциясы бар инверторларды қолдануды талап етеді. Сонымен қатар, бүкіл қондырғының тиімділігі тәуелді болатын метеорологиялық параметрлерді болжау маңызды рөл атқарады.

Қазіргі тенденциялар жел-күн қондырғыларының таратылған энергияның ажырамас бөлігіне айналатынын көрсетеді. Оларды орталықтандырылған электрмен жабдықтау жоқ шалғай аудандарда, сондай-ақ микро желілерде (microgrids) пайдалануға болады. Технологиялық прогрестің арқасында мұндай жүйелердің құны біртіндеп төмендейді, ал тиімділігі артады.

Біріктірілген генерацияны дамыту перспективалары энергияны сақтау жүйелері мен цифрлық басқару технологияларын біріктірумен байланысты. Жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістерін қолдану энергия өндірісін дәлірек болжауға және нақты уақыт режимінде қуат ағындарының таралуын басқаруға мүмкіндік береді. Бұл энергетикалық кешендердің сенімділігі мен дербестігін арттыруға ықпал етеді.

Осылайша, жел-күн генерациясы болашақтың энергетикасындағы стратегиялық маңызды бағытты білдіреді. Бұл парниктік газдар шығарындыларын азайтуға, қазба отындарына тәуелділікті азайтуға және тұрақты, экологиялық таза энергетикалық жүйені қалыптастыруға ықпал етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Prashant Baredar, V. K. Sethi, Mukesh Pandey, «Correlation analysis of small wind-solar-biomass hybrid energy system», installed at RGTU Bhopal, MP (India), Received: 16 September 2018/Accepted: 18 February 2019 / Published online: 25 March 2019.
2. A.R. Prasad and E. Natarajan, «Optimization of Integrated Photovoltaic – Wind Power Generation Systems with Battery Storage», *Energy*, 31 (2016), 1943-1954.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная промышленность находится в состоянии активной цифровой трансформации, которая затрагивает все сферы деятельности предприятий. Ключевыми направлениями этого процесса являются энергетика, автоматизация и телекоммуникации. Эти области тесно взаимосвязаны между собой и обеспечивают устойчивое, эффективное и безопасное функционирование производственных систем.

Энергетика является фундаментом любого промышленного производства. Без надежного и бесперебойного энергоснабжения невозможно обеспечить стабильную работу технологического оборудования и автоматизированных систем. В последние годы промышленность активно внедряет возобновляемые источники энергии — солнечные панели, ветровые турбины и биогазовые установки. Это позволяет снизить зависимость от централизованных сетей и уменьшить воздействие на окружающую среду. Важным направлением развития является цифровизация энергетических систем, внедрение интеллектуальных сетей Smart Grid и систем автоматизированного управления (SCADA), которые позволяют контролировать и оптимизировать потребление энергии в реальном времени. Энергоэффективность становится одним из главных показателей конкурентоспособности предприятия, а интеллектуальные алгоритмы прогнозирования позволяют рационально распределять энергоресурсы и снижать издержки.

Автоматизация производственных процессов является центральным элементом развития современной промышленности. Она позволяет значительно повысить производительность труда, уменьшить влияние человеческого фактора и улучшить качество продукции. На смену традиционным подходам приходит концепция «Индустрия 4.0», основанная на интеграции киберфизических систем, робототехники, интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), программируемые логические контроллеры (PLC) и распределённые системы управления (DCS) обеспечивают непрерывный контроль за состоянием оборудования и технологических линий. Использование систем класса MES (Manufacturing Execution Systems) позволяет осуществлять синхронизацию всех этапов производства — от планирования до анализа результатов. Внедрение технологий машинного обучения и анализа больших данных делает возможным предиктивное обслуживание оборудования, что позволяет предотвращать аварии и сокращать простои.

Неотъемлемым элементом современной промышленности являются телекоммуникации. Они обеспечивают обмен данными между различными уровнями управления, между цехами, производственными площадками и удалёнными подразделениями. Развитие сетей пятого поколения (5G) и промышленного интернета вещей (IIoT) открывает новые перспективы для мгновенного обмена информацией и дистанционного управления технологическими процессами. Промышленные коммуникационные протоколы, такие как Ethernet/IP, PROFINET и Modbus, обеспечивают надёжную и устойчивую передачу данных между датчиками, контроллерами и операторскими станциями. Особое внимание уделяется вопросам кибербезопасности. Повышение степени автоматизации и интеграции систем делает промышленные предприятия уязвимыми для кибератак, поэтому защита телекоммуникационной инфраструктуры становится приоритетной задачей при построении современных производственных сетей.

В перспективе дальнейшее развитие промышленности будет связано с внедрением искусственного интеллекта, систем анализа больших данных и облачных технологий. Эти инструменты позволят создавать цифровые двойники производственных процессов, проводить их моделирование и оптимизацию в виртуальной среде. Энергетика, автоматизация и телекоммуникации продолжают интегрироваться, образуя единую цифровую экосистему промышленности нового поколения, где человек выполняет функции стратегического управления, а рутинные процессы полностью передаются интеллектуальным системам.

Список использованной литературы:

1. Кудрявцев А. А. Индустрия 4.0: автоматизация и цифровизация промышленности. — М.: ИНФРА-М, 2020.
2. Петров В. И. Энергетика предприятий: современные подходы к управлению энергопотреблением. — СПб.: БХВ-Петербург, 2019.
3. Иванов С. Н., Кузнецов Д. В. Промышленные телекоммуникационные сети и протоколы. — М.: Радио и связь, 2021.

МОБИЛЬНАЯ КАРТА КОРПУСА И ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДОУПРАВЛЕНИЯ С AR

Современные технологии стремительно меняют нашу повседневную жизнь, делая её более удобной и насыщенной. Одной из таких инноваций является дополненная реальность (Augmented Reality, AR), которая позволяет наложить виртуальные элементы на окружающий мир.

Мобильная карта с дополненной реальностью - уникальный инструмент, который значительно упростит ориентацию на территории определенного здания и сделает процесс навигации увлекательным и информативным. Это приложение объединяет традиционные картографические технологии с инновациями AR, предоставляя пользователям доступ к интерактивной информации прямо на экране

Для создания приложения, такого как "Мобильная карта корпуса и территории заводууправления с AR", выбор языка программирования C# и Unity может быть обоснован несколькими важными факторами [1]:

1. Поддержка Augmented Reality (AR) в Unity:

Unity - это один из самых популярных движков для создания приложений с дополненной реальностью (AR). Unity имеет встроенную поддержку AR через AR Foundation, который позволяет легко интегрировать различные AR-функции, такие как отслеживание объектов, размещение виртуальных объектов в реальном мире, взаимодействие с ними и т.д. Это особенно важно для мобильного приложения, которое будет отображать карту с использованием AR;

2. C# - основной язык для Unity:

C# является основным языком программирования для Unity, и это делает его идеальным выбором для разработки мобильных приложений, так как:

- C# является объектно-ориентированным языком, что позволяет структурировать код и работать с библиотеками и фреймворками, создавая легко масштабируемые и поддерживаемые приложения;
- Unity предоставляет огромное количество готовых библиотек и инструментов для разработки AR, и все они используют C# для создания логики приложения;

3. Платформенная независимость:

Разработка проекта обусловлена необходимостью упрощения навигации посетителей и сотрудников заводууправления по территории и корпусу, сокращения времени поиска необходимых помещений и улучшения качества ориентирования [2].

С помощью Unity можно создавать приложения сразу для нескольких платформ (iOS, Android), что является большим

преимуществом. Это позволяет разработать мобильное приложение с AR и быстро сделать его доступным на обеих платформах без необходимости писать отдельный код для каждой из них.

Unity предоставляет богатую среду разработки с множеством инструментов и визуальных редакторов, что значительно ускоряет процесс создания приложений. Для AR приложений это также очень важно, так как создание и тестирование AR-функций может быть сложным и трудоемким процессом без удобных инструментов [2].

Unity так же имеет широкую поддержку для мобильных устройств и может работать с различными сенсорами мобильных телефонов, такими как GPS, гироскоп, акселерометр и другие. Это особенно важно для приложения с картой, так как необходимо отслеживать положение устройства в пространстве и адаптировать карту с учетом текущего местоположения пользователя [3].

C# в Unity имеет синтаксис, который проще для изучения и использования по сравнению с другими языками, такими как C++ (который используется в других движках, например, Unreal Engine). Это делает его отличным выбором для команд, где важно быстро разрабатывать и поддерживать проект [4].

Unity и C# имеют огромное сообщество разработчиков, которые делятся решениями, плагинами и библиотеками, что упрощает решение возникающих проблем. Например, для AR есть готовые решения и ресурсы для мобильных приложений, которые можно использовать и адаптировать под нужды проекта.

Внедрение мобильной карты корпуса с дополненной реальностью на основе Unity и C# значительно повышает качество навигации и информативность ориентирования на территории. Использование современных технологий AR позволяет создать интерактивное и удобное приложение, которое не только ускоряет поиск необходимых объектов, но и делает процесс навигации более привлекательным и доступным. Такой подход способствует повышению эффективности использования пространств и демонстрирует перспективы интеграции инновационных решений.

Список использованных источников:

1. Кузнецова, И. В. Разработка мобильных приложений с использованием технологий дополненной реальности / И. В. Кузнецова. - М.: Издательство "Наука", 2020;
2. Иванов, А. П. Мобильные приложения для образовательных учреждений: теория и практика / А. П. Иванов. - СПб.: Питер, 2019;
3. Технология дополненной реальности: концепции и приложения / под ред. С. Б. Васина. - М.: Инфра-М, 2018;
4. Подгорный, И. Н. Основы навигационных систем и их применение в реальных условиях / И. Н. Подгорный. - 2-е изд., перераб. и доп. - Казань: Казанский университет, 2017;

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Акустические датчики широко применяются для контроля и измерения физических величин в строительстве, промышленности, безопасности, транспорте, экологии, звукозаписи и связи. Особенно ценны они в энергетике, где обеспечивают гальваническую развязку между силовыми и управляющими цепями при минимальных затратах.

Для мониторинга высоковольтного оборудования, в частности, для регистрации частичных разрядов в изоляции под напряжением используют акустические датчики ADM-9.

С их помощью контролируется: состояние изоляции муфт высоковольтных кабельных линий; состояние изоляции распределительных устройств; состояние изоляции высоковольтного маслонаполненного оборудования. ADM-9 осуществляет оперативный контроль технического состояния и поиска дефектов изоляции высоковольтного оборудования под рабочим напряжением.

Акустические датчики системы ADM-9 устанавливаются непосредственно на поверхности контролируемого оборудования, максимально близко к контролируемой зоне изоляции. При установке акустических датчиков применяются специальные средства, улучшающие акустический контакт с контролируемым объектом.

При эксплуатации оборудования с датчиками акустического типа был выявлен ряд недостатков, связанных со случайным или преднамеренным акустическим экранированием устанавливаемых датчиков.

Для защиты оборудования от ложных срабатываний и повышения надёжности контроля рабочих режимов предлагается применение в одном акустическом канале двух различных акустических сигналов. При этом сигналы не оказывают взаимного влияния, что достигается соответствующим построением системы обработки информации.

На рисунке 1 приведена (в качестве примера) схема расположения акустического датчика системы ADM-9 для случая, когда концевая муфта А конструктивно недоступна. В этом случае датчик АД располагается у разделанной части кабеля рядом с муфтой, максимально близко к ней.

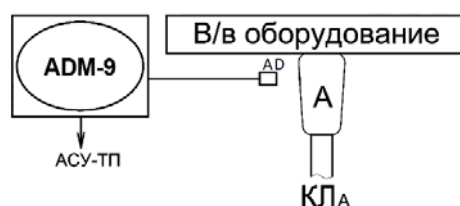


Рисунок 1 – схема расположения акустического датчика системы ADM-9

На рисунке 2 приведена функциональная схема предложенной системы. Для контроля за возникновением препятствий в акустическом канале между датчиком AD и концевой муфтой фазы А предлагается ввести систему обнаружения. Система состоит из акустического излучателя ВА, полосового фильтра, регулятора Р и сумматора.

Система реагирует на весь спектр сигналов. Полосовой фильтр настраивается на чистоту, не попадающую в спектр частичных разрядов. В результате добавленная система не оказывает влияние на основную функцию прибора ADM-9. За счёт положительной обратной связи чувствительность системы обнаружения препятствий многократно усилена и формирует дискретный сигнал.

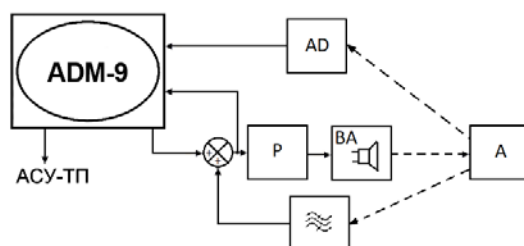


Рисунок 2 – Функциональная схема модернизированной системы

Система реагирует на весь спектр сигналов. Полосовой фильтр настраивается на чистоту, не попадающую в спектр частичных разрядов. В результате добавленная система не оказывает влияние на основную функцию прибора ADM-9. За счёт положительной обратной связи чувствительность системы обнаружения препятствий многократно усилена и формирует дискретный сигнал. В зависимости от расстояния между датчиком и контролируемой муфтой настраивается регулятор.

В результате применения предложенной системы значительно повышается надёжность контроля частичных разрядов.

Список использованных источников:

1. AlShorman, O.; [соавт.]. *Sounds and acoustic emission-based early fault diagnosis: review and challenges*. Journal (SAGE), 2021.
2. Mohammad, H.; [соавт.]. *Using acoustic emission for condition monitoring of the main-shaft bearings in a 2 MW wind turbine*. (журнал Rotating Machinery / Elsevier формат), 2024.
3. Лазарева Т. Я., Мартеньянов Ю. Ф. *Основы теории автоматического управления: Учебное пособие*. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 308 с. ISBN 5-8265-0149-9.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SIMINTECH

Частотно-регулируемые электроприводы на базе асинхронных двигателей в настоящее время занимают центральное место в системах автоматизации и управления технологическими процессами. Их широкое применение объясняется сочетанием высокой надёжности, простоты конструкции и возможности плавного регулирования скорости вращения. В зависимости от требований к динамике и точности, используются различные алгоритмы управления – от простого скалярного до сложного векторного.

Особое значение при разработке таких систем приобретает математическое моделирование, позволяющее анализировать динамику, качество переходных процессов и эффективность управления без проведения многочисленных экспериментов. Одним из функциональных инструментов для решения подобных задач является программный комплекс SimInTech, включающий специализированные библиотеки для моделирования электромеханических систем. Фундаментальная математическая модель асинхронного двигателя в среде SimInTech основана на уравнениях, описывающих электромагнитные процессы в статоре и роторе. Для точного описания динамики в задачах управления применяется преобразование координат по методу Кларка и Парка, что обеспечивает получение модели в ортогональной системе d – q координат. Эта модель является универсальной основой для разработки различных систем управления.

Наиболее простым методом является скалярное управление по закону $U/f = \text{const}$, при котором амплитуда напряжения изменяется пропорционально частоте для поддержания магнитного потока на приблизительно постоянном уровне. В SimInTech данный принцип реализуется посредством соединения типовых блоков: модели двигателя, инвертора и модуля формирования закона U/f . Этот подход эффективен для простых механизмов типа насосов и вентиляторов, не требующих высокой динамики.

Для задач, требующих высокой точности и быстродействия, применяется векторное управление (FOC), которое непосредственно использует d – q модель двигателя. Этот метод позволяет, подобно двигателю постоянного тока, независимо управлять составляющими тока, отвечающими за магнитный поток и электромагнитный момент. Управление строится по иерархическому принципу: внешний ПИ-регулятор скорости формирует задание для внутреннего контура регулирования тока, в то время как ПИ-

регулятор тока поддерживает постоянство потокосцепления. Библиотеки SimInTech содержат все необходимые компоненты для построения и исследования как скалярных, так и векторных систем управления. Для обеспечения требуемого качества управления и минимизации потерь важным этапом является оптимизация параметров регуляторов. Среда SimInTech предоставляет встроенные инструменты «Оптимизация/Подбор параметров», позволяющие автоматизировать этот процесс. Используя этот инструментарий, среда позволяет реализовать процедуры автоматического подбора коэффициентов регуляторов на основе заданных пользователем критериев качества например, минимизации интеграла квадрата ошибки, или интеграла модуля ошибки. Подходы к оптимизации различаются: для скалярного управления U/f чаще всего оптимизируется только ПИ-регулятор внешнего контура скорости. В системах векторного управления задача усложняется, так как необходимо согласованно настраивать каскадную структуру: ПИ-регулятор скорости и ПИ-регуляторы токов внутренних контуров. Такой подход исключает субъективность ручной настройки и позволяет достичь оптимального режима управления.

Практическая реализация методики моделирования в SimInTech включает формирование структурной схемы электропривода, параметризацию модели и запуск режима оптимизации. Моделирование позволяет проводить сравнительный анализ различных подходов: исследовать время установления скорости, перерегулирование, пусковые токи, а также динамику момента при резких набросах нагрузки. Применение численной оптимизации в SimInTech, особенно при настройке сложных векторных систем, позволяет значительно сократить время переходного процесса, снизить токовые перегрузки и повысить устойчивость привода.

Результатом исследования станет разработка и верификация методики математического моделирования частотно-регулируемых электроприводов на базе асинхронных двигателей в среде SimInTech, обеспечивающей возможность комплексного анализа и оптимизации систем управления. В рамках работы планируется создание параметризованной модели электропривода, реализующей как скалярное, так и векторное управление, с возможностью исследования переходных процессов и оценки качества регулирования.

Будет разработан алгоритм подбора параметров регуляторов по заданным критериям, что обеспечит повышение точности и быстродействия системы без проведения натурных испытаний. Итогом работы станет универсальная имитационная модель электропривода и практические рекомендации по настройке и оптимизации систем управления различной сложности.

Список использованных источников:

1. *SimInTech: Основы регулируемого электропривода. Антиучебник. Второе изд.* / Калачёв Ю. Н., Окулов Е. В. – Москва: ДМК Пресс, 2025. – 256 с. – ISBN 978-5-93700-323-2.
2. *SimInTech: Проектирование электроприводов* / Калачёв Ю. Н., Окулов Е. В. – Москва: ДМК Пресс, 2025.

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная промышленность переживает этап глубоких преобразований, связанных с внедрением интеллектуальных энергетических систем, цифровых технологий автоматизации и развитых телекоммуникационных сетей. Эти три направления — энергетика, автоматизация и телекоммуникации — формируют основу четвёртой промышленной революции, объединяя физические и цифровые процессы в единые киберфизические комплексы. Благодаря их интеграции предприятия добиваются повышения производительности, устойчивости и энергоэффективности производства.

Энергетика является фундаментом функционирования любого производственного объекта. В современных условиях основное внимание уделяется вопросам рационального потребления энергии, снижению потерь и переходу на возобновляемые источники. В промышленности всё шире применяются интеллектуальные энергосистемы (Smart Grid), которые позволяют не только контролировать распределение энергии, но и адаптироваться к изменяющимся условиям потребления.

Цифровые технологии обеспечивают автоматизированный учёт электроэнергии, анализ пиковых нагрузок и прогнозирование потребления. Это способствует оптимизации работы оборудования и минимизации эксплуатационных затрат. Важным направлением становится внедрение **энергетического менеджмента**, который базируется на непрерывном контроле и анализе энергоэффективности производственных линий.

Современные предприятия активно внедряют **системы управления энергопотреблением**, позволяющие автоматически регулировать подачу энергии, отключать неиспользуемые участки и перераспределять мощности. Таким образом, энергетическая составляющая становится не просто ресурсом, а управляемым и оптимизируемым элементом технологического процесса. Автоматизация является ключом к стабильности, точности и эффективности производственных операций. Сегодня предприятия переходят от классических систем управления к **интеллектуальным автоматизированным комплексам**, способным самостоятельно анализировать ситуацию и принимать решения.

Одной из ведущих тенденций становится применение **промышленных сетей (Industrial Internet of Things — IIoT)**, которые связывают оборудование, датчики и системы управления в единую информационную среду. Это позволяет осуществлять мониторинг состояния оборудования в реальном времени, выявлять неисправности до их возникновения и проводить предиктивное обслуживание.

Также активно развиваются **цифровые двойники производственных систем** — виртуальные копии оборудования или процессов, позволяющие моделировать различные сценарии работы, прогнозировать поведение системы и предотвращать аварийные ситуации.

Список литературы:

1. Повный А. Какие бывают системы автоматического регулирования [Электронный ресурс]. –

Режим доступа: <https://electricalschool.info/automation/2816-sistemy-avtomaticheskogo-regulirovaniya.html> (дата обращения: 05.11.25).

ПРОДВИНУТЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НА УЗЛАХ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Устойчивость является ключевым параметром для газовой промышленности, ведь от нее зависит безопасность на промышленном объекте. Однако зачастую при разработке или обновлении автоматизированных систем по-прежнему соблюдается лишь базовая теоретическая и практическая проверка на устойчивость системы управления, что может привести к значительным проблемам с безопасностью на объекте при выходе этой системы за пределы рабочего состояния, к примеру при резкой смене температуры на объекте в связи с неполадкой. Конечно, система не обязана оставаться полностью устойчивой при неожиданных поломках или изменении входных параметров, но она должна обеспечивать хотя бы минимальную регулировку параметров для обеспечения бесперебойной и взрывобезопасной работе объекта.

Для примера можно привести базовую передаточную функцию второго порядка – она не передает сложность полной системы управления, но вполне годится для проведения теоретического эксперимента.

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 0.1s + 1} \quad (1)$$

Для проверки на асимптотическую устойчивость найдем корни характеристического полинома:

$$s_{1,2} = -0.05 \pm j0.998 \quad (2)$$

Система асимптотически устойчива согласно первой теореме Ляпунова. Однако, существуют и более продвинутые методы проверки на устойчивость – это структурная и робастная устойчивость.

Структурная устойчивость системы управления охарактеризована тем, что при небольших изменениях структуры системы она не меняет характер устойчивости [1]. Если учесть, что в вышеописанной передаточной функции $k = 1, a_1 = 0.1, a_2 = 1$, попробуем поменять коэффициент $a_1 = a_1 + \Delta$, где $\Delta = 0.05$. Тогда характеристический полином обретет следующий вид:

$$s^2 + 0.15s + 1 = 0 \quad (3)$$

$$s_{1,2} = -0.075 \pm j0.997 \quad (4)$$

Как видно, система сохраняет структурную устойчивость локально – при небольшом изменении параметров. Но можно математически определить, что при изменении a_1 на более чем $\Delta = -0.1$ система теряет свойство структурной устойчивости, хоть и не на локальном уровне – все же изменение коэффициента произошло достаточное в процентном соотношении.

Робастная устойчивость характеризуется свойством системы оставаться устойчивой в некотором вычисляемом диапазоне изменения ее параметров [2]. Представим, что из-за старения элементов газокompрессора коэффициент a_1 будет меняться в диапазоне $[-0.5; 0.5]$. Ниже представлена таблица из характеристических уравнений и корней системы при таких изменениях a_1 .

Таблица 1 – Изменения характеристических полиномов и корней

a_1	Характеристическое уравнение	Корни $s_{1,2}$	Вывод
0.5	$s^2 + 0.5s + 1 = 0$	$-0.25 \pm j0.968$	устойчива
0.1	$s^2 + 0.1s + 1 = 0$	$-0.05 \pm j0.999$	устойчива
0	$s^2 + 1 = 0$	$\pm j1$	на границе устойчивости
-0.1	$s^2 - 0.1s + 1 = 0$	$0.05 \pm j0.999$	неустойчива
-0.5	$s^2 - 0.5s + 1 = 0$	$0.25 \pm j0.968$	неустойчива

Как видно, пока $a_1 > 0$, система остается устойчивой, но поскольку значение этого коэффициента столь мало, это создает угрозу для безопасности объекта управления, а следовательно, робастная устойчивость отсутствует, ведь система не выдерживает умеренной неопределенности одного из параметров.

Таким образом, даже в рамках передаточной функции второго порядка не всегда можно добиться желаемых продвинутых характеристик устойчивости, не говоря уже о большем газовом промышленном комплексе. Для достижения структурной и робастной устойчивости необходимо изменять коэффициенты входных параметров, либо сохранять рабочий режим без изменения уровня шумов или резких поломок, ремонтов и иных экстренных ситуаций.

Список использованных источников:

1. Воронов Е. М. Методы оптимизации управления многообъектными многокритериальными системами на основе стабильно-эффективных игровых решений / под ред. Н. Д. Егунова. — Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. — 208 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в пяти томах. Т. 4. Теория оптимизации систем автоматического управления / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егунова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 640 с.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА РАБОТУ ДВУХСТОРОННИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ

В последние годы в Казахстане наблюдается устойчивый рост интереса к возобновляемым источникам энергии, что связано с необходимостью сокращения выбросов углекислого газа и повышением энергетической независимости страны. Карагандинская область отличается высокой инсоляцией — в среднем 2700–3000 часов солнечного сияния в год — и резко континентальным климатом с резкими колебаниями температуры в течение года.

Идея создания двухсторонних солнечных панелей рассматривалась давно. Однако вплоть до 2016 года массового внедрения не получала, ввиду отсутствия материалов, способных поглощать отраженный свет достаточно эффективно. Только в последние 5 лет такие батареи начали завоевывать мировой рынок, а их продажи за 2020 год превысили \$1,5 млрд.

Экспериментальные работы выполнялись на тестовой солнечной установке, размещённой в окрестностях города Караганды (координаты 49.80° северной широты, 73.10° восточной долготы). Для сравнения использовались два типа фотоэлектрических модулей одинаковой мощности — 400 Вт: односторонний монокристаллический и двухсторонний монокристаллический с коэффициентом задней чувствительности 75%. В ходе эксперимента фиксировались значения плотности солнечной радиации на фронтальной и тыльной поверхностях панелей, измерялись выходная мощность и напряжение, температура поверхности модулей, а также варьировался угол их наклона от 20° до 35° .

Система мониторинга, построенная на базе микроконтроллера, осуществляла автоматическую регистрацию параметров каждые десять минут. Измерения проводились в течение одного календарного года — с января по декабрь, что позволило охватить различные сезонные условия эксплуатации.

Проведённые измерения показали, что двухсторонние солнечные модули обеспечивают устойчивое преимущество по выработке электроэнергии по сравнению с традиционными односторонними аналогами. Средний прирост составил от 8 до 14 процентов при установке на гравийной поверхности с альбедо около 0,25. В зимний период, когда поверхность покрыта снегом и отражательная способность возрастает до 0,6–0,8, наблюдалось увеличение выработки до 20–23 процентов.

Оптимальный угол наклона панелей для условий Карагандинской области составил 33–35 градусов. При таком положении достигается

наиболее благоприятное соотношение между прямым и отражённым излучением. При меньших углах эффективность двухстороннего восприятия снижается из-за недостаточного отражения от поверхности, а при увеличении угла — уменьшается поток прямого солнечного излучения, что также негативно сказывается на общей выработке.

Суммарный анализ полученных данных подтвердил, что использование двухсторонних солнечных модулей в климатических условиях Карагандинской области обеспечивает стабильное увеличение выработки электроэнергии по сравнению с традиционными панелями. Средний прирост годовой генерации составил 10–15 процентов, а при оптимизации угла наклона и применении светлых или отражающих подстилающих поверхностей возможно дополнительное увеличение выработки на 3–5 процентов. Такие результаты демонстрируют высокую перспективность внедрения двухсторонних фотоэлектрических систем при проектировании солнечных электростанций в Центральном Казахстане.

Проведённые экспериментальные исследования подтвердили высокую эффективность применения двухсторонних солнечных модулей в климатических условиях Карагандинской области. В ходе годового цикла наблюдений установлено следующее:

1. Двухсторонние фотоэлектрические модули обеспечили стабильное преимущество по выработке электроэнергии по сравнению с односторонними аналогами. Средний прирост составил 8–14 % при установке на гравийной поверхности с альбедо около 0,25, а в зимний период — до 20–23 % благодаря увеличению отражательной способности снежного покрова (альбедо 0,6–0,8).
2. Анализ температурных зависимостей показал, что в холодный период (при температурах ниже 0 °C) КПД модулей повышается до 21–22 %, тогда как при температуре воздуха выше +30 °C наблюдается его снижение на 4–6 %. Это связано с температурной зависимостью характеристик полупроводникового материала фотоэлементов.
3. По итогам анализа данных средний прирост годовой генерации электроэнергии при использовании двухсторонних модулей составил 10–15 % относительно односторонних систем. Дополнительное увеличение на 3–5 % может быть достигнуто при оптимизации угла установки и применении поверхностей с высоким альбедо.

Список использованных источников:

1. Мырзахметов А. и др. Исследование потенциала солнечной энергетики Казахстана. — Алматы: КазНИИИСА, 2022.
2. Khan, M. et al. Performance analysis of bifacial photovoltaic systems under continental climate conditions. Solar Energy, 2023.
3. ГОСТ 34110.3-2017. Фотоэлектрические устройства. Методы испытаний солнечных модулей.
4. PVGIS Database. European Commission Joint Research Centre, 2024.
5. <https://mywatt.ru/poleznaya-informaciya/chem-interesny-dvuhstoronnie-solnechnye-batarei-dlya-domashnih-i-promyshlennyh-ses>

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Мировой и отечественный опыт подтверждает, что использование систем технического контроля и диагностики существенно повышает эффективность эксплуатации промышленного оборудования. Основная задача диагностики заключается в раннем обнаружении отклонений, предотвращении отказов и поддержании рабочих характеристик машин в допустимых пределах. Это, в свою очередь, даёт возможность прогнозировать техническое состояние агрегатов и рационально использовать их ресурс в межремонтный период.

Под вибрацией понимается движение точки или механической системы, сопровождающееся изменением во времени параметров, характеризующих колебательные процессы — ускорения, скорости или перемещения.

Вибродиагностика, являясь составной частью технической диагностики, представляет собой область знаний, охватывающую теоретические основы и практические методы распознавания технического состояния машин и механизмов по информации, содержащейся в виброакустических сигналах. Основным носителем информации о состоянии элементов оборудования служит виброакустический сигнал — обобщённое понятие, включающее сведения о колебательных процессах (вибрационных, гидродинамических, газодинамических и др.) и акустическом шуме, излучаемом механизмом в окружающую среду. Следовательно, вибродиагностике может быть подвергнута любая машина, в работе которой возникают колебательные явления.

Применение вибродиагностики и мониторинга состояния электрических машин позволяет:

- выявлять и уточнять причины возникновения дефектов, а также условия их развития;
- своевременно устранять неисправности либо увеличивать наработку до отказа;
- снижать вероятность проявления дефектов при критических режимах функционирования;
- совершенствовать организацию работ по анализу и устранению неисправностей;
- ускорять процесс восстановления работоспособности оборудования и управлять этим процессом;
- обеспечивать эффективное взаимодействие между производителем и эксплуатирующей организацией, особенно в случаях массового появления

дефектов.

Повышенные требования к надежности, энергоэффективности и безопасности оборудования обуславливают необходимость внедрения систем непрерывного мониторинга технического состояния. Традиционные методы, основанные на пьезоэлектрических преобразователях, имеют ряд ограничений, связанных с температурной нестабильностью и воздействием электромагнитных полей. В этой связи особый интерес представляют волоконно-оптические датчики (ВОД), отличающиеся высокой чувствительностью, устойчивостью к помехам и способностью работать в агрессивных или экстремальных условиях.

Волоконно-оптические сенсоры преобразуют механические и акустические воздействия в изменение параметров оптического излучения — интенсивности, фазы или поляризации. Их физическая природа обеспечивает ряд существенных преимуществ:

- полная взрывопожаробезопасность;
- устойчивость к радиационному воздействию;
- инертность к агрессивным и горючим средам;
- невосприимчивость к электромагнитным помехам;
- гальваническая развязка с электронной аппаратурой;
- широкий диапазон рабочих температур;
- высокая механическая прочность и надежность;
- возможность распределённых и многоточечных измерений;
- высокая скорость отклика;
- длительный срок эксплуатации;
- компактность и гибкость;
- мультиплексирование большого числа сенсоров в одном волокне.

Интеллектуальная система виброакустического мониторинга, построенная на основе волоконно-оптических технологий, обеспечивает повышенную точность, стабильность и достоверность диагностики электрических машин. Использование подобных решений способствует росту надежности оборудования, сокращению эксплуатационных расходов и предотвращению внеплановых остановок.

Список использованных источников:

1. Ширман, А. Р. *Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования* /А. Р. Ширман, А. Б. Соловьев. — М. : Библиогр., 1996. — 276 с
2. Ширман А. Р., Соловьев А. Б. *Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования*. Библиогр., — М,1996. — 276 с.(прил. 2, с. 1 — 11)
3. <https://controlengrussia.com/apparatnye-sredstva/volonno-opticheskie-datchiki-dlya-e-kstremal-nyh-uslovij/>
4. П. С. Зеленовский, *Основы интегральной и волоконной оптики, учебное пособие*
5. В. А. Гуртов, *Оптоэлектроника и волоконная оптика учебное пособие*

ПОДПИТКА КОТЛОВОЙ ВОДЫ НА ТЭЦ С ПОМОЩЬЮ ОЧИЩЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

По плану жилищного строительства г. Караганда ведется интенсивное строительство многоквартирных домов с воссоединением районов Юго-Востока и Голубых прудов. Эксплуатация нового жилого фонда обуславливает рост потребления питьевой воды и мощностей по очистке сточных вод. Теплофикация новых районов требует дополнительные объемы питьевой воды для питания котлов после соответствующей водоподготовки. Темпы восстановления природой исходных свойств воды ниже активности потребления и ее загрязнения использованием. При назревшем паритете имеющихся возможностей канализационных сетей и средств очистки сточных вод, возвращающихся после очистки в водоемы и реки с природной пресной водой для восстановления исходных свойств. Рост потребления пресной воды для подпитки котлов обостряет дефицит водопроводной воды из природных источников. Использование очищенных сточных вод для подпитки котлов ТЭЦ является актуальной задачей экологии, теплофикации, водоснабжения и переработки сточных вод для растущего жилищного фонда.

После прохождения сточных вод через очистные сооружения, очищенная вода отправляется обратно в водоемы или в реки. А для подпитки котлов на ТЭЦ вода берется из этих же рек или водоемов. Поэтому возникла идея совместить эти два процесса для использования данной технической воды для подпитки котлов ТЭЦ. Был проведен обширный анализ данной проблемы. Вода, используемая для подпитки котлов на ТЭЦ, должна соответствовать определенным требованиям качества и параметрам, которые могут варьироваться в зависимости от конкретных условий и процессов, используемых на конкретной ТЭЦ. Для подпитки котлов на ТЭЦ используются два типа воды: питьевая и техническая. Питьевая вода может быть использована в качестве подпиточной воды, если она соответствует всем требованиям качества, таким как содержание растворенных солей и загрязнений, а так же если она может быть обработана специальными методами для удаления солей и загрязнений. Однако питьевая вода может быть дороже и менее доступна, чем другие виды воды, что может повлиять на ее использование. Техническая вода, с другой стороны, обычно является менее дорогой и более доступной, чем питьевая вода, и может использоваться для подпитки котлов на ТЭЦ. Техническая вода обычно проходит через процесс очистки и подготовки, чтобы убедиться, что она соответствует требованиям для использования в котельных установках. Этот процесс очистки может включать в себя фильтрацию, обезжелезивание, обезмагничивание, деминерализацию, обеззараживание и

другие известные методы, в зависимости от требований и условий эксплуатации на конкретной ТЭЦ.

Работа очистных сооружений канализационных стоков основана на проведении нескольких этапов очистки, каждый из которых направлен на удаление определенных типов загрязнений. Эти этапы могут включать механическую очистку, биологическую очистку, физико-химическую очистку и дезинфекцию.

Механическая очистка предназначена для удаления крупных загрязнений из сточной воды, таких как песок, грязь, камни и другие твердые частицы. Для этого используются различные методы, например, сетки, грохоты, грязевики и другие устройства.

Биологическая очистка направлена на удаление органических загрязнений из сточной воды. Она основывается на использовании бактерий и других микроорганизмов, которые разлагают органические вещества и превращают их в биомассу и газы.

Физико-химическая очистка применяется для удаления различных типов загрязнений, в том числе тяжелых металлов, нефтепродуктов, фосфатов и других веществ. Для этого используются различные химические реагенты, фильтры и другие устройства.

Дезинфекция проводится для уничтожения бактерий и других микроорганизмов, которые могут содержаться в очищенной сточной воде. Для этого применяются различные методы, например, облучение ультрафиолетовым светом или хлорирование.

Подпиточная вода, используемая для подачи в котлы на ТЭЦ, должна быть очищена от загрязнений, чтобы обеспечить надлежащее функционирование котельной и продлить срок службы оборудования. Очистка подпиточной воды происходит на нескольких ступенях:

Механическая очистка. Первая ступень очистки подпиточной воды - это механическая очистка, которая предназначена для удаления крупных частиц, таких как песок, глина, ветки и другие твердые вещества, которые могут быть присутствующими в подпиточной воде. Обычно для этого используются грохоты, сита и другие устройства для фильтрации.

Химическая очистка. После механической очистки вода проходит через ступень химической очистки. Она предназначена для удаления органических и неорганических загрязнений, таких как масла, жиры, соли тяжелых металлов и других веществ, которые могут негативно повлиять на работу котельной. Обычно для этого используются методы, такие как коагуляция, флокуляция, фильтрация, активированный уголь и другие.

Обезжелезивание и обесмагничивание. В некоторых случаях, подпиточная вода может содержать высокие уровни железа и магния, которые могут привести к образованию нагара и коррозии в котлах. Для устранения этой проблемы, применяются специальные методы очистки, такие как обезжелезивание и обесмагничивание, которые помогают уменьшить концентрацию этих элементов.

Обеззараживание (дезинфекция). Последняя ступень очистки подпиточной воды – это обеззараживание. Это важный этап, который помогает уничтожить бактерии и другие микроорганизмы, которые могут присутствовать в подпиточной воде и негативно повлиять на работу котельной. Для этого используются различные методы, такие как облучение ультрафиолетовым светом, хлорирование и другие.

Ступени очистки на очистных сооружениях и на станциях по очистке воды для подпитки ТЭЦ имеют схожие цели - удаление загрязнений и примесей из воды. Однако, есть некоторые различия в методах очистки и основных параметрах воды, которые требуют определенных настроек и процедур. Одно из ключевых различий в этом случае – это необходимость обезжелезивания и обезмагничивания, которые могут быть необходимы для воды, используемой в котельной на ТЭЦ. А так же добавляется «обратный осмос».

По проведенному анализу следует вывод, что имеется возможность совместить очистку канализационных стоков и процесс водоподготовки для ТЭЦ, так как они проходят одинаковые этапы очистки. Добавить только обезжелезивание, обезмагничивание и обратный осмос для окончательной водоподготовки подпиточной воды для ТЭЦ.

Использование очищенных сточных вод для водоподготовки и подпитки котлов на ТЭС и других котельных, является обоснованным и рентабельным. Этим самым происходит внушительная экономия водопроводной воды, которой в нашей области очень ограниченное количество. А так же существенно уменьшает время и ресурсы процесса водоподготовки для ТЭЦ, так как очистка сточных вод на очистных сооружениях и водоподготовка, в основном, осуществляет одинаковые процессы, которые можно совместить. Тем самым существенно снизить затраты и время. А самое главное - экономия питьевой воды для нужд потребителей.

Список использованных источников:

1. Очистка сточных вод от жиров. / www.biotimes.ru
2. Технологические модели очистки сточных вод от плавающих, эмульгированных и растворенных жиров. Андрюшин, Андрей Иванович., Щелково, 2019 г.
3. Федосеев Б.С. Современное состояние водоподготовительных установок и водно-химических режимов ТЭС//Теплоэнергетика. 2015. №7. С. 2-9.
4. Ларин Б.М., Ларин А.Б., Опарин М.Ю., Виноградов В.Н. Опыт эксплуатации новой установки противоточного ионирования маломинерализованной природной воды с повышенным содержанием органических примесей//Теплоэнергетика. 2020. №6. С. 55-58.
5. Барочкин Е.В., Опарин М.Ю., Ильичев А.А., Ларин А.Б. Опыт работы автоматизированной установки ионообменного умягчения природной воды // Теплоэнергетика. 2017. №10. С. 18-2

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРОБИЛОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ SCADA-СИСТЕМ

Современные горнодобывающие предприятия переходят к цифровым технологиям мониторинга оборудования, что позволяет не только фиксировать параметры технологического процесса, но и осуществлять аналитическую оценку технического состояния машин. Одним из ключевых источников данных выступают SCADA-системы, аккумулирующие большие объёмы информации о работе технологических агрегатов.

В условиях постоянного износа и высокой нагрузки дробильного оборудования традиционные методы диагностики оказываются недостаточно оперативными. Поэтому применение технологий обработки больших данных (Big Data) для анализа SCADA-информации становится перспективным направлением повышения надёжности и эффективности эксплуатации дробилок.

Целью работы является разработка подхода к оценке технического состояния дробильного оборудования на основе анализа больших массивов данных SCADA-систем с применением методов интеллектуальной обработки информации.

В исследовании использованы методы математической статистики, корреляционного анализа и элементарного машинного обучения (кластеризация и анализ аномалий). Источником данных послужили архивы SCADA-системы, включающие временные ряды показателей вибрации, температуры подшипников, потребляемой мощности и тока электродвигателя. Для предварительной обработки данных применялись методы нормализации, устранения выбросов и временного усреднения. Аналитическая обработка выполнялась с использованием инструментов Python и специализированных библиотек для анализа больших данных (pandas, NumPy, scikit-learn).

Проведённый анализ показал, что параметры вибрации и тока электродвигателя наиболее чувствительны к изменениям технического состояния дробилок. С использованием методов кластеризации удалось выделить группы режимов работы, соответствующие нормальному состоянию, повышенной нагрузке и предаварийным ситуациям.

Разработанный алгоритм обработки больших данных SCADA позволяет автоматически выявлять отклонения от эталонных характеристик и прогнозировать возможные неисправности за 10–15 часов до их возникновения. Это создаёт основу для внедрения системы

предиктивного обслуживания (Predictive Maintenance).

Применение методов обработки больших данных SCADA-систем для диагностики дробильного оборудования позволяет существенно повысить точность и оперативность оценки его технического состояния. Полученные результаты подтверждают эффективность использования цифровых инструментов анализа данных в системах мониторинга горнодобывающих предприятий.

Дальнейшие исследования будут направлены на внедрение интеллектуального модуля диагностики с использованием нейронных сетей для автоматической идентификации аномалий и оценки остаточного ресурса оборудования.

Список использованных источников:

1. Гольдберг А. А., Крылов И. И. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 2015;
2. Васильев А. И., Павловский В. А. Автоматизация производственных процессов в горнодобывающей промышленности. – М.: Горная книга, 2020;
3. Рогов В. Г. SCADA-системы в промышленной автоматизации. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018;
4. Беркович В. И. Основы теории устойчивости механических систем. – М.: Наука, 2019;

ЖОҒАРЫ ВОЛЬТТЫ ЭЛЕКТР БЕРУ ЖЕЛІЛЕРІН (ЖВ ЭБЖ) БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ

Жоғары кернеулі электр беру желілері (ЖКЭЖ) қазіргі электр энергетикасы жүйесінің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады және электр энергиясын өндіріс орындарынан тұтынушыларға үлкен арақашықтықтарға жеткізуді қамтамасыз етеді. Энергетикалық жүйенің тұрақты және сенімді жұмыс істеуі көбіне осы желілердің техникалық жағдайына тәуелді, сондықтан олардың жұмысын үздіксіз бақылау және диагностика жүргізу бүгінгі таңда аса маңызды міндет болып саналады [1].

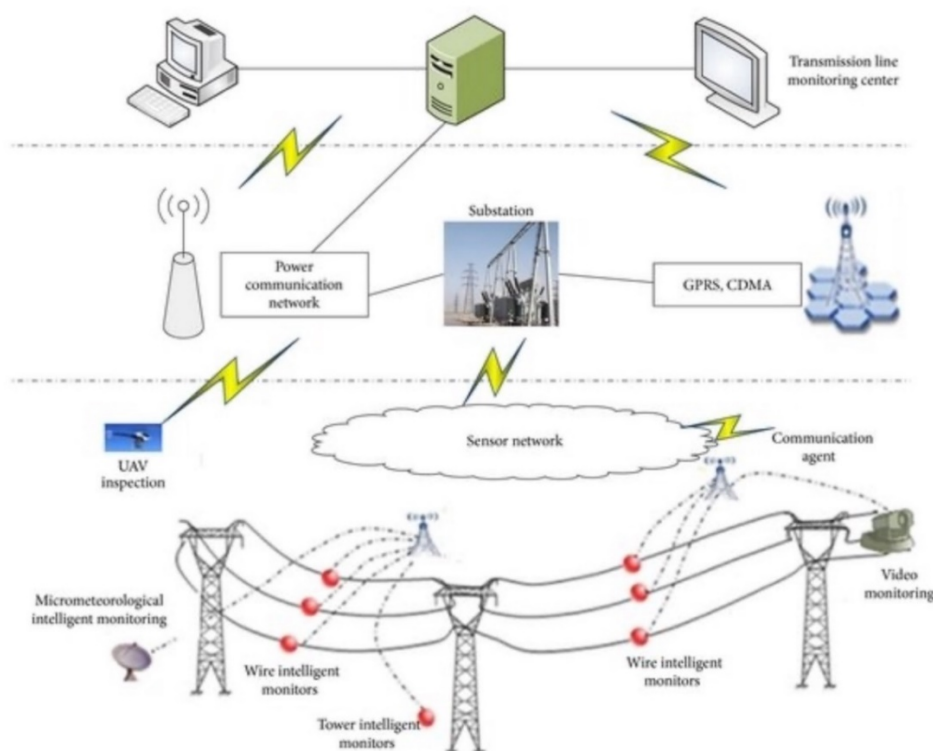
ЖКЭЖ элементтері сыртқы орта факторларының әсеріне айтарлықтай сезімтал. Атап айтқанда, күшті жел, көктайғақ, жауын-шашын, температураның ауытқуы, күн радиациясы секілді табиғи құбылыстар желі өткізгіштерінің механикалық кернеуін өзгертіп, оқшаулағыштардың ластануына немесе жылдам тозуына себеп болады. Сонымен қатар, сымдардың қартаюы, тіректердің коррозиясы және токтың шамадан тыс жүктелуі апатты жағдайлардың туындау қаупін ұлғайтады [2]. Осындай процестерді ерте анықтау үшін нақты уақыт режиміндегі мониторинг жүйелерінің рөлі арта түсуде.

Дәстүрлі тексеру әдістері көбіне мерзімді бақылау және жоспарлы жөндеу жұмыстарымен шектеледі. Бұл тәсіл ақауларды кеш анықтауға және желінің тоқтап қалуына алып келуі мүмкін. Ал заманауи мониторинг жүйелері желінің жұмыс параметрлерін (кернеу, ток, температура, тербеліс және өткізгіштің иілу бұрышы) үздіксіз тіркеуге мүмкіндік береді [3]. Мұндай жүйелердің маңызды артықшылықтарының бірі — жиналған деректерді талдау арқылы ақаулардың алдын алуға және техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыруға мүмкіндік беруі.

Соңғы жылдары дрондар мен жылу бейнелеу камераларын пайдалану тәжірибесі кеңейуде. Бұл технологиялар желінің қолжетімділігі төмен учаскелерін қауіпсіз бақылауға мүмкіндік береді және оқшаулағыштардың зақымдануы мен өткізгіштердің қызып кетуін визуалды түрде анықтауға жағдай жасайды [4]. Бұған қоса, мониторинг жүйелерін «ақылды желі» (Smart Grid) инфрақұрылымымен байланыстыру мәліметтерді өңдеу мен апаттық жағдайларға жауап қайтару жылдамдығын арттырады сурет 1-де көрстеліген.

Жинақталған үлкен көлемдегі деректерді талдауда машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану ерекше маңызға ие. Бұл тәсіл желінің техникалық жай-күйінің өзгеріс динамикасын бағалауға, болашақтағы ықтимал

зақымдар мен істен шығуларды алдын ала болжауға мүмкіндік береді, осылайша энергетикалық жүйенің сенімділігі мен пайдалану тиімділігін арттырады [5].



Сурет 1 - Жоғары вольтты желінің "галлопинг" онлайн бақылау схемасы

Қорытындылай келе, ЖКЭЖ мониторингі жүйелерін зерттеу және дамыту энергетикалық инфрақұрылымның қауіпсіздік деңгейін арттыруда шешуші рөл атқарады. Интеллектуалды сенсорлық технологияларды, дрондарды және деректерді автоматтандырылған талдау әдістерін қолдану желілердің эксплуатациялық шығындарын азайтуға, апаттардың алдын алуға және энергиямен қамсыздандыру тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Zhang J., Li H., Chen W. Real-time monitoring system for high-voltage transmission lines based on wireless sensor networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2021, 129: 106837. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2021.106837>
2. Bhowmik P., Tripathy A., Chattopadhyay S. Condition monitoring of overhead transmission lines: A state-of-the-art review. *Electric Power Systems Research*, 2020, 189: 106635. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106635>
3. Zhou Y., Wang P., Zhao X. Smart grid monitoring architecture for overhead transmission lines using IoT technologies. *Sensors*, 2022, 22(15): 5651. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22155651>
4. Molina D., Gomes F., Herrera M. Drone-based inspection of power transmission lines using thermal diagnostics. *IEEE Access*, 2022, 10: 45123–45135. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3159874>
5. He R., Sun J., Liu S. Machine learning-based fault prediction in high-voltage transmission networks. *Electric Power Components and Systems*, 2023, 51(4): 273–289. DOI: <https://doi.org/10.1080/15325008.2022.2163427>

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Автоматизация процесса выбора оптимального подвижного состава для железнодорожных путей необщего пользования является важным направлением развития транспортной инфраструктуры. Для этого необходимо использовать специальные программы и алгоритмы, которые учитывают различные факторы, такие как тип груза, расстояние перевозки, конфигурацию пути и ограничения на грузоподъемность и скорость движения. Автоматизация позволяет не только оптимизировать затраты на перевозки, но и повысить безопасность груза и пассажиров, что делает этот процесс более эффективным и конкурентоспособным на рынке перевозок.

Для реализации автоматизации процесса выбора оптимального подвижного состава необходимо разработать специальные программные решения, которые будут учитывать все факторы, влияющие на выбор подвижного состава. Такие программы должны быть интегрированы с базами данных, содержащими информацию о различных типах грузов, составах подвижного состава, характеристиках путей и т.д.

Кроме того, для эффективной работы таких программ необходимо использовать современные технологии, такие как искусственный интеллект и машинное обучение. Эти технологии позволяют создавать более точные и адаптивные алгоритмы выбора оптимального подвижного состава, учитывающие изменения внешних факторов, таких как погода, дорожные условия и другие.

Наконец, для успешной автоматизации процесса выбора подвижного состава необходимо обеспечить эффективную коммуникацию между различными участниками транспортного процесса, такими как перевозчики, грузоотправители, железнодорожные операторы и т.д. Для этого могут быть использованы различные информационные технологии, такие как системы электронного документооборота и онлайн-платформы для бронирования и отслеживания грузов.

В целом, автоматизация процесса выбора оптимального подвижного состава является важным шагом в развитии железнодорожной инфраструктуры необщего пользования и способствует повышению ее эффективности и конкурентоспособности [1].

Негосударственные железнодорожные пути играют важную роль в транспортной инфраструктуре, обеспечивая перевозки грузов и пассажиров в районах, где нет других видов транспорта. При этом выбор подвижного

состава для таких дорог является одной из основных задач, влияющих на транспортные расходы, безопасность грузов и пассажиров, а также на общую эффективность транспортного процесса.

В связи с этим автоматизация процесса выбора оптимального подвижного состава становится все более актуальной задачей. Это позволит сократить время выбора необходимого подвижного состава, учесть при выборе множество факторов, что позволит снизить затраты на транспортировку и повысить безопасность.

В работе также предлагается изучить рынок железнодорожного транспорта, охарактеризовать требования к подвижному составу для железных дорог общего пользования и рассмотреть технологии и методы, применяемые для оптимизации выбора подвижного состава.

Для решения этой проблемы можно использовать различные методы машинного обучения, такие как регрессионный анализ, алгоритмы кластеризации, нейронные сети и т. д. Кроме того, можно использовать методы искусственного интеллекта, такие как алгоритмы генетического программирования и другие, для оптимизации выбора подвижного состава.

Целью данной работы является разработка модели автоматизации выбора оптимального подвижного состава для железнодорожных путей общего пользования, позволяющей снизить транспортные расходы, повысить безопасность перевозок и повысить эффективность транспортного процесса [2].

Актуальность данной темы обусловлена значительным вкладом железнодорожного транспорта в развитие экономики и обеспечение транспортными услугами многих регионов страны. Необщие железнодорожные пути играют важную роль в перевозке грузов и пассажиров в отдаленных и труднодоступных районах.

Однако выбор подвижного состава является важной вехой в транспортном процессе и влияет на многие показатели, такие как стоимость перевозки, время доставки, безопасность грузов и пассажиров, а также экономическая эффективность всего транспортного процесса.

Автоматизация процесса выбора оптимального подвижного состава для железнодорожных путей общего пользования позволяет повысить эффективность транспортного процесса, снизить транспортные расходы, повысить безопасность и повысить качество перевозок. Кроме того, применение новых технологий и методов машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет добиться более точных и оптимальных результатов в выборе подвижного состава.

Список использованной литературы:

1. Теміржол көлігінде жылжымалы құрамды Автоматты жоспарлау және басқару жүйелерін әзірлеу: монография / А. Г. Андреев, а. а. Мельников, а. в. Попов [және т. б.]. - М.: МФТИ баспасы, 2014. - 191 б.
2. Теміржол көлігі үшін жылжымалы құрамды Автоматты жоспарлау жүйесін әзірлеу / А. Н. Селезнев, М. в. Новиков, Ю. Н. Толстой // Ижту хабаршысы. - 2014. - № 3 (60). - 174-178 ББ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РОСТА ДАВЛЕНИЯ И АКУСТИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕГО ТЕЛА В СВОБОДНОПОРШНЕВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Современные исследования в области энергетических систем со свободнопоршневыми двигателями (СПД) направлены на повышение их эффективности и устойчивости за счёт оптимизации термодинамических и акустических процессов. Одним из ключевых факторов, определяющих характеристики таких установок, является температура рабочего тела, влияющая как на амплитуду колебаний давления, так и на уровень звукового излучения [1].

Изменение температуры приводит к изменению скорости распространения ударной волны и давления внутри камеры, что оказывает влияние на эффективность преобразования энергии. Для установок с возвратно-поступательными элементами важно учитывать не только механическую, но и акустическую составляющую процесса.

На рисунке 1 представлена зависимость давления от времени при двух температурных режимах – 390 °С и 430 °С. В ходе анализа установлено, что повышение температуры рабочего тела приводит к увеличению скорости роста давления и, как следствие, к усилению звукового отклика системы.

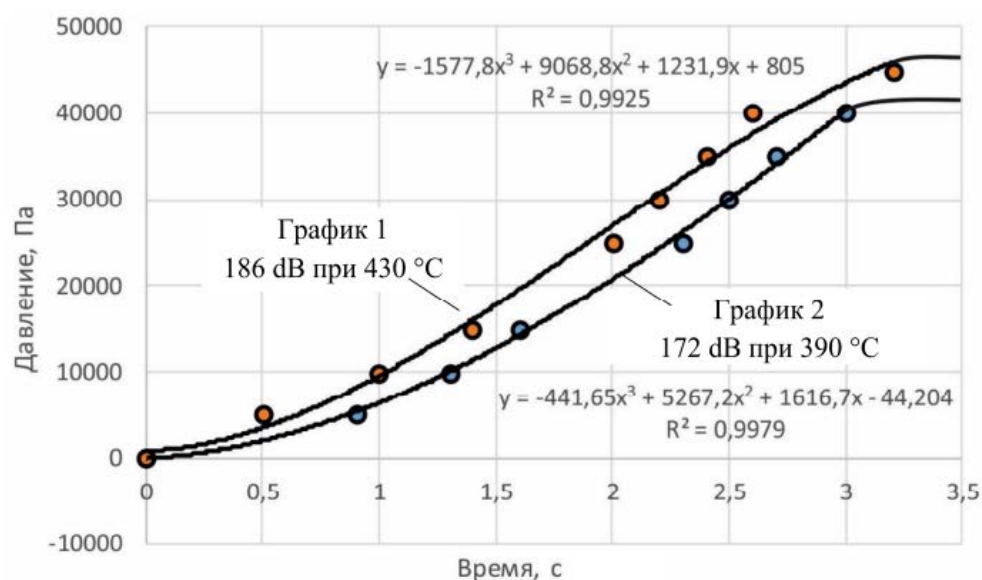


Рисунок 1 – График зависимости давления и звукового давления от времени при температурах рабочего тела 390 °С и 430 °С

Для температуры 430 °С максимальное звуковое давление составило 186 dB, а максимальное статическое давление достигло ≈ 45000 Па. При температуре 390 °С звуковое давление уменьшилось до 172 dB, а предельное давление – до ≈ 35000 Па. Данные зависимости аппроксимируются полиномами третьей степени, что отражает нелинейный характер процессов нагрева и расширения. Коэффициенты детерминации R^2 составляют 0,9925 и 0,9979, что указывает на высокую степень достоверности аппроксимации.

Результаты позволяют заключить, что при росте температуры рабочего тела увеличивается интенсивность термодинамического расширения, что сопровождается усилением акустических колебаний. Этот эффект объясняется повышением энергии сгорания и скорости изменения объёма газовой смеси, создающей звуковые волны в рабочей камере.

Полученные зависимости имеют практическое значение при проектировании свободнопоршневых двигателей и генераторов линейного типа. Рост температуры улучшает энергетические показатели установки, но требует учёта возросших нагрузок на конструктивные элементы и повышение требований к акустической защите.

В перспективе результаты анализа могут использоваться для:

- построения имитационных моделей СПД с учётом термозвуковых эффектов;
- прогнозирования режимов работы при изменении температуры рабочего тела;
- разработки систем активного управления акустическими характеристиками установки.

Следовательно, предложенный подход к исследованию позволяет объединить термогазодинамические и акустические аспекты в единую аналитическую модель, что повышает точность расчётов при разработке современных автономных энергетических установок [2].

Исследование показало, что повышение температуры рабочего тела в свободнопоршневой энергетической установке вызывает значительное увеличение скорости роста давления и уровня звукового давления. Анализ графических зависимостей подтвердил нелинейную природу этих процессов и их высокую корреляцию. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации параметров работы энергетических установок нового поколения и внедрения методов интеллектуального управления тепловыми и акустическими режимами.

Список использованных источников:

1. Богданов, А.П., Киселёв, И.С., & Сидоренко, Е.В. Термодинамическое моделирование процессов в свободнопоршневых энергетических установках // Вестник энергетики и машиностроения. – 2023. – № 4. – С. 58–67.
2. Li, Y., Wang, H., & Chen, L. Numerical study on thermodynamic and acoustic coupling in free-piston energy conversion systems // Energy Conversion and Management. – 2022. – Vol. 268. – P. 116019.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Современное развитие промышленности невозможно представить без систем автоматического регулирования, которые обеспечивают поддержание устойчивых параметров технологических процессов и позволяют значительно повысить эффективность производств. Система автоматического регулирования определяется как комплекс технических средств и устройств. Основой их работы является непрерывное измерение текущего состояния процесса, сравнение его с требуемым значением и формирование корректирующего воздействия, направленного на минимизацию отклонений.

Фундаментом любой системы регулирования выступают датчики, регулятор, исполнительные механизмы и контуры обратной связи. Измерительные элементы преобразуют параметры процесса в удобный для обработки сигнал, регулятор формирует управляющее воздействие, а исполнительные механизмы реализуют его непосредственно на объекте управления. При этом важнейшую роль играет обратная связь, позволяющая системе реагировать на отклонения и обеспечивать устойчивую работу даже при наличии внешних и внутренних возмущений.

Современные технологические объекты характеризуются высокой динамичностью, множеством взаимосвязанных параметров и значительными потоками данных. В этих условиях классические методы регулирования по отклонению и компенсации возмущений постепенно дополняются комбинированными схемами управления, обеспечивающими более высокую точность и устойчивость. Широкое применение находят ПИД-регуляторы, которые благодаря сочетанию пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих позволяют эффективно управлять процессами различной сложности. Тем не менее даже такие регуляторы требуют точной настройки и не всегда способны адаптироваться к быстро меняющимся условиям.

Ключевым направлением развития становится интеграция систем автоматического регулирования с автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП). Эти комплексы обеспечивают не только регулирование отдельных параметров, но и оптимизацию всего технологического цикла на основе большой совокупности данных. АСУТП включают уровни сбора информации, локального регулирования, анализа состояния оборудования и принятия управляющих решений, что формирует полноценный автоматизированный технологический комплекс. В таких системах функции контроля, управления, анализа и прогнозирования распределяются между

вычислительными устройствами и человеком-оператором, создавая эффективную человеко-машинную среду управления.

Современные тенденции в области автоматического регулирования тесно связаны с внедрением технологий искусственного интеллекта, машинного обучения и интеллектуальных датчиков. Алгоритмы машинного обучения позволяют системам выявлять скрытые зависимости между параметрами, прогнозировать поведение процесса и адаптироваться к нештатным ситуациям. Искусственный интеллект дает возможность перехода от традиционного регулирования к интеллектуальному управлению, ориентированному на оптимальные режимы работы оборудования, снижение энергопотребления и повышение качества продукции. Такие системы способны анализировать большие массивы данных в реальном времени, формировать оптимальные управляющие решения и обеспечивать долгосрочную стабильность процесса.

Современные САР и АСУТП развиваются также в направлении повышения надежности и отказоустойчивости. Применение распределённых вычислительных систем, цифровых двойников, сетевых архитектур, а также многоуровневых систем диагностики позволяет снижать риск аварий и обеспечивать непрерывность технологического производства. Важным трендом является переход к многоуровневым архитектурам управления, включающим локальные регуляторы, вычислительные комплексы супервизорного управления и высшие уровни оптимизации производственных цепочек.

Таким образом, современные системы автоматического регулирования и автоматизированные системы управления технологическими процессами становятся ключевым звеном цифровизации промышленности. Их развитие определяется необходимостью повышения энергетической эффективности, качества продукции, безопасности и оперативности управления.

Список литературы:

1. Повный А. Какие бывают системы автоматического регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electricalschool.info/automation/2816-sistemy-avtomaticheskogo-regulirovaniya.html> (дата обращения: 07.11.25).
2. Тенденции развития АСУ ТП: перспективы и будущее автоматизации в промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digam.ru/blog/tendentsii-razvitiya-asu-tp-perspektivy-i-budushchee-avtomatizatsii-v-promyshlennosti/> (дата обращения: 07.11.25).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ В ТОО «АВТОБУСНЫЙ ПАРК №3» ГОРОДА КАРАГАНДЫ

ТОО «Автобусный парк №3» г. Караганды является крупнейшим автобусным парком Республики Казахстан. В 2015 году завод-изготовитель автобусов Yutong (Китай) выдал сертификат о том, что данное предприятие является лучшим сервисным предприятием стран СНГ и Восточной Европы. На головном предприятии автопарка выполняется полный комплекс работ по ТО и ТР подвижного состава, организуется его хранение; на филиалах осуществляется межсменное хранение подвижного состава и ежедневное обслуживание.

Одним из самых важных элементов технологического процесса ТО и ТР автобусов является диагностирование их технического состояния. Комплекс диагностики (Д) в автопарке №3 функционирует с 1984 года.

Диагностика автобусов включает в себя комплекс мероприятий, направленных на оценку технического состояния транспортного средства, выявление неисправностей и их устранение. Процесс диагностики включает следующие этапы: проверку внешнего состояния автобуса, кузова, целостности стекол, освещения и других видимых частей; оценка состояния тормозных колодок, дисков, работа систем АБС и других компонентов; использование специального оборудования для проверки параметров работы двигателя, анализ ошибок, считываемых из ЭБУ (электронного блока управления); оценка состояния амортизаторов, пружин, приводов и других узлов; проверка работы всех электрических систем, включая освещение, систему контроля и управления, а также системы кондиционирования; оценка уровня вредных выбросов в соответствии с экологическими стандартами; проведение тестового заезда для выявления возможных проблем в условиях реальной эксплуатации.

Регулярная диагностика помогает поддерживать автобусы в хорошем техническом состоянии, повышая безопасность и надежность эксплуатации. В производственно-техническом отделе формализуется в электронном виде следующая информация: учет подвижного состава по годам выпуска, списание подвижного состава, планирование ТО-1 и ТО-2 по пробегам, расход запасных частей и материалов при проведении ТО и ТР автобусов и определение среднего ресурса узлов и агрегатов.

Список использованных источников:

1. Виноградов, В.М. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебник / В.М. Виноградов. - М.: Академия, 2019. - 240 с.

ПЛОТНОСТЬ КРЕМНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОТЕРМИИ

Для производства кристаллического кремния важное значение имеет плотность металла при температурах электродугового передела. Плотность кремния при нормальных условиях составляет $2,33 \text{ г/см}^3$. Исследования показывают аномальное понижение плотности до $2,57 \text{ г/см}^3$ при повышении температуры до критических значений (более 2000°C). Однако если рассматривать процесс детально, то градиентное повышение плотности кремния характерно только для очень узкой области соответствующей температуре плавления кремния 1414°C . Дальнейшее повышение температуры (более 1441°C) приводит к плавному понижению плотности до значений менее $2,33 \text{ г/см}^3$ при температурах дугового разряда в реакционном тигле.

Для более полного анализа процесса необходимо учитывать условия восстановления диоксида кремния углеродом. Это высокотемпературная эндотермическая реакция начинается при $1600\text{--}1700^\circ\text{C}$ – первые признаки восстановления (образуется немного SiO и CO), $1800\text{--}1900^\circ\text{C}$ – реакция становится заметно интенсивной, SiO_2 активно восстанавливается до SiO (газ) и Si . При температурах более 1900°C идет основное восстановление до металлического кремния [1]. Появление элементарного кремния в тигле электропечи возможно при температурах $1800\text{--}2000^\circ\text{C}$. Это значительно выше (на $400\text{--}600^\circ\text{C}$) температуры плавления кремния 1414°C . Восстановленный кремний значительно перегрет выше температуры плавления и градиентное повышение плотности в таких условиях не реализуемо. Для дуговой электротермии характерны температуры до 5000°C . Если принять срединное значение 2500°C , то согласно эмпирической формуле:

$$\rho = 2,49 - 2,722 \cdot 10^{-4} (T - 1687) \quad (1)$$

плотность кремния составит от $2,26 \text{ г/см}^3$ до $2,16 \text{ г/см}^3$.

При электротермии кремния в процессе плавки может образоваться до 5 % печного шлака. При высокой температуре (свыше 1700°C) образуются сложные оксидные соединения на основе CaO : анортит ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) плотность $2,74\text{--}2,76 \text{ г/см}^3$, геленит ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) плотность $2,98 \text{ г/см}^3$, метасиликат кальция ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) плотность $2,9 \text{ г/см}^3$, алит ($8\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) плотность $2,6989 \text{ г/см}^3$. Данные шлаки отличаются от обычных металлургических шлаков, обладают большей плотностью ($2,84\text{--}2,9 \text{ г/см}^3$ в зависимости от вида его шлакообразующих компонентов), чем у выплавляемого MG-Si ($2,33 \text{ г/см}^3$), и значительной вязкостью ($3\text{--}5 \text{ Па}\cdot\text{с}$). При нарушениях технологии ведения плавки в шлаках увеличивается содержание невосстановленного $\alpha\text{-SiO}_2$ -кristобалита и неразложившегося

SiC плотностью 3,21 г/см³. Влиянии высоких температур на плотность шлакообразующих компонентов по данным ChatGPT представлены на рисунке.

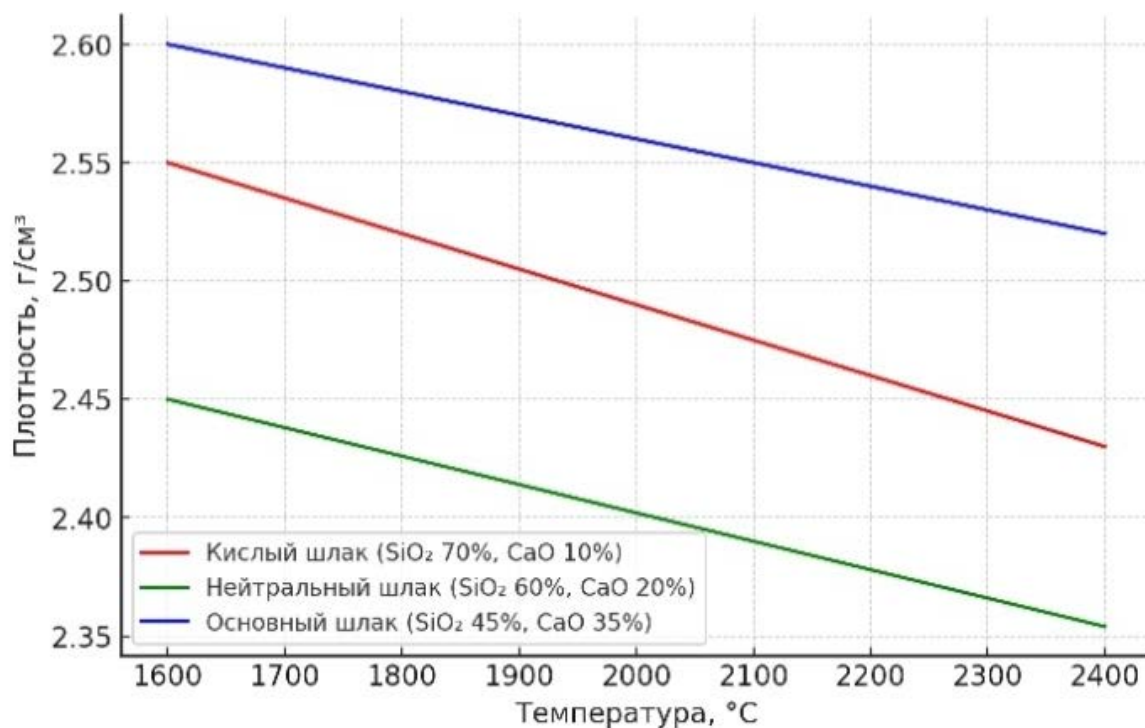


Рис. 1 Зависимость плотности шлаков от температуры при выплавке кристаллического кремния

Одной из их особенностей шлаков кремниевого производства является бóльшая плотность по сравнению с кремнием 2,84—2,9 г/см³ (при нормальной температуре) против 2,33 г/см³ у кремния. Следовательно, при отклонениях работы РТП от стабильного хода шлак опускается на подину печи, образуя подовую настылъ, с температурой до 1600°C; шлаки подовой настыли являются тугоплавкими и обладают значительной вязкостью (порядка 3—5 Па·с) [2].

Сравнение плотностей кремния и шлака при температурах дугового переплава указывает на превышение плотности шлака над металлом от 4 до 17% при самом низком значении плотности шлака 2,35 г/см³.

Список использованных источников:

1. Gasik, M. Handbook of ferroalloys: theory and technology // Oxford : Butterworth-Heinemann, 2013. - 536 p.
2. Немчинова Н.В., Бузикова Т.А. Исследование фазово-химического состава печных шлаков кремниевого производства // Известия вузов. Цветная металлургия. - 2017. - № 1. - С. 31-39.

GNU RADIO ОРТАСЫНДА КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ АРҚЫЛЫ
FM СИГНАЛЫНЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ

Жиіліктік модуляция (FM) - қазіргі заманғы радиобайланыс жүйелерінде кеңінен қолданылатын модуляция түрлерінің бірі. Ол хабар таратуда, радиоәуесқой құрылғылар, авиация және теңіз байланыс жүйелерінде, сондай-ақ қазіргі цифрлық коммуникацияларда пайдаланылады. Жиіліктік модуляцияның негізгі мағынасы - тасушы сигналдың жиілігін модуляциялайтын сигналдың амплитудасына пропорционалды түрде өзгерту. Осы қасиетінің арқасында FM-сигнал шуларға және сыртқы кедергілерге жоғары төзімділікке ие болады.

GNU Radio ортасында компьютерлік модельдеу арқылы FM-сигналды өңдеу бірнеше маңызды артықшылықтарға ие және белгілі әдістерді қамтиды. GNU Radio-дағы FM-сигналды өңдеудің артықшылықтары [1]:

Икемділік пен қайта бапталу мүмкіндігі (Software Defined Radio-SDR). GNU Radio-бағдарламалық түрде анықталатын радионы жүзеге асырудағы негізгі компоненттердің бірі. Қысқа толқынды FM (Narrowband FM-NBFM) мен кең жолақты FM (Wideband FM-WBFM) арасында оңай ауысуға, сондай-ақ аудио немесе деректерді беру стандарттарына тез бейімделуге болады. Бұл әзірлеуді жылдамдатып, процесті түсінуді жеңілдетеді [2].

Кешенді талдау мен өлшеу мүмкіндіктері. Құрылымдастырылған блок-құралдар (мысалы, Frequency Sink-спектр анализаторы, Time Sink-осциллограф, Waterfall Sink-жиіліктік уақыт диаграммасы) сигналдың спектрлік, уақыттық және жиіліктік-хронологиялық сипаттамаларын нақты уақытта визуализациялау және талдау жүргізуге мүмкіндік береді.

Құрылғымен интеграция (SDR-донглар). Қолжетімді SDR қабылдағыштармен (мысалы, RTL-SDR) немесе кәсіби жабдықтармен (USRP) оңай үйлесімділік, нақты радиосигналдарды қабылдау және таратуға мүмкіндік береді.

Жылдам прототиптеу және оқыту. GNU Radio сандық сигналдарды өңдеуді (Digital Signal Processing-DSP) оқытуға және байланыс жүйелерінің прототиптерін тез құруға таптырмас құрал болып табылады.

GNU Radio-да FM-сигналды өңдеу әдістері және негізгі кезеңдері (сурет-1) [3]:

1. Сигнал көзі (Source): SDR Source құрылғысы (мысалы, USRP Source, Osmocom Source/RTL-SDR) - нақты жабдықтан сигнал қабылдау үшін. Signal Source-модельдеу үшін синтезделген FM сигналы (мысалы, тасушы) генерациясы. File Source-алдын ала жазылған IQ-сигналды оқу.

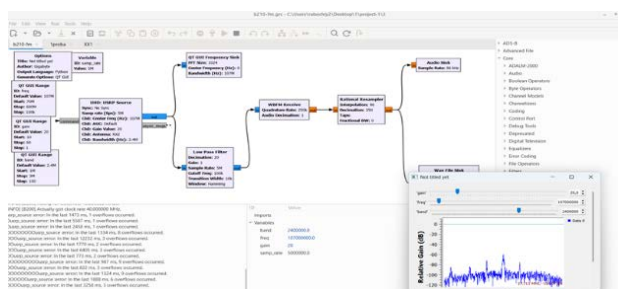
2. Жиілік ауыстыру (Frequency Translation/Mixing): егер SDR кең спектрді қабылдаса, қажет сигналдың орталық жиілігін нөлге ауыстыру

үшін Frequency Xlating FIR Filter блогы немесе Multiply (комплекс синусоидка көбейту) және Low Pass Filter (төменгі жиілікті сүзгі) комбинациясы қолданылады.

3. Сүзу (Filtering): Low Pass Filter (LPF) немесе Band Pass Filter (BPF)-қасындағы арналар мен шуды басу, тек қажетті FM сигнал жолағын бөліп алу үшін. Сүзумен бірге көбінесе децимация (decimation) жүргізіледі.

4. Үлгілеу жиілігін өзгерту (Resampling): Децимация (decimation)-сүзуден кейінгі үлгілеу жиілігін төмендету, есептеу жүктемесін азайту үшін. Бұл блоктарда Rational Resampler немесе Decimating FIR Filter пайдаланылады [3].

5. Демодуляция (Demodulation): FM Demodulators (FM Demod): WBFM Receive (Wideband FM Receive)-кең жолақты FM хабар тарату (88-108 МГц) үшін. Демодуляция және қажет болған жағдайда деэмфазис орындалады. NBFM Receive (Narrowband FM Receive)-тар арналы FM қабылдау үшін (мысалы, әуесқой немесе қызметтік радио). Complex to Float-демодуляцияланған комплекс IQ сигналын нақты аудио сигналға түрлендіреді [3].



Сурет - 1 - GNU Radio бағдарламасы

GNU Radio ортасында FM сигналының модельдеуі мен өңделуі радиожүйелерді зерттеу және жүзеге асыруға арналған қуатты әрі икемді құрал болып табылатынын игердік. Ашық бастапқы коды мен модульдік архитектурасының арқасында GNU Radio пайдаланушыға модуляция және демодуляция процестерін терең түсініп қана қоймай, оларды қымбат жабдықсыз тәжірибеде жүзеге асыруға болады. Осылайша, GNU Radio радиобайланыс саласындағы оқыту, прототиптеу және зерттеулер үшін тамаша платформа болып табылатынына көз жеткіздік.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Захаров, А. В. Радиоэлектроника және байланыс жүйелері. - Алматы: Эверо, 2021.
2. GNU Radio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnuradio.org/categories/education/>
3. Ettus Research. USRP B200/B210 Hardware Design and Specification Manual. - Ettus Research, 2019.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОДЕЛИРОВАНИЮ СТАТИЧЕСКИХ ТИРИСТОРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Совершенствование электроэнергетических систем тесно связано с развитием технологий повышения качества электрической энергии и оптимизацией режимов электроснабжения. Одним из наиболее эффективных направлений является компенсация реактивной мощности, обеспечивающая снижение потерь, повышение коэффициента мощности и устойчивости работы сетей [1]. Современные системы компенсации, реализованные на базе управляемых устройств FACTS (Flexible AC Transmission Systems), позволяют активно регулировать параметры электрической сети, превращая её из пассивной линии передачи в динамически управляемый объект.

Особое место среди устройств FACTS занимают статические тиристорные компенсаторы (СТК), отличающиеся высокой скоростью регулирования, надёжностью и способностью поддерживать напряжение в заданных пределах при изменении режимов нагрузки. На рисунке 1 представлены две типовые схемы СТК: первая – с регулируемой мощностью реактора, вторая – с регулируемой мощностью конденсаторной батареи. В обоих случаях основным регулирующим элементом выступают встречно-параллельно включённые тиристоры, управление которыми осуществляется системой электронных блоков, изменяющих момент открытия и закрытия вентилей.

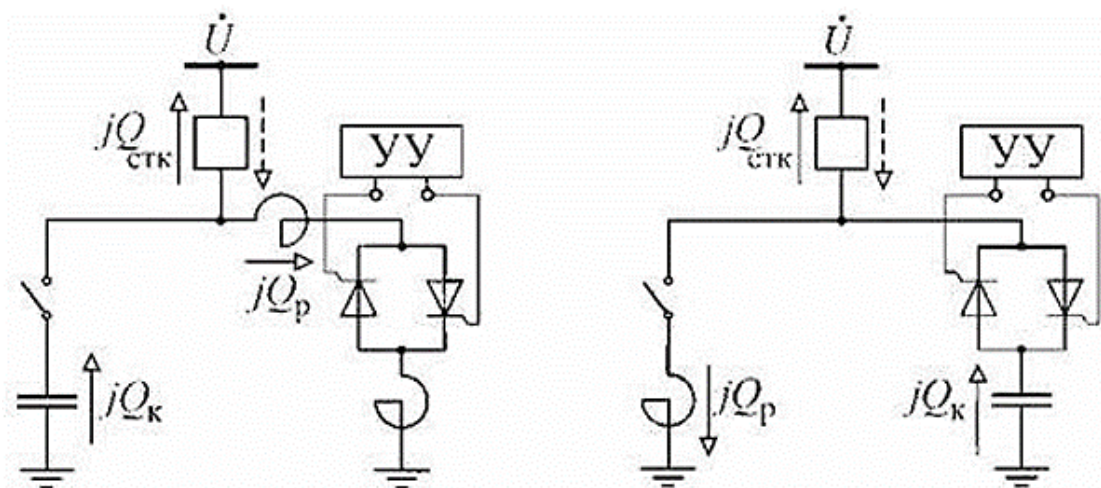


Рисунок 1 – Принципиальные схемы статического тиристорного компенсатора: а – с регулируемой мощностью реактора;
б – с регулируемой мощностью конденсаторной батареи

В схеме с регулируемым реактором управление током осуществляется изменением угла проводимости тиристорov, что позволяет плавно регулировать реактивную мощность в индуктивной области. Такая система эффективно компенсирует избыточную реактивную мощность, возникающую при холостом ходе трансформаторов и линий электропередачи. В противоположность этому схема с регулируемой конденсаторной батареей обеспечивает динамическую генерацию реактивной мощности при недогрузке сети, повышая уровень напряжения и стабилизируя электроснабжение потребителей.

Применение тиристорных ключей обеспечивает СТК высокий уровень быстродействия и возможность непрерывного регулирования реактивной мощности, что особенно важно при наличии резко переменных нагрузок. В отличие от традиционных конденсаторных установок, работающих в дискретном режиме, СТК обеспечивает плавное изменение эквивалентного сопротивления цепи, тем самым исключая переходные колебания напряжения. Наличие устройства управления позволяет реализовать алгоритмы автоматического регулирования в зависимости от отклонений напряжения, текущей мощности и гармонического состава тока, что делает возможным адаптивную работу компенсатора в составе интеллектуальной энергосистемы [2].

На основе моделирования схем, представленных на рисунке 1, установлено, что применение СТК позволяет поддерживать коэффициент мощности на уровне 0,98–1,0 при динамических изменениях нагрузки. В условиях промышленных предприятий и распределительных подстанций использование СТК приводит к снижению потерь активной мощности на 5–7 %, а также уменьшает колебания напряжения в узлах сети до 2–3 %. Дополнительным преимуществом является возможность демпфирования колебаний мощности при аварийных возмущениях, что способствует повышению устойчивости энергосистемы в целом.

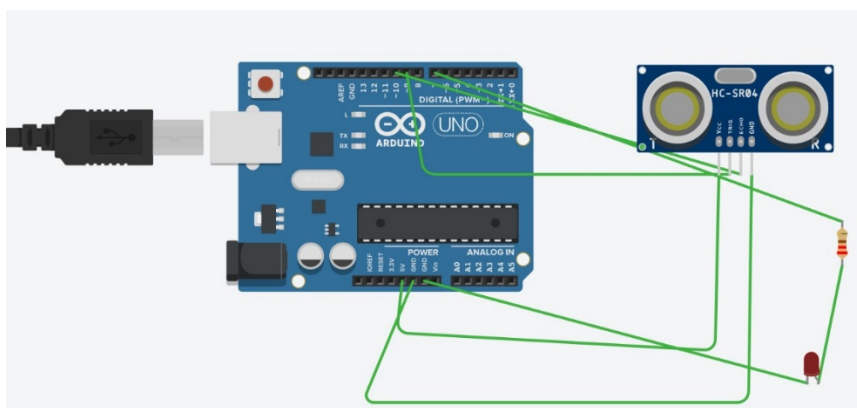
Анализ схемных решений и функциональных особенностей статических тиристорных компенсаторов показывает, что их внедрение является эффективным средством повышения энергоэффективности электрических сетей и стабилизации напряжения в условиях переменных режимов нагрузки. Моделирование работы компенсаторов на основе принципиальных схем позволяет оптимизировать их параметры для конкретных условий эксплуатации, а интеграция с интеллектуальными системами управления открывает перспективы построения адаптивных и самоорганизующихся энергосетей нового поколения.

Список использованных источников:

1. Кочкин В.И., Шакарян Ю.Г. Применение гибких систем электропередачи переменного тока в энергосистемах. — М.: Торус Пресс, 2021. — 328 с.
2. Kumar, A., Singh, S., & Sharma, R. Recent developments in FACTS-based reactive power compensation technologies // *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. — 2023. — Vol. 156. — P. 109968.

TINKERCAD БАҒДАРЛАМАСЫНДА «АВТОМАТТЫ БАСҚАРУДЫҢ ПРИНЦИПТЕРІ МЕН ТЕОРИЯСЫ» АЛГОРИТМІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Қазіргі уақытта автоматтандырудың даму қарқынына байланысты, өндірісте және де күнделікті өмірде автоматтандыру жүйелері кенінен пайдаланып жатыр. Осының әсерінен күнделікті өмірде SmartҮй сияқты бағыттағы барламаларды байқаймыз. SmartҮй-дің датчик және сенсорларын басқаруда TinkerCAD бағдарламасы көмекке келеді. TinkerCAD бағдарламасында датчиктер мен сенсорлар және де микроконтроллерді табуға болады және де олардың виртуальды структурасын құра аламыз [1-3]. TinkerCAD бағдарламасы тәжірибесі бар электриктергеде және де енді ғана электроника әлеміне қадам басқандарға да өте үлкен көмек береді. TinkerCAD бағдарламасы арқылы оқыту процессінде де симуляциялар жасау арқылы автоматтандыру процессімен жақынырақ танысуға мүмкіндік береді. Мысалы TinkerCAD бағдарламасы арқылы SmartҮй-ге ақылды жарықтандыру процессін виртуальды түрде жасадым. Бұл процессті құрастыру барысында Ультрадыбыстық арақашықтық датчигін және де Arduino R3 микроконтроллерін қолдандым. Датчикке белгілі бір қашықтыққа жақындаған кезде жарықтандыру қосылады. TinkerCAD бағдарламасында микроконтроллерге код жазуға болады [4-5].



Программа листингінің бір бөлігі:

```
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;
const int ledPin = 7;
```

```

long duration;
int distance;

void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // Ультрадыбыстық импульс жіберу
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  // Эхо сигналын оқу
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  // Қашықтықты есептеу (см)
  distance = duration * 0.034 / 2;

  Serial.print("Distance: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");

  // Жарықты басқару шарты
  if (distance > 0 && distance < 20) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // Жарықты қосу
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW); // Жарықты өшіру
  }

  delay(200);
}

```

Қорытындылай келе TinkerCAD бағдарламасы автоматтандыру бағытын дамыту барысына өте үлкен үлес қосады. Автоматты басқару бағыты дамуы TinkerCAD сияқты бағдарламаларға назар аударылып жатыр. TinkerCAD бағдарламасы арқылы виртуальды түрде схема тұрғызу автоматты басқару жүйелерімен танысуға, оқытуға және жетілдіруге мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Тұрсынов А.Қ., Есенбеков Қ.Е. Автоматтандыру жүйелерінің негіздері. – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – 256 б.
2. Кенжебаев Н.Т. Микроконтроллерлер және олардың қолданылуы. – Алматы: Эверо, 2020. – 198 б.
3. Massimo Banzi, Michael Shiloh. Getting Started with Arduino. – Maker Media, 2022. – 280 p.
4. John Boxall. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects. – No Starch Press, 2019. – 392 p.
5. TinkerCAD Official Website – <https://www.tinkercad.com>

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная промышленность развивается в условиях постоянного роста требований к эффективности, надежности и энергоэкономичности производственных систем. Одним из ключевых направлений этого развития является интеграция энергетики, автоматизации и телекоммуникаций. Эти три области образуют технологическую основу, обеспечивающую устойчивое функционирование предприятий и оптимизацию всех производственных процессов.

Энергетика выступает базовым элементом промышленной инфраструктуры. От стабильности электроснабжения и качества энергоресурсов напрямую зависит производительность оборудования, безопасность технологических линий и экономические показатели предприятий. В последние годы активно внедряются интеллектуальные энергосистемы (Smart Grid), которые позволяют контролировать распределение электричества в реальном времени, сокращать потери и повышать эффективность работы оборудования.

Автоматизация направлена на минимизацию человеческого фактора и повышение точности управления процессами. Современные системы управления включают в себя программируемые логические контроллеры, датчики, приводы и исполнительные механизмы. Они обеспечивают сбор и обработку данных, регулирование параметров оборудования и адаптацию к изменяющимся условиям. Автоматизация способствует не только повышению производительности, но и снижению энергопотребления, что особенно важно в условиях роста тарифов и требований к экологической устойчивости.

Телекоммуникационные технологии объединяют все элементы промышленной системы в единую информационную среду. Использование промышленных протоколов связи — Modbus, Profibus, Ethernet — обеспечивает быструю и надежную передачу данных между удалёнными объектами. Это позволяет в режиме реального времени управлять процессами, осуществлять диагностику оборудования и предотвращать аварийные ситуации. Развитие промышленного интернета вещей (IIoT) усиливает роль телекоммуникаций, превращая каждое устройство в источник информации для аналитических систем.

Интеграция энергетических, автоматизированных и телекоммуникационных решений формирует концепцию «умного предприятия». Такие предприятия способны адаптироваться к внешним факторам, повышать качество продукции и сокращать издержки. Казахстанские промышленные организации также активно внедряют

цифровые технологии, используя опыт мировых компаний для повышения конкурентоспособности и устойчивого развития.

Таким образом, энергетика, автоматизация и телекоммуникации образуют стратегическое направление промышленного прогресса, обеспечивая переход к интеллектуальному и энергоэффективному производству, основанному на современных технологиях управления и связи.

Список литературы:

1. Багров, А. В. *Интеллектуальные системы управления в энергетике и промышленности*. — Москва: Инфра-М, 2021. — 248 с.
2. Сайфуллин, Р. А. *Автоматизация технологических процессов и производств: современные решения и тенденции развития*. — Санкт-Петербург: Питер, 2020. — 312 с.
3. Касымов, Д. Н. *Телекоммуникационные технологии в промышленной автоматизации: учебное пособие*. — Алматы: Эверо, 2019. — 186 с.
4. *Цифровизация энергетики и промышленности: сб. научных трудов под ред. В. Г. Иванова*. — Новосибирск: НГТУ, 2022. — 205 с.
5. Смирнов, П. Е. *Индустрия 4.0 и промышленный интернет вещей (IIoT) в энергетике и автоматизации*. — Москва: Техносфера, 2023. — 264 с.

КӨМІР ШАХТАЛАРЫНЫҢ ЭНЕРГИЯ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ПИКТІК ЖҮКТЕМЕЛЕРДІ АЗАЙТУ МАҚСАТЫНДА ҮҢГІЛЕУ КОМБАЙНДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРМЕН ҚОРЕКТЕНУІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАСҚАРУ

Қазақстанның және ТМД-ның басқа елдерінің қазіргі заманғы көмір шахталары үңгілеу комбайндарының жұмысы кезінде жоғары іске қосу токтары мен жүктеменің күрт ауытқуынан туындаған тұрақсыз энергияны тұтыну проблемасына жиі тап болады. Тау - кен қазбаларын жүргізудегі негізгі технологиялық буын болып табылатын бұл машиналар бір қондырғыға 800-1200 кВт дейін белгіленген қуаттылықпен сипатталады. Шахталардың шектеулі электр желілері жағдайында мұндай жүктемелер қуаттың шыңын тудырады, электр энергиясының сапасын төмендетеді, кернеудің төмендеуіне әкеледі және энергиямен жабдықтау шығындарының жоғарылауына әкеледі.

Соңғы жылдары комбайндардың жұмыс режимдерін оңтайландыруға және энергияны тұтыну шындарын тегістеуге қабілетті электр қуатын басқарудың интеллектуалды жүйелерін енгізу қажеттілігі өзекті болды. Мұндай шешімдер әсіресе электр желілерінің қуаты шектеулі, ал автоматтандырылған тау-кен кешендерінің үлесі үнемі өсіп келе жатқан Қарағанды көмір бассейнінде сұранысқа ие [1].

Үңгілеу комбайндарының энергия тұтыну профилі циклдік сипатқа ие: кесу, тасымалдау және қозғалыс операциялары кезінде жүктеме айтарлықтай өзгереді. Комбайнның іске қосылу және тоқтау кезеңдерінде қысқа мерзімді жоғары қуат шығындары байқалады, бұл шахтаның энергия жүйесіне қосымша жүктеме түсіреді [2].

Бұл жұмыстың мақсаты энергия жүйесіне ең жоғары жүктемелерді азайтуға және өндіру учаскелерінің энергия тиімділігін арттыруға бағытталған үңгілеу комбайндарының электрмен қоректенуін интеллектуалды басқару принциптерін әзірлеу және негіздеу болып табылады. Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

Шахталардың электрмен жабдықтау құрылымына және үңгілеу комбайндарының энергияны тұтыну ерекшеліктеріне талдау жүргізу.

1. Ең жоғары жүктемелердің себептерін және олардың энергия жүйесінің тұрақтылығына әсерін анықтау.

2. Адаптивті реттеу және болжамды басқару функцияларын біріктіретін интеллектуалды басқару жүйесінің тұжырымдамасын әзірлеу.

3. Қуатты басқарудың әртүрлі стратегияларымен комбайнның жұмыс режимдерін модельдеу.

4. Ең жоғары жүктемелерді азайту, энергияны үнемдеу және экономикалық тиімділік критерийлері бойынша ұсынылған шешімдерді енгізуден күтілетін әсерін бағалау.

Электр жетектерімен жабдықталған үңгілеу комбайндары жұмыс барысында массивтің қаттылығының ауытқуымен, беру жылдамдығының өзгеруімен және кесу сәтімен байланысты жүктеменің циклдік өзгерістерін сезінеді. Бұл қуатты біркелкі емес тұтынуға және қуатты тұтынудың қысқа, бірақ қарқынды шыңдарына әкеледі.

Өтемелеудің дәстүрлі әдістері (трансформаторларды қосу, кабельдердің қимасын ұлғайту) экономикалық жағынан тиімсіз және техникалық жағынан жерасты қазбаларының жағдайымен шектеледі. Сондықтан интеллектуалды басқару стратегиясы өзекті болып табылады:

- жиілік түрлендіргіштері (VFD) көмегімен электр жетектерінің айналу жиілігі мен моментін басқару;
- шыңдарды уақытша жабу үшін энергия сақтағыштарды (литий-ионды батареялар немесе суперконденсаторлар) пайдалану;
- жүктемені болжамды жоспарлау алгоритмдерін енгізу (Model Predictive Control, MPC);
- бір энергиямен жабдықтау түйінінде бірнеше машиналардың жұмысы кезінде үйлестірілген басқаруды қолдану.

Интеллектуалды басқару жүйесінде негізгі алгоритмдерге модельдік-болжамдық басқару (Model Predictive Control, MPC), жүктемені уақыт бойынша ығыстыру және рекуперация энергиясын пайдалану жатады [5]. MPC алгоритмдері болашақтағы энергия тұтыну динамикасын болжай отырып, энергия сақтау және тұтыну үдерістерін оңтайландырады.

[2] жұмысында жүргізілген зерттеулер интеллектуалды энергияны басқару жүйелерін (Energy Management System — EMS) енгізу максималды қуатты 30% - ға дейін төмендетуге, кабельдердің қызмет ету мерзімін ұзартуға және шахта желісіндегі кернеу параметрлерін тұрақтандыруға мүмкіндік беретіндігін растайды.

VFD жиілік түрлендіргіштері қозғалтқыш жылдамдығын бірқалыпты реттеп, рекуперация кезінде энергияны қайтарады. EMS контроллері энергия тұтынуды болжау, жүктемені бөлу және жергілікті энергия сақтау құрылғыларымен өзара әрекеттесу функцияларын орындайды [4].

Іске асыру әдістері мен тәсілдері:

1. Энергия профилін талдау. Ток пен кернеу датчиктерінен алынған мәліметтер негізінде комбайн тұтынуының тәуліктік кестесі құрылады.

2. Математикалық модельдеу. MATLAB/Simulink ортасында тұрақты/айнымалы ток қозғалтқышы, жиілік түрлендіргіші және механикалық жүктемені қамтитын электр жетегінің моделі жасалады. Сонымен қатар, трансформатор мен қуат желісін қоса алғанда, 6-10 кВ шахта желісі модельденеді.

3. EMS әзірлеу. Жүйенің орталық бөлігі-бұл желі, комбайн және диск

арасындағы қуатты бөлуді басқаратын ақылды контроллер. Алгоритмы управления.

4. Болжалды басқару (MPC) - ең жақын кесу цикліне қуат қажеттілігін болжайды.

- Peak-shaving – қорек көзінен қысқа мерзімді қуат алу арқылы пиктік шыңдарды автоматты түрде шектеу.

- Load balancing-бір фидердегі бірнеше тұтынушыларды үйлестіру (мысалы, комбайн + желдеткіштер).

- Energy recovery-атқарушы органдарды тежеу кезінде қалпына келтіру.

5. Эксперименттік растау. Модельдеу нәтижелері бойынша ең жоғары жүктемелердің төмендеуі 25-35% құрады, ал орташа қуат тұтыну өнімділікті жоғалтпай 10-15% - ға төмендеді.

Ұсынылған жүйені іске асыру мынандай мүмкіндіктерді береді:

- шахталық энергия желісіне жүктемені азайту және кернеуді тұрақтандыру;

- қуатты пайдалану коэффициентін арттыру және шығындарды азайту;

- электр жетектерінің бірқалыпты іске қосылуын қамтамасыз ету;

- жүйені шахтаның сандық басқару платформаларымен біріктіру.

Экономикалық талдау көрсеткендей, модульдік жинақтағыштарды (сыйымдылығы 50-100 кВт·сағ) пайдалану кезінде жобаның өтелу мерзімі электр энергиясына ағымдағы тарифтер кезінде 2-3 жылдан аспайды.

Үңгілеу комбайндарының электр қуатын интеллектуалды басқару көмір шахталарының энергия тиімділігін арттырудың тиімді бағыты болып табылады. Болжалды алгоритмдер мен энергия сақтау құрылғыларын пайдалану ең жоғары жүктемелердің төмендеуін қамтамасыз етеді, электрмен жабдықтаудың тұрақтылығын жақсартып және «ақылды шахта» (Smart Mine) тұжырымдамасының дамуына ықпал етеді. Интеллектуалды басқару жүйесі көмегімен үңгілеу комбайндарының электрмен қоректенуін оңтайландыру – шахта энергия тиімділігін арттырудың маңызды бағыты болып табылады. EMS жүйесін енгізу арқылы электр энергиясын үнемдеп, жүктеме пикін азайтып, өндірістің тұрақтылығын қамтамасыз етуге болады [7].

Әдебиеттер тізімі

1. Ren, B., et al. Research on an Intelligent Mining Complete System of a Fully Mechanized Longwall. — *Energies*, 2022.
2. Voronin, V.A. Simulation of the Electric Drive of the Shearer to Assess the Indicators of Power Supply System Energy Efficiency. — *Mining Electrical Engineering Journal*, 2023.
3. Kasprzyk, J., Nowak, M. Reducing Peak Power in a Multiple Load System by Demand Management. — *Energies*, 2024.

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная промышленность проходит этап цифровой трансформации, основанный на интеграции энергетических, автоматизированных и телекоммуникационных систем. Основная цель этих преобразований — повышение устойчивости, энергоэффективности и управляемости производственных процессов. Создаётся единая инфраструктура, где энергетика обеспечивает ресурсную базу, автоматизация — управление процессами, а телекоммуникации — оперативный обмен данными.

В энергетике ключевым направлением остаётся повышение эффективности генерации, передачи и распределения электроэнергии. Внедряются интеллектуальные системы управления энергопотреблением (Smart Energy Systems), позволяющие оптимизировать потоки, прогнозировать нагрузки и снижать потери. Использование цифровых счётчиков, микропроцессорных защит, частотно-регулируемых приводов и автоматических систем регулирования обеспечивает контроль за состоянием оборудования и адаптацию к изменению технологических условий. Особое значение приобретают технологии Smart Grid — «умные сети», которые обеспечивают двусторонний обмен данными между потребителями и поставщиками. Это позволяет автоматически перераспределять мощность, интегрировать возобновляемые источники энергии и повышать надёжность электроснабжения. Применение Energy Management Systems (EMS) даёт возможность отслеживать неэффективные участки, снижать энергозатраты и контролировать выбросы.

Автоматизация технологических процессов (АТП) стала ядром современной промышленности. Её назначение — повышение производительности, качества и безопасности. Основу составляют программируемые логические контроллеры (ПЛК), датчики, исполнительные механизмы и SCADA-системы. ПЛК выполняют алгоритмы управления, SCADA — визуализируют и анализируют процессы, сенсорные сети — собирают данные о состоянии оборудования. Современные АСУ ТП функционируют в реальном времени, обеспечивая саморегулирование, диагностику неисправностей и удалённое управление. Современные предприятия внедряют адаптивные и предиктивные алгоритмы, основанные на анализе больших данных и машинном обучении. Они позволяют прогнозировать отказы, оптимизировать технологические режимы и снижать аварийность. Применение преобразователей частоты, систем рекуперации энергии и автоматической оптимизации нагрузок позволяет сократить энергопотребление на 10–30 %.

Телекоммуникационная инфраструктура является неотъемлемой частью промышленности. Без надёжных каналов связи невозможно функционирование автоматизированных систем. Промышленные сети на основе протоколов Modbus, Profibus, Profinet, EtherCAT обеспечивают обмен данными между контроллерами, датчиками и исполнительными механизмами. Развитие Интернета вещей (Industrial IoT) превратило каждое устройство в элемент сети, способный передавать данные и взаимодействовать с другими системами. Использование облачных платформ и edge computing позволяет распределять вычислительные ресурсы, ускорять анализ данных и принятие решений. Технологии 5G обеспечивают высокую пропускную способность и низкие задержки передачи информации, что особенно важно для систем управления в реальном времени.

Интеграция энергетики, автоматизации и телекоммуникаций формирует киберфизические системы (CPS), где физические устройства взаимодействуют с цифровыми алгоритмами. Такие системы обладают свойством самоорганизации: оборудование анализирует собственное состояние, прогнозирует изменения и корректирует режим работы без участия человека. Это повышает устойчивость и адаптивность производства.

Индустрия 4.0 базируется на принципах интеграции, интероперабельности и автономности. Интеграция объединяет энергетические, автоматизированные и телекоммуникационные системы в единую платформу управления. Интероперабельность обеспечивает совместимость различных технологий, а автономность позволяет системам принимать решения на основе анализа данных. Всё это создаёт основу для «умных фабрик» (Smart Factories), где человеческий труд заменяется интеллектуальным управлением.

Список использованной литературы:

1. An Extensive Review of Smart-Grid Technology. – 2024. - URL: https://www.researchgate.net/publication/388701625_An_Extensive_Review_of_Smart-Grid_Technology
2. Industrial Automation and Control System Development Future and Challenges. – 2022. - URL: https://www.researchgate.net/publication/359525743_Industrial_automation_and_control_systems_development_future_and_challenges
3. 5G Support for Industrial IoT Applications — Challenges, Solutions, and Research Gaps. – 2020. - URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/3/828>

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Современная энергетика сталкивается с новыми вызовами: ростом энергопотребления, усложнением инфраструктуры, износом оборудования и необходимостью перехода к устойчивому развитию. В этих условиях применение цифровых технологий становится неотъемлемой частью модернизации энергетических систем. Одним из ключевых направлений цифровизации является внедрение технологии цифрового двойника (Digital Twin), которая позволяет моделировать и анализировать состояние энергетических объектов в реальном времени.

Цифровой двойник представляет собой виртуальную копию физического объекта, функционирующую синхронно с ним и обновляющуюся на основе данных, поступающих от датчиков и измерительных устройств. Благодаря этому обеспечивается возможность точного прогнозирования состояния оборудования, оценки его надежности и оптимизации режимов работы.

Цифровой двойник включает в себя три основных компонента: физический объект, его виртуальную модель и связь между ними, обеспечивающую обмен данными. На основе данных сенсоров, SCADA-систем и интеллектуальных алгоритмов модель в цифровом пространстве постоянно обновляется и отображает текущее состояние объекта.

Структура цифрового двойника может включать элементы искусственного интеллекта, машинного обучения и больших данных (Big Data), что позволяет не только контролировать текущее состояние, но и прогнозировать будущие отклонения, определять вероятность отказов и оптимизировать процессы управления.

Применение цифровых двойников в энергетике открывает широкие возможности для повышения эффективности и надежности. Среди основных направлений использования можно выделить:

- Мониторинг состояния оборудования и анализ отклонений в режиме реального времени;
- Диагностика и прогнозирование технических неисправностей;
- Оптимизация режимов работы сетей и генерации;
- Анализ сценариев аварийных ситуаций и планирование восстановительных мероприятий;
- Поддержка решений по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Например, цифровой двойник трансформатора может непрерывно собирать данные о температуре обмоток, токах нагрузки, вибрациях и уровне масла, анализировать эти параметры и сигнализировать о приближении нештатных ситуаций задолго до возникновения отказа.

Надежность энергосистемы определяется её способностью бесперебойно обеспечивать потребителей электроэнергией в соответствии с установленными стандартами качества. Использование цифровых двойников значительно повышает точность оценки надежности за счет возможности анализа состояния всех элементов системы в реальном времени.

Цифровой двойник позволяет формировать математические модели отказов, рассчитывать вероятность отказа отдельных компонентов и прогнозировать общую надежность системы. Кроме того, возможно проведение имитационных экспериментов — виртуальных тестов работы энергосистемы в различных условиях, включая аварийные режимы, перегрузки и климатические воздействия.

Цифровые двойники не только позволяют оценивать текущее состояние, но и активно участвуют в оптимизации работы энергосистем. С помощью интеграции с системами управления и анализа данных цифровой двойник может автоматически предлагать оптимальные режимы работы оборудования, минимизировать потери электроэнергии и предотвращать нештатные ситуации.

Также цифровой двойник помогает принимать обоснованные решения при планировании технического обслуживания. На основе анализа эксплуатационных данных система определяет оптимальные сроки и объемы ремонтных работ, что позволяет снизить затраты и повысить коэффициент готовности оборудования.

Многие ведущие энергетические компании мира уже активно внедряют цифровые двойники. Например, компания Siemens реализует цифровые двойники подстанций и генераторов, позволяющие оптимизировать процессы обслуживания и повышать устойчивость энергосетей. General Electric разработала платформу Predix, которая используется для мониторинга и анализа состояния турбин и сетевых элементов в режиме реального времени.

В России и Казахстане подобные технологии начинают внедряться в рамках программ цифровой трансформации энергетического комплекса. Основной упор делается на цифровизацию подстанций, систем диспетчерского управления и автоматизацию процессов диагностики оборудования.

Технология цифрового двойника является мощным инструментом повышения надежности и эффективности энергосистем. Она обеспечивает интеграцию данных, моделирование процессов и прогнозирование состояний, что позволяет своевременно предотвращать отказы и оптимизировать эксплуатацию. Внедрение цифровых двойников

способствует снижению затрат, повышению энергоэффективности и развитию интеллектуальных энергосетей нового поколения.

В дальнейшем ожидается более широкое применение цифровых двойников совместно с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и Интернета вещей, что создаст основу для построения полностью цифровых энергетических систем будущего.

Список литературы:

1. Zhukov A.V. 'Цифровые двойники в энергетике: современные подходы и перспективы.' // *Электротехника*, 2023.
2. Siemens Energy. 'Digital Twin Technology in Power Systems', 2022.
3. Белов Н.В. 'Моделирование и анализ надежности энергосистем.' М.: Энергия, 2021.
4. General Electric. 'Digital Twin for Power Grid Reliability', 2023.
5. Казанцев Д.С. 'Цифровизация энергетики: от концепции к реализации.' // *Энергетика и промышленность России*, 2022.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Классические методы управления оказываются недостаточными для эффективного управления сложными, нелинейными, многопараметрическими и нестационарными системами, которые являются нормой в нефтегазовой, химической и энергетической промышленности. Интеллектуально-адаптивные системы управления (ИАСУ) представляют собой комплексное решение, объединяющее методы идентификации, самообучения и принятия решений, основанные на технологиях искусственного интеллекта.

Наиболее востребованными являются гибридные подходы, включающие в себя адаптивное управление с эталонной моделью (MRAC), нечеткую логику, нейронные сети и генетические алгоритмы. Они сочетают в себе обучаемость и способность к аппроксимации нелинейностей нейронных сетей с интерпретируемостью правил нечеткой логики. Ярким примером является интерпретируемый MRAC-регулятор с нечеткими правилами, где нечеткие правила определяют корректирующие коэффициенты для адаптации регулятора, обходясь без знания параметров объекта.

Таблица 1 – Сравнение методов по результатам литературного обзора

№	Метод MRAC	Особенности подхода	Преимущества	Недостатки
1	Tube-MRAC [1]	Формирование эталонной траектории в виде «трубки»	Высокая робастность к неопределённым и внешним возмущениям	Сложность реализации; требует расчёта границ трубки
2	MRAC + PID [2]	Интеграция классического PID и MRAC через критерий Ляпунова	Простота настройки, высокая точность при стационарных режимах	Ограниченная эффективность при сильной нелинейности
3	Fuzzy-Neural MRAC [3]	Комбинация MRAC с нечеткой нейросетью для самообучения коэффициентов	Уменьшает перерегулирование, адаптируется к меняющимся условиям	Высокая вычислительная нагрузка
4	MRAC + Time-Delay Estimation + NN [4]	Оценка запаздывания и коррекция через нейросеть	Эффективен при неизвестных параметрах и задержках	Сложная параметрическая идентификация
5	MRAC + Sliding-Mode + Supervised Learning [5]	Применение алгоритма обучения с учителем в MRAC/SMC	Высокая точность и устойчивость к шумам	Требует обучения на больших данных

Развитие ИАСУ ориентировано на достижение следующих целей:

- Синергия физических моделей и нейронных сетей (PINN): Сочетание фундаментальных физических принципов с мощностью нейронных сетей для создания более точных и предсказательных моделей.
- Интеллектуализация контуров управления с помощью глубокого обучения (Deep Reinforcement Learning): Применение передовых алгоритмов глубокого обучения для оптимизации процессов принятия решений в системах управления.
- Создание цифровых двойников и виртуальных аналогов: Разработка виртуальных моделей для прогнозирования ключевых параметров процессов, таких как температура, давление и состав.
- Формирование адаптивных самообучающихся систем: Реализация регуляторов, способных динамически корректировать свои управляющие стратегии и параметры на основе анализа расхождений с моделью.

Эти инновации находят широкое применение в промышленности, в частности, в таких областях, как ректификационные колонны, энергетические конвертеры, каталитические реакторы и возобновляемые источники энергии. Применение интеллектуальных технологий в этих секторах позволяет добиться значительного повышения энергоэффективности, сокращения выбросов и обеспечения надежного управления в условиях изменчивости и неопределенности.

В контексте Индустрии 4.0, интеллектуально-адаптивные системы управления занимают центральное место в развитии автоматизации. Эти системы, построенные на основе гибридных моделей, объединяющих в себе адаптивное управление с моделью (MRAC), нейронные сети, принципы нечеткой логики и методы эволюционных вычислений, обладают уникальной способностью к самообучению и прозрачности для пользователя. Это позволяет им эффективно контролировать даже те процессы, которые характеризуются нелинейностью и нестационарностью. Дальнейшее развитие возможно в сочетании между моделями, описывающими физические принципы работы систем, и возможностями искусственного интеллекта, а также в создании детальных цифровых двойников технологических процессов.

Список использованных источников:

1. Aboudonia A., Saif D., Khalil A. Model Reference Adaptive Control using Fractional Order PID Controller // IFAC-PapersOnLine. – 2015. – Vol. 48, No. 25. – P. 206–211. – DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.09.334
2. Huang X. Y., Tang C., Zhang M. Model Reference Adaptive PID Control Based on Lyapunov Criterion for CNC Machine Feed System // Machines. – 2021. – Vol. 9, No. 11. – P. 274. – DOI: 10.3390/machines9110274
3. Aslan Ö., Altan A., Hacıoğlu R. Level Control of Blast Furnace Gas Cleaning Tank System with Fuzzy Based Gain Regulation for Model Reference Adaptive Controller // Processes. – 2022. – T. 10, № 12. – С. 2503. – <https://doi.org/10.3390/pr10122503>
4. Ahmed S., Azar A.T., Ibraheem I.K. MRAC with Time-Delay Estimation and Neural Network for Uncertain Nonlinear Systems // International Journal of Control, Automation and Systems. – 2025. – DOI: 10.36922/IJOCTA025180091
5. Makke O., Lin F. Model Reference Adaptive Sliding-Mode Control Based on Supervised Learning // International Journal of Control, Automation and Systems. – 2024. – DOI: 10.1007/s12555-023-0761-4

СҰРЫПТАУ СТАНЦИЯСЫНЫҢ КІРМЕ ЖОЛДАРЫНА ЖҮК ВАГОНДАРЫН БЕРУ ЖӘНЕ ЖИНАУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

«Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ-на қарасты «Қарағанды-Сұрыптау» станциясының кірме жолдарына жүк вагондарын беру және әкету процесін зерттеу Қазақстандағы жүк тасымалының өсуі жағдайында аса өзекті мәселе болып табылады. Себебі теміржол көлігі Еуразиялық экономикалық одақ пен «Жаңа Жібек жолы» транзиттік дәліздерінде маңызды рөл атқарады. Бұл процестерді оңтайландыру станцияның өткізу қабілетін арттыруға, вагондардың бос тұрып қалуын азайтуға және логистикалық шығындарды төмендетуге мүмкіндік береді. Бұл, өз кезегінде, КТЖ-ның стратегиялық даму бағыты – цифрландыру және өнеркәсіптік көлікпен ықпалдасу тұрғысынан ерекше маңызға ие. Сондықтан «Қарағанды-Сұрыптау» станциясының технологиялық жұмыс процесін талдау мен зерттеу өзекті міндет болып саналады.

Соңғы жылдары теміржол тасымалдарын жетілдіру саласында көптеген ғылыми-зерттеу ұйымдары елеулі үлес қосты. Қазіргі таңда келесі авторлардың еңбектері ғылыми қызығушылық тудырады: Бороздина О.Н., Лукашева И.В., Буровцев В.В., Скибин Ю.В., Баймұхамбетов Қ.С., Шимбулатов А.Б., Москвичев О.В., Бегасильев Қ.Б., Исматлов Ж.И., Липская М.А., Клепиков В.В., Овечников М.Н., Альтаева Ж.Ж., Тулемисов А.Ш., Грачёв С.А., Мануева М.В., Баймбетова А.Б., Тлеуханов Н.Б., Замковой А.А., Жебанов А.В., Белый О.В., Кокурин И.М., Малый А.А., Шевчук П.С., Хачатурян Р.В., Корнилов С.Н., Деев Е.А., Иванова Е.А., Таянов Д.В., Абибуллаев С.Ш., Лесов Т.Т., Токтамысова А.Б., Увалиева А.Б., Шайсултанов К.Ш., Штыкова И.В., Брановец Н.Е. және т.б.

Соңғы 10–15 жылдағы аталған авторлардың еңбектері айрықша қызығушылық тудырады. Бұл зерттеулерді талдау көрсеткендей, теміржол тасымалдарын зерттеу мен оңтайландыру саласында белгілі бір жетістіктерге қарамастан, сұрыптау станцияларының технологиялық жұмыс процесін жетілдіру мәселелерін қарастыру орынды болып табылады.

«Қарағанды-Сұрыптау» станциясының жұмысын, сондай-ақ теміржол тасымалдарын жетілдіру саласындағы теориялық және тәжірибелік зерттеулерді талдау негізінде жұмыстың мақсаты мен міндеттері анықталды.

Жұмыстың мақсаты – «Қарағанды-Сұрыптау» станциясының технологиялық жұмыс процесін зерттеу және оңтайландыру.

Зерттеу міндеттері:

Scilab компьютерлік бағдарламасында «Қарағанды-Сұрыптау» станциясының кірме жолдарымен өзара әрекеттесу режимдерін оңтайландыру;

Станция локомотивімен кірме жолдарға вагондарды беру және әкету төлемдеріндегі үнемді анықтау.

Scilab бағдарламасында есептеу алгоритмі ЭЕМ-де келесі параметрлер жиынтығы бойынша оңтайлы және оған жақын екі нұсқаны шығарады:

төбешіктің техникалық жарақтандырылуы және төбешік локомотивтерінің саны;

ПТО бригадасындағы қараушылар топтарының саны;

созу жолдарындағы маневрлік локомотивтер саны;

тәулігіне төбешіктің қалыптастыруды аяқтаумен бос еместік уақыты;

қабылдау паркінде ПТО бригадаларының жүктемесі;

төбешіктің жүктемесі;

созу жолдарындағы маневрлік локомотивтердің жүктемесі;

техникалық тексеруді күту уақытының орташа мәні;

техникалық тексеру ұзақтығы;

техникалық тексеруді күту уақытының орташа мәні;

технологиялық үзілістер мен қалыптастыруды аяқтаумен байланысты төбешіктің бос еместігін ескермегендегі аралық;

сол көрсеткіш, бірақ технологиялық үзілістерді және төбешіктің бос еместігін ескере отырып;

қалыптастыруды күту уақытының орташа мәні;

жинақталу кезіндегі орташа бос тұрып қалу уақыты;

қабылдау паркінде қажет жол саны;

сұрыптау паркінде қосымша және жалпы жолдар саны;

сұрыптау паркінде тұрған жұмыс паркінің вагондарының орташа саны; станция жолдарында тұрған жұмыс паркінің вагондарының орташа саны; станция жолдарының сыйымдылығы мен жұмыс паркінің вагондары арасындағы қатынас; вагондардың станцияда келу сәтінен бастап сұрыптау паркіне қайта қойылғанға дейінгі болу уақыты;

әртүрлі нұсқалардағы келтірілген жылдық шығындардың салыстырмалы көрсеткіштері.

Осылайша, зерттеу нәтижелері қолданбалы сипатқа ие және теміржол көлігі саласындағы ғылыми және инженерлік-техникалық қызметкерлер үшін қызығушылық тудырады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. «Қарағанды-Сұрыптау» станциясының техникалық-реттеу актісі.

2. «Қарағанды-Сұрыптау» станциясының жұмыс технологиялық процесі.

3. Варашев В.Н., Осипов Ю.В., Сафина Г.Л., Рогачева Н.Н. Математикалық талдаудың есептеу әдістері. – Мәскеу: Электрондық оқу басылымы, 2017. – 512 Мб.

ӨНДІРІСТІК ЖАРАҚАТТАРДЫ АЗАЙТУ МАҚСАТЫНДА ӨНЕРКӘСІПТЕГІ АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ МАҢЫЗЫ

Қазіргі заманғы өнеркәсіптік өндіріс технологиялық күрделіліктің жоғары деңгейімен және еңбек процестерінің қарқындылығымен сипатталады. Нормативтік база мен еңбекті қорғау жүйелерінің дамуына қарамастан, өндірістік жарақат алу мәселесі өзекті болып қала береді. Жазатайым оқиғалардың едәуір бөлігі қауіпсіздік техникасының бұзылуына, жұмысшылардың шаршауына және адам факторының қателіктеріне байланысты болады. Жарақаттануды азайтудың ең тиімді бағыттарының бірі автоматтандыру болып табылады – яғни, адамның қауіпті операцияларға қатысуын болдырмауға немесе азайтуға мүмкіндік беретін техникалық және бағдарламалық құралдарды енгізу.

Технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерін, роботты кешендерді және интеллектуалды сенсорлық жүйелерді енгізу келесі жайттар арқылы жарақат алу қаупін айтарлықтай төмендетеді:

- қауіпті аймақтардан адамды алып тастау (жоғары температура, улы орта, ауыр механизмдермен жұмыс);
- жабдықты басқару кезінде адам факторын азайту;
- өндірістік операциялардың дәлдігі мен болжамдылығын арттыру;
- оқиға туындағанға дейін қауіпті жағдайларды анықтауға мүмкіндік беретін мониторинг және болжамды талдау жүйелерін енгізу.

Мысалы, дәнекерлеу, орау, тасымалдау және сапаны бақылау процестерін автоматтандыру жазатайым оқиғалардың санын едәуір азайтуға және жалпы қауіпсіздік көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, автоматтандыру кәсіпорында «қауіпсіздік мәдениетін» дамытуға ықпал етеді. Цифрлық бақылау жүйелерін пайдалану жабдықтың жай-күйі мен еңбек ортасының тұрақты мониторингі үшін жағдай жасайды, бұл қызметкерлердің жауапкершілігі мен тәртібін арттырады. Толықтырылған шындық технологиялары мен оқыту тренажерларын енгізу қызметкерлерді нақты, бірақ толығымен қауіпсіз жағдайда дайындауға мүмкіндік береді. Бұл төтенше жағдайларда қателіктер қаупін азайтады және жұмысшылардың жалпы біліктілік деңгейін арттырады.

Автоматтандыруды персоналды басқару жүйесіне біріктіру маңызды бағыт болып табылады. Қауіпті операцияларды роботтық шешімдермен ауыстыру қызметкерлерге қойылатын кәсіби талаптардың өзгеруімен қатар жүреді – инженерлік және аналитикалық құзыреттердің, цифрлық жүйелермен өзара әрекеттесу дағдыларының маңызы артады. Осыған байланысты кадрларды оқыту және қайта даярлау, оларда қауіпсіз еңбек мәдениетін қалыптастыру және жоғары технологиялық жабдықтармен жұмыс істеу қабілеті ерекше маңызға ие.

Автоматтандыру өнеркәсіптік қауіпсіздікті басқару жүйесіндегі ең тиімді құралдардың бірі болып табылады. Бұл жарақат деңгейін төмендетіп қана қоймай, еңбек өнімділігін, өнім сапасын және өндірістік процестердің жалпы тұрақтылығын арттырады. Қауіпсіздікті одан әрі арттыру үшін кешенді шаралар қажет – цифрлық технологияларды дамыту, персоналды автоматтандырылған жүйелермен өзара іс-қимылға үйрету, автоматтандырылған жабдықты жобалау және пайдалану кезінде қауіпсіздік стандарттарын енгізу.

Жасанды интеллект технологияларын, заттар интернетін және робототехникалық жүйелерді дамыту интеллектуалды өндіріске көшу үшін негіз жасайды, мұнда адам үшін қауіп барынша азайтылады. Осылайша, автоматтандыру өз алдына мақсат емес, ХХІ ғасырда өнеркәсіпті тұрақты дамыту және қауіпсіз еңбекті қамтамасыз ету стратегиясының маңызды элементі болып табылады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Министерство труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Национальный доклад о состоянии условий и охраны труда в Республике Казахстан за 2023 год. — Астана, 2024.
2. Султанов А.К., Ахметова Г.Б. Автоматизация производственных процессов и вопросы промышленной безопасности в Казахстане // Вестник Казахского национального технического университета. — 2023. — №2. — С. 58–65.
3. Жумабаев Н.Т., Есенова Л.А. Цифровизация и охрана труда на промышленных предприятиях Республики Казахстан // Труд и безопасность. — 2022. — №4. — С. 12–20.
4. Назарова Д.Р. Развитие автоматизации и роботизации в контексте снижения производственного травматизма в Казахстане // Индустрия 4.0: технологии и инновации. — Караганда: КарГТУ, 2024. — С. 33–39.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Энергоресурсы обуславливают баланс входных и выходных потенциалов энергетических объектов. Котельная установка состоит из энергетического котла и совокупности энергетических объектов вспомогательного оборудования для обеспечения функционирования и поддержания работоспособности котельной установки. Нарушение баланса энергоресурсов котельной установки, как теплоисточника в схеме электрической станции приводит к дисбалансу энергоресурсов и энергопотенциалов всех энергообъектов тепловой схемы теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), что определяет актуальность постановки изучения энергоресурсов котельной установки.

Входные энергоресурсы (ЭР) котла: топливо, подпиточная вода, воздух. Выходными ЭР котла является перегретый пар для работы паровых турбин, пар постоянной продувки и котельная вода в периодической продувке котла, выбросы золошлакоудаления, дымовые газы с пылезолоуносом и энергопотенциалом кислотообразующих окислов CO_2 , SO_2 , NO_2 . Дымовые газы и выбросы золошлакоудаления и другие выходные ЭР котла обладают тепловым рекуперативным потенциалом.

К вспомогательному оборудованию котельной установки относится электроприводы питателей топлива, топливных смесей с воздухом в горелках топки котла, подпиточной воды в барабан котла, циркуляционных насосов охладителей подшипников в опорах питателей, дымососа и др.

Вспомогательное оборудование обладает входными энергоресурсами, обусловлена их выходными энергетическим потенциалом.

Особенность ЭР котельной установки обусловлена разнообразием физической природы, состоянием, величиной энергопотенциала каждого ЭР и характером их использования.

Целью исследования ЭР котельной установки является формирование рационального баланса входных и выходных энергоресурсов с максимальным КПД по безразмерным оценочным показателям работы котельной установки.

Критерии оценки ЭР основаны на отношении величины текущего оценочного показателя потенциала рассматриваемого энергоресурса к его предельному, максимальному значению так, что суммарное значение “n” оценочных показателей для котельной установки обусловит целевую функцию проектирования ЭР:

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

где: Φ_1 , Φ_2 целевые функции критериев ЭР котла и

вспомогательного оборудования.

Оптимизация целевой функции проектирования ЭР формируется на первоначальном этапе посредством их структурного анализа и синтеза.

Структурный анализ и синтез теплоэнергетических ресурсов (ТЭРС) котельного агрегата выполнен для последовательного и параллельного их подведения к энергообъектам с коэффициентами максимального их использования η_1 η_2 η_3 , рис. 1,2.

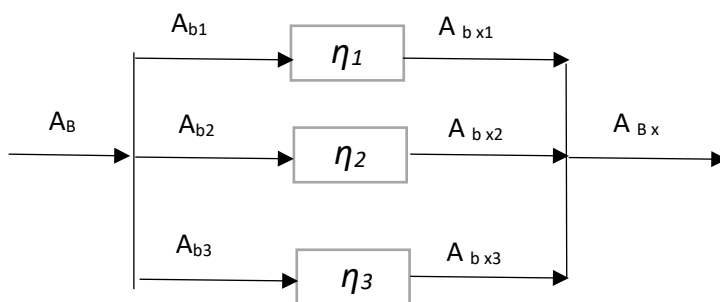


Рис. 1 Параллельное подведение ТЭРС

Величина общего коэффициента использования зависит от доли потенциала ТЭРС с наибольшими составляющими h_1 , h_2 , h_3 и повышается до максимума при h_{1max} , h_{2max} , h_{3max} .

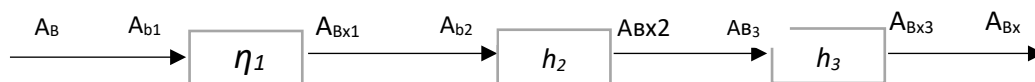


Рис. 2 Последовательное подведение ТЭРС

Величина общего кпд η зависит от доли каждого вводимого ТЭРС с оптимальным η_{1max} η_{2max} η_{3max} и повышается до максимального значения при параллельном подведении ТЭРС.

Оптимизация структуры ТЭРС позволяет рационально использовать невозобновляемые природные ресурсы, решить актуальную задачу по рациональному балансу энергоресурсов котельной установки.

Список использованных источников:

1. Стырикович М.А., Катковская К.Я., Серов Е.П. Котельные агрегаты. Государственное энергетическое издательство, М. 1958. 488 с.
2. Каренов Р.С. Энергетический менеджмент. Учебное пособие. — Караганда: Арка и К, 2015. — 296 с. — ISBN: 978-9965-20-698-6.
3. Каренов Р.С. Основные пути решения казахстанской энергетической проблемы//Қарағанды университетінің хабаршысы. ЭКОНОМИКА Сериясы. =Вестник Карагандинского университета. Серия ЭКОНОМИКА. =Bulletin of the Karaganda University. ECONOMY Series.-2018. №1. С.88-93.

КӨЛІК САЛАСЫНДАҒЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ

Көлік кешені – еліміздің экономикалық және өнеркәсіптік дамуының маңызды салаларының бірі. Автоматтандыру жүйелері мен телекоммуникациялық желілердің сенімділігі көліктік инфрақұрылымның тиімді әрі үздіксіз жұмыс істеуіне тікелей ықпал етеді. Цифрлық трансформацияның енгізілуі көліктік техника мен технологияларды жаңа сапалық деңгейге көтеріп отыр.

Көлікті автоматтандыру – өндірістік және операциялық үдерістерді тиімді, жылдам басқарудың негізгі бағыттарының бірі. Автоматтандырылған басқару жүйелері (әрі АБЖ) теміржол, автомобиль және әуе көліктерінде қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Теміржол көлігіндегі АБЖ – жүк, жолаушылар тасымалын және поездар қозғалысын жоспарлау, бақылауды, сонымен қатар инфрақұрылымына техникалық қызмет көрсетуді жүзеге асыратын бағдарламалық- аппараттық құралдардың кешені. Мысалы, теміржол көлігінде жолаушылар билеттерін сату үдерісін автоматтандыру үшін АБЖ «Экспресс» жүйесі енгізілген. Ол билеттерді онлайн және офлайн режимінде өңдеп, деректердің нақты уақыттағы жаңартылуын қамтамасыз етеді.

Жүк және жолаушылар тасымалын басқару үшін тасымалды басқарудың автоматтандырылған жүйесі (ТБАЖ) кешені қолданылады. Бұл жүйе көлік желісіндегі барлық операцияларды – пойыз қозғалысын, кестелерді, вагон паркін, жөнелту және қабылдау процестерін біріктіріп, олардың өзара байланысын оңтайландырады.

Сонымен қатар, ТБАЖ жүйесі теміржол желісіндегі сұрыптау станцияларының жергілікті басқару жүйелерімен (ССАБЖ) интеграцияланады. Мұндай біріктірілген автоматтандыру көлік инфрақұрылымының тиімділігін арттырып, жүктемені азайтады және адам факторына тәуелділікті төмендетеді.

Көлікті автоматтандыру – өндірістік және операциялық үдерістерді басқарудың негізгі бағыты. Автоматтандырылған басқару жүйелері (АБЖ) теміржол, автомобиль және әуе көліктерінде қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Мысалы, поездардың қозғалысын қашықтан бақылау, логистикалық орталықтардағы жүктердің автоматты сұрыпталуы, дрон-жеткізу және «ақылды» бағдарламалар – көлік саласындағы автоматтандырудың нақты нәтижелері.

Автоматтандыру мен цифрландыру көлік инфрақұрылымының

барлық деңгейлерінде енгізіліп, тасымалдау үдерістерінің қауіпсіздігін, жылдамдығын және сенімділігін арттыруға бағытталған. Оның негізгі бағыттарына: Көліктегі АБЖ; өндірістік және техникалық процестерді автоматтандыру; телекоммуникациялық инфрақұрылымды жетілдіру; интеллектуалды көлік жүйелері (ITS); цифрлық интеграция және деректерді талдау.

Телекоммуникация технологиялары көліктің барлық түрлерін біріктіретін ақпараттық кеңістік құруға мүмкіндік береді. GPS және ГЛОНАСС негізіндегі навигациялық жүйелер, 5G байланысы және деректерді бұлтта сақтау технологиялары көліктік процестердің үздіксіз мониторингі мен жедел басқаруын қамтамасыз етеді. Мұндай жүйелер көлік құралдарының орналасуын, техникалық жағдайын, жүктер мен жолаушылар қозғалысын нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді.

Теміржол саласында телеметриялық деректерді жинау мен талдау вагон дөңгелектері, тежегіш жүйелері мен автотіркемелердің жағдайын уақтылы анықтауға, жоспарлы жөндеуді автоматтандыруға мүмкіндік береді. Автомобиль көлігінде «ақылды» көлік жүйелері (ITS) жол қозғалысын үйлестіріп, кептелістерді азайтады және жол-көлік оқиғаларының санын төмендетеді.

Көлік саласындағы автоматтандыру мен телекоммуникациялық технологиялардың дамуы көлік инфрақұрылымын цифрландырудың және тиімді басқарудың негізгі бағытына айналды. Заманауи автоматтандырылған басқару жүйелері тасымалдау үдерістерін жеделдетіп, деректердің дәлдігін арттырып, адам факторына тәуелділікті азайтуға мүмкіндік береді. Ал телекоммуникациялық инфрақұрылымның жетілдірілуі – көліктегі навигация, қашықтықтан бақылау және логистикалық тізбектердің ашықтығын қамтамасыз етудің басты шарты болып отыр.

Болашақта көлік саласын интеллектуалды басқаруға, үлкен деректерді талдау негізінде шешім қабылдауға көшу оның тұрақты және энергия тиімді дамуын қамтамасыз етеді. Бұл үрдістер көлік жүйелерінің қауіпсіздігін арттырып, экологиялық жүктемені төмендетуге, сондай-ақ көлік кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін күшейтуге бағытталған.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

1. Озеров А.В., Куроптева А.П. *Современные системы технической диагностики и мониторинга на железнодорожном транспорте. // Наука и технологии железных дорог, вып. 1(29), 2024.*
2. МС Комов. *«Современные цифровые технологии как инструмент развития транспортных систем ЕАЭС». Журнал информационных технологий и логистики, 2020.*
3. Попов П.А. *«Инновационное развитие железных дорог». Азия-Транстек, №4 2024.*

ЖҮК КӨТЕРУ МЕХАНИЗМДЕРІ ҮШІН ЖҮКТІҢ ТЕРБЕЛУІНЕ ҚАРСЫ ЖҮЙЕНІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Өндірістік және құрылыс алаңдарында қолданылатын жүк көтеру механизмдерінің тиімділігі мен қауіпсіздігі олардың басқару жүйесінің дәлдігіне тікелей байланысты. Жүктің қозғалу кезінде аспалы күйде тербелуі – механизм динамикасына кері әсер ететін негізгі факторлардың бірі. Тербелістер жүктің орнығу уақытын арттырып, жұмыс өнімділігін төмендетеді және қауіпті жағдай туғызуы мүмкін. Осыған байланысты тербелісті басқару және азайтуға бағытталған интеллектуалды басқару жүйелерін әзірлеу маңызды ғылыми-техникалық мәселе болып табылады.

Жүктің қозғалысы маятниктік модельге сәйкес болғандықтан, зерттеу барысында жүйенің динамикасы Лагранж теңдеулері арқылы сипатталды. MATLAB/Simulink ортасында жүктің тербеліс бұрышы, тұрақталу уақыты және басқару сигналы әсері сандық модельдеу арқылы талданды. Алынған нәтижелер классикалық басқару тәсілдері кезінде тербелістің баяу бәсеңдейтінін көрсетті. Осыған байланысты басқару құрылымын жетілдіру қажеттілігі анықталды.

Мақсат – жүктің тербелісін азайтуға бағытталған PID және fuzzy logic элементтері біріктірілген бейімделгіш басқару жүйесін жобалау және алгоритм жұмысын аппараттық және имитациялық ортада тексеру.

Зерттеу аясында басқару алгоритмі LSIS XG5000 ортасында PLC үшін жүзеге асырылды. Бағдарламада:

- жүктің тербелісін бағалау үшін бұрыштық өзгеріс есептелді;
- PID реттегіші fuzzy logic түзету блогымен біріктірілді;
- арбаның үдеуі мен жылдамдығына шектеулер енгізілді.

Тұрақты қозғалысқа шығу және тоқтау профильдері бірқалыпты өзгерістермен басқарылды.

Бақылау бағдарламасының симуляциясы нәтижесінде жүктің тербеліс амплитудасы бастапқы модельмен салыстырғанда орта есеппен 20–35% төмендейтіні байқалды. Бұл ұсынылған басқару жүйесінің тиімділігін дәлелдейді.

Алгоритмді визуалды және динамикалық тұрғыдан тексеру мақсатында Unity ортасында кран және жүк қозғалысын модельдейтін виртуалды имитациялық жүйе әзірленуде. Бұл жүйе:

- жүктің тербелісін нақты уақыттық физикалық модель арқылы көрсетеді;
- PLC-ден келетін басқару сигналдарын қабылдай алады;
- басқару параметрлерін өзгерту кезінде жүк қозғалысының динамикасын бірден бақылауға мүмкіндік береді.

Unity имитаторы алгоритмді физикалық құрылғыға енгізбей тұрып қауіпсіз ортада тексеру, салыстыру және оңтайландыруға жағдай жасайды.



Сурет 1 – Unity бағдарламасында жүктің тербелуіне қарсы жүйе сұлбасы

Жүргізілген зерттеу нәтижелері жүк көтеру механизмдеріндегі жүктің тербелісін азайтуға арналған интеллектуалды басқару жүйесін қолданудың тиімді екенін көрсетті. LSIS XG5000 PLC ортасында құрылған басқару логикасы тербелістің бәсеңдеу жылдамдығын арттырды, ал Unity негізіндегі имитациялық модель жүйені визуалды түрде зерттеуге мүмкіндік берді. Бұл тәсіл басқару алгоритмдерін нақты өндірістік ортаға енгізбестен бұрын жан-жақты тексеруге жағдай жасайды.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

- 1) Абдрахманов Б.М. Көтергіш-көліктік машиналар: оқулық. – Алматы: Білім, 2019. – 248 б.
- 2) Хасенов Н.К., Сарсенов А.Б. Жүк көтергіш құрылғылардағы тербеліс процестерін басқару әдістері // ҚазҰТЗУ Хабаршысы. – 2021. – №2. – Б. 45–52.
- 3) Zubkov S.A., Kiseliev V.V. Control of Load Oscillations in Overhead Cranes // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 709. – <https://iopscience.iop.org/>
- 4) Zhao, H. et al. (2023). MR damper-based anti-sway system for offshore crane payloads. Journal of Intelligent Material Systems and Structures, SAGE Publications.
URL: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/14644193231219390>
- 5) Chen, J. et al. (2012). Anti-sway control of overhead cranes using dynamic vision sensor and fuzzy logic. Solid State Phenomena, Vol. 198, pp. 589–593.
URL: <https://www.scientific.net/SSP.198.589>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Современное развитие электроэнергетики характеризуется активным внедрением технологий цифровизации, что позволяет существенно повысить эффективность управления режимами распределительных сетей и снизить технологические потери электроэнергии. Одним из приоритетных направлений является создание интеллектуальных систем, обеспечивающих мониторинг, анализ и оптимизацию потокораспределения в электрических сетях. В работе рассмотрен подход к построению системы снижения потерь электроэнергии (ССПЭ), основанный на комплексном использовании информационных технологий, математического моделирования и автоматизированного управления [1].

На рисунке 1 представлена структурная схема предлагаемой системы, включающая блоки сбора и анализа данных, прогнозирования параметров режима, оценки потерь электроэнергии и принятия управляющих решений. Центральным элементом архитектуры является модуль анализа текущих потерь, интегрированный с системой диспетчерского управления. Информация о нагрузках, параметрах линий и напряжениях поступает в систему из измерительных комплексов (АСКУЭ, SCADA), после чего подвергается математической обработке с использованием методов статистического анализа и машинного обучения. На основании этих данных формируются корректирующие управляющие воздействия, направленные на оптимизацию режимов сетей.

Основным принципом работы СППЭ является автоматизация цикла «измерение – анализ – воздействие». На первом этапе происходит сбор данных о потоках мощности, напряжениях и токах на узлах распределительной сети. Далее алгоритм прогнозирования на основе моделей временных рядов или нейронных сетей определяет ожидаемые изменения нагрузок. Затем модуль расчёта потерь формирует оценку удельных потерь активной энергии по каждому элементу сети, используя аналитические зависимости вида:

$$\Delta P = I^2 R,$$

где I – ток в линии, R – активное сопротивление проводников. На заключительном этапе система принимает решение о включении компенсирующих устройств, регулировании ответвлений трансформаторов и перераспределении нагрузок между линиями, минимизируя общие

потери.



Рисунок 1 - Структурная схема системы снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях

Важным элементом ССПЭ является блок оптимизации, реализующий алгоритм поиска минимальных потерь с учётом ограничений по допустимому уровню напряжения и токовой нагрузке. Для этой цели используется многокритериальная функция, объединяющая технические и экономические показатели, что позволяет достигать компромисса между минимизацией потерь и стабильностью режимов. Реализация подобных алгоритмов возможна в цифровых подстанциях и распределительных центрах управления, где данные поступают в режиме реального времени и решения принимаются автоматически [2].

Проведённое моделирование показало, что применение структурной системы управления, представленной на рисунке 1, обеспечивает снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях на 8–12 % за счёт комплексного анализа режимов и оптимизации потокораспределения. При этом достигается повышение надёжности электроснабжения потребителей, так как система оперативно реагирует на отклонения параметров и формирует управляющие воздействия без участия оператора. Дополнительным преимуществом является возможность накопления исторических данных, что позволяет обучать прогнозные модели и совершенствовать алгоритмы управления на основе реальных режимов работы сетей.

Список использованных источников:

1. Трошин, С.А., & Дьяков, И.В. Алгоритмы управления потерями электроэнергии в интеллектуальных распределительных сетях // *Электроэнергетика: новые технологии и решения*. – 2022. – № 4. – С. 33–41.
2. Lee, D., & Park, S. Intelligent energy loss reduction techniques for smart distribution systems // *Electric Power Systems Research*. – 2023. – Vol. 221. – P. 109463.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АВТОНОМНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ

Разработка распределенной беспроводной Wi-Fi системы контроля технического состояния зданий и сооружений направлена на создание интеллектуальной инфраструктуры, обеспечивающей непрерывный сбор, передачу и анализ данных о параметрах состояния объектов. При математическом описании технического состояния мостовых сооружений и строительных зданий берутся во внимание следующие показатели, зависимости которых строятся на основе известных функций: показания трещин, значения температуры, вибраций в результате влияния магнитных полей, а также скорость ветра, воздействующая на расположение объекта или изменение угла его наклона. Построение математической модели объекта исследования необходимо для функционального и количественного описания взаимосвязей между этими параметрами[1].

Реализованная в рамках распределенной беспроводной Wi-Fi системы модель позволяет формировать структурированную базу данных, проводить статистическую обработку измерений и выявлять критические отклонения от нормальных значений. Полученные результаты измерений, передаваемые по беспроводным каналам связи, обеспечивают возможность удаленного мониторинга в режиме реального времени как в локальных, так и в глобальных сетях.

Благодаря интеграции с интернет-технологиями просмотр и анализ данных могут выполняться авторизованными пользователями с любого устройства, имеющего доступ к сети - смартфона, планшета, ноутбука или компьютера. Тем самым, разработанная распределенная беспроводная система не только автоматизирует процесс контроля технического состояния зданий и сооружений, но и решает проблемные вопросы настройки, совместимости и синхронизации оборудования на приемной стороне с передающими узлами, формируя единую интеллектуальную среду мониторинга инженерных объектов [2].

Критическое значение $K_{кр}$ определим по уровню значимости $\alpha = 0,01$ согласно таблице распределения Фишера и числам степеней свободы:

$$k_1 = n_1 - 1 = 50 - 1 = 49,$$
$$k_2 = n_2 - 1 = 50 - 1 = 49: K_{кр} = F(k_1, k_2; \alpha) = F(49, 49; 0,01) = 1,44.$$

Из таблиц Лапласа находим $u_{кр} = 2,96$ для уровня надежности равным 97%, для достижения уровня надежности в 98%, $u_{кр} = 3,1$.

Расчитанные наблюдаемые значения статистики K во всех случаях не попадают в критическую область и удовлетворяют условие $K_{\text{набл}} < K_{\text{крит}}$, поэтому нет оснований отвергать нулевую гипотезу [3]. Полученные результаты исследования разработанной системы надежны на 98% в связи с тем, что расчеты проводились исходя из выбранного уровня надежности в этом диапазоне (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты математических расчетов

Наименование параметра или датчика	Мат.ожидание (беспровод-ной способ)	Дисперсия (беспровод-ной способ)	Доверительный интервал (беспроводной способ)
Магнитометр (по оси X)	9,2801	0,4212	8,995: 9,5646
Магнитометр (по оси Y)	42,7076	0,3942	42,4314: 42,9839
Магнитометр (по оси Z)	30,6096	0,4649	30,3106: 30,9085
Температура (DHT11)	22,084	0,021	22,01: 22,14
Влажность (DHT11)	35,46	0,2534	35,23: 35,68
Температура (DHT22)	24,498	0,228	24,28: 24,7
Влажность (DHT22)	50,286	2,69	49,56: 51
Датчик расстояния №1	1,19	≈ 0	1,1905: 1,1907
Датчик расстояния №2	1,19	≈ 0	1,1900: 1,1901

Данная работа проведена для формирования математической модели и проведения обработки новых данных и результатов с перспективой применения ИИ в рамках проекта АР26197145 «Разработка распределенной беспроводной Wi-Fi системы контроля технического состояния зданий и сооружений».

Список используемой литературы:

- 1 Ивель В.П., Разинкин В.П., Калиаскаров Н.Б. Разработка беспроводного устройства мониторинга состояния трещин и стыков зданий и сооружений, и его преимущества. // Вестник КазАТК, Алматы, 2019. – №2, – С.10-17.
- 2 Калиаскаров Н.Б., Ивель В.П., Герасимова Ю.В., Петров П.А., Югай В.В. Использование технологии WI-FI для сбора и передачи данных температуры и влажности. // Вестник ПГУ. Серия Энергетика, Павлодар, 2020. – №4, – С.215-227.
- 3 Смыслова З.А. Математика IV. Основы теории вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000. –130 с

АҚЫЛДЫ ӨНДІРІСТІҢ ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ AR- ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Қазіргі заманғы өнеркәсіптің даму бағыты физикалық және цифрлық орталарды біріктіретін интеллектуалды басқару жүйелерін енгізуге бағытталған. Индустрия 4.0 тұжырымдамасы өндірістік процестердің толық цифрлануы мен автоматтандырылуын көздейді, бұл жүйелердің бейімделгіштігін, автономдылығын және өзара байланысын қамтамасыз етеді [1]. Осы парадигманың негізгі элементтерінің бірі – цифрлық егіз (Digital Twin) технологиясы, ол нақты объектінің виртуалды көшірмесін қалыптастырып, физикалық процестермен деректер алмасу арқылы синхронды жұмыс істеуге мүмкіндік береді [2].

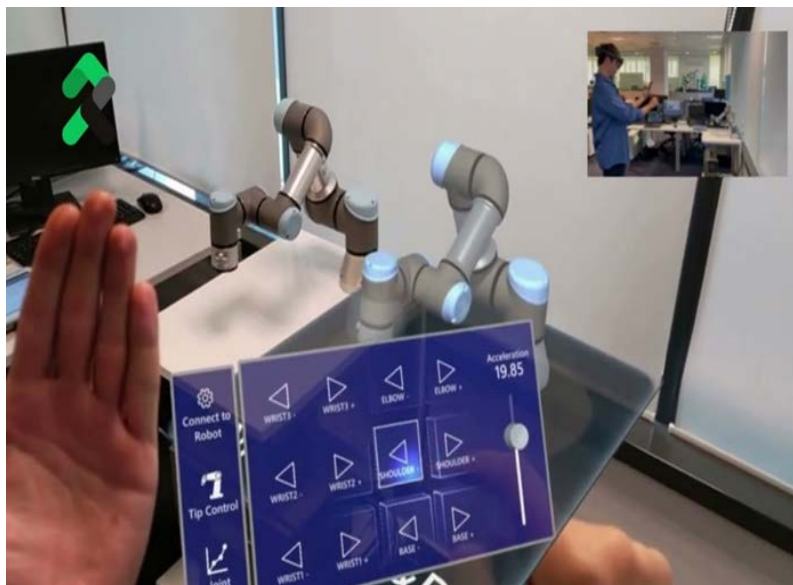
Цифрлық егіз технологиясы жабдықтың жай-күйін үздіксіз бақылауға, оның жұмыс параметрлерін болжауға, тиімділігін арттыруға және өндірістік процестерді тәуекелсіз модельдеуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл инженерлік талдаудан бастап стратегиялық басқаруға дейінгі шешімдерді оңтайландыруға бағытталған маңызды құрал ретінде қарастырылады [2].

Сонымен қатар, толықтырылған шындық (Augmented Reality, AR) технологиялары адамның кибер-физикалық жүйелермен өзара әрекетін жаңа деңгейге көтеруде. AR технологиясы физикалық кеңістікке цифрлық ақпаратты енгізу арқылы операторға нақты уақытта жабдықтың күйін бақылауға, визуалды диагностика жасауға және шешім қабылдау процесін жеделдетуге мүмкіндік береді [3].

Цифрлық егіз бен AR технологияларын біріктіру интерактивті өндірістік жүйелерді қалыптастырады, мұнда пайдаланушы нақты уақытта өндірістік процестерді бақылай алады, талдайды және басқару әрекеттерін жүзеге асырады. Мұндай синергия цифрлық егіз арқылы алынған деректерді дәл және терең талдау мүмкіндігін береді, ал AR технологиясы бұл ақпаратты көрнекі және түсінікті түрде ұсынады [3].

Зерттеу барысында модельдеу, басқару және визуализация деңгейлерінің арасындағы өзара байланыс құрылымы қарастырылған. Негізгі назар заманауи өнеркәсіптік деректер алмасу хаттамалары мен интеграциялық стандарттарға аударылған, олар жүйелер арасындағы үйлесімділікті және нақты уақыттағы ақпараттық өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді. Бұл тәсіл түрлі өндірістік платформаларды, контроллерлер мен визуализация құралдарын біріктіріп, икемді және кеңейтілетін цифрлық инфрақұрылым қалыптастыруға мүмкіндік береді [4].

Жұмыстың басты мақсаты – AR технологиясын қолдайтын цифрлық егіз жүйесінің әмбебап архитектурасын ұсыну және оны интеллектуалды өндірістік ортада қолдану мүмкіндіктерін зерттеу. Осы мақсатта қазіргі шешімдер талданып, цифрлық модель мен визуализация интерфейсінің өзара әрекет принциптері анықталып, кибер-физикалық жүйе элементтерінің интеграциялық талаптары айқындалады.



Зерттеу нәтижелері өндірістік процестерді визуализациялауға, қашықтан бақылауға және персоналды оқытуға арналған AR-негізделген жүйелерді әзірлеудің ғылыми-әдістемелік негізін құрайды. Мұндай шешімдер өнеркәсіптік кәсіпорындарда, оқу зертханаларында және зерттеу орталықтарында тиімділікті арттыру, шығындарды азайту және қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында қолданылуы мүмкін [5].

Болашақ зерттеулер интеллектуалды деректер талдау алгоритмдерін, машиналық көру технологияларын және жасанды интеллект элементтерін біріктіруге бағытталады. Бұл бағыт адам мен машина арасындағы өзара байланысты жаңа деңгейге көтеруге және зияткерлі өндіріс тұжырымдамасын толық іске асыруға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

4. Lee J., Bagheri B., Kao H. A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 2015.
2. Кашкаров А.В., Жуков В.А. Цифрлық егіздер жүйелеріндегі автоматтандыру архитектурасы мен интеграциясы. *Өнеркәсіптік автоматтандыру және IT*, №2, 2021.
3. ISO/IEC 30173:2023. Augmented Reality Reference Model. International Organization for Standardization.
4. Smith R., Wang L. *Industrial Communication Protocols and Integration Standards for Smart Manufacturing*. Springer, 2022.
5. Tao F., Zhang M. *Digital Twin Driven Smart Manufacturing*. Academic Press, 2022.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕТИ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Рост доли распределённой генерации на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в системах низкого (0,4 кВ) и среднего (6-10 кВ) напряжения вызывает кардинальные изменения режимов работы электрических сетей. Эти изменения проявляются в повышении напряжения на концах линий, появлении обратных перетоков, локальных перегрузках и росте потерь мощности. В условиях Казахстана данная проблема усугубляется холодным климатом, сезонностью выработки солнечных и ветровых установок, а также ограниченными возможностями сетевой модернизации.

В мировой практике вопрос интеграции распределённых ВИЭ активно исследуется в контексте концепции Smart Grid и повышения так называемой хостинг-ёмкости сетей. Термин «хостинг-ёмкость» (hosting capacity) обозначает максимально возможную долю ВИЭ, которую может принять сеть без нарушения нормативных параметров качества электроэнергии и надёжности электроснабжения. По данным исследований IEEE, CIGRE и IEA, основные факторы, влияющие на хостинг-ёмкость, включают сопротивление линий, тип трансформатора, распределение нагрузок, режим реактивной мощности и наличие накопителей энергии.

Одним из наиболее эффективных методов повышения эффективности интеграции ВИЭ является применение управляемых инверторов с функцией регулирования реактивной мощности по закону $Q(U)$ или $PF(U)$. Такие решения позволяют снизить перенапряжения и стабилизировать напряжение в узлах присоединения без значительных капитальных затрат. Дополнительный эффект достигается при совместном использовании батарейных накопителей энергии (BESS), которые обеспечивают сдвиг генерации по времени, предотвращая обратные перетоки и избыточное напряжение в дневные часы.

Анализ современных публикаций показывает, что комбинация мер «инверторное управление - накопители» способна увеличить хостинг-ёмкость распределительных сетей на 20-45% без замены трансформаторов и линий. При этом локальные меры, такие как фазовая балансировка, реконфигурация секций и корректировка уставок РПН, обеспечивают дополнительный эффект до 10-15%. В ряде стран (Германия, Дания, Южная Корея) эти решения реализуются в рамках национальных программ по гибкой интеграции ВИЭ.

В сетях Казахстана особое внимание следует уделить учёту

климатических факторов. При низких температурах увеличивается сопротивление кабелей, что способствует повышению потерь, но одновременно позволяет использовать более высокие токи без перегрева. Это открывает возможности для временного повышения пропускной способности линий в зимний период. Однако температурные дерейтинги инверторов и аккумуляторов требуют адаптации алгоритмов управления. Кроме того, из-за разрежённости потребителей и протяжённости сетей среднего напряжения важно учитывать неравномерность нагрузок и ограниченность каналов связи при внедрении цифровых систем управления.

Таблица 1 - Основные направления повышения эффективности интеграции ВИЭ в распределительные сети

№	Направление мероприятий	Механизм воздействия	Ожидаемый эффект
1	Интеллектуальное управление инверторами	Введение адаптивных алгоритмов Q(U), PF(U) и ограничений по мощности	+10-20% хостинг-ёмкости, стабилизация напряжения
2	Использование систем накопления энергии	Применение BESS для сглаживания профилей генерации и предотвращения обратных потоков	+15-25% хостинг-ёмкости, повышение надёжности
3	Оптимизация структуры сети	Балансировка фаз, перераспределение нагрузок, секционирование фидеров	Снижение потерь до 8-10%, рост устойчивости сети
4	Регулирование напряжения трансформаторами	Настройка уставок РПН/РТН, внедрение регуляторов напряжения на НН	+5-10% хостинг-ёмкости, поддержание параметров качества
5	Цифровой мониторинг и моделирование	Внедрение онлайн-систем сбора данных, моделирование в DIgSILENT/OpenDSS	Повышение управляемости, предотвращение

Таким образом, повышение эффективности интеграции распределённых ВИЭ в сети низкого и среднего напряжения требует комплексного подхода, включающего технические, цифровые и организационные меры. Наиболее перспективными направлениями являются локальное управление напряжением средствами инверторов, внедрение накопителей энергии и цифровых систем мониторинга. Эти решения позволяют повысить пропускную способность существующих сетей без масштабных инвестиций и создать основу для развития интеллектуальных распределительных систем в Казахстане.

Список использованных источников:

1. IEEE Std 1547-2018. Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces. IEEE, 2018.
2. NREL (National Renewable Energy Laboratory). Grid Integration of Distributed PV Systems. Golden, Colorado, 2021.
3. Fraunhofer ISE. High Penetration of PV in Distribution Networks – Technical and Economic Challenges. Freiburg, 2022.

РАЗРАБОТКА МИМО-МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СИСТЕМЫ DLE ГТУ PGT-25 В СРЕДЕ MATLAB

Газовые турбины PGT-25 с DLE системой являются основой многих компрессорных станций. Их система сгорания Dry Low Emission (DLE) крайне чувствительна к составу газа, температуре воздуха и износу компонентов.

Проблема: стандартные АСУ ТП на базе GE контроллеров Mark VIe работают по статичным картам. У АСУ ТП отсутствует обратная связь по ключевым параметрам эффективности - выбросам NOx и CO. Это не позволяет оперативно адаптировать режим для компенсации деградации или изменения внешних условий, приводя к неоптимальной и потенциально нестабильной работе турбины. Исследования в области ЦД для ГТУ уже проводились в работах [1, 2], однако вопросы моделирования именно DLE-систем PGT-25 остаются открытыми [3].

Цель исследования: разработка и апробация цифрового двойника DLE системы PGT-25, реализованного как МИМО-модель в среде Matlab, способного в реальном времени прогнозировать состав выхлопных газов и состояние камеры сгорания.

Сбор данных для модели ЦД.

Основой для data-driven цифрового двойника является качественный набор данных. Поскольку штатные датчики ГТУ не измеряют выбросы, была проведена процедура DLE mapping.

Принципиальная схема установки для сбора данных показана на Рисунке 1.

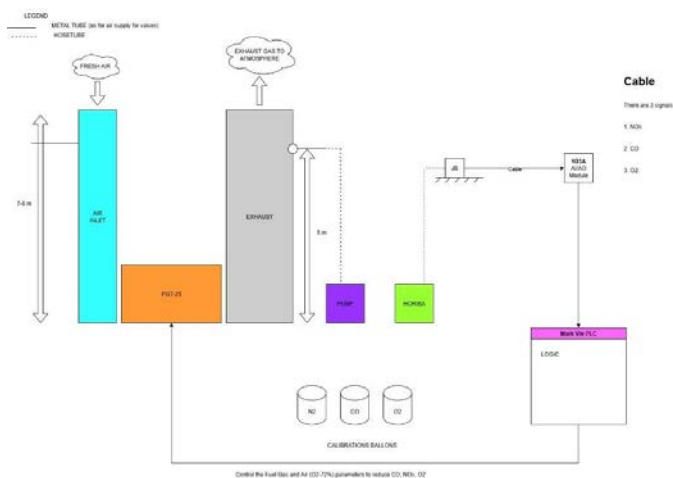


Рисунок 1. Принципиальная схема установки для DLE mapping

Архитектура модели ЦД.

Разработка ЦД проводилась в среде Matlab. Система DLE была представлена как МИМО:

Входы (U): Нагрузка IGV (%) и FGV (%)

Выходы (Y): NO_x (ppm), CO (ppm), O₂ (%)

Для идентификации математической модели на основе собранных трендов использовался Matlab System Identification Toolbox.

Результаты исследования и обсуждение.

Разработанная МИМО-модель будет применена для решения двух практических задач:

1. Виртуальная модель DLE системы.

Проблема: Повторный физический DLE mapping - дорогостоящая и сложная процедура.

Решение: ЦД, реализованный в Matlab Simulink, позволяет проводить "виртуальный mapping" в любой момент. Оператор в режиме "симулятора" может изменять входные переменные на модели и мгновенно видеть прогнозируемое изменение выбросов, находя оптимальный режим без риска ущерба состоянию турбины.

2. Предиктивная диагностика. Мониторинг "здоровья" системы.

Модель ЦД в реальном времени рассчитывает ожидаемые выходы и сравнивает их с реальными показаниями штатных датчиков, что способствует оперативному реагированию в случае отказа или поломок.

Заключение.

Проведена процедура DLE mapping (Рисунок 1) и собран обучающий набор данных о работе DLE PGT-25.

В среде Matlab идентифицирована МИМО-модель ЦД, способная с высокой точностью прогнозировать выбросы (NO_x, CO, O₂).

Показана эффективность ЦД в Simulink для задач "виртуального mapping" (оптимизации) и предиктивной диагностики.

Практическая значимость: Внедрение ЦД позволяет повысить надежность, экономичность и экологичность эксплуатации ГТУ.

Список использованных источников:

1. Jian Tiong Lim, Achnaf Habibullah and Eddie Yin Kwee Ng. Towards a Digital Twin for Gas Turbines: Thermodynamic Modeling, Critical Parameter Estimation, and Performance Optimization Using PINN and PSO. – Singapore: «Energies», 2025. – 28 p.
2. Vili Panov, Sam Cruz. Gas Turbine Performance Digital Twin for Real-Time Embedded Systems. // Журнал ResearchGate, 2020. – 9 p.
3. Mochammad Faqih, Madiyah Binti Omar, Rosdiazli Ibrahim and Bahaswan A. A. Omar. Dry-Low Emission Gas Turbine Technology: Recent Trends and Challenges. – Malaysia: «Applied Sciences», 2022. – 30 p

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СО СВОБОДНОПОРШНЕВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ И ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ

Цифровое моделирование сложных энергетических систем позволяет проводить предварительную верификацию их работы, оптимизировать параметры и сократить затраты на физические испытания. В данной работе представлена структурная модель инновационной энергетической установки, основанной на использовании свободнопоршневого двигателя (СПД) и линейного генератора возвратно-поступательного перемещения (ГВПП). Особое внимание уделяется анализу принципиальной схемы, её функциональных элементов и потенциальных режимов работы. Модель разработана на основе системного подхода и ориентирована на применение в составе автономных или гибридных энергетических комплексов.

Современные требования к автономным источникам энергии предполагают повышение эффективности преобразования энергии, компактность конструкции и возможность адаптации к изменяющимся нагрузкам. Одним из инновационных решений в данной области является энергетическая установка на базе СПД и возвратно-поступательного генератора. Такая конфигурация позволяет устранить традиционные элементы кривошипно-шатунного механизма, сократить механические потери и интегрировать управление на базе цифровых алгоритмов [1].

Моделирование подобных установок даёт возможность исследовать как термодинамические, так и электрические процессы, оценить реакцию системы на переменные условия и выявить оптимальные режимы работы.

На рисунке 1 представлена схема энергетической установки, включающая:

- две камеры сгорания, расположенные по обе стороны свободноподвижного поршня;
- линейный генератор, обеспечивающий прямое преобразование механической энергии в электрическую;
- управляющие системы зажигания, впрыска и охлаждения;
- демпфирующие элементы и контрольные датчики.

Свободнопоршневой двигатель создаёт возвратно-поступательное движение, которое индуцирует электродвижущую силу в линейной обмотке генератора. Управление системой осуществляется по алгоритму чередующегося зажигания в камерах, что позволяет синхронизировать движение поршня с выработкой энергии. Такая топология эффективно реализуется в среде *Simulink* или *Modelica* и может быть адаптирована под различные типы топлива.

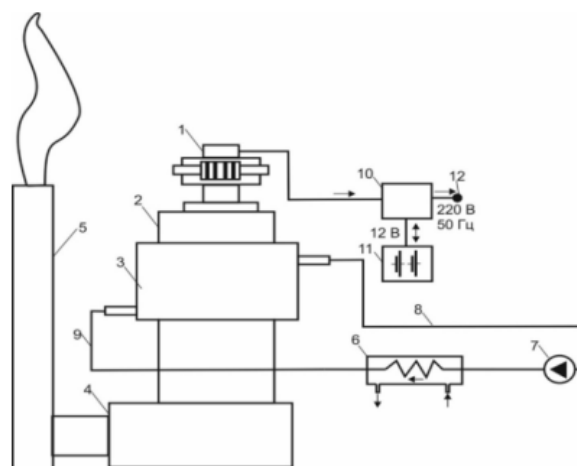


Рисунок 1 – Схема взаимодействия компонентов СПД и линейного генератора в энергетической установке: 1 – линейный генератор; 2 – свободно-поршневой ДВПТ; 3 – жидкостная система охлаждения; 4 – источник нагрева (печи с топкой); 5 – дымовая труба; 6 – теплообменник системы охлаждения; 7 – циркуляционный насос; 8 – подающий трубопровод; 9 – обратный трубопровод; 10 – электрический блок управления и преобразования; 11 – накопитель; 12 – устройство для подключения внешней электрической нагрузки.

Цифровое моделирование позволяет проанализировать ключевые параметры установки: скорость перемещения поршня, напряжение и ток на выходе генератора, КПД преобразования. На основании схемы, представленной на рисунке 1, построена функциональная модель, отражающая динамику процессов в режиме чередующегося зажигания.

Результаты показывают, что при правильно подобранных параметрах сгорания установка способна работать в устойчивом режиме при нагрузке переменного характера. Возможны как буферные, так и постоянные режимы выработки энергии. Подобная система может быть использована в составе мобильных электростанций, аварийных источников питания, транспортных платформ и автономных энергетических систем [2].

Моделирование энергетической установки с СПД и ГВПП демонстрирует высокий потенциал такой архитектуры для современных задач автономного энергоснабжения. Минимизация числа движущихся механических частей, прямая генерация энергии и возможности интеллектуального управления делают такую установку перспективной для дальнейших исследований, оптимизации и практического применения.

Список использованных источников:

1. Анисимов С.А., Лосев А.А. Свободнопоршневые двигатели: концепции и перспективы применения // *Энергетика и транспорт*. — 2021. — №2. — С. 18–24.
2. Kim J., Cho B. Design and Control of a Linear Generator for Free-Piston Engine Applications // *IEEE Transactions on Energy Conversion*. — 2020. — Vol. 35, No. 4. — P. 1865–1873.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Раньше пекарня работала вручную: пекари сами замешивали тесто, следили за временем брожения, вручную формовали и выпекали изделия. После внедрения автоматизации большинство этих процессов берут на себя умные машины и программное управление. Роль человека смещается от физической работы к контролю, настройке и обслуживанию оборудования.

Автоматизация производства хлебобулочных изделий является одной из наиболее важных процессов.

Целью данной автоматизации является снизить долю ручного труда, повысить стабильность качества продукции и увеличить производительность без увеличения штата сотрудников.

Всего будет 5 этапов автоматизации:

1. Замес теста - смешивание муки, воды, дрожжей и добавок.

Установка автоматического тестомесильного агрегата с дозаторами ингредиентов и программным управлением. Сенсоры следят за вязкостью и температурой теста.

2. Брожение (подъем теста) - тесто должно «подойти» при определенной температуре и влажности.

Использование умной камеры брожения с контролем температуры, влажности и времени, управляемой через систему PLC или IoT.

3. Формовка и разделка теста - деление теста на порции, придание формы (батон, булочка и т. д.).

Роботизированная линия с дозирующими и формирующими механизмами. Визуальные сенсоры контролируют размер и форму изделий.

4. Выпечка - процесс выпечки при определённой температуре.

Умная печь, управляемая контроллером: автоматически регулирует температуру и время, имеет датчики влажности и теплового распределения.

5. Упаковка и маркировка - готовые изделия охлаждаются, упаковываются, маркируются.

Робот-укладчик и автоматическая маркировочная машина, подключенные к ERP-системе, которая отслеживает партию и дату выпуска.

Интеграция автоматизации имеет следующие приоритеты.

Всё оборудование можно объединить в единую цифровую систему управления производством (MES/SCADA):

- Оператор видит все этапы на экране.
- Система сама регулирует параметры.
- Сбор данных для анализа (объем производства, энергопотребление, отклонения и т. д.).

- Возможность удалённого мониторинга через интернет.

Ожидаемый эффект от автоматизации:

- Снижение ручного труда на 60–80%.
- Сокращение брака.
- Повышение стабильности качества продукции.
- Экономия ресурсов (мука, энергия, вода).
- Возможность масштабирования без найма дополнительного персонала.

Список использованных источников:

1. <https://www.op-teko.ru/products/normal/ukk/ukk-adr.html>.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвейер>.
3. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ЭЛЕМЕНТАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Актуальность работы заключается в том, что современные промышленные предприятия всё чаще сталкиваются с необходимостью рационального использования электрической энергии. Щековые дробилки, являясь одним из наиболее энергоёмких звеньев в цепочке переработки твёрдых материалов, отличаются непостоянным расходом мощности, зависящим от характеристик породы и технического состояния узлов. Существующие схемы управления не способны своевременно реагировать на колебания нагрузки, что ведёт к потере эффективности и ускоренному износу компонентов. Это обуславливает потребность в интеллектуальных системах анализа, которые способны не просто фиксировать параметры, но и предсказывать их поведение с учётом динамики технологического процесса.

Целью работы является создание интеллектуальной системы наблюдения за энергопотреблением щековой дробилки, основанной на методах машинного обучения, позволяющей прогнозировать режимы работы оборудования и минимизировать энергозатраты при сохранении производительности.

Основой предложенного решения служит модульная архитектура, включающая три взаимосвязанных блока: сбор информации, обработку сигналов и интеллектуальный анализ. В первом блоке регистрируются ключевые параметры – ток, момент на валу, вибрационные характеристики, а также температурные показатели подшипников. Далее данные проходят цифровую фильтрацию и преобразование, в результате чего формируются информативные признаки, описывающие энергетическое состояние установки.

На следующем уровне используется аналитический модуль, где применяются методы регрессионного моделирования и обучаемые алгоритмы классификации, формирующие связь между технологическими факторами и расходом энергии. Поток данных могут передаваться через промышленные интерфейсы Modbus или по беспроводным сетям стандарта LoRaWAN. Визуализация информации реализуется в среде SCADA, что даёт оператору возможность отслеживать изменения нагрузки, оценивать эффективность процесса и получать предупреждения о возможных отклонениях.

Экспериментальные испытания подтвердили, что внедрение интеллектуального мониторинга снижает удельное энергопотребление на 8–12 % за счёт адаптации режимов дробления и предотвращения перегрузок. Система также демонстрирует способность распознавать ранние признаки износа деталей, что уменьшает неплановые простои оборудования.

Научная новизна проекта заключается в применении алгоритмов машинного анализа данных для построения прогностической модели энергопрофиля дробилки с учётом эксплуатационных факторов. В отличие от традиционных схем автоматизации, разработанный подход обеспечивает самонастраивающееся регулирование, которое повышает стабильность и экономичность технологического процесса.

Внедрение предложенной системы объединяет принципы энергоуправления, цифровизации и интеллектуального контроля. Это способствует повышению эффективности работы дробильных агрегатов, продлению ресурса механических узлов и снижению затрат на обслуживание. В перспективе планируется создание цифрового двойника установки, что позволит реализовать полноценную оптимизацию параметров в реальном времени.

Список используемых источников

1. Бобровников, А. В. Системы автоматизации дробильного оборудования карьеров // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. — 2021. — № 12. — С. 118–123.
2. Киселёв, П. А., Григорьев, Ю. В. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами на основе анализа данных // *Автоматизация в промышленности*. — 2022. — № 3. — С. 5–10.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Классические подходы к управлению, основанные на эмпирических моделях и периодическом мониторинге, всё чаще наталкиваются на ограничения, связанные с возрастающей сложностью и динамичностью современных промышленных процессов. Для обеспечения принятия оптимальных решений в реальном времени, прогнозирования отказов и проведения виртуальных экспериментов требуется нечто большее, чем просто система мониторинга. Необходим инструмент, способный точно и полно отражать состояние физического актива в цифровой среде, позволяя оперативно анализировать его поведение и оптимизировать режимы работы. Именно этот инструмент — цифровой двойник — является ключевым элементом, который трансформирует подходы к эксплуатации и обслуживанию машин.

Хотя термин "цифровой двойник" стал широко известен относительно недавно, его концептуальные корни уходят в историю развития кибернетики и системного проектирования. Первые шаги в этом направлении были предприняты ещё в 60-х годах прошлого века. Несмотря на возникновение идеи ещё в прошлом, популярность она обрела совсем недавно. Связанно это с тем, что на сегодняшний день идет не только развитие но и активное использование интернета вещей (IoT), облачных вычислений, больших данных (Big Data), искусственного интеллекта и машинного обучения.

Актуальность внедрения технологии цифровых двойников сегодня не вызывает сомнений. Глобальная конкуренция и требования к минимизации операционных расходов заставляют промышленность переходить от реактивного (пост-отказного) обслуживания к прогностическому (предиктивному). Цифровой двойник, за счет своей способности к имитационному моделированию и прогнозированию, является основным инструментом для реализации этого перехода, обеспечивая снижение простоев, экономию ресурсов и увеличение срока службы дорогостоящего оборудования.

Особую значимость эта технология приобретает применительно к генераторам переменного тока магнитного поля, поскольку их работа критически зависит от динамики и состояния переменного магнитного поля.

Создание цифрового двойника, который точно моделирует это поле, становится первостепенной задачей по нескольким причинам. Нарушения в геометрии или интенсивности магнитного поля, вызванные, например, дефектами обмоток ротора, неоднородностью воздушного зазора или

тепловым расширением элементов, напрямую ведут к снижению КПД, возникновению избыточных вибраций и, что наиболее опасно, к локальным перегревам и преждевременному старению изоляции. Традиционные методы мониторинга, основанные на измерении только интегральных электрических параметров (ток, напряжение), не способны своевременно уловить эти тонкие, но критичные изменения в распределении магнитного потока.

На данном этапе развития технологии цифровых двойников существуют не только статьи по созданию цифровых двойников но и проекты с готовыми экземплярами. Так например на международном уровне одним из наиболее показательных является опыт General Electric (GE). В период 2016–2018 годов GE разработала и внедрила комплексную платформу для управления тысячами своих газовых и паровых турбин по всему миру. Каждый установленный агрегат имеет своего двойника, который собирает терабайты данных. С 2019 года ХГЗ работает над адаптации своей Интеллектуальной системы диагностики и технического обслуживания с использованием технологии цифрового двойника турбогенератора типа QFSN-660-2 ст.№10 Троицкой ГРЭС для внедрения на модернизируемых ТГ российского производства.

Также стоит отметить вклад Siemens Energy, которая активно использует свои цифровые двойники для ветрогенераторов. Проекты, реализованные в Северном море (примерно 2017–2019 годы), позволили создать адаптивные модели. Эти модели не просто отслеживают генератор, но и взаимодействуют с двойником силовой электроники и лопастей, что позволяет динамически регулировать режим работы генератора для максимизации выработки и минимизации нагрузок на критические узлы трансмиссии. Крупные компании такие как Siemens активно популяризуют данную технологию в связи с этим рассмотренные нами примеры всего лишь часть из того что есть и будет в будущем.

Таким образом, мы видим, что концепция цифрового двойника эволюционировала от первых физических копий до сложного кибер-физического артефакта Индустрии 4.0, становясь ключевым инструментом для реализации прогностического управления.

Список источников:

1. В. М. Дмитриев Л. А. Гембух А. Е. Сахабутдинов «Цифровые двойники», Томск.гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2024 – 88 с.
2. Прохоров А. Лысачев М «Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт»– М.: ООО «АльянсПринт», издание первое, 2020 – 401 с.
3. The New Age of Manufacturing: Digital Twin Technology & IoT [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.seebo.com/digitaltwin-technology/> (дата обращения: 05.11.2025).
4. Artificial Intelligence and Digital Twins at General Electric [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://emerj.com/ai-at-general-electric/> (дата обращения: 04.11.2025).
5. Digital Twin for Wind Energy: Latest updates from the NorthWind project [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arxiv.org/html/2403.14646v2> (дата обращения 01.05.2025).

РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ: СОЛНЕЧНЫЕ СТАНЦИИ НА СКЛАДАХ И ГРУЗОВЫХ ТЕРМИНАЛАХ

Современная промышленная логистика претерпевает глубокие преобразования в связи с цифровизацией, развитием автономного транспорта, ростом складских операций и усложнением транспортных цепочек. На этом фоне вопросы энергопотребления приобретают стратегический характер: крупные логистические центры, распределительные склады, таможенные и логистические терминалы и грузовые узлы потребляют огромное количество энергии. В то же время на компании оказывается все большее давление с точки зрения экологической ответственности, сокращения их углеродного следа и оптимизации эксплуатационных расходов.

В этих условиях возобновляемые источники энергии (ВИЭ), и особенно солнечная энергия, выходят на первый план, предлагая эффективные решения для промышленной логистической инфраструктуры. Установка солнечных электростанций (СЭС) на крышах и прилегающих территориях складов, контейнерных терминалов и промышленных парков становится не только экологическим, но и экономическим преимуществом.

Логистическая инфраструктура характеризуется высоким и зачастую неравномерным потреблением энергии. К основным факторам нагрузки относятся: системы охлаждения и климат-контроля для хранения продукции; автоматизированные сортировочные линии и конвейеры; зарядные станции для погрузчиков и электрооборудования; системы безопасности и видеонаблюдения; серверные и коммуникационные узлы; освещение улиц и складов.

В то же время растет распространение автоматизации - от роботизированного складского оборудования до беспилотных транспортных средств и автоматических воротных комплексов. Это увеличивает энергозависимость объектов и предъявляет к ним высокие требования к качеству и стабильности электроснабжения.

Солнечные электростанции могут решить эти проблемы, обеспечивая частичную или полную автономию, снижая зависимость от внешних сетей и стоимость энергии. Преимущества использования солнечной энергии для складов и терминалов: снижение эксплуатационных расходов (логистические объекты с большой площадью крыш обладают значительным потенциалом для размещения солнечных панелей. Переход на автономную генерацию может снизить затраты на электроэнергию на 30-

70%, в зависимости от мощности и модели эксплуатации); энергетическая независимость (наличие собственной СЭС снижает воздействие на рост тарифов, нагрузки на сеть в пиковые периоды, риск перебоев в подаче электроэнергии. Это имеет решающее значение для крупных логистических центров, поскольку остановка операций приводит к большим финансовым потерям); экологический эффект и ESG- повестка (многие международные компании включают показатели ESG в свою стратегию развития. Использование возобновляемых источников энергии снижает углеродный след логистических операций и помогает привлечь экологически ориентированных партнеров и инвесторов); дополнение к системам управления энергопотреблением.

Покрытие крыши солнечными панелями является наиболее распространенным решением. Грузовые терминалы, контейнерные площадки и логистические парки могут использовать солнечные навесы: для зарядки электромобилей; в качестве защитных сооружений для грузов и техники; для питания локальных сетей освещения и безопасности. Использование аккумуляторных систем повышает эффективность: на объектах с нестабильной сетью; в отдаленных районах логистического строительства; для работы в ночное время с использованием накопленной энергии.

Срок окупаемости солнечных систем на логистических объектах обычно составляет 4-8 лет, в зависимости от: тарифов на электроэнергию; установочной мощности; доступности устройств хранения данных; государственной поддержки и налоговых льгот. С ростом цен на электроэнергию и удешевлением солнечных технологий срок окупаемости продолжает сокращаться.

Возобновляемые источники энергии и солнечные электростанции играют ключевую роль в развитии современной промышленной логистики. Это не просто экологический тренд — это инструмент повышения энергетической устойчивости, снижения затрат и усиления конкурентных преимуществ на мировом рынке. Логистические центры, внедряющие солнечные решения сегодня, формируют инфраструктуру будущего, отвечающую требованиям энергоэффективности, адаптивности и устойчивого развития.

Список использованных источников:

1. «СДЭК запустил солнечную электростанцию» https://logistics.ru/ustoychivoe-razvitie-skladirovanie/sdek-zapustil-solnechnuyu-elektrostantsiyu?utm_source
2. «Рынок возобновляемой энергетики РФ: текущий статус и перспективы развития» https://www.c-o-k.ru/articles/rynok-vozobnovlyаемoy-energetiki-rf-tekuschiy-status-i-perspektivy-razvitiya-chast-1?utm_source
3. «Баланс зеленого: где нужны ветровые и солнечные электростанции» https://www.rbc.ru/industries/news/658469079a79477f8e3b1d8b?utm_source
4. «Green warehousing practices: Assessing the impact of PV self-consumption enhancement strategies in a logistics warehouse» https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213138824004508?utm_source

МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОЙ ЧАСТОТНОЙ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИКИ

В условиях развития интеллектуальных энергосистем и увеличения доли распределённой генерации актуальной задачей становится создание адаптивных алгоритмов противоаварийного управления, способных обеспечивать устойчивость электрических сетей при частотных возмущениях. Частотная делительная автоматика (ЧДА) является одним из ключевых инструментов предотвращения каскадных аварий в энергосистемах, позволяя автоматически поддерживать баланс мощности при снижении или росте частоты. Эффективность функционирования таких систем во многом определяется правильностью архитектурных решений и структурной организации распределительных устройств, что делает их моделирование необходимым этапом при проектировании интеллектуальных комплексов управления [1].

На рисунке 1 представлена схема распределительного устройства (РУ) 110 кВ электростанции, включающая четыре системы шин (1СШ–4СШ), генераторы, трансформаторы собственных нужд, системные и нагрузочные линии. Наличие шиносоединительных и секционных выключателей позволяет реализовать как параллельную, так и изолированную работу шинных систем, что является важным условием функционирования ЧДА. Такая топология создаёт основу для построения адаптивной автоматики, способной динамически изменять алгоритмы в зависимости от текущего состояния сети и структуры подключений.

Адаптивная частотная автоматика использует данные о мощности генераторов, линий и потребителей, а также о состоянии коммутационной аппаратуры. В основе расчётной логики лежит уравнение активного баланса:

$$\Sigma P = P_{C1} + P_{C2} + P_{C3} + P_{C4} - P_{AЧР}$$

где $P_{AЧР}$ – суммарная мощность, отключаемая автоматикой частотной разгрузки. При дефиците активной мощности автоматика инициирует поэтапное отключение нагрузочных линий в порядке приоритета, а при избытке – корректирует работу генераторов. Такой подход позволяет поддерживать частоту в заданных пределах и исключить вероятность перегрузки оборудования. Использование схемы РУ 110 кВ как базы для моделирования позволяет более точно учитывать режимные изменения, возникающие при переключениях и изменении топологии сети.

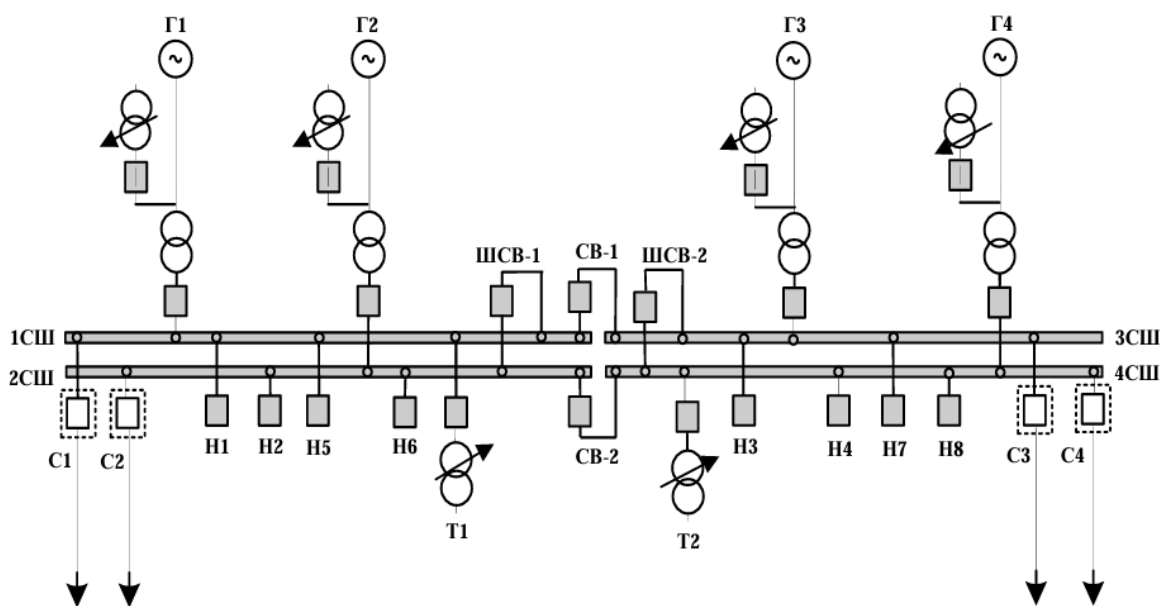


Рисунок 1 - Схема распределительного устройства 110 кВ электростанции, используемая при моделировании адаптивной ЧДА

Для повышения достоверности функционирования адаптивной автоматики рекомендуется применять двойной контроль параметров частоты, реализуемый посредством синхронного анализа данных с двух независимых шинных систем. Это обеспечивает устойчивую работу алгоритмов в условиях неполных или шумовых измерений. Кроме того, использование цифровых датчиков мощности и телеметрии позволяет реализовать непрерывный сбор данных с дискретностью не более пяти секунд, что значительно повышает скорость реакции системы на изменения режима. Модульная структура алгоритма ЧДА, состоящая из блоков сбора данных, логики принятия решений и формирования управляющих воздействий, обеспечивает возможность гибкого масштабирования и интеграции с существующими системами противоаварийного управления [2].

Проведённое моделирование подтверждает, что применение адаптивной логики частотной делительной автоматики на базе структурной схемы распределительного устройства 110 кВ позволяет автоматически балансировать мощности и повышать надёжность электроснабжения без участия оператора. Такая архитектура обеспечивает быстрое реагирование на изменения частоты, избирательность срабатываний и совместимость с микропроцессорными контроллерами современных подстанций.

Список использованных источников:

1. Кузнецов И.В., Миронов А.А. Методы адаптации алгоритмов противоаварийной автоматики в интеллектуальных энергосистемах // Известия вузов. Проблемы энергетики. — 2022. — Т. 24, № 6. — С. 47–55.
2. Zhou M., Liu Y., He J. Adaptive control of power system frequency and stability under emergency modes // Electric Power Systems Research. — 2023. — Vol. 224. — P. 109524.

ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В промышленной автоматике и на производственных предприятиях волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) становятся ключевым элементом передающей инфраструктуры. Их использование обосновано рядом технических и эксплуатационных преимуществ перед традиционными медными кабелями. Одно и многомодовые оптические волокна позволяют обеспечить высокую скорость передачи данных, практически независимую от электромагнитных помех, и прокладку на большие расстояния без необходимости частых повторителей. Так, исследования показывают, что в промышленных средах, где присутствуют сильные помехи и длительные трассы связи, применение волоконного кабеля значительно улучшает стабильность и качество сигналов.

Одномодовые волокна находят особое применение там, где требуются магистральные линии связи между крупными участками производства или удалёнными подразделениями предприятия. Их минимальное затухание позволяет передавать сигналы на десятки километров без усилителей, что снижает капитальные и эксплуатационные затраты. Многомодовые волокна, в свою очередь, достаточно эффективны для локальных сетей внутри цехов или участков с меньшими расстояниями [1].

На промышленном объекте ВОЛС применяются для объединения разрозненных технологических узлов — контроллеров, датчиков, исполнительных механизмов и вычислительных центров. Например, линии связи через оптоволокно используются для связи между распределёнными автоматизированными системами управления и центральным диспетчерским пунктом, для передачи данных мониторинга состояния оборудования (температуры, вибрации, давления) и для телемеханики — удалённого управления технологией. Благодаря своей конструкции, волоконный кабель устойчив к воздействию вибраций, коррозии и электромагнитных излучений, что особенно важно на горнодобывающих, металлургических и энергетических предприятиях [2].

Несмотря на многочисленные преимущества, применение ВОЛС имеет и ряд ограничений. Оптическое волокно хрупко — требует аккуратной прокладки, строгих условий изгибов и квалифицированной сварки при соединениях. Потеря целостности кабеля или неправильный монтаж могут привести к значительным потерям сигнала или полной невозможности передачи данных. Также для оптоволокна требуется специальное оборудование преобразования и диагностики, что увеличивает начальные расходы на внедрение [3].

Таким образом, внедрение волоконно-оптических линий связи на промышленных объектах приносит значимую пользу: повышение

надёжности и скорости передачи данных, уменьшение влияния помех, возможность интеграции автоматизированных систем управления и мониторинга. При правильной прокладке, выборе типа кабеля и учёте условий эксплуатации ВОЛС становятся фундаментальной составляющей цифровой инфраструктуры современного предприятия.

Список использованных источников:

1. Бадеева Е. А., Усачев Д. А., Чернов И. А., Бадеев В. А., Соломанидин М. В. Оптоволоконные технологии в системах передачи данных // Вестник ПензГУ. 2022. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optovolokonnye-tehnologii-v-sistemah-peredachi-dannyh> (дата обращения: 02.11.2025).
2. Wang C., Zhang G., Zong X. Innovative Application of Fiber Optic Transmission in Industrial Secondary Control and Instrument Signal Transmission // International Journal of Frontiers in Engineering Technology. 2025. Vol. 7, No 3. P. 71-77. URL: <https://francispress.com/papers/19427#location> (дата обращения: 02.11.2025).
3. Мокина А.Е., Хафизов Д.Е. Особенности оптоволокна при производстве // Современные проблемы машиностроения. – Томск: ТПУ, 2020. – С. 134-135.

ARDUINO ПЛАТФОРМАСЫ ЖӘНЕ TINKERCAD СИМУЛЯТОРЫ

Бағдарламалау — компьютерге немесе микроконтроллерге нақты бір мақсатқа жету үшін нұсқаулар жиынтығын беру процесі. Ол алгоритмдік ойлау мен логикалық шешім қабылдауды дамытады. Видайл және оның әріптестері алгоритмді – белгілі бір нәтижеге жету үшін орындалатын анық және шектеулі әрекеттер тізбегі ретінде сипаттайды. Бағдарламалау шығармашылық пен техникалық ойлауды біріктіретін үдеріс болып табылады.

Қазіргі таңда ақпараттық жүйелер мен инженерлік мамандықтарда бағдарламалау пәні негізгі құзыреттіліктердің бірі болып саналады. Көптеген жоғары оқу орындарында бұл пән бірінші семестрден бастап оқытылады, себебі ол басқа техникалық курстардың іргетасы болып табылады. Алайда мәтіндік бағдарламалау тілдерін үйренуде студенттер жиі синтаксистік ережелерге көп уақыт жұмсап, логикалық ойлау мен мәселе шешу дағдыларын дамытуда қиындық көреді.

Қазіргі студенттер визуалды форматта және тәжірибелік бағытта оқуды жөн көреді. Сондықтан интерактивті және қолжетімді оқу құралдарын қолдану маңызды. Солардың бірі – Arduino платформасы. Arduino – ашық кодты, арзанырақ және оңай қолданылатын микроконтроллер негізіндегі оқу құралы. Ол студенттерге бағдарламалау дағдыларымен қатар электроника негіздерін меңгеруге мүмкіндік береді. Arduino жобалары нақты өмірмен байланысты болғандықтан, білім алушылардың қызығушылығын арттырады және теориялық білімді тәжірибемен ұштастырады.

Arduino платформасы негізінде студенттер түрлі датчиктер мен құрылғыларды қолдана отырып қарапайым жүйелерді құрастырады. Мысалы, Arduino Uno R3 тақтасы ATmega328 микроконтроллеріне негізделген, 14 сандық кіріс/шығыс пині, 6 аналогтық кіріс, 32 КБ жады және 16 МГц жиілігі бар. Бұл параметрлер оқу мақсатында жеткілікті, әрі күрделі жүйелердің жұмыс принципін түсінуге мүмкіндік береді.

Құрылғыларды тәжірибеде қолдануға мүмкіндік болмаған жағдайда, Tinkercad симуляторы үлкен рөл атқарады. Бұл онлайн-платформа 3D моделдеу, электронды схемаларды құрастыру және Arduino бағдарламалауын виртуалды түрде орындауға арналған. Онда студенттер нақты құрылғыларсыз схема жинап, бағдарламасын жаза алады.

Tinkercad артықшылықтары:

- Аппараттық компоненттерді визуалды түрде жинақтау мүмкіндігі;
- Scratch стиліндегі блоктық бағдарламалау арқылы күрделі кодты жеңіл түсіну;
- Автоматты түрде мәтіндік (Wiring) кодты генерациялау;
- Негізгі жобалардан бастап күрделі жүйелерге дейін модельдеу мүмкіндігі.

Arduino мен Tinkercad үйлесімі бағдарламалауды жаңадан үйренушілер үшін тиімді шешім. Бұл құралдар оқу процесін қызықты, интерактивті және қолжетімді етеді. Сонымен қатар, студенттердің алгоритмдік ойлауын, техникалық сауаттылығын және шығармашылық қабілеттерін дамытады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде Arduino және Tinkercad платформалары бастапқы деңгейдегі бағдарламалау курстарында тиімді қолданылатыны анықталды. Бұл құралдар теория мен практиканы біріктіріп, студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырады. Tinkercad визуалды және блоктық бағдарламалау арқылы алгоритмдік ойлауды дамытуға мүмкіндік береді, ал Arduino нақты нәтижелер көрсету арқылы практикалық түсінікті қалыптастырады.

Қазіргі цифрлық білім беру жүйесінде осындай қолжетімді құралдарды пайдалану — болашақ инженерлер мен IT мамандарын сапалы даярлаудың маңызды бағыты.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. <http://www.arhplan.ru/buildings/design/kolebaniya-temperatury-i-vlazhnosti-v-pomescheniyah>
2. Вишневский Е.П., Чепурин Г.В. Необходимость осушения воздуха и оценка профицита влаги // Журнал С.О.К. – Медиа технологий, 2010. – №3. – С.78.
3. DHT11 Technical Data Sheet (Translated Version) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mouser.com/datasheet/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОПТОВОЛОКОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЯХ

В статье проведён краткий анализ девяти научных публикаций 2021–2024 годов, посвящённых современным оптоволоконным технологиям. Рассмотрены новые решения в области волоконной сенсорики, микроструктурированных и полых волокон, технологий Power-over-Fiber, управления дисперсией и оптических соединителей. Отмечены основные тенденции развития, ориентированные на повышение чувствительности, стабильности и функциональности волоконных систем.

Ключевые слова: оптическое волокно, сенсорики, микроструктурированные волокна, ENZ-материалы, Power-over-Fiber, хроматическая дисперсия.

Оптические волокна остаются ключевым элементом современных телекоммуникационных, сенсорных и измерительных систем. Их востребованность обусловлена высокой пропускной способностью, низкими потерями и устойчивостью к электромагнитным помехам. Современные задачи требуют гибкости архитектур, управления дисперсией и интеграции передачи сигнала и питания. Научные исследования последних лет сосредоточены на разработке новых типов волокон — микроструктурированных, полых, полимерных и многожильных, а также на совершенствовании сенсорных свойств и соединительных технологий.[1]

Методы исследования

Обзор основан на сравнительном анализе девяти рецензируемых публикаций, охватывающих период с 2021 по 2024 год. Рассмотрены конструктивные и функциональные параметры различных типов волокон, включая структуру сердцевины и оболочки, оптические потери, устойчивость, чувствительность и дисперсионные характеристики. Анализ позволил выявить общие принципы оптимизации и направления практического применения современных волоконных систем.[2]

Результаты и обсуждение

Исследования показывают значительный прогресс в области волоконной сенсорики. Сенсоры на основе микроструктурированных волокон с полипиррольным покрытием (PANI) обеспечивают высокую чувствительность к pH и термостабильность. Полые волокна с ENZ-оболочкой (из оксида индия и олова) демонстрируют минимальные потери и высокую скорость передачи света, что делает их перспективными для молекулярной сенсорики и лазерных систем. Микроструктурированные полимерные волокна (GI mPOF) ускоряют установление равновесного модального распределения и повышают стабильность сигнала. Метод дип-покрытия позволил снизить потери в полимерных волокнах до 3 дБ/м,

открывая возможности для лабораторных сенсорных систем. Разработка волокон с управляемой хроматической дисперсией, достигаемой легированием фтором и бором, обеспечивает стабильность сигналов в широком диапазоне длин волн. Современные оптические соединители обеспечивают точность выравнивания менее 1 мкм, а волокна с медным покрытием показали устойчивость к радиации и высоким температурам. Наконец, технологии Power-over-Fiber и Radio-over-Fiber позволяют объединить передачу энергии и данных, повышая эффективность сетей шестого поколения (6G).[3]

Выводы

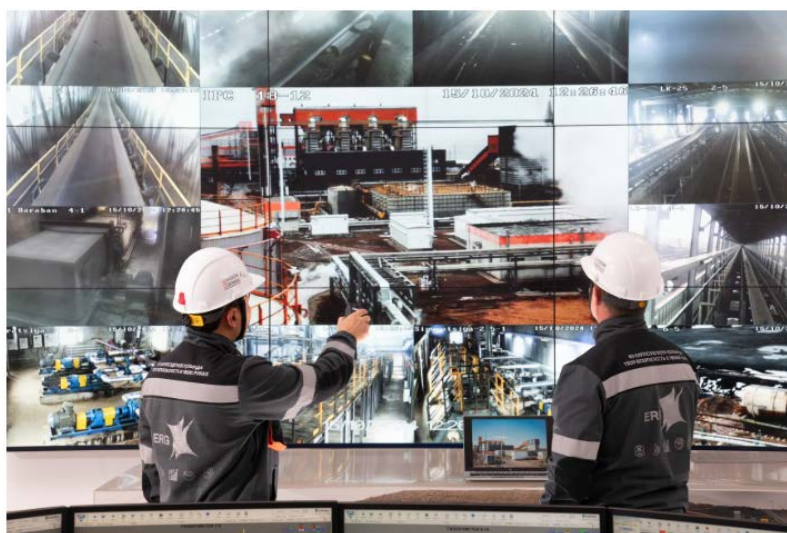
Современные тенденции в оптоволоконных технологиях направлены на создание многофункциональных структур, совмещающих передачу сигнала, питания и сенсорные функции. Перспективными направлениями являются микроструктурированные, полые и ENZ-волокна, обеспечивающие высокую пропускную способность и минимальные потери. Будущее развитие отрасли связано с миниатюризацией конструкций, повышением надёжности покрытий и интеграцией интеллектуальных соединителей, что создаёт основу для энергоэффективных сетей нового поколения.

Список использованной литературы:

1. [1] C. Pendão, et al., “Optical Fiber Sensors and Sensing Networks: Overview ...”, *Sensors*, 2022. J, *Обзорные принципы волоконных сенсоров и сетей; отличное введение в сенсорiku.*
2. [2] H. Liang, et al., “Review of Optical Fiber Sensors for Temperature, Salinity and Pressure”, *Sensors*, 2022. *Углубленный обзор сенсоров для мониторинга конкретных параметров среды (температура, соленость, давление).*
3. [3] L. Zhang, et al., “Hollow core optical fiber enabled by epsilon-near-zero material”, *Nanophotonics*, 2024. *Ключевая работа по полым волокнам с ENZ- оболочкой; показывает физику и потенциал новой структуры.*
4. [4] S. Savović, et al., “Power Flow in Multimode Graded-Index Microstructured Polymer Optical Fibers”, *Polymers*, 2023. *Исследование GI-mPOF-важно для раздела о полимерных микроструктурированных волокнах.*

КОКС ПЕШТЕРІНЕ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН КӨМІР САЛУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

«Шұбаркөл көмір» акционерлік қоғамы қызметінің негізгі түрі Шұбаркөл кен орнының тас көмірін ашық (карьерлік) тәсілмен өндіру болып табылады. Кен орнының аумағында екі аймақ бөлінген — «орталық» және «батыс». Осы аймақтардың қорларын игеруді «Шұбаркөл көмір» АҚ өз күштері жүзеге асырады [1]. Кәсіпорынның кокс-химия өндірісі орташа температуралы кокс, орташа температуралы көмір шайыры, орташа температуралы көмір майы, сондай-ақ белсендірілген көмір өндірісін қамтиды (1 - сурет).



Сурет 1 – «Шұбаркөл көмір» кәсіпорының кокс-химия өндірісі

Кокс - домна пештерінде шойын балқыту кезінде қолданылатын маңызды технологиялық материал. Оның физикалық-химиялық қасиеттері мен сапа тұрақтылығына негізінен отын шығынын, жабдықтың өнімділігі мен беріктігін қоса алғанда, домендік өндіріс жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері байланысты [2].

«Шұбаркөл көмір» кәсіпорнының жағдайында кокс пештеріне көмір берудің автоматтандырылған жүйесін әзірлеуге және енгізуге ерекше назар аударылады. Мұндай жүйе қамтамасыз етуге сенімді, үздіксіз және технологиялық нақты процесін басқару берілген көмір, бұл негізгі факторлардың бірі болып табылады тұрақты жану және біркелкі қыздыру кокс камераларының. Осы мақсатқа жету үшін автоматтандыру шикізатты беруді ғана емес, сонымен қатар көмір дайындау және кокс сұрыптау учаскелерінің барлық механизмдерінің жұмысын үйлестіруді де қамтиды.

Көмір дайындау цехы мен кокс сұрыптау учаскесінің негізін көмірді тиеуге дәйекті дайындауды, оны көмір мұнарасына тасымалдауды, сондай-ақ коксты фракциялар бойынша одан әрі сұрыптауды және бөлуді, содан кейін көлік құралдарына тиеуді қамтамасыз ететін ағынды-көлік жүйелері құрайды.

Көмір берудің автоматтандырылған жүйесінің маңызды міндеті технологиялық тәуелділіктерге және белгіленген уақыт аралықтарына қатаң сәйкестікте ағынды-көлік жүйесінің құрамына кіретін барлық механизмдердің дәл және келісілген іске қосылуын қамтамасыз ету болып табылады. Механизмдерді басқару барлық атқарушы құрылғылардың жұмысын синхрондауға, олардың күйін бақылауға және төтенше жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік беретін сигналдардың таратылған кірісі мен шығысы бар өнеркәсіптік контроллердің көмегімен жүзеге асырылады.

Контроллер механизмдерді дәйекті іске қосуды және тоқтатуды, ток жүктемелерін бақылауды, жылдамдық режимдерін реттеуді, сондай-ақ жабдықты шамадан тыс жүктемелер мен апаттық жағдайлардан қорғауды қамтамасыз етеді. Жүйенің жұмысы туралы барлық деректер көмір дайындау және кокс-сұрыптау учаскелерінің диспетчерлік үй-жайларында орнатылған дербес компьютерлерге беріледі. Оператор механизмдердің жұмыс режимдерін баптауға, технологиялық процестің параметрлерін бақылауға, жабдықтың іске қосылуға дайындық дәрежесін бақылауға және туындаған ақауларға уақтылы жауап береді.

Кокс пештеріне көмір берудің автоматтандырылған жүйесінің құрылымында технологиялық процесті визуализациялау мен диспетчерлеудің бағдарламалық-аппараттық кешені ерекше маңызға ие. Бұл жүйе монитор экрандарында жабдықтың ағымдағы күйін көрсетеді, операторға барлық орнату элементтерінің жұмысы туралы ақпаратты береді, сондай-ақ ескерту және апаттық хабарларды мұрағаттайды. Осылайша, оператор технологиялық желінің жай-күйінің толық және сенімді бейнесін алады және өндірістік процестің үздіксіздігі мен қауіпсіздігін сақтауға бағытталған шешімдерді жедел қабылдай алады [3].

Кокс пештеріне көмір берудің автоматтандырылған жүйесін әзірлеу технологиялық циклдің тұрақтылығын және алынған кокстың сапасын арттырып қана қоймай, сонымен қатар адам факторының әсерін едәуір азайтуға, апаттық тоқтап қалуды азайтуға, сондай-ақ қызмет көрсетуші персоналдың еңбек жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. «Шұбаркөл көмір» АҚ – [Электронды ресурс]. Сайтқа кіру режимі: <https://www.erg.kz/ru/enterprises/ao-shubarkol-komir>
2. Кауфман, А.А., Харлампович, Г.Д. *Технология коксохимического производства* : учеб. пособие для ВУЗов / А.А. Кауфман, Г.Д. Харлампович. – Екатеринбург : ВУХИН – НКА, 2004. 287 с.
3. Коновалов, Б.И. *Теория автоматического управления* [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71753>

"FESTO-INDUSTRY 4.0" ОҚУ — ЗЕРТХАНАЛЫҚ СТЕНДІНІҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Қазіргі индустриялық өндіріс цифрландыру, автоматтандыру және интеллектуалды басқару жүйелерінің интеграциясына негізделген. Industry 4.0 тұжырымдамасы өндірісті толық автоматтандыруды, цифрлық желілерді, киберфизикалық жүйелерді, жасанды интеллект пен заттар интернетін қолдануды көздейді. Осы бағытта білім беру саласына арналған инновациялық шешімдерді ұсынатын жетекші компаниялардың бірі – Festo Didactic. Ол Industry 4.0 талаптарына сәйкес оқу-зертханалық стендтерді әзірлеп, студенттерге заманауи өндірістік процестерді тәжірибе жүзінде меңгеруге мүмкіндік береді [1].

Festo – Industry 4.0 стенді – бұл автоматтандырылған өндіріс желісінің функционалдық моделін көрсететін интеллектуалды оқыту платформасы. Оның көмегімен мәліметтерді жинау, өңдеу, талдау, сонымен қатар басқару алгоритмдерін әзірлеу жүзеге асырылады. Студенттер нақты өнеркәсіптік жабдықтар негізінде БЛК контроллері, сенсорлар, жетектер, RFID технологиялары мен SCADA жүйелері арқылы басқаруды зерттейді.

Industry 4.0 – төртінші өнеркәсіптік революцияның моделі болып табылады және келесі технологияларға негізделген:

- Киберфизикалық жүйелер (CPS): өндірістік жабдықтың цифрлық моделі арқылы нақты және виртуалды әлемнің бірігуі.

- Өнеркәсіптік интернет (IIoT): жабдықтардың бір-бірімен деректер алмасуын қамтамасыз етеді.

- RFID және Big Data: материал ағымдарын интеллектуалды басқару үшін қолданылады.

- Автономды басқару: өндірістік желі сыртқы араласусыз өз жұмысын реттей алады.

- SCADA және MES жүйелері: нақты уақыт режимінде мониторинг пен жоспарлауды қамтамасыз етеді [2].

Зерттеу жұмысы Industry 4.0 стандарттарына сәйкес интеллектуалды басқару жүйесін әзірлеу арқылы өндірістік процестерді виртуализациялау, алдын ала болжау және операцияларды толық цифрландыруға бағытталған. Жаңашылдық келесі бағыттарда көрініс табады:

- 1) **НМІ интерфейсі арқылы өндірістік процестердің дамуы бойынша алдын ала болжам жүргізіледі.** Жүйе нақты уақыттағы көрсеткіштерді жинап, аналитикалық модельдер арқылы жабдықтың болашақтағы күйін болжайды. Бұл техникалық қызмет көрсетуді алдын ала

жоспарлауға және тоқтап қалу тәуекелін азайтуға мүмкіндік береді.

2) **AR көзілдірігі арқылы басқару.** Кеңейтілген шындық технологиясы арқылы оператор виртуалды ортада құрылғыларды көріп, оларды қолмен жанаспай-ақ басқара алады. Бұл қызмет көрсету процесін қауіпсіз, жылдам және тиімді етеді.

3) **Барлық мәліметтердің бірыңғай деректер қорында сақталуы.** Festo стендіне қосылған сенсорлар, контроллерлер, HMI, AR жүйелері және MES/SCADA платформаларынан алынған деректер орталықтандырылған цифрлық деректер базасында сақталады [3].

Қорыта айтқанда, «Festo – Industry 4.0» оқу-зертханалық стендінің басқару жүйесін зерттеу және әзірлеу – цифрлық экономиканың талаптарына сәйкес келетін өзекті ғылыми бағыт. Бұл стенд заманауи өнеркәсіптік желілердің жұмысын толық модельдейді және студенттерге тәжірибелік дағдыларды игеруге мүмкіндік береді. Жоба нәтижесінде смарт-фабриканың кішігірім прототипін құруға және басқару жүйесінің тиімділігін бағалауға болады. Бұл Қазақстанның техникалық білім беру саласындағы инновациялық қадамдардың бірі болып табылады.

Сонымен қатар, **жобаның ғылыми және практикалық маңыздылығы** — нейрондық желілер мен жасанды интеллект элементтерін басқару процесіне енгізу арқылы оқу-зертханалық жабдықтардың функционалдық мүмкіндіктерін кеңейтуде көрініс табады [4].

Нейрондық басқару модулі Festo Industry 4.0 стендінен алынған нақты уақыттағы деректерді өңдеп, жүйенің жұмыс режимін автоматты түрде бейімдей алады. Мысалы, сенсорлар мен контроллерлерден алынған параметрлер негізінде нейрондық желі өндіріс желісінің тиімді жұмыс істеуін болжайды және қажет болған жағдайда басқару сигналдарын автоматты түрде түзетеді. Бұл әдіс жүйенің *адаптивтілігін* арттырып, *жабдықтың тозу деңгейін болжауға* мүмкіндік береді.

Machine Learning (ML) технологияларын қолдану арқылы процестердің өзіндік оқыту қабілеті қамтамасыз етіледі. Алынған деректер үздіксіз талданып, жүйе өз тәжірибесінен үйреніп, келесі циклдерде тиімді шешім қабылдай алады. Бұл — интеллектуалды өндірістің негізгі элементтерінің бірі [4].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Festo Didactic SE. (2022). *Industry 4.0 Learning Systems: Smart Factory and Cyber-Physical Production Systems*. Denkendorf: Festo Didactic.
2. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*. Acatech – National Academy of Science and Engineering, Germany.
3. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
4. Festo Didactic. (2021). *Automation and Digitalization in Education: Smart Factory Learning Platform*. Official Technical Report.

ФИЛЬТРАТТАН КҮКІРТСУТЕКТІ ДЕСОРБЦИЯЛАУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ АЛГОРИТМДЕРІН ЖАСАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Күкіртсутек өнеркәсіптік және экологиялық тұрғыдан қауіпті қосылыс, ол көптеген өндіріс салаларында, соның ішінде мұнай-газ, биохимиялық және қалдық суларды өңдеу жүйелерінде жиі кездеседі. Оның жоғары улылығы мен коррозиялық қасиеттері өндірістік жабдықтарға зиян келтіреді және экологиялық тепе-теңдікке қауіп төндіреді. Филтраттарда күкіртсутектің түзілуі көбінесе органикалық қалдықтардың анаэробты ыдырауынан туындайды. Мұндай жағдайда күкіртсутекті десорбциялау экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етудің және өндіріс тиімділігін арттырудың маңызды кезеңі болып табылады. Дегенмен, десорбция процесі күрделі, көппараметрлі және бейсызық сипатта, сондықтан дәстүрлі басқару әдістері мұндай процестердің динамикасын толық бейнелей алмайды.

Десорбция процесі газ–сұйық жүйелеріндегі массалмасу құбылыстарына негізделеді, мұнда күкіртсутек сұйық фазадан газ фазасына өтеді. Бұл процесс температура, қысым, газ және сұйық ағындарының жылдамдығы, фазалар қатынасы сияқты параметрлерге тәуелді. Процестің тиімділігі күкіртсутектің ерігіштігімен, диффузиялық қасиеттерімен және фазалық тепе-теңдік заңдылықтарымен анықталады. Десорбция әдістері әртүрлі: стриппинг мұнаралары, мембраналық жүйелер, химиялық және биологиялық регенерация тәсілдері. Мембраналық және биологиялық әдістер экологиялық тұрғыдан таза әрі энергия үнемді болғанымен, олардың өнімділігі жоғары концентрациялы күкіртсутек жағдайында шектеледі[1]. Термодинамикалық және кинетикалық талдау көрсеткендей, процестің тиімділігі массалмасу коэффициентін арттыруға және фазалық өзара әрекеттесуді басқаруға байланысты. Бұл факторлар басқару жүйесін жобалауда шешуші мәнге ие.

Күкіртсутекті десорбциялау процестерін басқаруда дәстүрлі PID, каскадты, адаптивті және модельдік болжамды басқару (MPC) тәсілдері кеңінен қолданылады. PID реттегіштері қарапайым және сенімді болғанымен, бейсызық және көп параметрлі жүйелерде қателік пен кідіріс салдарынан тұрақсыздық туындауы мүмкін. Adaptive басқару жүйелері параметрлердің өзгеруіне бейімделгенімен, олардың параметрлік сәйкестендіруі күрделі есептеу процестерін қажет етеді. MPC әдісі процестің динамикасын модель арқылы болжауға мүмкіндік береді, алайда оның тиімділігі модельдің дәлдігіне және деректердің сапасына тәуелді.

Өндірістік тәжірибе көрсеткендей, дәстүрлі басқару тәсілдері процестің толық бейімделгіштігін қамтамасыз ете алмайды, сондықтан интеллектуалды басқару жүйелерін енгізу қажеттілігі туындайды.

Интеллектуалды басқару жүйелері процестің күрделі, бейсызық және белгісіз сипаттарын тиімді сипаттап, басқару дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Нейрондық желілер (Artificial Neural Networks) күрделі процестердің бейсызық динамикасын модельдеу үшін қолданылады. Олар кіріс және шығыс параметрлері арасындағы байланыстарды үйреніп, процестің нақты уақыттағы өзгерістеріне бейімделеді. Нейрондық модельдер күкіртсутекті десорбциялауда процестің температурасын, қысымын және ағын параметрлерін оңтайландыруда жоғары дәлдік көрсетеді.

Бұлыңғыр логика (Fuzzy Logic Control) жүйелері процестегі белгісіздіктер мен ауытқуларды өңдеуде тиімді. Бұл әдіс нақты математикалық модельге емес, сараптамалық білім мен ережелерге негізделеді. Fuzzy-PID немесе fuzzy-ANN гибриді басқару жүйелері процестің тұрақтылығын қамтамасыз етеді және адаптивтілікті арттырады [2]. Генетикалық және эволюциялық алгоритмдер (Genetic and Evolutionary Algorithms) басқару параметрлерін оңтайландыру үшін қолданылады. Олар тиімділік, энергия тұтыну және экологиялық тұрақтылық арасындағы көпмақсатты компромиссті анықтайды.

Гибриді интеллектуалды жүйелер әртүрлі әдістердің артықшылықтарын біріктіреді. Мысалы, нейрондық желілер мен генетикалық алгоритмдердің бірігуі процестің параметрлерін үйрету және оптимизациялауда жоғары нәтижелер береді. Мұндай гибриді жүйелер күкіртсутекті десорбциялау процестерінің тиімділігін арттырудың ең перспективалы бағыттарының бірі болып табылады.

Интеллектуалды басқару алгоритмдерін енгізу алдында десорбция процесін модельдеу міндетті кезең болып табылады. Математикалық модельдер процестің физика-химиялық заңдылықтарын сипаттап, басқару жүйесінің жұмысын имитациялауға мүмкіндік береді. Matlab/Simulink, Aspen HYSYS және ANSYS Fluent платформаларында модельдеу нәтижелері процестегі массалмасу, жылу алмасу және газ фазасының динамикасын бағалауға мүмкіндік береді. Алгоритмдердің тиімділігі симуляциялық және эксперименттік деректер арқылы тексеріледі. Модельдік зерттеулер көрсеткендей, интеллектуалды басқару жүйелері процестің тұрақтылығын 15–25%-ға арттыра алады және энергия шығынын едәуір азайтады.

Интеллектуалды басқару әдістері дәстүрлі тәсілдермен салыстырғанда бейімделгіштік, тұрақтылық және энергия тиімділігі бойынша айқын артықшылықтарға ие. Олар процестегі кездейсоқ ауытқулар мен параметрлік белгісіздіктерге төзімді, сонымен қатар процестің тиімділігін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік береді [3]. Алайда бұл әдістердің шектеулері де бар: есептеу ресурстарына жоғары

талаптар және модельді оқыту үшін үлкен деректер жиынтығының қажеттілігі. Салыстырмалы талдау нәтижелері көрсеткендей, интеллектуалды алгоритмдерді қолдану күкіртсутекті десорбциялау жүйесінің өнімділігін арттырумен қатар, экологиялық және энергетикалық көрсеткіштерді жақсартады.

Алдағы зерттеулер күкіртсутекті десорбциялау процесін басқаруда көпагентті жүйелерді, күшейтпелі оқыту (reinforcement learning) және цифрлық егіз (digital twin) технологияларын пайдалануға бағытталуы тиіс. Бұл тәсілдер процестің нақты уақыттағы мониторингін жетілдіріп, автоматтандырылған басқарудың жаңа деңгейін қамтамасыз етеді. Киберфизикалық жүйелерді енгізу интеллектуалды басқару архитектурасын өндірістік жүйелермен біріктіріп, процестердің экологиялық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Қазақстандық өндіріс жағдайларында мұндай технологияларды бейімдеу жергілікті шикізат ерекшеліктерін, энергия ресурстарының қолжетімділігін және ұлттық экологиялық стандарттарды ескере отырып жүзеге асырылуы тиіс.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Кокуев А. Г., Есалиев А. С. Разработка и исследование системы автоматизации абсорбера установки очистки газа от сероводорода // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2019. – С. 105–107.
2. Nimmanterdwong P., Khodadadi M. R., Kazemi P., Ghasem N. M. Applied artificial neural network for hydrogen sulfide solubility in natural gas purification // ACS Omega. – 2021. – Т. 6, № 46. – С. 31321–31329.
3. Sherief M., El-Naas M. H., Al-Zahrani S. M., Amosa M. K. In-situ desorption of hydrogen sulfide from activated carbon: effect of temperature, pH and flowrate // International Journal of Environmental Science and Technology. – 2024. – Т. 21, № 1. – С. 359–370.

АУЫР ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН МЕТАЛ ОКСИДІНІҢ
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ МЕН РАДИАЦИЯЛЫҚ АҚАУЛАРДЫҢ
ПАЙДА БОЛУЫН ЗЕРТТЕУ

Люминесценция процесін келесідей сипаттауға болады. Сыртқы энергияның әсерінен материалдағы электрондар негізгі күйден қозған күйге ауысады. Негізгі күйге оралғанда жарық кванттары шығарылады, олардың энергиясы өрнекпен анықталады:

$$E = h\nu \quad (1)$$

мұнда E – шығарылған фотонның энергиясы, h – Планк тұрақтысы, ν – сәулелену жиілігі [1].

Ауыр иондармен сәулелену кристалдық тор құрылымының айтарлықтай өзгеруіне әкеледі, бұл интерстициальды атомдар, бос орындар және олардың кешендері сияқты ақаулардың пайда болуына әкеледі. Зақымдану мөлшері берілетін энергиямен анықталады, ол формула бойынша есептеледі:

$$E_d = \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} E_0 \quad (2)$$

мұндағы m_1 және m_2 – өзара әрекет ететін бөлшектердің массалары, E_0 – ұшатын ионның энергиясы [2].

Пайда болған ақаулар рекомбинация тиімділігіне және сәйкесінше люминесценцияға әсер ететін заряд тасымалдаушыларға тұзақ бола алады.

Эксперимент әдісі.

Үлгілерді дайындау: алюминий оксиді (Al_2O_3) және жоғары тазалықтағы магний оксиді (MgO) монокристалдары қолданылды. Үлгілер айна күйіне дейін жылтыратылып, этолонмен ультрадыбыстық ваннада тазартылды.

Сәулелену: Иондық сәуле: сәулелену 710 МэВ энергиясы бар висмут (Bi) иондарымен жүргізілді. Сәулелену дозалары: дозалар иондардан/см²-ге дейін өзгерді. Сәулелену бөлме температурасында Торр қысымымен вакуумда жүргізілді [3].

Өлшеу: Люминесценция спектроскопиясы: люминесценцияның қозу және шығару спектрлері 200-800 нм диапазонында спектрофотометр көмегімен тіркелді. EPR спектроскопиясы: радиациялық ақауларды анықтау үшін 77К температурада EPR спектрометрі қолданылды [4]. Рентгендік дифракция (XRD): фазалық құрамы мен кристалдық құрылымын талдау Cu K α сәулеленуімен дифрактометрде жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау.

Сәулелену дозасына байланысты люминесценция қарқындылығы:

Сәулелену дозасы иондарға/см² дейін ұлғайған кезде флуоресценция

қарқындылығының жоғарылауы байқалады, бұл қосымша флуоресцентті орталықтардың пайда болуымен байланысты болуы мүмкін. Алайда, дозаны иондарға/см²-ге дейін одан әрі ұлғайту кезінде қарқындылық төмендейді, мүмкін радиациялық ақаулардың пайда болуына байланысты, олар когерентті емес сөндіру орталықтары ретінде әрекет етеді [5].

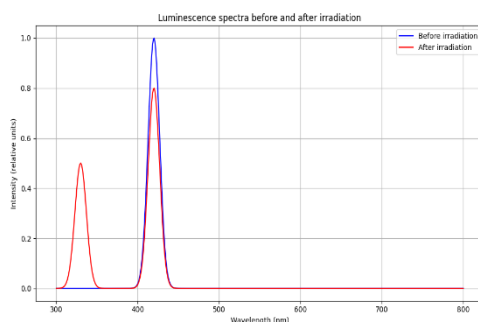
$$I = I_0 \exp(-\alpha D) \quad (3)$$

мұндағы I — люминесценция қарқындылығы, I_0 — бастапқы қарқындылық, α — сіңіру коэффициенті, D — сәулелену дозасы.

Сәулеленуге дейінгі және кейінгі люминесценция спектрлері:

Сәулеленуге дейінгі Al_2O үлгілерінің люминесценция спектрлері F^+ орталықтарымен байланысты 420 нм-де тән шыңды көрсетеді.

Осы иондармен сәулеленгеннен кейін шамамен 330 нм қосымша шыңның пайда болуы байқалады, бұл F^- -орталықтарының түзілуіне байланысты болуы мүмкін [6].



1-сурет. Сәулеленуге дейінгі және кейінгі люминесценция спектрлер

1-суретте ауыр иондармен сәулеленуге дейінгі және кейінгі үлгілердің люминесценция спектрлері көрсетілген. Сәулеленуге дейін F^+ орталықтарына сәйкес келетін 420 нм шыңы бар. Сәулеленуден кейін F^- -орталықтарының пайда болуымен байланысты болуы мүмкін шамамен 330 нм қосымша шың пайда болады.

Қорыта айтқанда, металл оксидтері ауыр иондармен сәулеленген кезде олардың жарқырау қасиеттері мен құрылымы өзгереді. Аз дозада сәулелену кезінде жаңа орталықтар пайда болып, жарқырау күшейеді. Ал сәулелену дозасы тым жоғары болса, материалда ақаулар пайда болып, жарық шығару қабілеті төмендейді. Бұл нәтижелер сәулелену әсеріне төзімді материалдарды таңдау мен жетілдіру үшін маңызды.

Әдебиеттер тізімі:

1. Наконечный С. Исследование радиационных дефектов и люминесценции в оксидах, облученных высокоэнергетическими ионами // Диссертация на соискание ученой степени доктора философии. – Тартуский университет, 2016.
2. Баронский В.А. Фотолуминесцентные исследования собственных и примесных центров в оксидах алюминия // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Институт ядерной физики СО РАН, 2012.
3. Brown, G., & Carter, C. Quantitative Characterization of Ion-Induced Defects in Oxides. *Journal of Applied Physics*, 2014.
4. Smith, J. Advanced Luminescent Materials for Radiation Environments. *Materials Science Reports*, 2020.

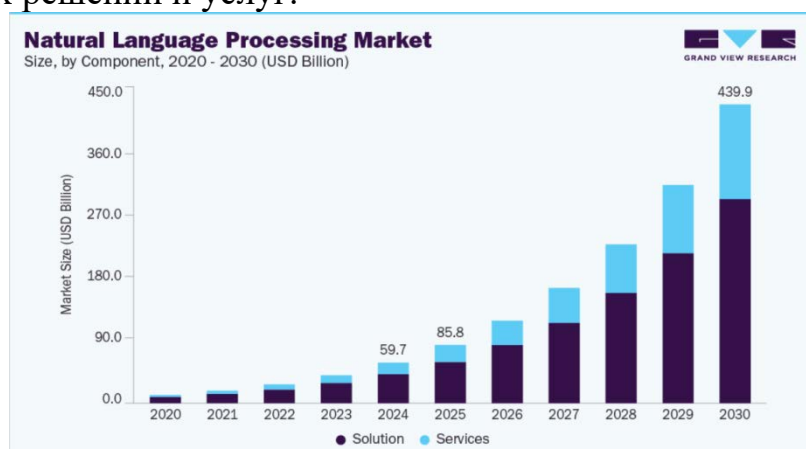
СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ И ДОСТУПА К ДАННЫМ ЧЕРЕЗ ЗАЩИЩЕННЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В современном мире системы на базе обработки естественного языка представляют собой инновационный механизм взаимодействия человека с техническими устройствами посредством голосовых команд, обеспечивая управление оборудованием и доступ к информационным ресурсам без использования традиционных интерфейсов. Такие системы интегрируют распознавание речи, семантический анализ и синтез голоса, сочетая их с протоколами безопасной передачи данных для защиты конфиденциальности и целостности. Исследование фокусируется на архитектуре подобных систем, их применении в различных отраслях.

Защищенные каналы связи играют ключевую роль, применяя шифрование на уровне протоколов для предотвращения несанкционированного доступа, а также биометрические методы аутентификации на основе анализа голоса в сочетании с многофакторными схемами.

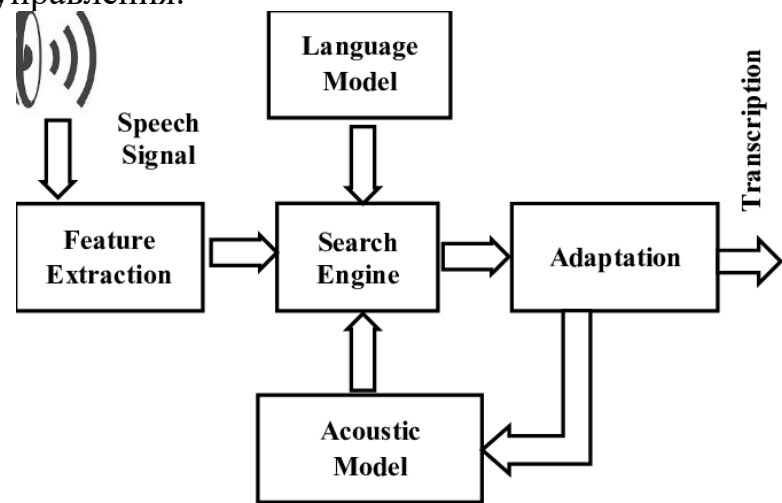
В качестве иллюстрации рассмотрим сценарий в производственной среде, где оператор произносит команду для проверки статуса механизма и корректировки параметров, после чего система проводит биометрическую верификацию, шифрует запрос и исполняет действие, возвращая подтверждение в голосовой форме с задержкой не более нескольких секунд.

Для демонстрации тенденций роста представлен график, иллюстрирующий динамику рынка обработки естественного языка в компонентах решений и услуг.



Рынок обработки естественного языка | Отчёт по отрасли, 2030

В качестве примера архитектуры приведена диаграмма, отображающая структуру системы распознавания речи как основу голосового управления.



Архитектура системы распознавания речи.

Сравнение ключевых технологий представлено в таблице ниже, где оцениваются аспекты точности, безопасности и интеграции.			
Технология	Точность распознавания	Уровень безопасности	Интеграция с IoT
Whisper (OpenAI)	Высокая, с шумоподавлением	Средний, требует дополнительного шифрования	Хорошая через API
Yandex SpeechKit	Адаптирована для русского языка	Высокий с E2EE	Полная для облачных сервисов
Rhasspy	Оффлайн, средняя в шуме	Высокий, локальная обработка	Отличная для edge-устройств
Dialogflow	Контекстуальная, высокая	Интегрирована с OAuth	Масштабируемая для enterprise

Список использованных источников:

1. Data Security Strategies in Natural Language Processing Applications. *arXiv preprint arXiv:2410.08553*, 2024.
2. Advancements in natural language processing: Implications, challenges, and future directions. *Journal of Big Data*, 2024.
3. A Framework for Smart Home System with Voice Control Using NLP Methods. *Electronics*, 2023.
4. Natural Language Processing–Enabled and Conventional Data Capture Methods. *JMIR Medical Informatics*, 2016.
5. Voice Command Based System Controller Using Natural Language Processing. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2025.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ И КИБЕРАТАК В ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ: ОБЗОР И ПРАКТИЧЕСКИЙ КЕЙС ВНЕДРЕНИЯ

Промышленные системы управления (АСУ ТП, ICS) становятся всё более уязвимыми к киберугрозам в условиях цифровизации и интеграции с ПоТ. Традиционные методы обнаружения вторжений, основанные на сигнатурном анализе, неэффективны против zero-day атак и скрытых аномалий. В статье рассматривается применение искусственного интеллекта — в частности, методов машинного обучения и глубокого обучения — для обнаружения аномалий и кибератак в сетях АСУ ТП в реальном времени. Представлен детальный анализ архитектур, алгоритмов и вызовов внедрения. В качестве практического примера приведён кейс внедрения системы на основе unsupervised autoencoder и LSTM в пилотном проекте водоочистной станции (на основе тестовой платформы SWaT), демонстрирующий достижение точности обнаружения 99.91 % при нулевом уровне ложных срабатываний.

Промышленные системы управления, включая SCADA, PLC и DCS, являются основой критически важной инфраструктуры в энергетике, нефтегазовой отрасли, производстве и водоснабжении. В отличие от традиционных ИТ-сетей, где приоритет отдаётся конфиденциальности, в ICS доминируют доступность и целостность технологических процессов. Нарушение этих свойств может привести к физическим авариям, экологическим катастрофам и экономическим потерям. С ростом подключения ICS к внешним сетям резко увеличилось количество кибератак: Stuxnet (2010), BlackEnergy (2015), TRITON (2017), Colonial Pipeline (2021). По данным ICS-CERT, в 2024 году зафиксировано более 400 инцидентов в КИИ, 68 % из которых — targeted атаки. Традиционные средства защиты не способны эффективно противостоять аномальному поведению и неизвестным угрозам. Искусственный интеллект становится ключевым инструментом проактивной защиты, обеспечивая анализ больших объёмов данных в реальном времени, адаптацию к изменяющимся условиям и обнаружение zero-day атак.

Сети АСУ ТП характеризуются детерминированным поведением, использованием legacy-протоколов (Modbus, DNP3, OPC Classic) без шифрования и переходом к гибридным архитектурам, увеличивающим поверхность атаки. Основные угрозы включают подмену сенсорных

данных, внедрение команд в PLC, DoS-атаки и сканирование портов. Таблица 1 представляет классификацию угроз и их последствия.

Таблица 1. Классификация угроз в сетях АСУ ТП		
Тип атаки	Пример	Последствия
Data Manipulation	Подмена сенсорных данных	Неверные управляющие команды
Command Injection	Внедрение в PLC	Физическое повреждение оборудования
DoS/DDoS	Перегрузка сети	Задержки в критических процессах
Reconnaissance	Сканирование портов	Подготовка к targeted атаке

Для обнаружения аномалий применяются ненадзоранные методы, такие как автоэнкодеры, One-Class SVM и Isolation Forest, которые определяют отклонения от нормального поведения по ошибке реконструкции или изоляции в признаковом пространстве. Глубокое обучение для последовательных данных реализуется через LSTM и GRU, моделирующие временные зависимости, а также гибридные архитектуры CNN-LSTM для анализа трафика. Реальное время обеспечивается edge-вычислениями на шлюзах и потоковой обработкой через Apache Kafka и Spark Structured Streaming с задержкой менее 100 мс.

Практический кейс реализован на тестовой платформе SWaT (Secure Water Treatment), имитирующей 6-ступенчатую систему водоочистки с 42 сенсорами и актуаторами на базе PLC Allen-Bradley ControlLogix. Система включает сбор данных в течение 7 дней нормальной эксплуатации (1.2 млн записей), предобработку с нормализацией и sliding window, обучение автоэнкодера и LSTM с порогом ошибки реконструкции 0.012, тестирование на 34 симулированных атаках и деплой на edge-устройстве Raspberry Pi 4 с TensorRT. Архитектура системы представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Архитектура ИИ-системы обнаружения аномалий в реальном времени

В тестировании достигнута точность 99.91 % при нулевом уровне ложных срабатываний и 100 % обнаружении атак. Пример: подмена уровня в резервуаре P-102 с 0.72 м до 1.15 м вызвала ошибку автоэнкодера $MSE = 0.087$ и LSTM-предсказание 0.74 м, что привело к автоматической изоляции сегмента. Система адаптирована к реальному объекту водоканала в

Казахстане с интеграцией в SCADA WinCC OA, где за два месяца выявлено три инсайдерские аномалии.

Сравнение с традиционными IDS показывает преимущества ИИ-подхода: обнаружение zero-day атак, отсутствие ложных срабатываний, реакция менее 100 мс и автоматическая адаптация. График 1 иллюстрирует динамику ошибки реконструкции при нормальной эксплуатации и атаке.

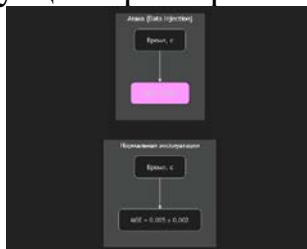


График 1. Динамика ошибки реконструкции автоэнкодера (MSE) при нормальной эксплуатации и атаке

Вызовы включают шум в данных, adversarial атаки, ограничения edge-устройств и необходимость explainable AI. Дальнейшие направления — интеграция с цифровыми двойниками и стандартизация по IEC 62443-4-2. Искусственный интеллект становится обязательным компонентом стратегий кибербезопасности критической инфраструктуры.

Список использованных источников:

1. Inoue, J., Yamagata, Y., Chen, Y., Poskitt, C., & Sun, J. (2017). Anomaly Detection for a Water Treatment System Using Unsupervised Machine Learning. *IEEE International Conference on Data Engineering Workshops (ICDEW)*, 105–112.
 2. Kravchik, M., & Shabtai, A. (2018). Detecting Cyber Attacks in Industrial Control Systems Using Convolutional Neural Networks. *Proceedings of the 2018 Workshop on Cyber-Physical Systems Security and Privacy (CPS-SPC)*, 72–83.
 3. Ahmed, C. M., Palleti, V. R., & Mathur, A. P. (2020). WADI: A Water Distribution Testbed for Research in the Design of Secure Cyber-Physical Systems. *Proceedings of the 3rd ACM Workshop on Cyber-Physical Systems Security and Privacy*, 25–28.
 4. Claroty. (2024). *State of IIoT Security Report: 2024 Edition*. Claroty Research.
 5. ГОСТ Р 57580.1-2017. Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации финансовых организаций. Базовый состав организационных и технических мер.
- Благодарности** Работа выполнена при поддержке iTrust Centre for Research in Cyber Security (SUTD) и пилотного проекта АО "Казводоканал". Данные SWaT общедоступны: <https://itrust.sutd.edu.sg>.

СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Электродвигатели – основной элемент большинства технологических процессов на промышленных предприятиях. Надёжность их работы напрямую влияет на производительность и себестоимость продукции.

Традиционные методы технического обслуживания по регламенту часто не позволяют вовремя выявить дефекты, поэтому всё большую популярность получают системы мониторинга состояния электродвигателей в реальном времени, обеспечивающие сбор, анализ и хранение данных о параметрах работы. Такие решения позволяют перейти к предиктивному обслуживанию, предотвращая аварийные простои.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ – проанализировать существующие решения и провести сравнение двух актуальных систем: ABB Ability™ Smart Sensor и SKF Multilog IMx.

ТИПЫ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ Современные решения можно разделить на два подхода:

Беспроводные смарт-датчики — устанавливаются на корпус двигателя и передают данные в облако. Обеспечивают быструю установку и простое масштабирование (пример — ABB Ability Smart Sensor).

Централизованные проводные комплексы — используют контроллеры и специализированное ПО для глубокого анализа вибрации и технического состояния оборудования (пример — SKF Multilog IMx).

ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ABB Ability™ Smart Sensor — компактный беспроводной датчик, фиксирующий вибрацию, температуру и нагрузку двигателя. Информация передаётся по Bluetooth или через шлюз в облачную платформу. Пользователь получает данные через веб-интерфейс.

Преимущества: быстрая установка, низкая стоимость, масштабируемость.

Недостатки: ограниченный набор измеряемых параметров и зависимость от беспроводной связи.

SKF Multilog IMx — промышленная система непрерывного мониторинга, включающая модули сбора данных и программное обеспечение SKF @ptitude. Позволяет анализировать спектры вибрации и выявлять неисправности на ранней стадии.

Преимущества: высокая точность, интеграция с системами АСУ ТП, развитая аналитика.

Недостатки: высокая стоимость внедрения и необходимость квалифицированного обслуживания.

Критерий	ABB Ability Smart Sensor	SKF Multilog IMx
Тип системы	Беспроводной датчик	Проводной модульный комплекс
Установка	Без вскрытия двигателя	Требует монтажа и настройки
Параметры контроля	Вибрация, температура, нагрузка	Расширенный спектр вибрации, температура, ток
Стоимость	Низкая	Более высокая
Передача данных	Беспроводная, облачная	Проводная, локальная сеть

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реальное время мониторинга электродвигателей является ключевым элементом цифровизации производственных процессов.

Сравнение показало, что:

ABB Ability Smart Sensor обеспечивает массовый мониторинг при минимальных инвестициях;

SKF Multilog IMx предназначен для глубокой диагностики критичных узлов.

Выбор системы зависит от критичности оборудования и бюджета предприятия. Комбинированное использование двух подходов позволяет повысить надёжность, снизить простои и сформировать основу для интеллектуального управления активами.

Список использованной литературы:

1. ABB Ability™ Smart Sensor for motors: Technical description. — ABB Group, 2023. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://new.abb.com/> (дата обращения: 03.11.2025).
2. SKF Multilog IMx and @ptitude Monitoring Suite: Product Overview. — SKF Group, 2023. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.skf.com/> (дата обращения: 03.11.2025).

МЕТАЛЛУРГИЯ ЗАУЫТЫНЫҢ ТЕМІРЖОЛ СТАНЦИЯСЫНЫҢ
ВАГОН АЙНАЛЫМЫН ТАЛДАУ

Қазіргі уақытта теміржол көлігінің жұмысын жетілдіру қажет, себебі бұл теміржол станцияларындағы технологиялық үдерісті қауіпсіз және тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Вагон ағындарын пойыздарға біріктіру және оларды басқару — теміржол көлігінің пайдаланушылық жұмысының негізгі технологиялық міндеттерінің бірі болып табылады. Өзгермелі пайдалану жағдайы теміржол көлігінің жұмысын қиындатады және станциялардың кірме жолдарына вагондарды беру процесін оңтайландыру саласында ғылыми зерттеулер жүргізуді талап етеді. Сондықтан «Прокатная» станциясының жұмыс технологиялық үдерісін талдау мен зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Соңғы уақытта теміржол тасымалдарын жетілдіру саласында көптеген ғылыми-зерттеу ұйымдары елеулі үлес қосты. Қазіргі таңда төмендегі авторлардың еңбектері ерекше қызығушылық тудырады: Либерман Б.А., Лукьянов В.А., Попов А.Т., Козлов П.А., Суслова О.А., Дудкин Е.П., Рыбачок В.М., Свинцов В.С., Голигузова А.Л., Сивицкий Д.А., Шмаль С.Н., Бурдяк П.С., Окулов Н.Е., Подорожкина А.В., Четчуев М.В., Анисимов В.А., Гадасина Л.В., Плетнев Д.П. және т.б. Соңғы 10–15 жылда аталған авторлардың еңбектері ең өзекті болып табылады.

Аталған еңбектерді талдау көрсеткендей, теміржол тасымалдарын зерттеу және оңтайландыру саласында белгілі бір жетістіктерге қол жеткізілгенімен, теміржол станцияларының технологиялық үдерістерін жетілдіру мәселелерін қарастыру әлі де өзекті болып отыр.

Алдымен аппроксимациялық функция параметрлерін есептеу үшін теңдеулер жүйесінің коэффициенттері анықталды. Сызықтық теңдеулер жүйесін шешу кезінде Крамер әдісі қолданылып, негізгі және қосалқы анықтауыштар, сондай-ақ аппроксимациялық функцияның коэффициенттері табылды.

Нәтижесінде жүк операциялары кезінде вагонның күту уақытының болжамдық мәндерін анықтауға арналған аппроксимациялық функция алынды:

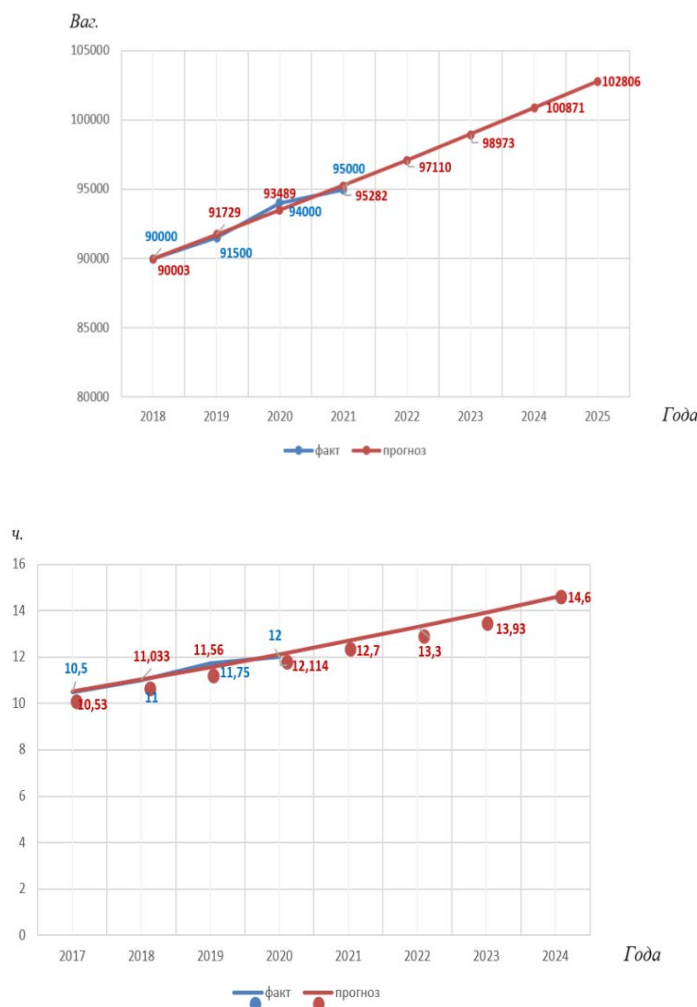
$$t_{\text{гр.опер.}}^{\text{вар.}} = 10,53 \cdot e^{0,0467 \cdot (T-2024)}.$$

Сонымен қатар, вагон айналымының болжамдық мәндерін анықтауға арналған аппроксимациялық функция алынды:

$$U_{\text{вар.}} = 90003 \cdot e^{0,01 \cdot (T-2024)}.$$

Фактілік жүк операциялары уақыты мен аппроксимациялық функция

мәндерінің графиктері суретте көрсетілген.



Сурет 1 – «Прокатная» станциясындағы болжамдық көрсеткіштердің аппроксимациясы

Осылайша жүргізілген зерттеу нәтижелері қолданбалы сипатқа ие және көлік саласында жұмыс істейтін ғылыми және инженерлік-техникалық қызметкерлер үшін қызығушылық тудырады.

Список использованных источников:

1. Техническо-распорядительный акт станции «Прокатная».
2. Варашев В.Н., Осипов Ю.В., Сафина Г.Л., Рогачева Н.Н. Вычислительные методы математического анализа. – Москва: Учебное электронное издание, 2017. – 512 Мб.
2. А. В. Рожков, Ш. М. Суюнбаев, О.Т. Балабаев Оптимизация внутризаводских железнодорожных /монография/, 2020. - 176 с.
4. Н. В. Правдина, В. Г. Шубко, Бройтман, Э.З. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты): учебное пособие инженерно-технических работников железных дорог / 2005. - 502 с.

ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Промышленность Казахстана в последние десятилетия проходит этап глубокой модернизации и цифровой трансформации. Устойчивое развитие национальной экономики напрямую зависит от состояния энергетического комплекса, уровня автоматизации производственных процессов и эффективности телекоммуникационной инфраструктуры.

В современном мире эти три направления - энергетика, автоматизация и телекоммуникации - образуют взаимосвязанную систему, определяющую конкурентоспособность государства и предприятий.

Ключевую роль в становлении инженерного и промышленного потенциала Казахстана сыграл академик Абылкас Сагинович Сагинов - выдающийся учёный, педагог и организатор технического образования. Его научные идеи, направленные на развитие горного дела, энергомеханики и автоматизации производственных процессов, заложили фундамент для многих современных направлений инженерной мысли в стране.

Энергетика является основой промышленного развития Казахстана. Республика располагает богатыми запасами угля, нефти, газа и урана, что обеспечивает энергетическую независимость и экспортный потенциал. Однако сегодня ключевая задача - не только добыча, но и эффективное использование энергии, переход к чистой и устойчивой энергетике.

В последние годы в Казахстане активно внедряются возобновляемые источники энергии (ВИЭ):

- солнечные электростанции в Карагандинской, Кызылординской и Жамбылской областях;
- ветропарки в Жамбылской и Акмолинской областях;
- гидроэлектростанции малой мощности в горных регионах.

Развивается направление интеллектуальных энергосетей (Smart Grid), которые позволяют управлять энергопотреблением, снижать потери и интегрировать ВИЭ в общую систему.

Особое внимание уделяется повышению энергоэффективности предприятий, в том числе за счёт внедрения автоматизированных систем учёта и управления энергоресурсами.

Абылкас Сагинович Сагинов ещё в советский период подчеркивал важность рационального использования энергии в горнодобывающей промышленности. Его труды по механизации и оптимизации технологических процессов заложили основы для современного подхода к энергетической эффективности и безопасности производств.

Автоматизация производственных процессов - одно из стратегических направлений индустриальной политики Казахстана.

В рамках государственной программы «Цифровой Казахстан»

предприятия активно внедряют технологии промышленной автоматизации:

- системы АСУ ТП (автоматизированное управление технологическими процессами);

- SCADA-системы для мониторинга оборудования;

- роботизированные участки и интеллектуальные сенсорные сети.

Особое внимание уделяется цифровизации горнодобывающей и металлургической отраслей, где автоматизация позволяет контролировать опасные процессы и повышать производительность труда.

Ведущие предприятия, такие как «Qarmet», «Казцинк», «ERG» и др., внедряют цифровые двойники, системы предиктивного обслуживания и анализ больших данных (Big Data) для управления производством.

Абылкас Сагинович Сагинов внёс огромный вклад в развитие инженерной школы автоматизации.

Будучи ректором Карагандинского политехнического института (ныне Карагандинский технический университет имени А.С. Сагинова), он активно продвигал идеи комплексной механизации и автоматизации горных предприятий. Под его руководством велись исследования по управлению технологическими процессами, разработке новых машин и механизмов, что фактически стало основой для внедрения автоматизации в горной отрасли Казахстана.

Энергетика, автоматизация и телекоммуникации - это три ключевых направления, определяющих будущее промышленности Казахстана. Их развитие обеспечивает рост производительности, снижение затрат и повышение конкурентоспособности национальной экономики.

Академик Абылкас Сагинович Сагинов сыграл огромную роль в становлении инженерного мышления в Казахстане. Его идеи механизации, рационального использования энергии и комплексного подхода к управлению производственными процессами нашли отражение в современных концепциях «Индустрии 4.0» и «Цифрового Казахстана».

Развитие энергетики, автоматизации и телекоммуникаций в промышленности - это не только технологическая необходимость, но и продолжение научного наследия академика Сагинова, который посвятил жизнь подготовке инженеров будущего и созданию промышленности, основанной на знаниях, инновациях и труде.

Список использованных источников:

1. Сагинов А.А. Механизация и комплексная автоматизация горных предприятий Казахстана. — Алматы: Наука, 1985. — 256 с.
2. Цифровой Казахстан: Государственная программа цифрового развития Республики Казахстан на 2018–2025 годы. — Астана: Министерство цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности РК, 2021. — 87 с.
3. Бекетаев, Е.Ж., и др. Энергетическая политика и устойчивое развитие Казахстана. — Алматы: Қазақ университеті, 2020. — 192 с.
4. Айдарханов, Т.К., Сарсенов, А.Р. Интеллектуальные системы управления и промышленная автоматизация. — Караганда: КарТУ, 2019. — 210 с.
5. World Bank Group. Kazakhstan Energy Sector Review 2023: Pathways to Sustainable and Efficient Industrial Energy Use. — Washington, D.C., 2023. — 98 p.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN OSCILLATION DAMPING SYSTEM FOR AN OVERHEAD CRANE LOAD

Introduction. The research work will involve analyzing the oscillations that occur during the operation of an overhead crane load, developing a mathematical model of the crane load and proposing an effective oscillation damping system. Based on the results of the modeling and damping system development, the effectiveness in reducing oscillation amplitude and damping time will be assessed to ensure the safety and accuracy of load transportation.

The topic of the research and development of an oscillation damping system for an overhead crane load was reviewed by such authors as A.Hamad, H.B.Jldain, G.Abdulrahman in the article «Modeling an anti-swing controller of an overhead crane by using matlab simulink» who developed a model of anti-swing controller. The controller used angular velocity feedback of the load to stabilize the system and eliminate swing during the simulation[1]; A.V.Savkin and A.Khatamianfar in the article «Real-time robust and optimized control of a 3D overhead crane system» presented a new intelligent feedback system aimed at the fast and precise transportation of an overhead crane load and damping of oscillations at high speeds. The crane's nonlinear operation creates control difficulties and the vibration detection system is imperfect[2].

Relevance of the topic. The problem of load sway in overhead cranes is one of the safety and efficiency of lifting and transportation operations. Under the influence of inertial oscillations, the stable position and accuracy of the crane load decrease, the operation time increases and emergency situations are possible[3]. Therefore, the research and development of a load sway damping system with amplitude stabilization acquire practical and economic significance for the industry.

Science novelty. Creation of a mathematical model for damping to improve the accuracy of the crane load and slow down oscillatory processes. Development of an advanced damping system for modernizing the load transportation process and increasing efficiency. Devise a comprehensive and educational characteristic covering the implementation process of the entire system, starting from theory and modeling.

Research object is Schneider Electric «Electric hoist» laboratory bench.

The aim of this research is to development of an advanced oscillation damping system using automation devices to enhance the stability and accuracy of the load of an overhead crane based on the Schneider Electric «Electric hoist» laboratory bench.

It is assumed that the development and implementation of a damping system based on the operation and parameters of the lifting mechanism will allow

for the systematic reduction of oscillation amplitude and the improvement of cargo stability of the overhead crane during operation.

In order to achieve the results, the following methods are used: analytical methods for researching scientific publications to solving thematic issues in the field of oscillation damping; mathematical methods for constructing the crane-load system model; numerical calculations and experimental methods for assessing the impact of damping on the system and verifying the effectiveness of the developed system.

Conclusion.

Therefore, the analysis identifies the key directions for developing an overhead crane load oscillation damping system. The upcoming work will focus on creating a model capable of improving load movement stability and accuracy through the enhancement of damping methods.

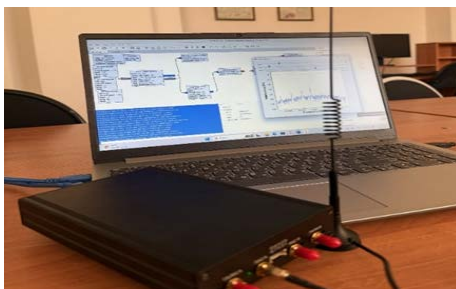
References:

1. A.Hamad, H.B.Jldain, G.Abdulrahman. *Modeling an anti-swing controller of an overhead crane by using matlab simulink. Al-Mukhtar journal of engineering research*, vol. 6, no.(1). 2022, pp. 5-8.
 2. A.V.Savkin and A.Khatamianfar. *Real-time robust and optimized control of a 3D overhead crane system. Sensors* 19, 3429. 2019, pp.16-23.
- Gu X, Xu W (2022) Moving sliding mode controller for over head cranes suffering from matched and unmatched disturbances. *Trans Inst Meas Control* 44(1):60–75

USRP B210 ҚҰРЫЛҒЫСЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ FM
РАДИОСИГНАЛЫН ТАЛДАУ

Радиотехникалық жүйелер қазіргі ақпараттық кеңістікте маңызды орын алады. Сигналдарды беру мен қабылдау хабар таратуда, байланыс, навигация және басқару жүйелерінде қолданылатын сымсыз технологиялардың негізі болып табылады. Есептеу техникасының дамуына байланысты дәстүрлі радиоқұрылғылардың функцияларын бағдарламалық құралдар арқылы іске асыру мүмкіндігі пайда болды. Бұл бағыт бағдарламалық түрде анықталатын радио (ағылш. Software Defined Radio-SDR) деп аталады. SDR платформаларының кең ауқымының ішінде ең танымалдарының бірі - USRP B210 радиоқабылдағыш - таратқыш құрылғысы болып табылады [1].

Осы жұмыста USRP B210 құрылғысы мен GNU Radio бағдарламалық пакетін пайдалана отырып, FM (жиіліктік модуляция) радиосигналына талдау жүргізілді. Спектрлік сипаттамаларды зерттеу, демодуляциялау үдерісі және модуляция параметрлерін нақты уақытта бағалау жүргізілді (сурет-1).



Сурет 1 - USRP B210 құрылғысы мен GNU Radio бағдарламалық пакетінің жұмысы

FM-сигналы (жиіліктік модуляцияланған сигнал) радиохабар тарату жүйелерінде кеңінен қолданылады, себебі ол шуларға төзімді және дыбыс жиілігін дәл жеткізуді қамтамасыз етеді. Жиіліктік модуляцияның мәні ақпарат модуляциялаушы дыбыс сигналының деңгейіне байланысты тасушы сигнал жиілігінің өзгеруі арқылы беріледі, ал амплитудасы өзгеріссіз қалады. [2].

USRP B210 - бұл байланыс жүйелерін зерттеу, оқыту және прототиптеу үшін арналған әмбебап SDR (Software Defined Radio – бағдарламалық түрде анықталатын радио) платформасы. Құрылғы бір уақытта сигналдарды қабылдауға және таратуға мүмкіндік береді.

Компьютерге қосылуы USB 3.0 интерфейсі арқылы жүзеге асады, бұл нақты уақытта үлкен көлемдегі деректерді беруді қамтамасыз етеді. USRP B210 құрылғысының басты артықшылықтары: кең жиілік диапазонын қолдау (70 МГц-тен 6 ГГц-ке дейін), жоғары өткізу қабілеті (56 МГц-ке дейін), бағдарламалық түрде икемді басқару мүмкіндігі, GNU Radio жүйелерімен үйлесімділігі. Осы артықшылықтарды пайдаланып, тәжірибе өткізу әдістемесі:

1. Қабылдау тізбегін баптау - GNU Radio ортасында сигнал көзі (USRP Source), жолағы шектелген сүзгі және демодуляция блогынан тұратын блок - сұлба жасалды. Қабылдау жиілігі 100–102 МГц аралығында, дискреттеу жиілігі 2 мегасемпл/секунд ретінде орнатылды.

2. Сигналды қабылдау және демодуляциялау - блок-сұлба іске қосылғаннан кейін, USRP B210 эфирдегі FM-сигналды қабылдады. WBFM Receive блогында демодуляция жүргізілді, аудиосигнал бөлініп алынды және кейінгі талдау үшін WAV форматында сақталды.

3. Спектрлік талдау - GNU Radio-ның құрылған құралдары және басқа бағдарламалар көмегімен жиілік спектрін талдау жүргізілді. Сигналдың орталық жиілік, жолағының ені, қосымша компоненттер мен шу деңгейі [3].

4. Модуляция параметрлерін бағалау - өлшеу нәтижелері бойынша жиілік девиациясы мен спектр ені анықталды. Анализ радиосигналдың тұрақты құрылымға ие екенін және стандартты FM-хабар тарату талаптарына сәйкес келетінін көрсетті [4].

Тәжірибе нәтижелері USRP B210 құрылғысын пайдалану аналогтық радиосигналдарды тиімді талдауға мүмкіндік беретінін растады. Қалыптасқан спектрлік диаграммада анық көрінетін тасушы жиілік пен симметриялы бүйір жолақтар байқалды, олар модуляциялаушы дыбыс сигналына сәйкес келеді. Демодуляцияланған аудиосигнал сәтті қалпына келтірілді, оның сапасы жоғары болды, шу мен бұрмалаулар іс жүзінде байқалмады. Талдау нәтижесінде жиіліктің өзгеру ауқымы мен радиотаратылымының тұрақтылығы да бағаланды. Күшейткіш деңгейін өзгерткенде сигнал амплитудасының өзгерісі байқалды, алайда оның жиілік құрылымы сақталды. Жұмыс барысында алынған білім мен әдістеме болашақта спектр мониторингі, сымсыз байланыс жүйелерін әзірлеу, оқыту, радиобақылау, радиоәуесқойлық және цифрлық деректерді беру стандарттарын сынауда қолданылуы мүмкін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Захаров, А. В. Радиоэлектроника және байланыс жүйелері. - Алматы: Эверо, 2021.
2. Романюк, В.А. Основы радиосвязи : учебник для вузов / В. А. Романюк. — Москва : Издательство Юрайт, 2017
3. GNU Radio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gnuradio.org/categories/education/>
4. Ettus Research. USRP B200/B210 Hardware Design and Specification Manual. - Ettus Research, 2019.

СОЗДАНИЕ НОВОГО ВИДА ТРАНСПОРТА ДЛЯ ШАХТ И КАРЬЕРОВ

Углубление горных работ на шахтах и карьерах приводит к резкому увеличению транспортных затрат, которые сегодня достигают 60–70 % в структуре себестоимости добычи полезных ископаемых. Используемый парк техники морально и физически устарел, а его возможности ограничены по высоте подъёма и углам откосов. Учитывая проблемы освоения глубоких и сверхглубоких залежей полезных ископаемых и рост затрат на их транспортировку, с ростом высоты подъема сформированы предпосылки появления альтернативного вида транспорта - скиповых пневмоподъёмных установок, обладающих высокой грузоподъёмностью, неограниченной высотой подъёма и низкими энергорасходами. Представлены основные конструктивные решения, технико-экономические показатели и результаты многолетних исследований и испытаний, выполненных при участии академика А.С. Сагинова [1-2].

В результате многолетних изысканий и анализа различных видов транспортных систем было установлено, что обеспечение минимального пути движения горной массы, сохранение высокой грузоподъёмности и исключение зависимости массы поднимаемого груза от высоты подъёма могут быть реализованы только в совершенно новой конструктивной концепции. Такой концепцией стала идея скиповой пневмоподъёмной установки, основанной на использовании сжатого воздуха низкого давления, способного поднимать грузовой сосуд по вертикальному или наклонному стволу практически без ограничений по высоте. Исследования показали, что применение давления порядка 0,05–0,15 МПа обеспечивает устойчивую работу системы, возможность многократного использования воздуха, снижение эксплуатационных затрат и высокий уровень безопасности. Эта технология позволяет поднимать единичные грузы массой 50–150 тонн и обеспечивать годовую производительность на уровне 3–5 млн тонн для шахт и до 6–10 млн тонн для карьеров, что существенно превосходит показатели традиционных подъёмных и транспортных систем [3].

Конструкция установки включает пневматический тракт, грузовой скип повышенной ёмкости, направляющие и уплотняющие элементы ствола, системы загрузки и разгрузки, а также комплекс устройств контроля и безопасности. Простота механической части, отсутствие сложных редукторов и мощных электроприводов, экологическая чистота и нечувствительность к погодным условиям позволяют рассматривать этот вид транспорта как высокоэффективное решение для углубляющихся шахт и карьеров. Экономические расчёты подтверждают, что применение

пневмоподъёма позволяет снизить транспортные расходы на тонну горной массы до 30–40 %, что имеет ключевое значение для предприятий, работающих на глубоких горизонтах. Модель экспериментальной скиповой пневмоподъемной установки представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Модель экспериментальной скиповой пневмоподъемной установки: пневматический подъемный ствол 1, электропривод 2, скип цилиндрической формы 3, воздухопровод с воздушным затвором 4, выпускной затвор 5, виброметр 6, пьезоэлектрический датчик 7, ПВЭМ 8, нижняя опорная рама 9

Существенный вклад в развитие этого направления внёс академик А.С. Сагинов, поддержавший идею создания принципиально нового транспорта ещё на ранних стадиях разработки. Под его чутким руководством на тот момент новый и передовой вид горного транспорта получил максимальное развитие. Благодаря его научному руководству был организован комплекс лабораторий и исследовательских групп, обеспечено финансирование со стороны отраслевых министерств СССР. В итоге были созданы экспериментальные полигоны и проведены многолетние испытания образцов оборудования. Все решения были подробно изучены на технических советах Минугля СССР, Минцветмета СССР, Московского горного института и Института горного дела АН КазССР, где получили положительную оценку и были признаны соответствующими перспективным требованиям горной промышленности.

Практическая реализация установки была подтверждена на ряде промышленных объектов, включая шахту №38 ПО «Карагандауголь», рудник «Космурун», Малеевский рудник, ряд крупных угольных и рудных карьеров Восточного Казахстана и Соколовско-Сарбайского ГОКа. Экспериментальные установки показали высокую надёжность, устойчивость к запылённости, перепадам температуры и вибрационным нагрузкам, продемонстрировали стабильную работу и были рекомендованы к дальнейшему промышленному внедрению. Материалы исследований

легли в основу кандидатских и докторских диссертаций, многочисленных научных публикаций и авторских свидетельств, закрепивших приоритет казахстанских учёных в этой области.

Разрабатываемые решения напрямую опираются на научное наследие профессора Ю.А. Николаева, который стал фактическим создателем нового типа горнотранспортного «лифта» — скиповой пневмоподъёмной установки. Его идеи о минимизации транспортного пути и использовании сжатого воздуха для подъёма тяжёлых грузов легли в основу современных технологий для глубоких шахт и карьеров. Сегодня накопленный научный, конструкторский и экспериментальный потенциал по созданию скиповых пневмоподъёмных установок позволяет рассматривать данный вид транспорта как одну из наиболее перспективных технологий для глубоких шахт и карьеров. С точки зрения технической, экономической, производственной и экологической эффективности эта система обладает значительными преимуществами и способна радикально снизить себестоимость транспортирования горной массы, обеспечивая стратегическую устойчивость горнодобывающих предприятий в условиях углубления горных работ. Ученики профессора Ю.А. Николаева продолжают развивать заложенные им научные идеи и сегодня работают в этом направлении, расширяя область применения пневмоподъёмных технологий. Если ранее разработки были ориентированы преимущественно на транспортирование горной массы, то современные исследовательские группы уже занимаются созданием модифицированных пневматических подъёмников, адаптированных для перевозки людей. По сути, это новое поколение безопасных и энергоэффективных лифтов. Такое преемственное развитие демонстрирует актуальность его научной школы и подтверждает высокий потенциал технологии для горных предприятий и гражданских инженерных систем.

В настоящий момент времени дело академика А.С. Сагинова и профессора Ю.А. Николаева продолжается, ведется научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в рамках государственного гранта. Уже есть первые практические результаты, полученные в рамках проекта грантового финансирования.

Список использованных источников:

1. Kitaeva M.V., Nikolaev Yu.A., Taranov A.V., Mekhtiyev A.D. Studying mathematical model of mine and quarry pneumatic lifting equipment in “skip-guidance” devices systems // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2015;81(1):012114. DOI: 10.1088/1757-899X/81/1/012114
2. Николаев Ю.А. Горнодобывающим отраслям Казахстана – новый вид транспорта // Горное дело в Казахстане. Состояние и перспективы: труды 1-й международной конференции. – Алматы: РИО ВАК, 2000. – С. 15–18.
3. Николаев Ю.А., Таранов А.В., Мехмиев А.Д., Нешина Е.Г. The freight pneumatic elevators as a new form of transport // Journal of Physics: Conference Series. 2021;1843(1):012007. DOI: 10.1088/1742-6596/1843/1/012007.

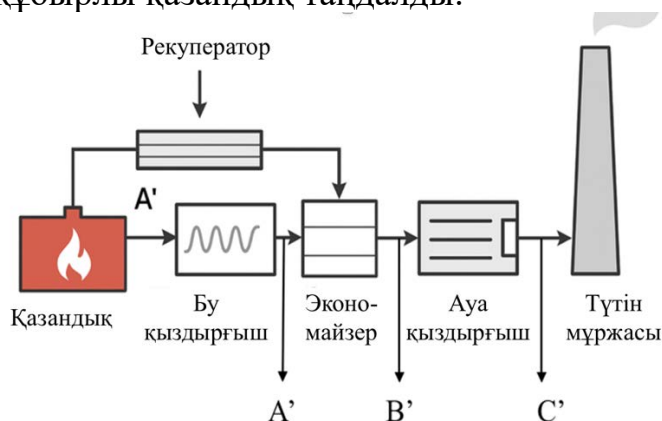
ҚАЗАН ЖҮЙЕСІНІҢ ЖЫЛУ ЖОҒАЛТУЛАРЫН СТИРЛИНГ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫ НЕГІЗІНДЕ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНА ТҮРЛЕНДІРУ

Қазіргі өнеркәсіптік қазандықтар айтарлықтай жылу энергиясы жоғалтуларымен сипатталады: отын жылуының 15–30 % түтін газдарымен 160–280 °С температурада атмосфераға шығарылады [1]. Температураны толық төмендету мүмкін емес, себебі күкіртті қосылыстардың шық нүктесіне жеткенде жабдықта қышқылды коррозия қаупі туындайды [2]. Сондықтан төмен потенциалды жылуды пайдалану мәселесі энергоэффективтілікті арттыру үшін өзекті болып қала береді.

Ең перспективалы шешімдердің бірі – Стирлинг қозғалтқышын қолдану. Дәстүрлі бу турбиналық және ORC-жүйелерден айырмашылығы, ол 150–300 °С температура диапазонында тиімді жұмыс істей алады, ішкі көлемде отын жақпауды, экологиялық тазалықты және жоғары ресурсты қамтамасыз етеді [3].

Осы зерттеудің мақсаты – Стирлинг қозғалтқышы негізінде қазандықтың жылу жоғалтуларын рекуперациялау мүмкіндігін техникалық-термодинамикалық талдау, оңтайлы орнату нүктелерін анықтау және энергия және эксергетикалық көрсеткіштерді есептеу.

Зерттеу нысаны ретінде орта қуатты, тас көмірмен жұмыс істейтін өнеркәсіптік су құбырлы қазандық таңдалды.



1-сурет – Стирлинг қозғалтқышты интеграциялау нұсқалары бар қазандық қондырғысының құрылымдық сұлбасы

Бұл жұмыста Стирлинг қозғалтқышын қазандықтың газ жүретін трактісіне қатысты орнатудың үш ықтимал нүктесі қарастырылды: А' – бу қыздырғыштан кейін (ең жоғары температура, жоғары потенциал, бірақ қазандық элементтерінің қызып кету қаупі); В' – экономайзерден кейін (температура, ағым тұрақтылығы және рұқсат етілетін кедергінің оңтайлы үйлесімі); С' – мұржа алдында (температура төмен, бірақ монтаждаудың

қарапайымдылығы және жабдық үшін қауіпсіз).

Әр нүкте үшін утилиделетін жылу қуаты төмендегі өрнекпен анықталды, мұнда шығарылатын газдардың минималды температурасына ($\geq 130^\circ\text{C}$) қатысты [3] ұсыныстар ескерілді:

$$\dot{Q}_{\text{утил}} = \dot{m}_g c_{p,g} (T_{g,\text{in}} - T_{g,\text{out}}) \quad (1)$$

мұндағы: бу қыздырғыштан кейінгі температура – 280°C ; экономайзерден кейін – 200°C ; мұржа алдында – 160°C ; $\dot{m}_g = 2,3 \text{ кг/с}$ – газдардың массалық шығыны; $c_{p,g} = 1,04 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ – жылусыйымдылығы; $T_{g,\text{out}} \geq 130^\circ\text{C}$ – шығу температурасы.

Нақты жағдайда Стирлинг қозғалтқышының ПӘК-і қайтымсыздықтар әсерінен төмен болады, оны пайдалану коэффициентін енгізу арқылы (0,30–0,40) есепке алады:

$$\eta_{\text{реал}} = k(1 - T_c/T_h), k = 0,30\text{--}0,31 \quad (2)$$

Пайдалы электрлік қуат келесі өрнекпен анықталды:

$$P_{\text{эл}} = \dot{Q}_{\text{утил}} \cdot \eta_{\text{реал}} \quad (3)$$

Қазандықтың үздіксіз жұмыс режимінде жылдық электр энергиясын өндіру (4500 сағ – қазандықтың жылдық орташа жұмыс уақыты):

$$E_{\text{ГОЛ}} = P_{\text{эл}} \cdot t_{\text{ГОЛ}} \quad (4)$$

1-кесте – Стирлинг қозғалтқышы негізіндегі қазандық қондырғысының есеп нәтижелері

Орнату нүктесі	$\dot{Q}_{\text{утил}}$, кВт	$\eta_{\text{реал}}$	$P_{\text{эл}}$, кВт	$E_{\text{ГОЛ}}$, МВт·ч
А'	167	0,133	22,2	100
В'	120	0,105	12,6	57
С'	72	0,087	6,3	28

Ең жақсы нәтиже В' нүктесінде — экономайзерден кейін: тиімділік, қауіпсіздік, төмен гидравликалық кедергі. Жылдық электр энергиясын өндіру 57 МВт·сағ құрайды, бұл қазандықтың электр энергиясын тұтынуын және CO_2 шығарындыларын жылына 20–30 т төмендетеді [5].

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу өнеркәсіптік қазандықтардың жылу жоғалтуларын рекуперациялау үшін Стирлинг қозғалтқышын тиімді қолдану мүмкіндігін растады.

Пайдаланылған дереккөздер тізімі:

1. Иванов С. В., Кузнецов А. П. Қазандық қондырғылардың энергоэффективтілігін арттыру // Теплоэнергетика. – 2021. – №7. – 12–19-бб.
2. Соколов В. Н. Түтін газдарының жылуын утилизациялау кезіндегі коррозия мәселелері // Энергетика и промышленность России. – 2020. – №4. – 55–60-бб.
3. Гребеников Е. Ю. Төмен потенциалды жылууды утилизациялау технологиялары // Энергосбережение. – 2022. – №3. – 20–25-бб.
4. Михайлов П. А. Аз қуатты қазандықтар үшін ORC-жүйелерінің тиімділігі // Теплотехника. – 2023. – №6. – 18–22-бб.
5. Catapano F., Rosso D. Integration of Stirling engines into industrial waste heat systems // Energy Conversion and Management. – 2021. – Vol. 248. – P. 114630.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

В настоящее время системы «Умный дом», широко распространённые по всему миру, для многих жителей Казахстана пока ещё остаются только исключительно термином. Подобную ситуацию можно объяснить многими факторами, но, наверное, один из них – это отсутствие понимания принципа работы данной технологии и реально получаемой выгоды от внедрения и использования системы «Умный дом». В то же время, многие отдельные элементы «Умных систем» (датчики движения, датчики протечки воды) уже используются в домах и квартирах жителей крупных городов. В настоящее время стали популярными также разнообразные системы безопасности, управления освещением и др. Это всё является лишь примерами отдельных подсистем «Умного дома», которые, тем не менее, не являясь взаимосвязанными, не могут называться единой системой. Что же стоит за понятием системы «Умный дом»? Функциональность, стиль, комфорт, безопасность, и это далеко не полный список того, чем нас может порадовать «Умный дом». Современные инженерные технологии могут мгновенно подстраиваться под потребителя, предоставляя массу возможностей. В этом и заключается суть системы «Умный дом» [1].

«Умный дом» – это система управления в доме, офисе, квартире или здании, включающая в свой состав различные датчики, управляющие элементы и исполнительные устройства. Главной задачей системы «Умный дом» является обеспечение комфорта, безопасности, а также экономия энергоресурсов.

Актуальность темы исследования обусловлена высоким потенциалом развития систем «Умного дома» и отсутствием понимания принципа работы подобных технологий и реально получаемой экономической выгоды большей частью общества.

Система освещения – это первое, что приходит в голову при упоминании автоматического дома. Действительно, обеспечение искусственного света, это самая ресурсоемкая функция. Автоматическая регулировка и отключение лампочек в зависимости от потребностей владельца приведет к значительной экономии.

Управление освещением – одна из самых популярных областей автоматизации квартиры или дома. Индивидуально спроектированная система освещения создаст уютный дом, сэкономит энергию, приятно удивит ваших гостей.

Количество, тип и мощность светильников всегда выбираются на основе таких факторов, как назначение комнаты, ее цветовая гамма, интерьер, уличное освещение и многие другие [2].

Когда работает автоматическое управление, владелец дома может забыть такие вещи, как переключатели – свет загорается, когда он приближается и гаснет, когда он уходит. Вечером и ночью освещение будет мягким и ненавязчивым.

Яркость освещения зависит от времени суток и выбранного поведения. Вечером яркость освещения всегда находится на комфортном уровне. Ночью он не будет беспокоить тех, кто уже спит, но позволит спокойно будет ходить по квартире.

Система освещения в детской комнате автоматически отключит свет, когда ребенок заснет.

С помощью сенсорного устройства вы также можете включить систему освещения комнаты, в которой вы находитесь, или включить весь дом, а также определить отдельные группы освещения или интенсивность свечения. Логика для автоматизации работы осветительных приборов проста: датчики света и датчики движения установлены в ключевых местах комнаты. Информация с датчиков обрабатывается в соответствии с установленным алгоритмом и подключает соответствующее оборудование, обеспечивая требуемый уровень яркости в помещении.

По моему мнению, для дальнейшего развития систем «Умный дом» необходим единый стандарт на подключение и управление датчиками, чтобы можно было их использовать без знания программирования. Это может способствовать снижению себестоимости устройств, которые требуются для построения системы. Также это позволит упростить процесс проектирования и реализации систем «Умный дом».

Список использованных литературы:

1. *Arduino Uno | Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. – <http://arduino.com/Hardware/ArduinoBoardUno>.*

2. *Амперка – Arduino, Raspberry Pi, электронные модули и робототехника [Электронный ресурс]. – <http://amperka.com/>*

ОБЗОР СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА В УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗАХ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Повышение эффективности тепловых энергетических установок непосредственно зависит от качества регулирования процесса горения топлива. Тщательный контроль концентрации кислорода в продуктах сгорания позволяет оптимизировать расход воздухоподачи, минимизировать энергетические потери и снизить объём выбросов загрязняющих веществ. Данная система выполнена для парового котла модели БКЗ-420-140-5 данный параметр относится к числу базовых диагностических показателей работы топочного устройства.

Котёл БКЗ-420-140-5 относится к циркуляционному типу, способен производить до 420 т/ч пара при давлении около 140 кгс/см², и используется преимущественно на теплоэлектростанциях. В состав оборудования входят многорелочные системы и распределённая воздухоподача. Для корректировки режима горения широко применяются автоматизированные средства управления, которые анализируют изменения кислородного состава в дымовых газах.

Общий вид котельного агрегата БКЗ-420-140-5 показан на рисунке 1.

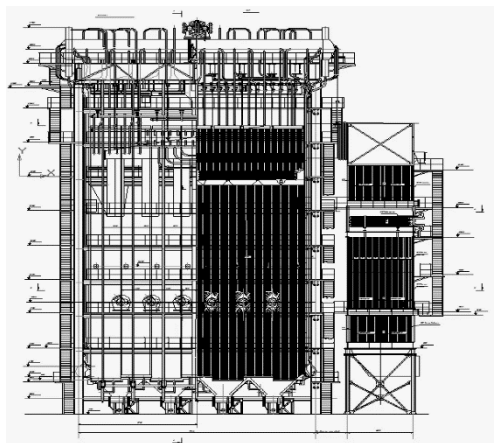


Рисунок 1 – Общий вид котельного агрегата БКЗ-420-140-5

В качестве измерительного звена чаще всего применяются циркониевые датчики, размещённые в газоходе после теплообменных поверхностей. Конструктивно узел включает зонд для отбора газов, устройство продувки, термическую защиту и электронный модуль преобразования сигнала. Полученные данные поступают на контроллер оперативного регулирования, который перераспределяет воздух через сервоприводы наддувочных заслонок. управления поддерживает функции коррекции

дозировки в реальном времени, контроля уровня, массы, влажности и состояния механизмов.

Структурная схема системы показана на рисунке 2. объединяет сенсор кислорода, автоматический модуль обработки информации, исполнительные механизмы и средства визуализации для персонала. Поддержание коэффициента избытка воздуха в пределах 1,15–1,25 обеспечивает оптимальные условия сгорания топлива и уменьшает величину теплотерь с уходящими газами.

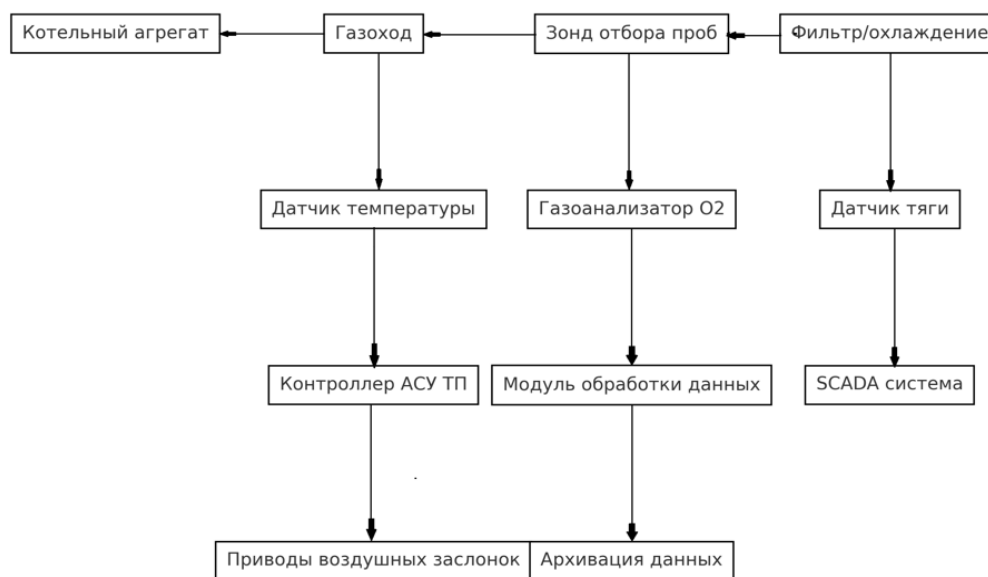


Рисунок 2 – Структурная схема системы

При увеличении доли кислорода сверх нормативных значений происходит снижение коэффициента полезного действия оборудования, а при недостатке — возрастает концентрация оксида углерода и продуктов неполного сгорания, что отрицательно отражается на экологических показателях. Применение автоматических систем контроля на котле БКЗ-420-140-5 позволяет снизить расход топлива на 2–6 % и стабилизировать технологические режимы.

Интеграция датчиков кислорода в систему АСУ ТП даёт возможность осуществлять архивирование данных, проводить удалённый контроль, мониторить динамику параметров и реализовывать адаптивные алгоритмы. Это рассматривается как актуальное направление модернизации энергетического оборудования на действующих промышленных объектах.

Список используемых источников:

1. Эксплуатационная документация парового котла БКЗ-420-140-5. – Новосибирск: Теплопром, 2018. – 84 с.
2. 2. Контроль состава дымовых газов на теплоэнергетических объектах / Под ред. В.Н. Галеева. – М.: Энергоатомиздат, 2020. – 152 с.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДВУХКАНАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХАБА С ПРИМЕНЕНИЕМ НАКОПИТЕЛЕЙ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

В работе предложена имитационная модель двухканального энергетического хаба, основанная на интеграции электрических и тепловых потоков с участием накопителей и преобразователей энергии. Модель реализована в среде *Matlab Simulink* и направлена на анализ поведения системы энергоснабжения при различных режимах нагрузки. Структура хаба соответствует архитектуре, представленной на рисунке 1, и включает элементы распределения, накопления и трансформации энергии. Проведённое моделирование демонстрирует эффективность представленного подхода для оценки гибкости и устойчивости мультиэнергетических систем.

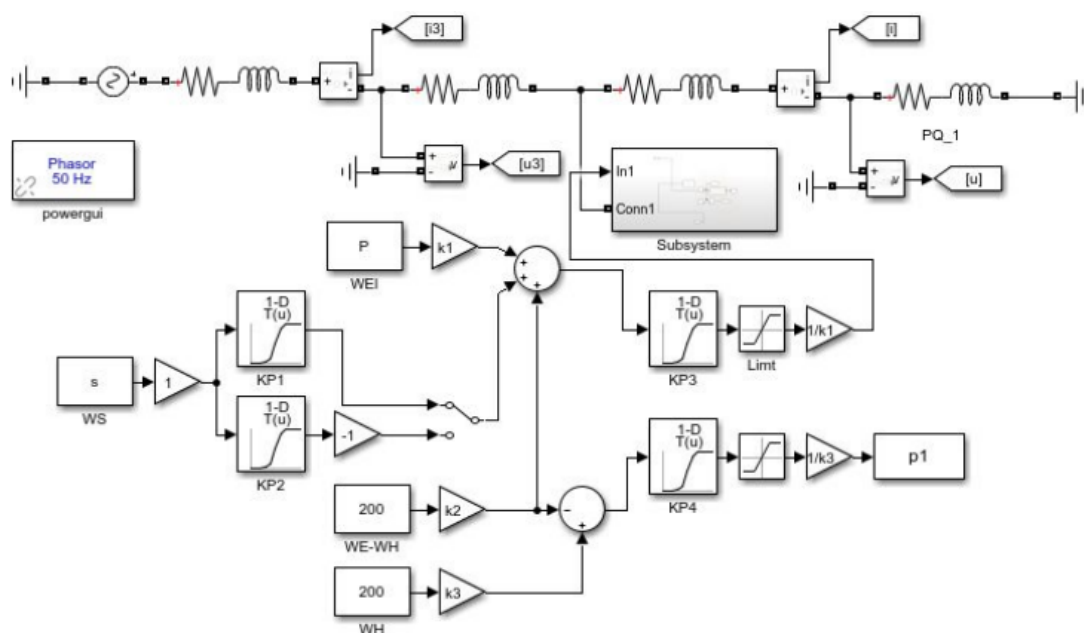


Рисунок 1 - Интегрированная система теплоснабжения и
электроснабжения:

Современные системы энергоснабжения требуют высокой адаптивности и возможности интеграции различных видов энергии. Одним из перспективных решений является использование энергетических хабов, объединяющих в единую структуру электрические, тепловые и иные потоки энергии. Такие системы позволяют повысить эффективность управления, обеспечить гибкость распределения ресурсов и реализовать элементы

интеллектуального контроля [1].

В настоящей работе рассматривается построение цифровой модели энергетического хаба, получающего энергию по двум независимым каналам – электроснабжения и теплоснабжения. Модель реализована на основе структуры, отражённой на рисунке 1 [2].

Методика построения модели.

Модель разработана в среде *Matlab Simulink* с использованием блочной архитектуры. В качестве источников энергии выступают внешние генераторы тепла и электроэнергии, которые передают энергию в общий хаб. Внутри хаба реализована система накопления и преобразования: тепловой накопитель, аккумулятор электрической энергии, а также блок преобразования между двумя видами энергии (например, термоэлектрический генератор или модуль на базе ТЭЦ).

Потребители подключены к соответствующим выходным каналам, при этом учитывается динамика потребления и возможность частичного резервирования.

Структура и функционирование энергетического хаба.

Архитектура модели представлена как совокупность модулей распределения и накопления энергии, каждый из которых управляется контроллером, реагирующим на текущую нагрузку и состояние источников.

Благодаря наличию преобразователя энергии возможно компенсировать нехватку по одному из каналов за счёт другого, что обеспечивает устойчивость системы. Система гибко реагирует на изменения потребления и может быть адаптирована под различные сценарии энергоснабжения.

Выводы.

Разработанная имитационная модель демонстрирует универсальность архитектуры энергетического хаба при двухканальном поступлении энергии. Включение накопителей и преобразователей позволяет учитывать различные режимы эксплуатации и обеспечивать устойчивость при несимметричных нагрузках.

Представленный подход может использоваться как основа для последующей оптимизации и интеграции с цифровыми платформами управления распределённой энергетикой.

Список использованных источников:

1. Khayyat H., et al. Energy hub modeling techniques and applications: A review // *Applied Energy*. – 2020. – Vol. 259. – P. 114174.
2. Герасимов Д.О., Суслов К.В. Системы имитационного моделирования мультиэнергетических объектов // *Труды МЭИ*. – 2023. – № 4. – С. 52–59.

SIEMENS ПЛК НЕГІЗІНДЕ ТЕМІРЖОЛ СТАНЦИЯСЫНЫҢ МАРШРУТТАРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Қазіргі теміржол көлігінде пойыз қозғалысын басқару жүйелерін жаңғырту және автоматтандыру мәселесі өзекті болып отыр. Көптеген станцияларда әлі күнге дейін релейлік электрлік орталықтандыру (ЭЦ) жүйелері қолданылады, олардың құрылымы күрделі, ал техникалық қызмет көрсету мен ақауларды анықтау көп уақыт алады. Бағдарламаланатын логикалық контроллерлерді (ПЛК) енгізу бұл мәселені шешуге мүмкіндік береді. Siemens компаниясының ПЛК құрылғылары жоғары сенімділікке, диагностика мен визуализация мүмкіндігіне ие. Осы арқылы теміржол станцияларының маршруттарын басқарудың икемді және қауіпсіз жүйесін құруға болады.

Жұмыстың мақсаты – Siemens ПЛК негізінде теміржол станциясының маршруттарын басқару жүйесінің құрылымдық моделін әзірлеу және оны цифрлық форматта жүзеге асыру жолдарын қарастыру.

Міндеттері:

- дәстүрлі релейлік ЭЦ жүйесінің жұмыс принципін талдау;
- маршруттық тәуелділіктердің логикалық құрылымын цифрлық түрде бейімдеу;
- ПЛК Siemens пен HMI панелі арасындағы өзара әрекеттесу моделін құру;
- басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасын әзірлеу және оның жұмыс принципін сипаттау.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы Siemens ПЛК қолдану арқылы релейлік ЭЦ жүйесінің функцияларын бағдарламалық түрде іске асыруда. Ұсынылған модель маршруттарды басқару логикасын орталықтандырылған өндеуді, автоматты диагностика мен оқиғаларды тіркеуді қамтамасыз етеді. Бұл тәсіл классикалық аппараттық байланыстарды азайтып, цифрлық платформаға негізделген жаңа буын теміржол автоматика жүйелеріне көшуге мүмкіндік береді.

Ұсынылған жүйе оқу-зертханалық мақсаттарда пайдалануға жарамды. ПЛК Siemens және HMI панельдері негізінде жасалған модель арқылы студенттер электрлік орталықтандырудың жұмыс принциптері мен логикалық тәуелділіктерін меңгере алады.

Сонымен қатар, бұл тәсіл нақты станцияларда қолданыстағы релейлік жүйелерді кезең-кезеңімен цифрлық басқаруға көшірудің негізі бола алады. Жүйе сенімділік пен қызмет көрсету ыңғайлылығын арттырып, эксплуатациялық шығындарды азайтады.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНО-ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ CIP
STATION ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Современные технологии автоматизации в пищевой промышленности требуют внедрения интеллектуальных систем управления, обеспечивающих повышение эффективности и стабильности технологических процессов. Одним из наиболее перспективных направлений является применение модельно-предиктивного управления (Model Predictive Control, MPC) для станций автоматической мойки (CIP Station), предназначенных для очистки технологического оборудования без его разборки [3].

Основная задача управления CIP-станцией заключается в оптимизации расхода моющих растворов, воды и энергоресурсов при обеспечении стабильного качества санитарной обработки. Традиционные ПИД-регуляторы обладают ограниченными возможностями в условиях многомерных, нелинейных и связанных систем, характерных для процессов CIP. В таких условиях модельно-предиктивное управление позволяет учитывать взаимосвязь параметров, ограничения и прогнозировать поведение системы во времени [1], [2].

Для построения MPC-контроллера разработана математическая модель процесса, включающая динамику температурных, гидравлических и химических параметров CIP-станции. В качестве основы использована система дифференциальных уравнений, описывающая тепло- и массообмен между моющим раствором и поверхностью оборудования. Для описания поведения объекта применялась линеаризация в рабочей области и идентификация параметров методом наименьших квадратов на основе экспериментальных данных [4].

Разработка MPC включала определение целевой функции, минимизирующей суммарные затраты энергоресурсов и отклонение температуры и концентрации раствора от заданных значений. Вектор ограничений включал физические пределы исполнительных механизмов, допустимые диапазоны давления и температуры. Алгоритм оптимизации реализован с использованием квадратичного программирования в скользящем горизонте прогнозирования [1], [2].

Система управления реализована в среде MATLAB/Simulink и интегрирована с ПЛК через протокол OPC для обмена данными с физической моделью CIP-станции в Factory I/O. Проведено моделирование различных режимов работы станции (мойка щелочным, кислотным и дезинфицирующим растворами). Результаты показали, что применение MPC обеспечивает снижение расхода моющих средств до 12 % и времени цикла на 8 % по сравнению с классическим ПИД-управлением, при

сохранении требуемых санитарных показателей [5].

Разработанная система может быть адаптирована для других объектов пищевой промышленности, где требуется многоконтурное управление с учетом технологических ограничений. Дальнейшее развитие предполагает внедрение адаптивных и самообучающихся моделей, основанных на методах машинного обучения, для повышения устойчивости MPC-алгоритма к изменениям характеристик моющих растворов и условий эксплуатации.

Список использованных источников:

1. Camacho E.F., Bordons C. *Model Predictive Control*. Springer, 2013.
2. Rawlings J.B., Mayne D.Q. *Model Predictive Control: Theory and Design*. Nob Hill, 2019.
3. Себенцов А.В. *Системы СІР-мойки в пищевой промышленности*. – М.: Агропромиздат, 2017.
4. Матросов И.Н. *Автоматизация технологических процессов*. – СПб.: Питер, 2020.
5. Visioli A. *Practical PID Control*. Springer, 2006.

МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН ДАЙЫНДАУ ПРОЦЕСІНІҢ MES ЖҮЙЕЛЕРІН ӘЗІРЛЕУ

Қазіргі мұнай өңдеу өндірісінде жоғары сапалы және экологиялық таза мұнай өнімдерін алу мәселесі аса өзекті болып отыр. Нарықта Евро-5 стандартына сәйкес келетін жанармай түрлеріне сұраныстың артуы гидротазарту процестерін терең модернизациялауды талап етеді. Бұл процестің тиімділігі шикізаттың құрамына, температура мен сутек шығынына, сондай-ақ катализатор белсенділігіне тікелей байланысты. Дәстүрлі автоматтандыру жүйелері нақты уақыттағы өзгерістерге жедел жауап беруде шектеулі болғандықтан, өндіріс тиімділігі мен тұрақтылығы жеткіліксіз деңгейде қалып отыр.

Осыған байланысты, мұнай өнімдерін гидротазартудан өткізу процесін басқаруға арналған интеллектуалды **MES-жүйесін әзірлеу** өзекті болып табылады. Мұндай жүйе технологиялық параметрлерді нақты уақыт режимінде талдап, процестің тұрақтылығын арттыруға және энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың мақсаты – гидротазарту процесінің технологиялық параметрлерін (температура, сутек шығыны, қысым) шикізат құрамының нақты талдауы негізінде автоматты түрде түзетуге қабілетті MES-жүйенің құрылымдық моделін әзірлеу.

Міндеттері:

- гидроочистка процесінің негізгі сатыларын және параметрлерінің өзара тәуелділігін талдау;
- процестің математикалық моделін MATLAB ортасында құру;
- өндірістік деректер негізінде предиктивті аналитика модулін әзірлеу;
- SCADA және АСУ ТП жүйелерімен деректер алмасу архитектурасын жобалау;
- технологиялық параметрлерді түзету алгоритмін жүзеге асыру.

Ғылыми жаңалығы – гидротазарту процесін басқаруда MES-жүйенің интеллектуалды модулін пайдалану арқылы параметрлерді автоматты түрде оңтайландыру тәсілін енгізу. Бұл жүйе процестің динамикалық жағдайына бейімделіп, шикізат құрамының өзгерісін ескеріп, нақты уақыт режимінде технологиялық параметрлерді реттейді.

Ұсынылған жүйе өндірістегі энергия тиімділігін арттыруға, катализатордың қызмет ету мерзімін ұзартуға және өнім сапасын тұрақтандыруға бағытталған. Сонымен қатар, жүйе SCADA деңгейіндегі мониторингпен біріктіріліп, операторға процесті визуалды түрде бақылау және түзету мүмкіндігін береді.

The diagram shows a chemical process flow. It starts with a feed stream 'I' entering a pump. The pumped liquid goes to a heat exchanger 'П-1' (represented by a house-like shape). After 'П-1', the liquid passes through a control valve and enters a distillation column 'P-1' (represented by a vertical cylinder with an internal tray). The top product of 'P-1' is stream 'II', which is recycled back to the pump inlet. The bottom product of 'P-1' passes through a control valve and enters a second heat exchanger 'K-2' (represented by a vertical cylinder). Stream 'VII' is the cooling water inlet to 'K-2', and stream 'VIII' is the cooling water outlet. The heated liquid from 'K-2' enters a distillation column 'K-1' (represented by a vertical cylinder). The top product of 'K-1' is stream 'IV', which is recycled back to the pump inlet. The bottom product of 'K-1' is stream 'VI', which passes through a control valve and enters a third heat exchanger 'K-1' (represented by a vertical cylinder). Stream 'III' is the cooling water inlet to this 'K-1', and stream 'V' is the cooling water outlet. The heated liquid from this 'K-1' enters a distillation column 'C-1' (represented by a horizontal cylinder). The top product of 'C-1' is stream 'I', which is recycled back to the pump inlet. The bottom product of 'C-1' passes through a control valve and enters a distillation column 'C-2' (represented by a horizontal cylinder). The top product of 'C-2' is stream 'II', which is recycled back to the pump inlet. The bottom product of 'C-2' passes through a control valve and enters a distillation column 'C-3' (represented by a horizontal cylinder). The top product of 'C-3' is stream 'IV', which is recycled back to the pump inlet. The bottom product of 'C-3' is stream 'V', which is recycled back to the pump inlet.

Пайдаланылған дереккөздердің тізімі:

- 627

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ПОЖАРА

Современные здания отличаются высокой плотностью людей и сложностью инженерных систем, что требует внедрения интеллектуальных систем оповещения и управления эвакуацией (ИСОУЭ). Традиционные системы оповещения не способны учитывать динамику распространения огня, изменение задымления и поведение людей, поэтому внедрение адаптивных интеллектуальных технологий становится необходимым элементом обеспечения безопасности.

Интеллектуальная система оповещения представляет собой комплекс, объединяющий датчики, микропроцессорные контроллеры и алгоритмы принятия решений. Она анализирует данные от сенсоров температуры, дыма, газа и движения, формирует прогноз развития пожара и выбирает оптимальные пути эвакуации. На основе алгоритмов искусственного интеллекта и нечеткой логики система может изменять маршруты в реальном времени, учитывая перекрытие выходов, плотность потоков людей и направление распространения дыма.

Интеграция технологий Интернета вещей (IoT) обеспечивает постоянный обмен данными между датчиками, управляющими блоками и системами пожарной сигнализации. Интеллектуальная система способна автоматически передавать информацию в подсистему эвакуации и динамически обновлять указатели направления движения. Проведенные имитационные исследования в средах FDS и AnyLogic показывают, что использование интеллектуального управления позволяет сократить общее время эвакуации на 20-30 % и снизить вероятность образования заторов на путях движения.

Важную роль в исследовании таких систем играет использование программного комплекса Fire Dynamics Simulator (FDS), разработанного Национальным институтом стандартов и технологий (NIST, США). FDS основан на решении уравнений Навье–Стокса для слабокомпрессибельных потоков с учетом горения, конвекции и теплопередачи. Модель делит пространство здания на расчетную сетку, в каждой ячейке которой вычисляются параметры потока, температура, концентрация газов и плотность дыма. Полученные результаты позволяют оценить скорость распространения огня, уровень задымления и видимость в различных помещениях. Для визуализации используется программа Smokeview, которая отображает 3D-картину развития пожара и распространения продуктов горения. Это дает возможность оценить эффективность

проектируемых маршрутов эвакуации и корректировать алгоритмы управления. Принцип его работы изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Принцип работы Fire Dynamics Simulator

Реализация ИСОУЭ возможна на базе микропроцессорных контроллеров с поддержкой протоколов Modbus и ВАСnet, обеспечивающих совместимость с системами пожарной сигнализации, вентиляции и дымоудаления. Такая интеграция формирует единую цифровую среду безопасности здания, где все подсистемы работают согласованно.

Таким образом, интеллектуальные системы оповещения и управления эвакуацией людей являются одним из ключевых направлений развития пожарной автоматики. Их внедрение обеспечивает проактивное реагирование, повышение надежности, сокращение времени эвакуации и создание безопасной инфраструктуры «умных зданий». Перспективным направлением дальнейших исследований является создание цифровых двойников зданий и разработка нормативной базы для внедрения таких систем в Республике Казахстан.

Список используемых источников:

1. Ержанов С. Б., Ахметов Р. К. Интеллектуальные системы безопасности зданий: архитектура и интеграция с инженерными сетями. — *Наука и техника Казахстана*, 2023, № 4. — С. 47–53.
2. Куанышев А. Т., Молдабеков Н. С. Моделирование распространения пожара в зданиях с использованием FDS. — *Вестник КазНУ*, 2022, № 3(151). — С. 85–92.

МЕТОДЫ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

Развитие современных систем технической диагностики электроприводов сопровождается широким внедрением неразрушающих методов контроля, среди которых особое место занимает тепловизионный анализ. Он основан на регистрации инфракрасного излучения, позволяющего оценить распределение температурных полей и выявить отклонения в работе электрических и механических узлов без необходимости останова оборудования [1]. Такой подход обеспечивает высокую информативность и чувствительность при минимальных затратах времени, что делает его востребованным при диагностике электроприводов различного назначения – от промышленных машин до судовых энергетических установок.

На рисунке 1 приведён пример тепловизионного изображения электропривода холодильного агрегата и построенных по результатам измерений продольных и поперечных термограмм. Вдоль осей Р1 и Р2 отображены температурные профили в верхней и нижней частях статора, а ось Р3 характеризует распределение температуры в поперечном направлении через середину корпуса. Анализ термограмм показывает, что максимальные значения температуры наблюдаются в средней зоне, где сосредоточены рабочие секции обмоток, в то время как температура на периферии остаётся ниже за счёт естественного теплообмена с окружающей средой. Подобное распределение указывает на нормальный режим работы электродвигателя и отсутствие локальных перегревов.

Характер изменения температуры по оси Р3 демонстрирует закономерное чередование пиков и спадов, соответствующих внутренним каналам вентиляции и наружным рёбрам охлаждения. Этот факт подтверждает исправность системы теплоотвода и эффективность работы вентилятора. При анализе продольных сечений наблюдается незначительная асимметрия температурных полей, что объясняется различной циркуляцией воздуха по корпусу, однако её величина не превышает допустимых значений. Таким образом, температурное распределение электропривода соответствует расчётным характеристикам и свидетельствует о стабильном тепловом режиме работы.

Преимуществом тепловизионного контроля является возможность интеграции полученных данных в цифровые системы мониторинга состояния оборудования. Современные тепловизоры обеспечивают высокое пространственное и температурное разрешение, а программное обеспечение

позволяет формировать температурные профили, карты изотерм и трёхмерные модели распределения тепла. Эти данные могут использоваться при построении цифровых двойников электроприводов, где тепловизионные измерения служат источником актуальных параметров для прогнозирования износа, выявления отклонений и планирования профилактического обслуживания [2].

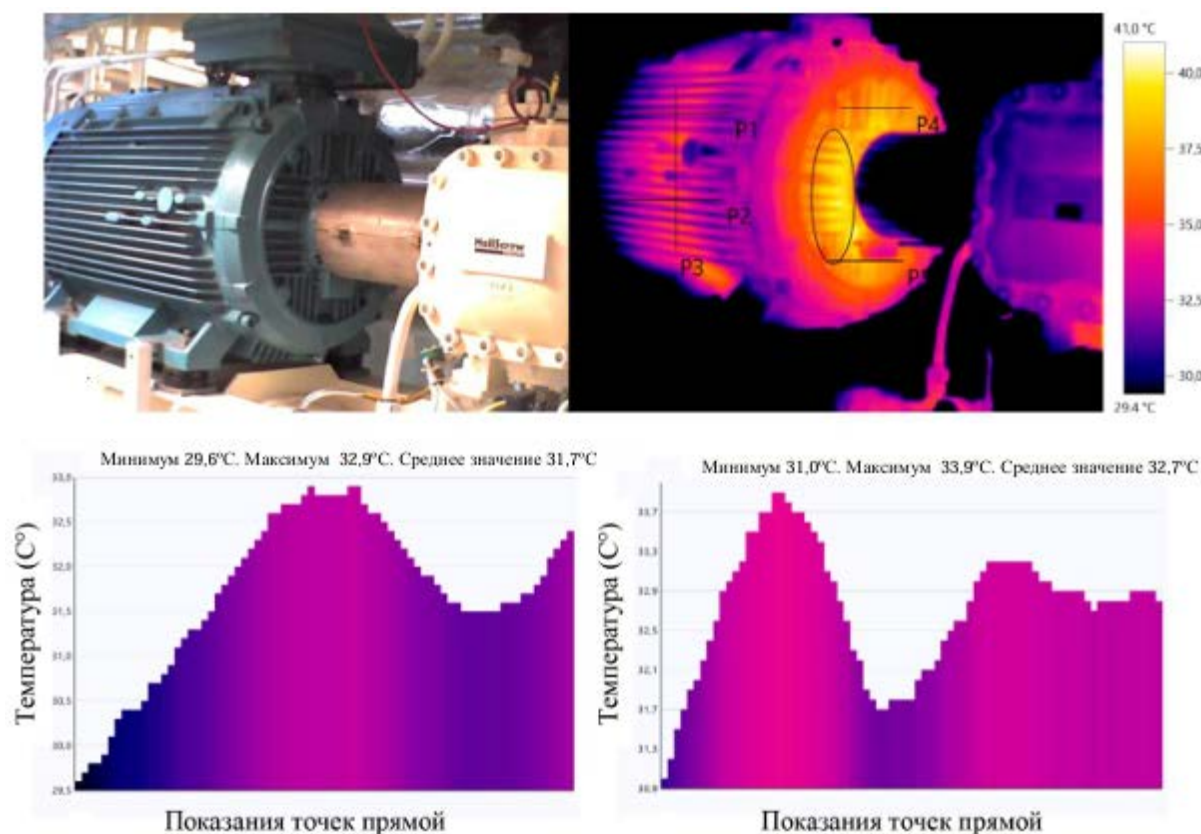


Рисунок 1 – Тепловизионное изображение электропривода и температурные профили по продольным и поперечным сечениям корпуса

Результаты анализа термограмм, подобных представленным на рисунке 1, подтверждают, что равномерное распределение температуры по поверхности корпуса является надёжным диагностическим признаком исправного состояния электроприводов. Отсутствие термографических аномалий свидетельствует о нормальном состоянии обмоток, соединений и подшипниковых узлов. Следовательно, тепловизионный контроль позволяет не только оперативно выявлять начальные стадии неисправностей, но и служит инструментом для оптимизации эксплуатационных параметров оборудования.

Список использованных источников:

1. Кожухов, А.С., & Тарасов, В.Н. Современные методы термографического контроля электрооборудования // *Энергетика и автоматика*. — 2021. — № 3. — С. 42–49.
2. Wang, X., Liu, Y., & Zhang, M. Infrared thermography-based fault diagnosis for electric motors: Recent advances and applications // *Measurement*. — 2023. — Vol. 222. — P. 113422.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРОМ В КОРПУСЕ СРЕДНЕГО ДРОБЛЕНИЯ ЖАЙРЕМСКОГО ГОК

Жайремский горно-обогатительный комбинат (ГОК) является одним из ведущих предприятий Казахстана по добыче и переработке полиметаллических руд. В технологической цепочке производства важную роль играет участок среднего дробления, где происходит подготовка руды к дальнейшему обогащению. После промывки и первичного дробления материал транспортируется ленточными конвейерами на склад отмытой руды. Надёжность и стабильность работы данных конвейеров напрямую влияют на общий производственный цикл, а любые сбои или отклонения в скорости их работы могут привести к простою всего комплекса. Поэтому особое внимание уделяется совершенствованию систем автоматизации и диспетчерского контроля, обеспечивающих стабильное функционирование оборудования.

Система оперативно-диспетчерского управления, реализованная в среде SCADA, предназначена для визуализации, мониторинга и управления технологическими процессами в режиме реального времени. Она позволяет оператору контролировать параметры оборудования, фиксировать аварийные ситуации и принимать решения по управлению технологическим процессом. Однако в существующих решениях зачастую отсутствует точное отображение динамических характеристик конвейера, таких как фактическая и минимальная скорость движения ленты. Это создаёт определённые трудности при анализе режимов работы и выявлении потенциальных неисправностей, связанных с натяжением ленты, износом роликов или перегрузкой привода.

Целью данного исследования является создание усовершенствованной системы SCADA для конвейера корпуса среднего дробления Жайремского ГОК с дополнительными функциями отображения фактической и минимальной скорости, что обеспечивает более точный контроль за состоянием конвейера и позволяет предотвращать аварийные ситуации. Работа направлена на повышение эффективности эксплуатации оборудования и снижение риска простоев.

На графической панели SCADA-системы, будут добавлены отдельные элементы визуализации фактической и минимальной скорости. Показатели отображаются в реальном времени, сопровождаясь цветовой индикацией: зелёный цвет соответствует нормальной работе, жёлтый сигнализирует о

приближении к критическому уровню, а красный указывает на снижение ниже минимального значения. Для анализа состояния конвейера будет реализована функция построения графиков изменения скорости и архивирования данных, что даёт возможность оценивать динамику работы оборудования за определённый период.

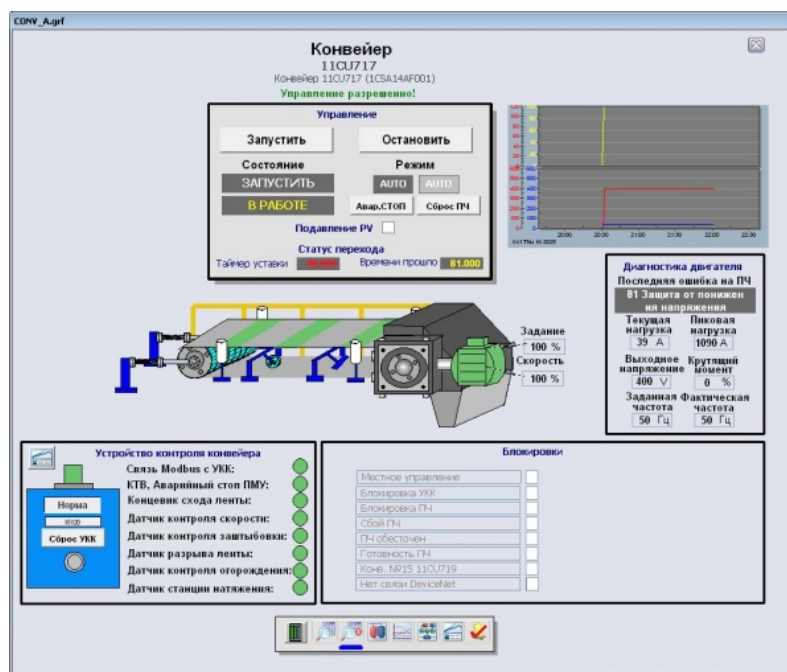


Рисунок 1 – Конвейер 11CU717

Таким образом, проведённое исследование подтверждает, что модернизация SCADA-системы путём добавления функции мониторинга скорости ленты конвейера способствует повышению эффективности и безопасности производственного процесса. Разработанная система может стать базовым элементом цифровизации технологических процессов и дальнейшего развития интеллектуальных систем управления на предприятиях горнодобывающей отрасли.

Список использованной литературы:

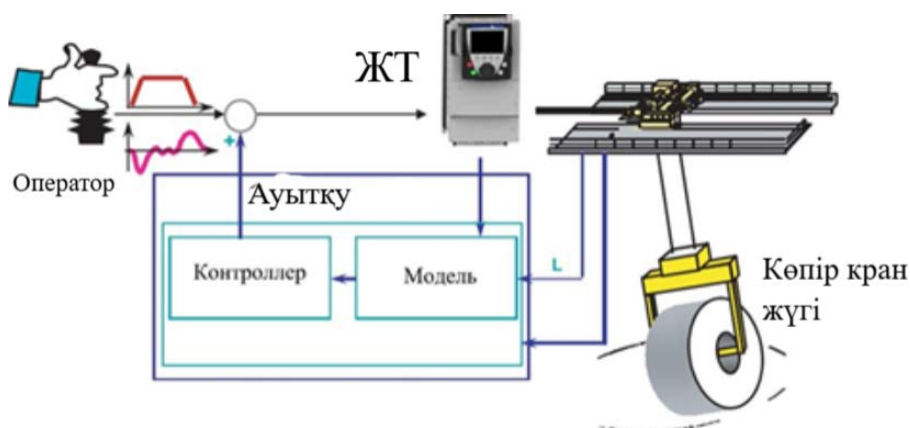
1. Елизаров И. А., Третьяков А. А., Пчелинцев А. Н. и др. Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы. Тамбов: ТГТУ, 2015.
2. Андреев Е. Б., Кузнецов Н. А., Синенко О. В. SCADA системы: взгляд изнутри. М.: РТСОфт, 2004.
3. Автоматизация производственных процессов: учебное пособие. — Минск: БНТУ, 2020.
4. Abbas H. A., Shaheen S. I., Amin M. H. Simple, Flexible, and Interoperable SCADA System Based on Agent Technology. — arXiv preprint, 2015.
5. Abbas H. A. Efficient Web-Based SCADA System. — arXiv preprint, 2015.
https://ru.wikipedia.org/wiki/Жайремский_горно-обогатительный_комбинат

КӨПІР КРАН ЖҮГІНІҢ ТЕРБЕЛІСТЕРІН ДЕМПФИРЛЕУ ӘДІСТЕРІНЕ АНАЛИЗ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Көпір краны жүгінің тербеліс мәселесі көтеру-тасымалдау жұмыстарының қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз етуде өзекті мәселелердің бірі. Инерциялық тербелістердің әсерінен көпір краны жүгінің орнықты позициясы мен дәлдігі төмендейді, жұмыс істеу уақыты ұзарады және төтенше жағдайлар болуы мүмкін. Сол себептен, жүктің тербеліс амплитудаларын тұрақтандырып, төмендетін демпфирлеу жүйесін зерттеу және әзірлеу өнеркәсіп үшін практикалық және экономикалық маңызға ие.

Тербелістерді демпфирлеу үшін активті және пассивті әдістер қолданылады [1]. Тербелістерді пассивті демпфирлеу үшін электроникасыз, қарапайым механикалық құрылғылар қолданылады. Алайда, құрылғыларды орнату үшін кран құрылымын өзгерту қажеттілігін туғызады. Бұл орнату орны және жұмыс жағдайларына байланысты әрқашан мүмкін емес. Сол себептен, тербелістерді тиімді демпфирлеу және кран құрылымын өзгертпеу үшін активті демпфирлеу әдісін қолдану қажет [1].

Жүктің тербелісін активті демпфирлеу жүйесінің құрылысының принципі 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 - Жүктің тербелісін активті демпфирлеу жүйесінің
құрылысының принципі

Тербелістерді активті демпфирлеу – жүктің тербелістері мен жылдамдығын үнемі өлшеп, бақылайтын және контроллер арқылы кранның қозғалтқыштарын автоматты түрде басқаратын, кері байланысы бар жүйе. Бұл көпір краны жүгінің қозғалыс кезінде тиімділігі мен қауіпсіздігін

арттырып, тербелістерін тез және дәл демпфирлеуге мүмкіндік береді.

Үш өлшемді көпір крандарының жетілдірілген басқару жүйесі автор мақаласында [3] көрсетілген. Жүйенің негізгі мақсаты – кран жүгінің маятниктік тербелісі минимал болатындай жүкті жылдам тасымалдау жүйесін құру. Осы мақсатқа жету үшін мақалада кранның қозғалысымен бір уақытта жұмыс жасайтын және тербелістерді тиімді демпфирлеу алгоритмі әзірленді. Алгоритм кранның жұмыс күйіне негізделген басқару сигналдарын жаңартуды қолдана отырып, тербеліс амплитудасын активті түрде азайтады. Мақалада кранның арқан ұзындығы ескерілмеген, бұл жүктің биіктігі өзгерген кезде тиімділіктің төмендеуіне әкеледі.

Диссертацияда [2] көпір кранының электр жетектерін басқарудың жетілдірілген жүйесі ұсынылған. Басты міндет – ілулі жүктің тербелістерін тиімді демпфирдеу арқылы кранның өнімділігін арттыру. Жүйе MEMS гироскопы арқылы жүктің ауытқу бұрышын өлшеуге және тербеліс периодын анықтаудың жаңа әдісіне негізделген. Жүктің жоғары қозғалыс жылдамдығы кезінде тербелістерді демпфирлеу жүйесі тұрақсыз жұмыс істейді.

Малазиялық ғалымдардың ғылыми жұмысында [4] тербелістер амплитудасын төмендету үшін басқару әсерлерін есептейтін нейрондық желілер қарастырылды. Нейрондық желі тәсілі жүктің ауытқуын тиімді азайтуға мүмкіндік беретіні көрсетілген. Осыған қарамастан, мұндай жүйені көпір краны жүгінің өлшемдері, масса және жылдамдық диапозондары сияқты параметрлерін практикада бейімделуге қиынға соғады.

Жүргізілетін зерттеу көпір крандарындағы тербелістерді демпфирлеу жүйелерінің маңыздылығын айқындап, басқару алгоритмдерін жетілдірудің өзекті мәселелерін қарастырады. Зерттеу барысында жүйенің үйлесімділігі мен кеңейтілуі қамтамасыз етіліп, ұсынылған әдістер заманауи өндіріс талаптары мен көпірлік крандардың автоматтандыру стандарттарына сәйкес келетін жағдайға бағытталады. Мұндай тәсіл крандардың жұмыс сапасын арттыру және тербелістерді тиімді төмендету мәселесін шешуге маңызды үлес қосатын сипатта қарастырылады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Аксаментов Д.Н. Адаптивное управление гашением колебаний и позиционированием груза мостового крана на производстве, 2024.
2. Енин С.С. Совершенствование системы управления электроприводами мостового крана для демпфирования колебаний подвешенного груза, 2020.
3. A.V.Savkin and A.Khatamianfar. Real-time robust and optimized control of a 3D overhead crane system. *Sensors* 19, 3429. 2019.
4. SM. Fasih, Z.Mohamed, W.Anjum. Payload swing control of a tower crane using a neural network-based input shaper. *Measurement and Control*, vol 53, 2020.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В современных условиях цифровизации и усложнения производственных систем особое значение приобретает эффективное управление материальными потоками. Оптимизация параметров потоков позволяет повысить производительность, снизить издержки и обеспечить устойчивость предприятия к внешним изменениям. Целью данного исследования является разработка методики оптимизации параметров материальных потоков производственного процесса на основе многокритериального анализа структурных элементов.

В процессе исследования проведён анализ существующих подходов к управлению материальными потоками и выявлены основные факторы, влияющие на эффективность производственного процесса. Определены ключевые структурные элементы системы, включающие оборудование, транспортные средства, запасы, маршруты и временные параметры. Для оценки оптимальности использованы критерии времени, стоимости, загрузки оборудования и надёжности поставок. В качестве методологической основы применены методы многокритериального анализа: метод анализа иерархий (МАИ), метод взвешенных коэффициентов и элементы математического программирования. Предложен алгоритм, позволяющий моделировать влияние изменения параметров материальных потоков на общую эффективность производственного процесса. Результаты исследования позволили разработать методику, обеспечивающую рациональное распределение ресурсов и повышение уровня согласованности между структурными элементами системы. Таким образом, разработанная методика оптимизации параметров материальных потоков на основе многокритериального анализа является эффективным инструментом для совершенствования систем управления производственными процессами и может быть использована в рамках концепции «Индустрия 4.0».

Список использованных источников:

1. Сергеев В. И. Корпоративная логистика: 300 ответов на вопросы профессионалов. — М.: 2005. — 976 с.
2. Шепелёва А. Ю. Логистика производственных процессов и распределения. — 2005.
3. Воронков А. Н. Логистика: основы операционной деятельности. Учебное пособие. — [Электрон. ресурс].
4. Мыльников Л. А., Краузе Б. и др. Интеллектуальный анализ данных в управлении

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

На сегодняшний день используются различные методы автоматизации насосных станций, включая программируемые логические контроллеры (PLC), системы SCADA и интеллектуальные алгоритмы управления. Большинство современных систем управления обеспечивают мониторинг работы оборудования, анализ данных в реальном времени и автоматическое регулирование параметров. Однако остаются нерешенные задачи, связанные с оптимизацией энергопотребления, прогнозированием аварийных ситуаций и адаптацией к изменяющимся условиям эксплуатации. [1-2].

Насосные станции представляют собой комплекс инженерных сооружений, обеспечивающих транспортировку жидкостей с заданными параметрами давления и расхода. Ключевыми характеристиками работы насосных станций являются:

- Производительность (расход жидкости через систему);
- Давление на входе и выходе;
- Уровень жидкости в резервуарах;
- Энергетические затраты на перекачку;
- Надежность и долговечность оборудования.

Оперативное управление данными параметрами позволяет предотвратить аварийные ситуации, снизить эксплуатационные расходы и повысить ресурс насосного оборудования.

Насосные станции играют важную роль в различных отраслях, обеспечивая бесперебойное снабжение жидкостью промышленных объектов, коммунального хозяйства, сельскохозяйственных предприятий и транспортных систем. Их основная функция заключается в перекачивании жидкости из одного резервуара в другой с поддержанием необходимых параметров давления и расхода. Технологический процесс работы насосной станции включает несколько ключевых этапов, начиная с забора жидкости из источника, будь то скважина, водоем или резервуар, и заканчивая ее транспортировкой к точкам потребления.

Изучая тему магистерской диссертации нами было выявлено, что для моделирования автоматизированного процесса работы насосной станции наилучшим решением является использование специализированных программных сред, таких как MATLAB/Simulink. Данные инструменты позволяют создавать математические модели насосных станций, проводить анализ их работы в различных режимах и оптимизировать параметры

управления. С их помощью можно исследовать влияние изменения входных параметров, таких как напор, расход и уровень жидкости, на работу системы, а также тестировать алгоритмы управления без необходимости проведения экспериментов на реальном оборудовании. Например, моделирование перекачки жидкости при изменении входного давления с 0,5 до 1,2 МПа позволяет определить оптимальные параметры работы насоса и выявить возможные перегрузки системы [3].

Одним из ключевых аспектов автоматизированного управления является использование программируемых логических контроллеров (PLC) и SCADA-систем, которые обеспечивают сбор, обработку и визуализацию данных о работе насосной станции. Внедрение таких решений позволяет оперативно реагировать на изменения условий эксплуатации, автоматически регулировать параметры насосов и минимизировать влияние человеческого фактора.

Для оптимизации энергопотребления насосной станции используются частотные преобразователи, позволяющие плавно регулировать скорость работы насосов в зависимости от текущего расхода и давления. Это снижает износ оборудования, уменьшает количество аварийных остановок и обеспечивает значительную экономию электроэнергии. Кроме того, современные интеллектуальные алгоритмы, основанные на методах машинного обучения и предиктивного анализа, позволяют прогнозировать возможные неисправности и своевременно принимать меры по их предотвращению [4-5].

Таким образом, автоматизация насосных станций является не только важным направлением развития современных инженерных систем, но и необходимым условием для повышения эффективности, надежности и экономичности работы оборудования. Использование современных технологий управления, моделирования и анализа позволяет оптимизировать процессы перекачки жидкостей, минимизировать эксплуатационные расходы и повысить устойчивость систем к внешним воздействиям.

Список использованной литературы:

1. Петров И.В. Автоматизация насосных станций: современные подходы и решения. М.: Техносфера, 2020.
2. Иванов А.А., Смирнов Б.В. Энергосбережение в системах водоснабжения. СПб.: Политехника, 2019.
3. MATLAB/Simulink для инженерных задач: руководство пользователя. MathWorks, 2021.
4. Сидоров К.М. Честное энергосбережение: снижение затрат на эксплуатацию насосного оборудования. Новосибирск: НГТУ, 2018.
5. Brown T., Johnson M. Predictive Maintenance for Pumping Systems: Case Studies and Strategies. Springer, 2022

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ

Соңғы жылдары энергия үнемдеу барлық индустриалды дамыған елдердегі техникалық саясаттың негізгі бағыттарының біріне айналды. Экономиканың орнықты дамуы отын-энергетика ресурстарын өндіру мен тұтынуды ұлғайтуды талап етеді. Тау-кен жұмыстарын өндіру кезінде энергия үнемдеуге байланысты шығындардың үлесі 40-60% құрайтынын ескере отырып, энергия үнемдеу бойынша ұйымдастырушылық және техникалық іс-шараларды іске асыру отын-энергетикалық ресурстарды айтарлықтай үнемдеуге әкелуі мүмкін деген қорытынды жасауға болады.

Энергияны үнемдеу факторларын сыртқы және ішкі деп бөлуге болады. Сыртқы факторларға мыналар жатады: әлемдік экономиканың өсу қарқыны, тау-кен ресурстарының әлемдік нарығындағы баға серпіні, әлемдік сұраныс және олардың экспортының көлемі, әлемдегі экологиялық жағдай. Энергия үнемдеудің ішкі факторлары екі топқа бөлінеді: қамтамасыз етуші факторлар тобы және негізінен өзара тығыз байланысты жән бір-бірімен байланысты екі аспектісі бар тиімді факторлар тобы - ресурстар қорларын ұлғайту және оларды тұтынуды азайту. Энергияны және ресурстарды үнемдеу энергияны көп қажет ететін тау-кен өндірісін басқарудағы басым міндеттердің бірі болып табылады. Тау-кен кәсіпорындарының электрмен жабдықтау жүйелеріндегі энергия тиімділігі мен энергия үнемдеу жөніндегі іс-шаралар шартты түрде бірнеше бағытқа бөлінеді: электр желілері, электр жетегі, энергия тұтынуды бақылау және есепке алу.

Еліміздегі өндірілетін электроэнергияның 68,7% өндірісте пайдаланылады. Өр өңірдегі энергия жүйесінің мүмкіндіктері қажеттілікпен анықталады: электр станцияларының тиімділігін арттыру; қолданыстағы электр беру желілерін жаңғырту және металл тіректерде жаңаларын енгізу есебінен электр беру желілерінің сенімділігі мен өткізу қабілетін арттыру; жылыту жабдығын газ отынына ауыстыру кезінде электр энергиясын тұтынуды азайту жолымен қамтамасыз етіледі. Әрине, көп нәрсе ұйымдастырушылық шараларға, аймақтағы экологиялық жағдайға, энергетиктердің өздеріне (электрмен жабдықтаудың сенімділігі мен сапасы) және тұтынушыларға (реактивті қуатты өтеу, электр энергиясын үнемдеу, лимиттер мен кестелерді сақтау) байланысты.

Энергия үнемдеу саласындағы екінші бағыт өнеркәсіптегі электр энергиясының негізгі тұтынушылары болып табылатын тау-кен кәсіпорындарының технологиялық қондырғыларының электр жетектерін дамыту және жетілдірумен байланысты. Қазір электр жетектері барлық

өндірілетін электр энергиясының шамамен 65% тұтынады және мұндай тұтыну болашақта да сақталады. Қазіргі заманғы ірі тау-кен кәсіпорындары үшін электр жетегіндегі электр энергиясының шығыны оларды электрмен жабдықтау жүйесіндегі жалпы шығындардың 60-70% жетуі мүмкін. Бұдан шығатыны, энергияны үнемдеудің негізгі әсерін электр жетектерін ұтымды пайдалану саласында алуға болады.

Энергия үнемдеу саласындағы үшінші бағыт электр энергиясының ысырабын, оның сапасы мен нормаларға, лимиттерге және кестелерге сәйкес кәсіпорындар бойынша бөлуді есепке алудың автоматтандырылған жүйелерін енгізумен байланысты. Ақпараттық-басқару жүйелері төрт негізгі функционалды ішкі жүйелерден тұратын иерархиялық бөлінген кешендер ретінде құрылады. Ол ішкі жүйелер жеке өнімдер түрінде де, кешен-кәсіпорынның энергияны үнемдеуді басқарудың автоматтандырылған жүйесі түрінде де болуы мүмкін. Олардың ішінде мамандандырылған аппараттық және бағдарламалық жасақтама кешендерін ғана емес, сонымен қатар жалпы мақсаттағы модульдік жүйелерді де табуға болады. Біріншілері интеграцияланатын инфрақұрылымның ерекшелігін ескереді, ал модульдік архитектура негізіндегі өнімдер көп қаражат пен уақытты қажет етеді.

Сонымен, тау-кен кәсіпорындарында энергия тиімділігі мен энергия үнемдеу саласындағы одан әрі кең ауқымды және мұқият зерттеулер дәл жиілікті-реттелетін электр жетегін енгізу құралдары бойынша дамуы тиіс. Ол үшін келесі бағыттар бойынша жұмыс жүргізу керек: тау-кен кәсіпорындарының механизмдеріне технологиялық талаптарды тұжырымдау; осы кәсіпорындардағы жиілік түрлендіргіштерін пайдалану ерекшеліктерін сипаттау; жиілік түрлендіргіштерінің қуат схемаларын құрудың іргелі негіздері; жиілікті реттейтін электр жетегін басқарудың іргелі принциптері; заманауи жиілік түрлендіргіштер нарығын техникалық-экономикалық талдау; жиілікті реттейтін электр жетектері жүйелерінің жұмысы туралы ақпаратты жинау, тау-кен кәсіпорындарының электромеханикалық жүйесінің математикалық модельдерін әзірлеу.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. *Электротехника и электроника / Под ред. Петленко Б.И. – М.: Academia, 2017. – 31 с.*
2. *Бутырин, П.А. Электротехника: Учебник / П.А. Бутырин. - М.: Academia, 2018. - 384 с.*
3. *Гальперин, М.В. Электротехника и электроника : Учебник / М.В. Гальперин. – М.: Форум, 2016. – 48*

АКУСТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Эти приборы регистрируют акустические и сейсмические сигналы, издаваемые пострадавшими: крики, стоны, удары по элементам конструкций.

Акустические приборы поиска используются в ходе спасательных работ при ликвидации последствий природных и техногенных катастроф (рисунок 1-2).

Приборы обеспечивают:

- поиск живых людей в контролируемой зоне путём прослушивания оператором с поверхности завала акустических шумов от источника поиска, а также точное обнаружение местоположения пострадавшего;

- проведение переговоров с пострадавшим, находящимся в завале при отсутствии прямой видимости с ним путём использования встроенного в прибор двустороннего устройства громкоговорящей связи.

Принцип действия каждого из двух акустических каналов прибора основан на преобразовании специальным датчиком соответствующего канала механических колебаний грунта, вызванных акустическим шумом, издаваемого пострадавшим, в электрический сигнал. После усиления, фильтрации и частотной коррекции этот сигнал поступает на головные телефоны и светодиодный индикатор с целью слухового и визуального наблюдения интенсивности контролируемого сигнала.



Рисунок 1 – Акустический прибор поиска АПП-1М

Переговорное устройство работает на основе использования автоматической реализации полудуплексного режима двусторонней громкоговорящей связи между оператором (спасателем) и пострадавшим.

Технические характеристики:

- Температура окружающей среды $-40 - +50$ °С;
- Глубина обнаружения живых людей 5 метров;
- Точность определения местоположения 0,6 метров;

- Скорость обследования завала до 300 м²/ч;
- Время подготовки к работе до 5 минут.



Рисунок 2 – Акустический прибор поиска АПП-1

Технические характеристики:

Питание устройства (аккумулятор),

12 ± 2 В; Потребляемая мощность,

не более, 1,2 Вт; Диапазон рабочих температур, – 40/+50 °С;

Атмосферное давление, 85–106 кПа;

Относительная влажность, 98 %;

Габаритные размеры в штатной упаковке,

220x160x1400 мм; Мах. длина телескопической штанги, 2100 мм;

Масса устройства в штатной упаковке, не более,

5,4 кг; Время развёртывания и подготовки к работе, 1,5 минут;

Время готовности образца к работе после включения, 10 секунд; Дальность связи с пострадавшим, 5 метров;

Основным принципом действия приборов данной группы является избирательное усиление акустических и сейсмических колебаний. Прибор генерирует звуковые сигналы по характерным акустическим признакам, выделенным из общего спектра шумов.

Получение информации происходит либо непосредственно через головные телефоны по субъективным ощущениям оператора, либо с помощью индикаторов, регистрирующих максимальное звучание в точках измерений.

Применение акустических приборов наиболее эффективно тогда, когда пострадавший в состоянии заявить о себе криком, стоном, стуком. Если же пострадавший находится в бессознательном состоянии, применение приборов поиска в акустическом диапазоне может не дать результатов. Необходим поиск по иным проявлениям жизнедеятельности.

Список использованных источников:

1. Современные спасательные вертолеты. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://fire-truck.ru/pozharnyye-avtomobili/pozharno-spasatelnyie-modifikatsii-vertoleta-ka-32.html>.
2. Аварийно-спасательные автомобили. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://lik-o-dil-es.blogspot.com/2019/01/vidy-avarijno-spasatelnyh-avtomobilej.html>.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ АВТОМАТИКИ КОРПУСА ФИЛЬТРАЦИИ И ОТРУГЗКИ КОНЦЕТРАТА ПОЛИМЕТАЛИЧЕСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ЖАЙРЕМ

Полиметаллическая обогатительная фабрика «Жайрем» производит свинцовый, цинковый и медный концентраты, являясь одним из крупнейших перерабатывающих предприятий Казахстана. Внедрение «умных» систем управления и высоких стандартов экологии делает фабрику примером современного промышленного объекта. Кроме производственных проектов, компания активно инвестирует в развитие социальной инфраструктуры посёлка Жайрем: строительство больницы, обновление образовательных учреждений и культурных объектов.

После флотации и сгущения концентраты цинка и свинца поступают в КФиОК - заключительный участок фабрики, где продукт доводится до товарного состояния и подготавливается к транспортировке.

Из сгущителей в КФиОК концентраты поступают в виде густой пульпы - это смесь минерального порошка и воды с влажностью 35–40%. Пульпа по трубопроводам направляется в приёмные баки фильтрационного отделения, откуда насосами подаётся на фильтрацию.

Главное оборудование КФиОК - фильтр-прессы (или пресс-фильтры). Их задача - максимально удалить влагу из пульпы и получить сухой концентрат в виде порошка или кеков (пластов).

Процесс фильтрации проходит так:

1. Пульпа под давлением подаётся в фильтр-пресс.
2. Вода проходит через фильтровальные ткани и собирается в специальные сборники - эта вода затем возвращается в оборот на фабрику.
3. На фильтровальных плитах остаётся сухой концентрат, с влажностью около 7–10%.
4. После завершения цикла пресс раскрывается, и концентрат автоматически сбрасывается на нижний конвейер.

Таким образом, фильтр-прессы обеспечивают полное обезвоживание концентратов и формируют готовый продукт для отправки.

После фильтрации концентрат сыпается на ленточные конвейеры, которые подают его в накопительные ямы (бункеры). Здесь концентрат временно хранится до загрузки в тару.

Из ям концентрат подаётся через загрузочные воронки в Big Bags (Air Bags) — крупнотоннажные мягкие контейнеры вместимостью 1-2 тонны. Загрузка осуществляется с помощью подвесных кранов. Конвейера не оснащены устройством контроля конвейера (УКК) которое нужно для

отключения и блокировки электропривода конвейера в случае возникновения аварийной ситуации при получении сигнала от одного или нескольких датчиков и устройств системы конвейера. Для этого я использую УКК фирмы optek в котором можно подключить такие датчики как: датчик контроля схода ленты (ДКСЛ), датчик экстренной остановки (ДЭК), датчик забивки (ДЗИ), системой контроля скорости конвейера, датчик контроля разрыва ленты, датчик контроля положения ограждения конвейера. Также устройство обеспечивает:

1. Подключение к двум дискретным входам шлейфов с последовательно соединенными датчиками (до 60-ти дискретных датчиков с НЗ «сухим» контактом в каждом) с возможностью определения адреса сработавшего (опция возможна при использовании адресных модулей серии АМ-УКК «Адрес»).

2. Подключение к пяти дискретным входам датчиков, с возможностью определением адреса сработавшего, следующих типов: - по одному, в каждый из входов, «активному» (требующему питания) датчику со структурой транзисторного ключа PNP, с НЗ контактом; - по одному или несколько подключенных последовательно, в каждый из входов, «пассивных» (не требующих питания) датчиков с НЗ контактом;

3. Отключение и блокировку (до устранения неисправности и нажатия оператором кнопки «Пуск») реле управления электроприводом конвейера, при получении сигнала от одного или нескольких датчиков, подключенных к устройству – режим «Авария»;

4. Предпусковую сигнализацию (опция, доступна для устройства с установленным блоком БПС-24, см. пример обозначения устройства при заказе и раздел «Дополнительное оборудование»);

5. Контроль скорости движения конвейерной ленты в заданном диапазоне верхнего и нижнего пороговых значений;

6. Контроля температуры узлов и механизмов в заданном диапазоне верхнего и нижнего пороговых значений;

7. Дистанционное управление кнопкой «Рестарт»;

8. Подключение к группе переключающих контактов главного реле для управлением электродвигателем конвейера и организации и множесво других функций.

Список использованных источников:

1. <https://www.op-teko.ru/products/normal/ukk/ukk-adr.html>.

2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвейер>.

3. *Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых Обогачительные процессы.*

МЕТОД ОЦЕНКИ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 КВ НА ОСНОВЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ

В условиях активного внедрения интеллектуальных систем управления в распределительных электрических сетях особое значение приобретает корректный выбор мест установки токовой защиты. Особую актуальность эта задача приобретает при наличии связи с питающей сетью 110 кВ и выше, поскольку нарушенная селективность может привести к каскадному отказу. В работе рассматривается метод определения зон действия защитных устройств на основе построения графовой модели сети, а также проводится анализ электрических связей с учетом топологии распределительных и питающих уровней.

Развитие распределительных сетей электроснабжения требует внедрения точных математических моделей и цифровых методов анализа для обеспечения надёжности, избирательности и быстрой локализации повреждений. Одной из актуальных задач остаётся выбор оптимальных точек размещения разъединителей и токовых защит в сетях 6–35 кВ, особенно в условиях взаимодействия с питающими сетями 110 кВ и выше [1].

В современных системах применяется графовое моделирование топологии распределительной сети, позволяющее выполнять структурный и токовый анализ, оценивать конфигурации сети и определять критические узлы. На рисунке 1 представлена схема фрагмента распределительной сети 10 кВ с привязкой к питающей подстанции 110 кВ, которая служит основой для оценки направлений токов короткого замыкания и потенциальных зон действия защит.

Построение графовой модели начинается с представления элементов электрической сети (подстанций, фидеров, нагрузок) в виде вершин, а связей между ними — в виде рёбер. Вес рёбер определяется электрическими параметрами ветвей, такими как сопротивление и пропускная способность.

Для анализа зон действия токовой защиты применяется алгоритм поиска минимальных путей и локализации узлов, в которых возникает разветвление тока. В случае короткого замыкания система позволяет определить, какие участки будут отключены ближайшими защитами, и как это повлияет на питающую сеть 110 кВ.

Рисунок 1 иллюстрирует пример такой топологии с привязкой к источнику питания и разбивкой на функциональные зоны. Каждая зона выделена исходя из направлений токов короткого замыкания, что позволяет выполнить селективную настройку защитных устройств.

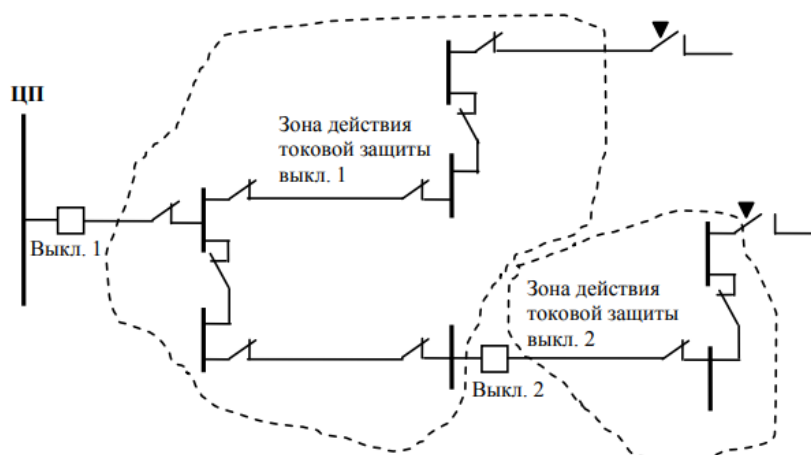


Рисунок 1 - Топология распределительной сети 10 кВ с привязкой к питающей сети 110 кВ для определения зон действия токовой защиты

Предложенный подход может быть использован при проектировании цифровых подстанций и интеллектуальных систем распределения. Совмещение графового анализа с данными телеметрии и SCADA позволяет оперативно пересчитывать зоны действия защит в случае изменения топологии сети (например, переключений в обходных схемах).

Кроме того, использование графов облегчает выявление узлов с наибольшей уязвимостью и даёт возможность оптимизировать не только размещение защит, но и восстановление питания после аварий [2].

Предложенный метод нацелен на повышение надёжности и управляемости сетей среднего напряжения в условиях энергетического перехода и цифровизации.

Построение графовой модели распределительной сети позволяет формализовать задачу оценки зон действия токовой защиты, учитывая как внутреннюю топологию, так и связь с высоковольтными источниками. Такой подход может быть положен в основу интеллектуального планирования реконструкции сетей, автоматической настройки защитных устройств и оценки последствий отказов. Практическая реализация возможна в рамках отечественных SCADA/EMS-систем и соответствует трендам цифровой энергетики.

Список использованных источников:

1. Ахметов И.Ф., Федоров А.Л. Метод определения зон действия защит в распределительных сетях на основе графовой модели // *Электрические станции*. — 2020. — №3. — С. 34–41.
2. Smirnov A., Vasiliev P., *Grid topology optimization using graph theory in smart distribution networks* // *IEEE Transactions on Smart Grid*. — 2019. — Vol. 10, No. 2. — P. 1256–1264.

MES КАК ЯДРО ИНТЕГРАЦИИ: ОБЪЕДИНЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ERP В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Горнодобывающие предприятия (ГДП) оперируют в условиях уникальных вызовов: географическая распределенность активов, суровые условия эксплуатации, работа с мобильной техникой (самосвалы, экскаваторы) и высокая зависимость от геологической изменчивости сырья. Эти факторы создают критический информационный разрыв между операционным уровнем (АСУ ТП карьера и фабрики) и уровнем корпоративного планирования (ERP).

Традиционно, системы SCADA обеспечивают диспетчеризацию, но не решают задач производственного учета, анализа OEE (Общей эффективности оборудования) и сквозного управления качеством. Именно для ликвидации этого разрыва и предназначены MES (Manufacturing Execution System) - платформы, которые выступают "цифровым мостом" между уровнем автоматизации (PLC/SCADA) и уровнем управления предприятием (ERP).

Для успешной цифровизации ГДП необходима полная вертикальная интеграция. Стандарт ISA-95 (Рисунок 1) - это не просто иерархия, а модель потоков данных, связывающая производство и бизнес.



Рисунок 1 – Иерархическая структура ISA-95 (Пирамида автоматизации), иллюстрирующая интеграцию данных от ПЛК до MES и ERP.

Внедрение MES в горной промышленности ликвидирует "серые зоны" в управлении. Если SCADA отвечает на вопрос "Что происходит сейчас?", то MES отвечает на вопросы "Как мы поработали всю смену?", "Почему произошел простой?" и "Какова себестоимость произведенной тонны?". Ключевые преимущества MES, критичные именно для ГДП:

- Консолидация данных с мобильных и стационарных активов: MES позволяет создать единую картину, объединяя данные АСУ ТП обогатительной фабрики и данные систем диспетчеризации карьера.

- Расчет ОЕЕ для сложных процессов: в отличие от простого мониторинга, MES рассчитывает реальную эффективность, учитывая не только простой, но производительность и качество.

- Сквозное управление качеством: MES отслеживает параметры руды (например, содержание металла) от карьера до склада готовой продукции, позволяя в реальном времени корректировать технологический процесс (например, дозировку реагентов) для достижения плановых показателей.

- Основа для проактивного технического обслуживания и ремонта: анализируя данные о наработке оборудования и микропростоях (собираемых с Уровня 2/3), MES автоматически генерирует заявки на техническое обслуживание в системах Управления Активами Предприятия (которые являются частью ERP).

В современной горной промышленности MES – это не просто "Уровень 4" в пирамиде автоматизации. Это операционный мозг предприятия, который переводит хаотичные потоки данных с датчиков и ПЛК в структурированную информацию, пригодную для принятия бизнес-решений в ERP.

Для ГДП, стремящихся к повышению эффективности, MES-системы являются фундаментом для цифровизации, обеспечивая прозрачность процессов, снижение себестоимости и быструю адаптацию к изменяющимся условиям добычи. Будущие тренды очевидно ведут к интеграции MES с IIoT (Промышленный Интернет вещей) и ИИ (Искусственный интеллект) для создания полностью автономного "умного карьера".

Список использованных источников:

1. Mutsaers, B., & Ivanova, A. (2021). Digital Transformation in the Mining Sector: Exploring Global Technology Trends and Managerial Issues. *E3S Web of Conferences*, 315, 04006. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131504006>
2. Beesley, P. (2021). RPMGlobal and ISA-95 – Creating a Standard for Mining. [White Paper]. RPMGlobal.
3. Rowwad. (2025). Integrating MES with Odoo ERP: A Blueprint for Metals & Mining Plants.
4. Control Engineering. (2022, Aug 2). Benefits of integrating a MES system with SCADA.

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ КӨМЕГІМЕН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ТҰТЫНУЫН БОЛЖАУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Қазіргі таңда энергетика саласында жасанды интеллект технологияларын пайдалану энергия тиімділігін арттырудың және ресурстарды оңтайлы пайдаланудың негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Электр энергиясының тұтынуын нақты және дәл болжау – энергетикалық жүйелердің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету, артық шығындарды азайту және энергиямен жабдықтау сапасын арттыру үшін аса маңызды. Дәстүрлі статистикалық әдістермен салыстырғанда, жасанды интеллект алгоритмдері деректердің үлкен көлемін талдап, күрделі байланыстарды анықтауға қабілетті. [1].

Жасанды интеллект көмегімен электр энергиясының тұтынуын болжау көбінесе машиналық оқыту (Machine Learning) және терең оқыту (Deep Learning) әдістеріне негізделеді. Бұл әдістер тарихи тұтыну деректерін, ауа райы факторларын, маусымдық өзгерістерді және экономикалық белсенділікті ескере отырып, болашақтағы тұтыну көлемін нақты анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, нейрондық желілер мен регрессиялық модельдер энергия тұтыну графигін талдап, алдағы тәуліктер мен апталардағы сұранысты жоғары дәлдікпен болжай алады.

Жасанды интеллект негізіндегі болжау жүйелері энергетикалық компанияларға жүктемені теңестіру мен генерацияны жоспарлауда үлкен көмек береді. Бұл өз кезегінде электр жүйелерінде артық қуат өндірісін азайтып, энергия үнемдеуді арттырады. Сонымен қатар, болжау нәтижелері жаңартылатын энергия көздерін (күн және жел станциялары) тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Себебі, жасанды интеллект климаттық және өндірістік факторлардың әсерін алдын ала ескеріп, жел мен күн энергиясының үлесін оңтайлы үлестіреді. [2].

Жасанды интеллектті қолдану арқылы тұтыну болжамдарының дәлдігі 10–20%-ға дейін артады, бұл энергетикалық жүйелердің сенімділігін арттырып, шығындарды азайтады. Мысалы, Google DeepMind компаниясы Ұлыбританиядағы электр станцияларының жұмысын оңтайландыру арқылы энергия тиімділігін 15%-ға арттырған. Бұл тәжірибе жасанды интеллект технологияларының энергетика саласындағы әлеуетінің жоғары екенін дәлелдейді. [3]. Жасанды интеллекттің рақ ауруларын алдын алудағы рөлі Рақты ерте анықтаудан бөлек, жасанды интеллект алдын алу шараларын күшейтуге де көмектеседі. Бұл ауруды тудыратын факторларды зерттеу, өмір салтын өзгертуге арналған ұсыныстар беру және скринингтік бағдарламаларды жақсарту арқылы жүзеге асады. жасанды интеллект арқылы емдеудің тиімділігін арттыру Рақты емдеуде жасанды интеллекттің

көмегімен емдеу әдістерін таңдау, дәрі-дәрмектердің тиімділігін бағалау және жеке емдеу жоспарларын жасау мүмкін болды. жасанды интеллект раққа қарсы дәрілерді таңдауда маңызды рөл атқарады [4]. Болашақта жасанды интеллект технологияларын энергетикалық инфрақұрылымдарға толық интеграциялау арқылы автоматтандырылған энергия менеджмент жүйелерін құру мүмкін болады. Мұндай жүйелер нақты уақыт режимінде тұтыну мен өндіріс арасындағы теңгерімді қамтамасыз етіп, энергия нарығының тұрақтылығын күшейтеді. [3].

Қорытындылай келе, жасанды интеллект электр энергиясын тұтынуды болжау саласында үлкен серпіліс әкелуде. Ол деректерді талдаудың дәстүрлі тәсілдерін жетілдіріп, энергия ресурстарын басқарудың тиімділігін арттырады. Бұл технологиялардың дамуы болашақта ақылды энергетикалық жүйелерді қалыптастыруға және энергия тиімділігін жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жасанды интеллект энергетикалық процестердің автоматтандырылуын қамтамасыз етіп, адам факторынан туындайтын қателіктерді азайтады. Мұндай тәсіл энергияны үнемдеуге, шығындарды төмендетуге және экологиялық тұрақтылықты сақтауға бағытталған. Болашақта жасанды интеллект технологияларының жетілуі бүкіл энергетика саласының цифрлық трансформациясын жеделдетіп, тұрақты әрі тиімді энергия инфрақұрылымын құруға жол ашады.

Сонымен бірге, жасанды интеллект көмегімен энергия тұтыну мен өндіру арасындағы теңгерімді нақты уақыт режимінде бақылауға және реттеуге мүмкіндік туады. Бұл өз кезегінде энергия тапшылығы мен артық өндіру мәселелерін болдырмай, жүйенің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді. Осындай интеллектуалды жүйелердің енгізілуі энергия нарығын болжау мен жоспарлау сапасын арттырып қана қоймай, тұтынушыларға да өз энергия пайдалануларын тиімді басқаруға жол ашады. Нәтижесінде, жасанды интеллект негізіндегі шешімдер энергетика саласының инновациялық дамуына, экономикалық өсімге және экологиялық жауапкершілікті арттыруға елеулі үлес қосады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. International Energy Agency (IEA). *AI and the Future of Energy Systems*. – Paris: IEA Publications, 2024. – <https://www.iea.org/reports/ai-and-the-future-of-energy-systems>.
2. Google DeepMind. *AI-based Energy Forecasting Systems*. – London: DeepMind Technologies, 2023. – <https://www.deepmind.com/research>
3. IEEE Power & Energy Society. *Machine Learning Applications in Power Demand Forecasting*. – IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 14, No. 2, 2023. – <https://ieeexplore.ieee.org>
4. World Economic Forum. *Artificial Intelligence in the Energy Transition*. – Geneva: WEF Report, 2023. – <https://www.weforum.org/reports>
- 5 **United Nations Environment Programme (UNEP)**. *Digitalization and AI for Sustainable Energy Systems*. – New York: UNEP Publishing, 2022. – <https://www.unep.org/resources>

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Современные технологические процессы в промышленности характеризуются повышением требований к точности, производительности и стабильности качества выпускаемой продукции. Эти условия стимулируют переход предприятий к внедрению автоматизированных систем, в которых ключевую роль играют робототехнические комплексы. Автоматизация позволяет снизить влияние человеческого фактора, обеспечить безопасность рабочих, а также повысить гибкость и эффективность производственных линий. Одним из наиболее универсальных технических средств в таких системах являются манипуляторы, применяемые для выполнения операций перемещения, сборки, обслуживания оборудования и обработки деталей. Их использование способствует стабильному качеству выполнения операций, снижению вероятности ошибок и повышению производственной устойчивости.

В промышленности применяются различные типы манипуляторов, отличающиеся конструкцией и назначением. Так, шестизвенные манипуляторы общего назначения обеспечивают широкий диапазон движений и применяются там, где требуется высокая пространственная гибкость. SCARA-манипуляторы используются в сборочных операциях благодаря высокой точности и скорости в горизонтальной плоскости. Дельта-манипуляторы эффективны при выполнении высокоскоростных сортировочных и упаковочных операций, а коллаборативные роботы предназначены для совместного взаимодействия с оператором в условиях ограниченного производственного пространства. Применение каждого из этих типов позволяет автоматизировать конкретные технологические операции, снижая трудоёмкость и обеспечивая стабильность процессов. Расширение номенклатуры таких устройств говорит о нарастающей потребности производства в управляемой и предсказуемой автоматизации.

Однако даже при наличии разнообразия конструкций манипуляторов остаётся важным вопрос их универсальности и гибкости при переключении между разными операциями. В условиях современного производства номенклатура изделий может изменяться, и технологические процессы требуют оперативной адаптации оборудования. Большинство промышленных манипуляторов настраиваются под выполнение одной определённой задачи, и при смене производственной конфигурации требуется переналадка или перепрограммирование системы. Это может

приводить к простоям, дополнительным затратам и снижению эффективности, особенно в предприятиях, работающих с мелкими партиями продукции или разнообразными технологическими маршрутами. В такой ситуации робототехника должна не только выполнять заданную операцию, но и обеспечивать возможность гибкого перестроения без значительных перерывов в производственном цикле.

Отдельное значение имеет проблема захватов и манипулирования объектами с различными геометрическими и физическими характеристиками. Надёжность удержания, точность позиционирования и устойчивость к внешним воздействиям напрямую зависят от конструкции захватных устройств. При изменении формы, массы или структуры обрабатываемого объекта стандартные захватные механизмы могут терять эффективность, что приводит к необходимости разработки адаптивных и более универсальных решений. Данный аспект существенно влияет на возможность применения манипуляторов в широком диапазоне технологических задач.

Опыт использования манипуляторов на производстве показывает, что их эффективность во многом определяется возможностью оперативно адаптироваться к изменениям технологических задач. Во многих случаях оборудование оказывается привязанным к выполнению одной заранее заданной операции, что ограничивает гибкость автоматизации и снижает её экономическую оправданность при изменении номенклатуры продукции. В связи с этим возрастает потребность в манипуляторах, способных выполнять различные технологические процессы без длительной перенастройки и при сохранении устойчивых параметров работы. Разработка решений, сочетающих универсальность и стабильность функционирования, представляет практическую значимость для повышения эффективности автоматизации в современных производственных условиях.

Список использованных источников:

1. Абу-Алим А., Балбаев Г., Оразалиева С. Обзор систем управления манипулятором // *Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева*. — 2023. — № 124(1). — С. 245–253.
2. Мырзабеков К., Косболов С., Кубесова Г., Дуйсебаева К. Синтез роботов-манипуляторов с использованием начальных кинематических цепей // *Вестник КазАТК*. — 2024. — № 132(3). — С. 371–381.
3. Бижанов Д., Гани М., Жетенбаев Н., Адилбаева У., Нусибалиева А. Исследование роботов с тросовым приводом // *Вестник КазАТК*. — 2024. — № 131(2). — С. 223–240.
4. Ожикен А. К., Тулешов А. К., Мамутов М. С., Алмазұлы А., Қанатұлы Н. Адаптивная система управления движением манипулятора // *Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан*. — 2025. — № 1(95).
5. Темирбеков Е. С., Карасаев Б., Айтуганова Ж. Т. Исследование механики схем схватов роботов-манипуляторов для адаптивного равномерного захвата объектов // *Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан*. — 2023. — № 4(90).

СЫРТҚЫ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЕСКЕРЕТІН HVAC ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Бұл зерттеу HVAC (жылыту, желдету және ауа баптау) жүйесін басқаруда сыртқы метеорологиялық деректерді есепке алатын интеллектуалды тәсілдерді қарастырады және оларды практикалық тұрғыда қолдануға бағытталған. Жұмыстың басты мақсаты – ғимарат ішіндегі микроклиматты тұрақты сақтау, энергияны тиімді пайдалану және жабдықтың қызмет көрсету мерзімін ұлғайту үшін бейімделгіш басқару алгоритмін құру болып табылады.

Зерттеу барысында жүйенің жұмысына әсер ететін негізгі факторлар, атап айтқанда температура, ылғалдылық және желдің бағыты, жан-жақты талданды. Осы метеодеректер негізінде HVAC жабдығын нақты уақыт режимінде автоматты түрде реттейтін адаптивті алгоритм әзірленді. Бұл алгоритм жабдықтың әрбір компонентінің жұмысын өзара байланысты түрде бағалап, сыртқы жағдайлардың өзгеруіне сәйкес қажетті түзетулер енгізуге мүмкіндік береді.

Алдын ала зерттеулер көрсеткендей, Model Predictive Control (MPC) әдісі HVAC жүйелерін басқаруда тиімділікті айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, Taheri S., Hosseini P., Razban A. еңбегінде HVAC жүйелеріне арналған MPC тәсілдері, ауа райы болжамдары және басқа да сыртқы әсер етуші факторлар жан-жақты қарастырылған [1]. Бұл тәсіл жүйенің жұмыс режимін алдын ала болжауға, энергияны үнемдеуге және жабдыққа түсетін жүктемені азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, “Weather Forecast Control for Heating of Multi Family Buildings in Comparison with Feedback and Feedforward Control” мақаласы ауа райы болжамдарын жылыту жүйесін басқаруда қолданудың нақты практикалық мысалын береді. Зерттеуде дәстүрлі кері байланыс (feedback) және тура байланыс (feedforward) схемаларының тиімділігі ауа райы болжамына негізделген басқару тәсілімен салыстырылды [2]. Бұл HVAC жүйелерінде энергия тиімділігін арттырудың әртүрлі жолдарын бағалауға мүмкіндік береді.

Тағы бір маңызды жұмыс — “Learning Based Predictive Building Energy Model Using Weather Forecasts for Optimal Control of Domestic Energy Systems” — ауа райы болжамдары мен машиналық оқыту алгоритмдерін пайдаланып HVAC жүйелерінің энергия тұтынуын оңтайландыруға арналған модельді сипаттайды [3]. Бұл зерттеу ғимараттың ішкі және сыртқы климаттық көрсеткіштерін есепке ала отырып, жылыту және желдету жабдықтарының жұмысын тиімді жоспарлауға мүмкіндік береді.

Ғылыми жаңалық ретінде, осы зерттеу HVAC жүйесінің сыртқы метеодеректерді автоматты түрде өңдейтін және жабдықтың жұмыс режимін нақты уақыт режимінде бейімдейтін басқару моделін ұсынады. Математикалық модель жасалып, алгоритмнің тиімділігі тәжірибелік стендте тексерілді, бұл энергия шығынын азайтып, ғимарат ішіндегі микроклимат тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, алгоритм сыртқы факторларға икемделетін болғандықтан, ол күтпеген ауа райы өзгерістеріне жылдам жауап бере алады және тұрғындардың жайлылығын қамтамасыз етеді. Қазіргі уақытта ғимараттардың жалпы энергия тұтынуының маңызды бөлігі HVAC жүйелеріне тиесілі. Ауа райының кенеттен өзгерістері кезінде дәстүрлі басқару әдістері тиімді болмай, артық энергия жұмсалуына және тұрғындардың жайлылығының төмендеуіне әкеледі. Сол себепті сыртқы метеодеректерді ескеретін интеллектуалды басқару жүйесін жасау заманауи “ақылды” ғимараттар үшін өзекті міндет болып отыр [2].

Зерттеу барысында алдымен қазіргі HVAC жүйелерін басқаруда қолданылатын технологиялар мен шешімдер талданып, олардың тиімділігі бағаланды. Кейін жүйенің математикалық моделін жасап, метеодеректердің оның жұмыс нәтижесіне әсері зерттелді. Одан соң LOGO Software ортасында басқару алгоритмі әзірленіп, MATLAB/Simulink бағдарламасында модельдеу арқылы тексерілді. Соңында жүйенің тиімділігі тәжірибелік сынақтар арқылы бағаланып, энергияны үнемдеудің нақты көрсеткіштері анықталды. Сыртқы метеорологиялық факторларды ескеретін басқару жүйесін енгізу жабдықтың жұмыс режимін оңтайландыруға, энергия тұтынуды 10–20% қысқартуға және ғимарат ішіндегі микроклиматты тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Зерттеуде аналитикалық, математикалық және тәжірибелік тәсілдер қолданылды. HVAC жүйесінің моделі MATLAB/Simulink бағдарламасында жасалып, метеодеректерді ескере отырып оның жұмысы модельденді, сонымен қатар бейімделгіш басқарудың жүйенің жалпы тиімділігіне әсері зерттелді.

Бұл тәсіл ғимаратты басқаруда жаңа деңгейге шығуға мүмкіндік береді, өйткені ол энергияны үнемдеп қана қоймай, тұрғындардың жайлылығын қамтамасыз етуге және жабдықтың қызмет көрсету мерзімін ұзартуға бағытталған.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *Model predictive control of heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) systems: A state of the art review* (Taheri S., Hosseini P., Razban A.)
2. *Weather Forecast Control for Heating of Multi Family Buildings in Comparison with Feedback and Feedforward Control*
3. *Learning Based Predictive Building Energy Model Using Weather Forecasts for Optimal Control of Domestic Energy Systems*

OPTIMIZATION OF ENERGY TRANSMISSION AND CONTROL
SYSTEMS IN KITE-BASED HIGH-ALTITUDE WIND POWER PLANTS

Kite-based high-altitude wind power systems (HAWPS) represent one of the most promising approaches to harnessing atmospheric wind energy at altitudes between 200 and 800 meters, where wind speeds are both stronger and more consistent compared to ground level. Unlike conventional wind turbines, these systems operate through aerodynamic lift generated by a lightweight airborne kite that transmits mechanical or electrical power to the ground via a tether.

The efficiency of such systems depends largely on two interrelated factors: the energy transmission mechanism and the kite control system. The first determines how energy is transferred from altitude to the ground, while the second governs the kite's flight dynamics and stability.

The present work aims to analyze and optimize the energy transmission and control mechanisms of kite-based wind power systems.

To assess the transmission performance, the system was modeled as a tethered kite operating at an altitude of 400 m, generating a mechanical traction force that is converted into electricity via a ground-based generator (Yo-Yo system). The following assumptions were used:

- Wind speed at altitude: 10 m/s;
- Kite lift-to-drag ratio: 6:1;
- Cable length: 400 m;
- Cable cross-sectional area: 25 mm² (aluminum core, $\rho = 2.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$);
- Output power target: 50 kW.

Electrical power loss along the tether was calculated using:

$$P_{loss} = I^2 \cdot R = I^2 \cdot \frac{\rho l}{S}$$

Assuming transmission current:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{50000}{600} = 83,3 \text{ A}$$

we get:

$$R = \frac{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 400}{25 \cdot 10^{-6}} = 0.45 \Omega$$

$$P_{loss} = (83,3)^2 \cdot 0.45 = 3.1 \text{ kW}$$

Thus, power loss $\approx 6.2\%$, which is acceptable for short-duration energy transfer cycles.

In contrast, for an airborne generator configuration (where electricity is generated onboard), mass and aerodynamic drag significantly increase — roughly by 30–40%, reducing system efficiency and altitude stability.

The kite's flight path follows a repetitive figure-eight trajectory, maximizing apparent wind speed and energy extraction. To maintain this path, the control system must continuously regulate:

1. Angle of attack – to control lift and prevent stalling;
2. Line tension – to balance aerodynamic and tether forces;
3. Yaw and roll angles – to initiate direction changes and maintain stability.

A simplified closed-loop control model can be described by:

$$\theta_{cmd} = f(\vartheta_{wind}, T_{line}, \varphi_{pos})$$

where θ_{cmd} is the commanded pitch angle, T_{line} is the measured line tension, and φ_{pos} is the current kite position. Modern systems use IMUs (Inertial Measurement Units), tension sensors, and optical or GPS feedback to maintain flight within the optimal energy envelope.

Table 1 – Comparative assessment of transmission methods

Parameter	Mechanical (Yo-Yo)	Electrical (Airborne Generator)
Energy conversion location	On the ground	In the air
Cable mass	Low	High
Power losses	5–8%	10–15%
System complexity	Medium	High
Maintenance	Easy	Difficult
Overall efficiency	85–90%	70–80%

The conducted study confirmed that optimizing both the energy transmission line and the control subsystem is crucial for improving the efficiency of kite-based high-altitude wind power systems. Mechanical transmission via the Yo-Yo principle remains the most efficient and practical solution for lightweight configurations.

List of references:

1. Loyd, M. L. *Crosswind Kite Power*. *Journal of Energy*, 4(3), 106–111, 1980.
2. Fechner, U., & Schmehl, R. *Modeling of Electric Power Generation by Pumping Cycle Kite Power Systems*. *Progress in Aerospace Sciences*, 89, 108–120, 2018.
3. Fagiano, L., & Marks, D. *Airborne Wind Energy: Modeling, Control and Applications*. *Annual Reviews in Control*, 39, 81–92, 2015.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МИКРОСЕТЬЮ С ВЫСОКОЙ ДОЛЕЙ ВИЭ

Современное развитие электроэнергетики связано с активным внедрением возобновляемых источников энергии (ВИЭ), что требует новых подходов к управлению распределёнными энергосистемами. Переход к децентрализованным схемам энергоснабжения и повышенное внимание к вопросам энергоэффективности и экологической устойчивости обусловили необходимость внедрения инновационных технологий в процессы генерации, накопления и распределения энергии [1].

Особую роль в этом процессе играют микросети — автономные или полуавтономные энергосистемы, сочетающие в себе различные типы источников электроэнергии: солнечные, ветровые и традиционные генераторы, а также аккумуляторные системы хранения энергии [2]. Преимущество таких систем заключается в возможности независимой работы и повышении надёжности электроснабжения, однако при высокой доле ВИЭ возникают новые технические задачи. Неустойчивость генерации ВИЭ, а также изменчивость потребления энергии [3].

Цель исследования — разработка методов оптимального распределения энергии между традиционными и возобновляемыми источниками энергии и потребителями в микросетях для обеспечения их устойчивого и эффективного функционирования, с учётом изменчивости генерации возобновляемых источников и динамики потребления электроэнергии.

Для проведения исследования выполняется создание имитационной модели микросети с высокой долей ВИЭ в среде MATLAB Simulink с использованием только математических блоков. Подобный подход обеспечивает гибкость настройки и наглядность анализа переходных процессов [4]. В модели реализованы функциональные зависимости, описывающие работу основных элементов микросети. Мощность солнечной установки определяется выражением:

$$P_{PV}(t) = \eta_{PV} \cdot P_{nom} \cdot \left(\frac{G(t)}{G_{ref}} \right) \cdot \left(1 - k_T \cdot (T(t) - T_{ref}) \right).$$

Мощность ветрового генератора рассчитывается по формуле:

$$P_{W(t)} = 0.5 \cdot \rho \cdot A \cdot C_p \cdot v(t)^3,$$

Для дизель-генератора учтена инерционность с передаточной функцией первого порядка:

$$T_D \cdot \frac{dP_D}{dt} + P_D = K_D \cdot u_D.$$

Состояние аккумуляторной батареи описывается балансом мощности:

$$\frac{dE_{bat}}{dt} = P_{gen}(t) - P_{load}(t),$$

а её уровень заряда определяется как $SOC = \frac{E_{bat}}{E_{max}}$.

Баланс мощностей в микросети выражается уравнением

$$P_{gen(t)} = P_{PV}(t) + P_W(t) + P_D(t),$$

что позволяет оценить дефицит или избыток энергии и соответствующую реакцию аккумулятора или резервного источника [5].

На текущем этапе моделирования реализованы сценарии как нормального и автономного функционирования, так и аварийных режимов, скачкообразное изменение нагрузки и переход на резервное питание. Проводится анализ реакций системы на внешние возмущения, исследуется поведение параметров напряжения и частоты, а также влияние аккумуляторных систем на сглаживание колебаний мощности.

Основное внимание уделяется оптимизации взаимодействия между источниками энергии и аккумуляторами, прогнозированию генерации и нагрузок, а также разработке элементов интеллектуального управления.

Дальнейшие действия будут направлены на расширение возможностей системы, в том числе включение дополнительных типов генерации и накопителей, моделирование взаимодействия с внешней сетью, а также детальный анализ режимов работы при изменении структуры потребителей и мощности источников. Это позволит более полно исследовать динамические характеристики микросети, оценить её поведение в переходных процессах и определить наиболее эффективные режимы функционирования при различных внешних условиях и сценариях эксплуатации. Ожидается, что результаты моделирования подтвердят эффективность интеллектуальных методов управления, обеспечивающих повышение доли использования ВИЭ, снижение эксплуатационных затрат и улучшение показателей устойчивости микросети.

Список использованных источников:

1. Quizhpe K., Arévalo P., Ochoa-Correa D., Villa-Ávila E. Optimizing Microgrid Planning for Renewable Integration in Power Systems: A Comprehensive Review. — *Electronics*, 2024, Vol. 13(18), P. 3620.
2. Khan M., Haider Z., Malik F., et al. A Comprehensive Review of Microgrid Energy Management Strategies Considering Electric Vehicles, Energy Storage Systems, and AI Techniques. — *Processes*, 2024, Vol. 12(2), Article 270.
3. Arévalo P., Ochoa-Correa D., Villa-Ávila E. Optimizing Microgrid Operation: Integration of Emerging Technologies and Artificial Intelligence for Energy Efficiency. — *Electronics*, 2024, Vol. 13(18), P. 3754.
4. Heydari R., Khayat Y., Naderi M., et al. A Decentralized Adaptive Control Method for Frequency Regulation and Power Sharing in Autonomous Microgrids. — *Proc. of IEEE ISIE*, 2019, P. 2427–2432.
5. Karunaratne L., Ekanayake J., and Jenkins N. Microgrid Modelling and Stability Analysis in MATLAB/Simulink. — *Renewable Energy Journal*, 2023, Vol. 198, P. 1250–1264.

ОТ ШАХМАТ ДО УМНОГО ГОРОДА: ПУТЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА

Искусственный интеллект (ИИ, англ. Artificial Intelligence) - одно из важнейших направлений современной науки и технологий. Он объединяет методы и системы, способные выполнять интеллектуальные функции человека: анализировать информацию, делать выводы, принимать решения и обучаться. Главная цель ИИ – не просто автоматизация, а создание машин, способных мыслить и адаптироваться. Развитие этой области стало возможным благодаря научно-техническому прогрессу и росту вычислительных мощностей. Сегодня ИИ используется в медицине, промышленности, транспорте, образовании и многих других сферах. Он помогает диагностировать болезни, управлять производством, обеспечивать безопасность движения и индивидуализировать обучение. Искусственный интеллект повышает эффективность, снижает количество ошибок и ускоряет обработку информации. Кроме того, ИИ способствует созданию «умных городов», рациональному использованию ресурсов и развитию экологии. Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью современного мира и важным направлением будущего развития человечества.

По уровню развития различают три основных вида искусственного интеллекта: узкий, сильный и сверхразумный. Узкий ИИ – самый распространённый на сегодняшний день. Он выполняет конкретные задачи, такие как распознавание речи, обработка изображений, работа голосовых ассистентов, чат-ботов и рекомендательных систем. Эти технологии не обладают сознанием, но значительно облегчают жизнь человека, повышая скорость и точность работы во многих сферах. Сильный искусственный интеллект — это гипотетический тип системы, которая может мыслить, анализировать и принимать решения на уровне человека. Он способен к самообучению, пониманию контекста и самостоятельному поиску решений, однако пока существует только в теории. Ещё более развитая форма — сверхразумный ИИ, который, по предположениям учёных, сможет превосходить человеческие способности во всех областях, включая творчество, стратегическое мышление и эмоциональное понимание. Его появление рассматривается как возможный следующий этап технологической эволюции, но также вызывает опасения из-за трудностей контроля над такими системами. По выполняемым функциям ИИ делят на несколько типов: реактивные системы, которые реагируют только на

текущие данные; системы с ограниченной памятью, способные учитывать прошлый опыт при принятии решений; ИИ с теорией разума, который сможет понимать эмоции, намерения и мотивы людей; а также самосознающий искусственный интеллект, обладающий собственным сознанием и пониманием себя как личности. Последние два типа пока остаются предметом научных исследований и философских рассуждений, но их разработка может стать важным шагом в будущем развитии технологий.

Сегодня искусственный интеллект широко используется в самых разных областях человеческой деятельности, играя важную роль в развитии технологий и повышении эффективности процессов. В медицине ИИ помогает врачам диагностировать заболевания на ранних стадиях, анализируя рентгеновские снимки, результаты анализов и данные медицинских приборов. С его помощью разрабатываются индивидуальные схемы лечения и прогнозируется состояние пациента. В транспортной сфере ИИ применяется для управления беспилотными автомобилями, оптимизации маршрутов, анализа дорожной обстановки и предотвращения аварий. В промышленности искусственный интеллект обеспечивает автоматизацию производственных процессов, контроль качества продукции, анализ технического состояния оборудования и своевременное выявление неисправностей. В банковской и финансовой сфере он используется для оценки кредитоспособности клиентов, обнаружения подозрительных операций и защиты от мошенничества. В образовании создаются интеллектуальные обучающие платформы, способные адаптироваться под уровень знаний и стиль обучения каждого учащегося. Кроме того, ИИ активно внедряется в сферу услуг, маркетинга и интернета — он помогает персонализировать контент, управлять рекламой, осуществлять автоматический перевод текстов и анализировать настроение пользователей. Благодаря этим возможностям искусственный интеллект способствует экономии времени и ресурсов, снижению количества ошибок и повышению точности принимаемых решений, делая работу человека более эффективной и удобной.

Современное развитие искусственного интеллекта находится под влиянием крупнейших мировых держав и технологических корпораций. Лидирующие позиции в этой сфере занимают США, Китай, Япония, Южная Корея и страны Европейского союза, активно инвестирующие в исследования и внедрение ИИ. Среди ведущих компаний выделяются OpenAI, Google, Microsoft, IBM, Amazon, Meta, а также китайские гиганты Baidu, Alibaba и Tencent. Каждая из них вносит значительный вклад в развитие технологий. Компания OpenAI стала известна благодаря созданию генеративных моделей ChatGPT и DALL·E, которые способны создавать тексты, изображения и даже программный код. Google и её дочерняя компания DeepMind занимаются разработкой систем машинного обучения,

медицинского анализа и квантовых вычислений. Microsoft интегрирует искусственный интеллект в свои офисные приложения и облачные сервисы, делая технологии доступными миллионам пользователей по всему миру. IBM прославилась созданием системы Watson, которая умеет анализировать огромные массивы медицинских данных и помогать врачам в постановке диагнозов. Китайские компании, такие как Baidu, Alibaba и Tencent, развивают национальные платформы ИИ, внедряя их в транспорт, промышленность, образование и государственное управление. Благодаря усилиям этих корпораций искусственный интеллект становится всё более совершенным и универсальным, определяя направление технологического прогресса и влияя на развитие глобальной экономики.

В Казахстане с 2017 года реализуется государственная программа «Цифровой Казахстан», в рамках которой создаются условия для внедрения ИИ и цифровых технологий. Открыт международный технопарк Astana Hub, где поддерживаются стартапы и инновационные проекты. В высших учебных заведениях страны появляются новые образовательные программы по анализу данных, программированию и машинному обучению. В финансовом секторе ИИ используется для анализа операций и предотвращения мошенничества, в медицине — для распознавания изображений и диагностики заболеваний, в промышленности — для оптимизации производства и энергосбережения. Казахстан сотрудничает с международными организациями и технологическими компаниями, однако сталкивается с трудностями: нехваткой специалистов, недостаточной цифровизацией предприятий и ограниченным объёмом открытых данных. Несмотря на это, потенциал страны велик, и развитие ИИ может стать одним из ключевых факторов экономического роста.

Будущее ИИ связано с дальнейшей интеграцией в повседневную жизнь и переходом к эпохе «умных технологий». Развитие квантовых вычислений, биоинформатики и робототехники позволит создавать более мощные и интеллектуальные системы. Большое внимание уделяется этическим вопросам: как избежать злоупотреблений, сохранить конфиденциальность данных и обеспечить безопасность. Уже в ближайшие десятилетия ИИ будет активно использоваться в управлении городами, сельском хозяйстве, экологии и энергетике. Появятся интеллектуальные помощники, способные понимать эмоции человека и взаимодействовать с ним естественным образом. Главное направление развития — создание безопасного, прозрачного и ответственного ИИ, работающего в интересах общества.

Список использованных источников:

1. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th edition, Pearson, 2020.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
3. Kaplan J., Haenlein M. *Siri, Siri, in my Hand: Who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations, and Implications of Artificial Intelligence*. Business Horizons, 2019.
4. *National Strategy for Artificial Intelligence of the Republic of Kazakhstan*. <https://strategy.kz>

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT EMISSION MONITORING SYSTEM

One of the most significant environmental problems of nowadays is atmospheric pollution, which directly affects both sustainable urban growth and public health. The World Health Organization (WHO) estimates that 99 percent of people on the planet live in regions with hazardous substances concentrations that are higher than acceptable. According to the 2024 IQAir research, only 17% of cities worldwide fulfill WHO limits for PM_{2-5} particles, and air pollution causes almost 4.2 million premature deaths annually. Similar problems have been observed in Kazakhstan in industrial areas like Karaganda, Temirtau, and Pavlodar, where atmospheric concentrations of CO , NO_x , and sulfur dioxide are two to three times higher than the maximum allowable values. The lack of predictive analytical systems, the high density of industrial companies, and the lack of automation in environmental management are the root cause of this.

In consideration of this, creating intelligent emission monitoring systems is turning into a crucial endeavor for implementation into smart city infrastructure. The objective of this research is to develop an Intelligent Emission Monitoring System (IEMS) that uses machine learning, industrial automation, and the Internet of Things to gather, process, analyze, and predict pollutant concentrations.

Three interconnected levels make up the architecture that is currently being developed: measurement, controller, and analytical visualization. A drone fitted with temperature and humidity sensors, as well as electrochemical sensors for CO , NO_x , and SO_2 , is used to measure the level. The platform's mobility offers temporal and spatial information on the composition of the air at elevations ranging from 10 to 100 meters. The Siemens S7-1200 industrial controller set up in the TIA Portal environment serves as the foundation for the controller layer. The controller uses formulas to execute primary filtering and data averaging

$$C_{avg}(h_i) = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N C_t(h_i), \quad \delta(h_i) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left(C_t(h_i) - C_{avg}(h_i) \right)^2} \quad (1)$$

Where $C_t(h_i)$ is the concentration of the pollutant at the height of h_i during t , a , N are the number of dimensions. The data is sent to the server via the MQTT protocol for further analysis.

The R Studio and Node-RED environments are used to implement the system at both the analytical and visual level. While R Studio handles time series analysis and the creation of predictive models, Node-RED provides data flow routing and transmission to the database. Pollutant concentrations are predicted using both intelligent and classical statistical techniques, including Holt-Winters, SARIMA, ARIMA, and LSTM. The equation provides an illustration of how to anticipate CO concentration using the ARIMA (2, 1, 2) model

$$\hat{C}_{t+1} = \varphi_1 C_t + \varphi_2 C_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_t + \theta_2 \varepsilon_{t-1}, \quad (2)$$

And for the seasonal SARIMA (1, 1, 1) (1, 0, 1) [24], the operator form is used

$$\varphi_p(B^S)\varphi_p(B)(1-B)^d(1-B^S)^D C_t = \kappa_q(B^S)\theta_q(B)\varepsilon_t \quad (3)$$

this allows us to take into account the daily cycles of concentration changes.

The R Studio packages fpp3, tsibble, keras, and ggplot2 are utilized at the analytical modeling stage. The results are visualized using correlation matrices, confidence intervals, and dynamic graphs of anticipated values. Temperature and CO concentration were found to be positively correlated ($r = 0.64$), confirming the impact of weather on pollutant dynamics. A comparison of the accuracy of several forecasting methods is presented in Table 1.

Table 1 – Results of predicting concentrations of pollutants in R Studio

Model	RMSE	MAE	Accuracy, %	Features
ARIMA(2,1,2)	0.045	0.038	94.1	Basic linear model
SARIMA(1,1,1)(1,0,1)[24]	0.034	0.027	96.3	Accounting for daily seasonality
Holt-Winters	0.041	0.031	95.0	Exponential smoothing
LSTM (64×32)	0.028	0.020	97.6	Nonlinear neural network

The development of such intelligent systems is extremely important from a practical aspect. It is possible to record and analyze measurements as well as manage their operations by integrating field sensors, the Siemens S7-1200 controller, and predictive algorithms into a single platform. By connecting the analytical module into the corporate management system, it becomes possible to automatically activate ventilation, filtering, or limiting technical loads in response to concentrations that exceed the maximum allowable limit. Implementing IEMS in urban infrastructure is anticipated to enhance air quality, lower public health hazards, and boost the effectiveness of environmental control.

References:

1. The World Health Organization. *Environment (outdoors) Air pollution and health*. WHO, 2023.
2. IQAir. *The World Air Quality Report for 2024*. IQAir, 2024.
3. Box G.E.P., Jenkins G.M. *Time series analysis: forecasting and control*. Wiley, 2016.
4. Hindman R.J., Athanasopoulos G. *Forecasting: principles and practice*. OTexts, 2021.
5. Siemens AG. *Operating instructions for the SIMATIC S7-1200 system*. Siemens Industry, 2023.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫМ ПАРКОМ

Современное горнодобывающее производство характеризуется высокой степенью автоматизации и непрерывностью технологических процессов. Однако одна из актуальных проблем поддержания эффективной и надёжной работы оборудования горной промышленности (дробилок, мельниц, конвейеров и т.д.) заключается в ведении учёта и составления графиков планово-предупредительных работ, анализа состояния компонентов крупно-узловых, отдельных агрегатов требующих немалого времени, человеческих усилий и ресурсов.

Для правильного выполнения данных операции необходим грамотный подход и строгое соблюдение соответствующих регламентов ремонта зависящий от специфики отдельных узлов оборудования указанных в требованиях эксплуатации. Нередко оборудования простаивают по причине несвоевременных выявлении причин неполадок и неэффективного составления предупредительного ремонта что приводит к остановке технологического процесса и понижению эффективности производства.

Для решения данной проблемы предлагается комплексное инженерно-техническое решение - интеллектуально-адаптивная система автоматического управления, которая сочетает традиционные методы промышленной автоматики с элементами искусственного интеллекта и цифрового моделирования направленная на повышение эффективности функционирования объекта за счёт внедрения адаптивных интеллектуальных технологий управления.

Одним из ключевых направлений является применение нейросетевого моделирования, позволяющего формировать идентификационные модели оборудования и технологического процесса на основе данных, поступающих с сенсорных систем в реальном времени. Такие модели не только адаптируются к изменяющимся условиям эксплуатации, но и обеспечивают высокоточный анализ деградации характеристик оборудования, что создаёт предпосылки для прогностического обслуживания. Выбранный подход позволяет построить интеллектуально-адаптивную систему автоматического управления, способную к самообучению, раннему выявлению признаков неисправностей, прогнозированию износов и формированию обоснованного графика технического обслуживания. Это не только повышает надёжность эксплуатации оборудования, но и способствует экономии ресурсов за счёт минимизации незапланированных простоев и ремонтов.

Реализация данной технологии включает несколько ключевых этапов. Прежде всего, осуществляется непрерывный сбор данных с датчиков, установленных на критически важных узлах системы — например, датчики вибрации, температуры, тока, уровня руды, давления и тд. Эти данные фиксируются в реальном времени и поступают в SCADA-систему или контроллер для дальнейшей обработки.

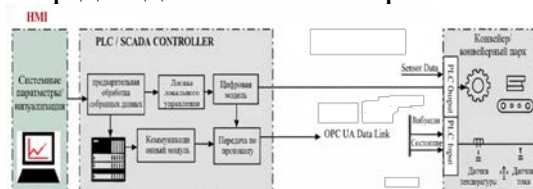


Рисунок-1 Нижний уровень системы контроля

Ключевым элементом интеллектуальной подсистемы является программный комплекс, разработанный в среде **MATLAB/Simulink**, которая интегрируется с системой управления TIA Portal через протокол **OPC UA**.

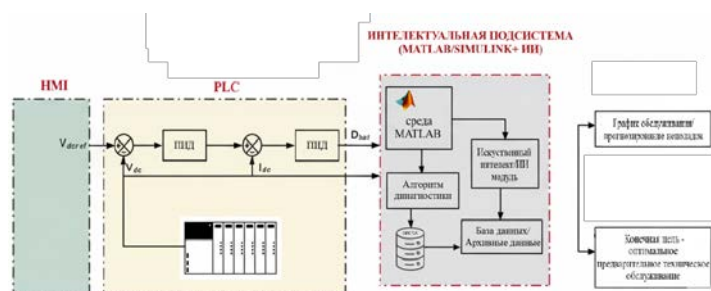


Рисунок-1 Верхний уровень системы контроля

Такое решение позволяет обмениваться данными между цифровой моделью и реальным объектом в режиме реального времени. MATLAB включает в себя все необходимые специализированные модули для построения цифрового двойника оборудования и моделирования его динамических процессов на основе которых искусственный интеллект реализует алгоритм прогностического обслуживания и расчёта показателей надёжности и анализа состояний оборудования.

Представленная система представляет собой законченный аппаратно-программный комплекс, объединяющий сенсорные технологии, промышленную автоматику и методы искусственного интеллекта. Внедрение подобной архитектуры обеспечивает повышение надёжности эксплуатации конвейерного оборудования, сокращение затрат на обслуживание и увеличение эффективности всего производственного цикла.

Список использованных источников:

1. Abdallah EL Zerk, Mohammed Ouassaid, Youssef Zidani, Development of a real-time framework between MATLAB and PLC through OPC-UA: A case study of a microgrid energy management system, Scientific African 21 (2023) e01846 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227623003022#bib0021>

"FESTO-INDUSTRY 4.0" ОҚУ - ЗЕРТХАНАЛЫҚ СТЕНДІНІҢ ДИСПЕТЧЕРЛІК БАСҚАРУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.

Festo және Industry 4.0 арасындағы байланыс қазіргі заманғы өндіріс пен білім беру жүйесін интеграциялауға бағытталған. Festo Didactic компаниясы Industry 4.0 тұжырымдамасын оқу процесіне енгізу арқылы цифрлық өндіріс пен автоматтандыруды үйретуге арналған инновациялық оқу платформаларын әзірледі. Компания ұсынған киберфизикалық оқу фабрикасы (CP Factory) нақты өндірістік процестерді модельдеп, студенттер мен мамандарға бағдарламалау, желілік өзара байланыс және деректерді басқару салаларында тәжірибелік дағдылар алуға мүмкіндік береді. Бұл жүйе Industry 4.0-дің негізгі элементтері – деректер алмасу, интеллектуалды жүйелер, толықтырылған шындық (AR), машиналық оқыту және пневматикалық автоматтандыру технологияларын қамти отырып, оқу процесін заманауи өндіріс талаптарына барынша жақындатады [1].

Festo Didactic оқу стендтері – автоматтандыру, мехатроника және цифрлық өндіріс принциптерін меңгеруге арналған көпфункционалды техникалық кешендер. Әрбір стенд нақты өндірістік процестерді оқу ортасында модельдеуге мүмкіндік беретін өнеркәсіптік компоненттермен – датчиктермен, атқарушы механизмдермен, контроллерлермен, байланыс модульдерімен және пневматикалық элементтермен жабдықталған. Бұл стендтер студенттер мен мамандарды автоматтандырылған басқару жүйелерін бағдарламалау, диагностика жасау және баптау бойынша тәжірибелік оқытуға бағытталған. Модульдік құрылымының арқасында оларды пневматика, электротехника, SCADA, PLC және IoT интеграциясы сияқты түрлі пәндерде тиімді қолдануға болады [2].

Пневматика Festo оқу кешендерінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Festo Didactic оқу жабдықтарында пневматикалық цилиндрлер, клапандар, қысым датчиктері және басқару модульдері арқылы студенттер пневматикалық схемаларды жобалау, жинақтау және олардың жұмыс принципі талдау дағдыларын меңгереді [3].

Festo стендтері өндірістік желінің толық циклін – дайындаманы беру, өңдеу, жинақтау, тасымалдау және өнім сапасын бақылау процестерін – модельдей алады. Осылайша, олар тек оқу құралы ғана емес, сонымен қатар Industry 4.0 талаптарына сай цифрлық және пневматикалық жүйелерді әзірлеу, сынақтан өткізу және баптау үшін арналған техникалық платформа қызметін атқарады. Диспетчерлік бақылау (SCADA) жүйелері мұндай оқу

орталарында ерекше маңызға ие. SCADA жүйесі барлық станциялардың, модульдердің және механизмдердің өзара әрекеттесуін нақты уақыт режимінде қадағалап, олардың жұмыс параметрлерін орталықтандырылған түрде бақылауға мүмкіндік береді. Бұл жүйе арқылы студенттер мен операторлар процестің толық көрінісін көріп, жабдықтың күйін, қателіктер мен кідірістерді жедел анықтай алады. Сонымен қатар, SCADA жүйелері ақпаратты жинау мен көрсетуге ғана емес, процестерді оңтайландыруға, ақаулардың алдын алуға және энергия тиімділігін арттыруға да бағытталған [4]. Festo оқу кешеніне SCADA жүйесін енгізу студенттерге заманауи өндіріс орындарында қолданылатын автоматтандырылған басқару архитектураларын, желілік өзара байланыстарды және деректер алмасу принциптерін тәжірибе жүзінде меңгеруге мүмкіндік береді. Бұл болашақ мамандарды цифрлық өндіріс, қашықтан бақылау және интеллектуалды басқару салаларында жұмыс істеуге дайындайды. Сонымен қатар, толықтырылған шындық (Augmented Reality, AR) технологиясы оқу процесін жаңа деңгейге көтереді. AR студенттерге күрделі техникалық жүйелердің құрылымын, жұмыс принципін және процестердің өзара байланысын визуалды түрде зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл студенттердің кеңістіктік ойлау қабілетін дамытып, нақты өндірістік ортаға жақын тәжірибелік білім алуға жағдай жасайды [5].

Ал машиналық оқыту технологиялары жүйенің интеллектуалды мүмкіндіктерін арттырып, жабдық жұмысының тиімділігін талдау мен оңтайландыруға жол ашады. Контроллерлер мен датчиктерден алынған деректерді өңдеу арқылы жүйе ақауларды алдын ала анықтап, процестің сенімділігі мен тиімділігін арттырады.

Осылайша, Festo Didactic шешімдері Industry 4.0 идеясын іске асырудың нақты құралы болып табылады. Олар оқу мен өндірістің арасындағы байланысты нығайтып, студенттерге цифрлық өндіріс, автоматтандыру, пневматика, SCADA, AR және машиналық оқыту салаларында тәжірибелік дағдылар қалыптастыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде, бұл жүйелер кәсіпорындар мен оқу орындарын Industry 4.0 дәуіріне сай жоғары білікті, цифрлық ойлауға қабілетті және техникалық тұрғыдан жан-жақты инженерлермен қамтамасыз етуге бағытталған маңызды инновациялық алаңға айналады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Festo Didactic SE. – *Industry 4.0 Learning Systems: Smart Factory and Cyber-Physical Production Systems.* – Denkendorf: Festo Didactic, 2022.
2. Festo Didactic. – *Automation and Digitalization in Education: Smart Factory Learning Platform.* – Official Technical Report, 2021.
3. Lee J., Bagheri B., Kao H.-A. – *A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems.* – *Manufacturing Letters*, 3, 18–23, 2015.
4. Monostori L. – *Cyber-Physical Production Systems: Roots, Expectations and R&D Challenges.* – *Procedia CIRP*, 17, 9–13, 2014.
5. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. – *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0.* – acatech, Germany, 2013.

**CODESYS БАҒДАРЛАМАСЫНДА
«АСПАПТАРДЫ МАКСИМАЛДЫ КОНФИГУРАЦИЯДА СҰРЫПТАУ
МЕН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ МЕХАТРОНДЫҚ ЖЕЛІСІ»
СТЕНДІН ОҚЫТУ АЛГОРИТМІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ**

Қазіргі өндірістік автоматтандыру жүйелерінің даму қарқыны мехатрондық желілердің күрделенуіне және интеллектуалды басқару элементтерінің кеңінен қолданылуына әкеліп отыр. Индустрия 4.0 талаптарына сай өндіріс орындары цифрлық модельдерге, модульдік басқару архитектураларына және нақты уақыттағы логикалық процестерді талдай алатын басқару платформаларына негізделеді. Осындай жағдайда CODESYS ортасы әмбебап басқару құралы ретінде тиімді шешім болып табылады [0].

Зерттеу объектісі ретінде аспаптарды максималды конфигурацияда сұрыптау және құрастыруға арналған мехатрондық оқу стенді алынған. Бұл стенд өндірістік конвейерді, датчиктер жүйесін, сұрыптау механизмін, манипуляторлар немесе пневможетектерді, құрастыру модулін және олардың барлығын басқаратын PLC контроллерін біріктіретін оқу-жаттығу кешені болып табылады. Стендтің негізгі мақсаты – студенттерді өндірістік роботтандырылған жүйелердің жұмыс логикасымен, датчик-жетек байланыстарымен, автоматтандыру алгоритмдерін құрумен және CODESYS ортасында программалау негіздерімен таныстыру [1].

CODESYS платформасы IEC 61131-3 стандартының бағдарламалау тілдерін қолдай отырып, мехатрондық желілерді басқару үшін ыңғайлы орта ұсынады. ерттеу барысында ең алдымен стендтің құрылымдық сұлбасы талданып, барлық кіріс және шығыс сигналдары анықталды. Датчиктер объектінің бар-жоғын, оның орналасу орнын, түрін немесе параметрлерін бақыласа, жетектер объектіні бағыттау, сұрыптау немесе құрастыру операцияларын орындайды. Мұндай құрылым мехатрондық жүйелердің типтік өндірістік процесіне ұқсайды және оны басқарудың алгоритмін құруды қажет етеді.

Алгоритмнің негізгі кезеңдері нақты өндірістік циклге ұқсас етіп құрастырылады.

Бірінші кезең – жүйені іске қосу, бастапқы позицияларды тексеру және датчиктердің жұмысқа дайын екенін анықтау. Бұл кезеңде жүйенің барлық элементтері синхрондалып, процесс бастауға дайын күйге келтіріледі [2].

Екінші кезең – аспапты тану, сұрыптау және құрастыру процесі. Датчик объектінің түрін анықтайды, ал басқару алгоритмі сәйкес жетектерді

іске қосып, объектіні тиісті бағытқа жібереді. Құрастыру модулінде объектінің үлгісіне қарай конфигурация жинақталады. Бұл кезең мехатрондық желінің ең күрделі бөлігі болып табылады, себебі мұнда жүйе нақты уақыт режимінде бірнеше датчик пен жетектің жұмысын үйлестіреді[4].

Үшінші кезең – қателерді анықтау және авариялық жағдайларды өңдеу. Датчик сигналдарының сәйкес келмеуі, жетектің орындалмауы немесе тосқауылдың пайда болуы сияқты жағдайларда жүйе қауіпсіз режимге көшеді. Бұл бөлім алгоритмнің сенімділігін арттырады және студенттерге өндірістегі қауіпсіздік логикасын меңгеруге көмектеседі. Жүргізілген зерттеу нәтижесінде мехатрондық желінің жұмысын толық моделдейтін, оқытуға бағытталған алгоритм құрылады. Алгоритм студенттерге автоматтандырылған жүйелердің құрылымын, басқару принциптерін және өндірістік процестерді тиімді ұйымдастыруды үйретуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар CODESYS ортасында жасалған модель болашақта күрделі өндірістік желілермен жұмыс істеуге қажетті практикалық дағдыларды қалыптастырады.

Бұл зерттеу нәтижесінде студент мехатрондық жүйелердің құрылымын түсіну, датчиктер мен жетектердің өзара әрекетін талдау, CODESYS ортасында жұмыс істеу, логикасын құру, сұрыптау және құрастыру процестерінің жұмыс тәртібін жобалау сияқты маңызды практикалық дағдыларды меңгереді. Сонымен қатар, қателерді диагностикалау, жүйені тұрақтандыру, алгоритмді модельдеу арқылы тексеру және оны жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеу қабілеті қалыптасады. Әзірленген алгоритмді меңгеру студентке өндірістік циклды оңтайландыру принциптерін, жүйенің өнімділігіне әсер ететін факторларды бағалау тәсілдерін және мехатрондық желілерді жобалауда қолданылатын инженерлік ойлау дағдыларын қалыптастыруға көмектеседі. Жүйенің нақты уақыттағы жұмысын бақылау арқылы студент автоматтандырылған процестердің тиімділігін арттыру жолдарын анықтай алады және заманауи өндірістік орталарда талап етілетін аналитикалық және техникалық қабілеттерін жетілдіреді [5].

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Lee J., Bagheri B., Kao H. A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 2015.
- 2 Кашикарров А.В., Жуков В.А. Цифрлық егіздер жүйелеріндегі автоматтандыру архитектурасы мен интеграциясы. *Өнеркәсіптік автоматтандыру және IT*, №2, 2021.
- 3 ISO/IEC 30173:2023. Augmented Reality Reference Model. International Organization for Standardization.
4. Study of Augmented Reality Based Manufacturing for Further Integration of Quality 4.0: A Systematic Literature Review, *Applied Sciences*, 2022.
5. Applicability of Augmented and Virtual Reality for Education in Robotics, *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 2022.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛЕТЕВОЙ УСТАНОВКИ РУДНИКА НУРКАЗГАН

Клетевые подъемные установки играют ключевую роль в технологическом процессе добычи руды, обеспечивая транспортировку горной массы, оборудования и персонала. Эффективность и надёжность этих систем напрямую влияют на безопасность и производительность всего горнодобывающего предприятия. В частности, для рудника Нурказган, одного из крупнейших в Казахстане, важность надёжного и оптимизированного функционирования клетевой установки невозможно переоценить.

Традиционные системы управления подъемными механизмами, основанные на релейно-контакторной логике, уступают место программируемым логическим контроллерам (ПЛК), цифровым интерфейсам и интеллектуальным приводам. Одной из актуальных задач является переход от ручного или полуавтоматического управления к полностью автоматизированному режиму с возможностью мониторинга в реальном времени и предиктивной диагностики.

Согласно работе [3], модернизация систем управления включает переход на более надёжные электроприводы, оснащённые векторным управлением, что позволяет значительно повысить точность регулирования скорости и крутящего момента подъёмного оборудования. Это особенно актуально для условий, где требуется частое изменение направления движения, высокая динамика и стабильность в аварийных режимах.

Одним из приоритетов в обеспечении безопасности и надёжности подъемных установок является система технического диагностирования. Исследование [2] акцентирует внимание на инверторных электроприводах, как объекте мониторинга, где внедрение комплексных методов анализа состояния позволяет выявлять дефекты до момента их критического развития. Используются методы анализа вибраций, термографическое обследование, а также сбор данных с частотно-регулируемых приводов (ЧРП) в режиме онлайн.

Разработка математических моделей надёжности, как указано в работе [1] и др., позволяет прогнозировать отказоустойчивость системы и проводить количественную оценку степени надёжности в зависимости от различных факторов: интенсивности использования, качества обслуживания и уровня автоматизации. Это особенно важно при выборе стратегии технического обслуживания (например, по состоянию вместо планового).

Алгоритмы управления подъемными машинами развиваются в

направлении увеличения логической адаптивности и гибкости. В работе [4] представлен алгоритм логического управления клетевой установкой с использованием двойного питания асинхронного двигателя. Такая архитектура позволяет повысить энергоэффективность и гибкость системы, а также реализовать точную синхронизацию с тормозными системами и системами безопасности.

Согласно отечественному исследованию [5] и др., использование векторного управления асинхронными двигателями позволяет более эффективно управлять электромеханической системой подъема. Применение такой схемы дает возможность достичь как высокой плавности хода, так и точной стабилизации параметров в условиях переменной нагрузки.

Актуальные проблемы и направления оптимизации

Для клетевой установки рудника Нурказган актуальны следующие проблемы:

- Высокий уровень износа оборудования вследствие длительной эксплуатации и агрессивных условий.
- Отсутствие предиктивной диагностики, что увеличивает вероятность аварий и непредвиденных простоев.
- Ограниченная гибкость управления, затрудняющая оптимизацию режимов работы в зависимости от производственной ситуации.

Решение указанных проблем возможно за счёт:

1. Внедрения систем дистанционного мониторинга с использованием датчиков тока, вибрации и температуры.
2. Перехода на программируемые логические контроллеры с возможностью интеграции в SCADA-систему рудника.
3. Оптимизации алгоритма управления с учётом математической модели надёжности и анализа технического состояния.
4. Замены или модернизации электроприводов на модели с векторным управлением и цифровой связью с контроллером.

Список использованных источников:

1. Shishkin P.V., Malozyomov B.V., Martyushev N.V., Sorokova S.N., Efremkov E.A., Valuev D.V., Qi M. Development of a Mathematical Model of Operation Reliability of Mine Hoisting Plants // [б.м.], [б.у.].
2. Sardar M.U., Vaimann T., Kütt L., Kallaste A., Akbar S., Kudelina K. Inverter-Fed Motor Drive System: A Systematic Analysis of Condition Monitoring and Practical Diagnostic Techniques // [б.м.], [б.у.].
3. Eshmurodov Z., Holboiv F. Modernization of Control Systems of Electric Drives of Mine Lifting Machines. – Navoi: Navoi State Mining Institute, [б.г.].
4. Ostrovlyanchik V.Yu., Popolzin I.Yu. Operational algorithm of logical control system for electric drive of a lifting installation based on a doubly-fed induction machine // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 2020. – Vol. 865. – 012008.
5. Печеник М.В., Бур'ян С.О., Котенко М.Г. Дослідження режимів роботи електромеханічної системи ліфтової підйомної установки при використанні векторно керованого асинхронного електродвигуна // [б.м.], 2022.

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Промышленное развитие в XXI веке невозможно без объединения энергетики, автоматизации и телекоммуникаций в единую технологическую систему. Эти направления обеспечивают современным предприятиям стабильность, эффективность и высокую степень управляемости всех производственных процессов. Их взаимодействие определяет конкурентоспособность промышленности и уровень технологического прогресса страны.

Энергетика является основой функционирования любого промышленного объекта. От её надёжности зависит непрерывность работы оборудования, качество продукции и экономическая устойчивость предприятия. Сегодня активно применяются интеллектуальные энергосети, способные самостоятельно распределять нагрузку, анализировать состояние системы и снижать потери электроэнергии. Такие решения позволяют предприятиям переходить на энергосберегающие модели производства.

Автоматизация играет ключевую роль в оптимизации производственных процессов. Современные системы управления, построенные на базе контроллеров, сенсоров и программных комплексов, обеспечивают стабильную работу оборудования и контроль технологических параметров в режиме реального времени. Автоматизация позволяет уменьшить влияние человеческого фактора, повысить точность операций и снизить расход ресурсов. Всё шире применяются технологии промышленного интернета вещей (IIoT), обеспечивающие взаимосвязь между устройствами и аналитическими системами.

Телекоммуникационные технологии объединяют разрозненные элементы производственной инфраструктуры в единую цифровую сеть. Благодаря современным средствам связи и специализированным промышленным протоколам обеспечивается быстрая передача данных между объектами, что делает возможным дистанционное управление и диагностику оборудования. Это особенно важно для распределённых предприятий, где требуется синхронная работа разных участков производства.

Современные тенденции развития промышленности связаны с интеграцией энергетических, автоматизированных и телекоммуникационных систем в рамках концепции «умного предприятия». Такое производство отличается высокой степенью адаптивности, точностью и энергоэффективностью. Казахские компании, следуя

мировым тенденциям, внедряют цифровые решения и автоматизированные системы управления, что способствует повышению производительности и надёжности промышленных процессов.

В целом, объединение энергетики, автоматизации и телекоммуникаций формирует основу промышленного будущего, направленного на устойчивое развитие, снижение издержек и повышение технологической независимости.

Список литературы:

1. Абдуллин, И. Х. Интеллектуальные системы управления и автоматизация производственных процессов. — Москва: Академия, 2022. — 284 с.
2. Дьяконов, В. П. Современные технологии промышленной автоматизации и цифровизации производства. — Санкт-Петербург: Питер, 2020. — 336 с.
3. Байжанов, Р. К. Энергетическая эффективность и автоматизация промышленных предприятий Казахстана. — Алматы: КазНИТУ, 2019. — 198 с.
4. Петров, Н. А. Телекоммуникационные системы в промышленной инфраструктуре: теория и практика. — Екатеринбург: УГТУ, 2021. — 240 с.
5. Хусаинов, Е. Р. Индустрия 4.0: цифровые технологии в энергетике и автоматизации производства. — Москва: Техносфера, 2023. — 312 с.

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУДА ЖОЛ ЖҮРУ ЕРЕЖЕЛЕРІН ИГЕРУГЕ АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАСЫН ІСКЕ АСЫРУ

Әзірленіп жатқан мобильді қосымшаның архитектурасы интеллектуалды қызметтердің модульділігі мен интеграциясы қағидаттарына негізделген. Әрбір модуль өз функциясын орындайды, бірақ басқа компоненттермен өзара әрекеттеседі, жол қозғалысы ережелерін үйрету үшін бірыңғай цифрлық кеңістік жасайды. Қолданбаның негізгі құрылымдық элементтеріне мыналар жатады:

1. «ЖЖЕ кітабы» модулі – дәстүрлі баспа материалдарын алмастыратын интерактивті оқу құралы. Статикалық мәтіннен айырмашылығы, сандық кітап қажетті мақалаларды жылдам табуға, еренсілтемелерді, кірістірілген иллюстрацияларды пайдалануға, сондай-ақ заңнаманы өзгерту кезінде жаңартуларды алуға мүмкіндік береді.

2. «Жол белгілері» модулі – белгілердің жүйеленген тізімі бар каталог. Әр белгі кескінмен, ресми сипаттамамен, сондай-ақ қол жетімді түрде түсіндірумен бірге жүреді.

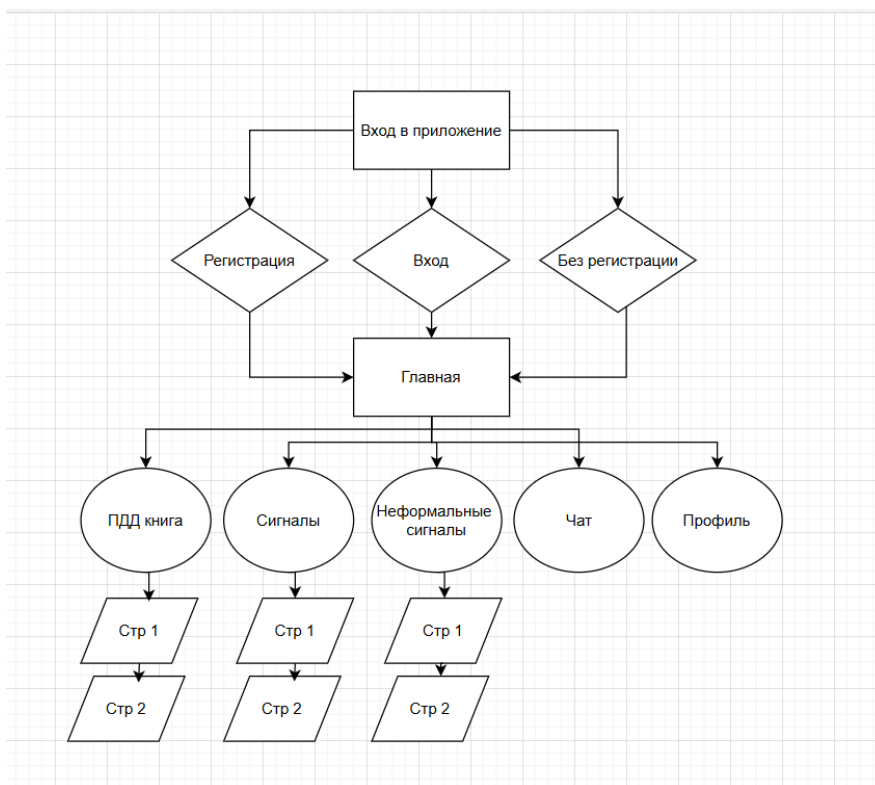
3. «Бейресми сигналдар» модулі – нақты жүргізу тәжірибесін үйренуге бағытталған қолданбаның бірегей бөлігі. Жүргізушілер арасындағы ұқсас сигналдар (мысалы, фараларды жыпылықтау) жол қозғалысы ережелерінің ресми курсына кірмейді, бірақ жол байланысында белсенді қолданылады.

4. «Чат көмекші» модулі – табиғи тілді өңдеу және машиналық көру алгоритмдеріне негізделген кіріктірілген интеллектуалды жүйе. Негізгі функция-жол белгілерін суретке түсіру және түсіндірумен жедел жауап алу мүмкіндігі. Бұл тәсіл қосымшаны тек оқу ресурсы ретінде ғана емес, сонымен қатар жол бойындағы нақты көмек құралы ретінде де пайдалануға мүмкіндік береді [1].

Қолданбаның архитектурасы бұлтты технологияны қолдануды қамтиды. Суреттер мен мәтіндік деректерді сақтау үшін Firebase мәліметтер базасы қолданылады, ал кескінді өңдеу және жауап беру API арқылы chatgpt моделін біріктіру арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәсіл икемділікті, масштабталуды және мазмұнды үнемі жаңартып отыруды қамтамасыз етеді [2].

Қолданбаны әзірлеу Android Және iOS жүйелерімен үйлесімділікті қамтамасыз ететін Flutter кросс-платформа шеңберін қолдана отырып Dart тілінде жүзеге асырылады. Flutter заманауи және ыңғайлы интерфейсті құруға арналған виджеттер мен құралдардың кең спектрін ұсынады, сонымен қатар функционалдылықты кеңейту үшін сыртқы кітапханалар мен API интерфейстерін біріктіруге мүмкіндік береді. Деректерді сақтау және

синхрондау үшін сенімді қол жетімділік пен жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін Firebase бұлттық дерекқоры қолданылады. Онда жол қозғалысы ережелері кітабының материалдары, жол белгілерінің суреттері мен сипаттамалары, сондай-ақ бейресми сигналдар туралы анықтамалық мәліметтер бар (1-сурет) [3].



1-сурет – Мобильді қосымшаның UML схемасы

Жүйенің бейімделуіне ерекше назар аударылады. Машиналық оқыту технологияларын пайдалану прогресті талдауға ғана емес, сонымен қатар жеке оқыту ұсыныстарын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл оқу процесін жекелендіреді және оның тиімділігін арттырады.

ӘДЕБИЕТ:

1 Кулешов С. В. Мобильді қосымшалардағы машиналық оқыту және жасанды интеллект. – СПб.: Питер, 2022. – 352 б.

2 Пак А. А., Салимов Е. И. Компьютерлік көру және объектілерді тану. – Новосибирск: Наука, 2019. – 276 б.

3 Dart арқылы Firebase Auth-ты еңгізу. URL: [firebase_auth_dart](https://firebase-auth-dart.firebaseapp.com/docs) - Dart API docs (pub.dev).

ПОВЫШЕНИЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ НАСОСОВ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ СМЕННЫХ ВТУЛОК В КОРПУСЕ СЕРВОПОРШНЯ

В гидроприводах промышленного и мобильного оборудования регулируемые насосы продолжают оставаться ключевым элементом, определяющим стабильность работы всей системы. Их ресурс во многом связан с состоянием сервомеханизма, который обеспечивает изменение угла наклона блока и поддерживает требуемую подачу. Практические наблюдения показывают, что наибольшие проблемы возникают при износе корпуса сервопоршня. Внутренняя поверхность отверстия постепенно теряет геометрию под действием перепадов давления, наличия механических частиц в рабочей жидкости и многократных циклов нагружения. Это приводит к росту зазора между поршнем и стенками отверстия, а значит, к увеличению утечек, снижению КПД и ухудшению регулирования. В ряде случаев насос начинает работать неустойчиво, что может привести к отказам других элементов системы.

Особенность конструкции большинства насосов состоит в том, что производители не предусматривают полноценного восстановления корпуса сервопоршня. При существенном износе корпус подлежит замене, и именно этот момент формирует значительную часть затрат на ремонт. Практика ремонта показывает, что корпус сервопоршня изнашивается быстрее, чем другие элементы, поэтому каждая его замена увеличивает общие эксплуатационные расходы предприятия. В условиях, когда парк техники значителен и насосы работают в тяжёлых режимах, данная проблема приобретает экономически ощутимый характер.

Исследование было направлено на поиск решения, позволяющего уменьшить частоту замены корпуса и продлить срок службы всего узла. В качестве основной идеи было предложено внедрение сменной втулки, устанавливаемой в расточенное отверстие корпуса. Такой подход позволяет восстановить геометрию сопряжения без замены дорогостоящего корпуса и при необходимости повторять процедуру ремонта несколько раз. На этапе анализа изношенных насосов было изучено двенадцать корпусов, находившихся в эксплуатации различной продолжительности. Измерения показали, что характерным дефектом является увеличение диаметра на 0,08–0,15 мм и появление овальности до 0,06 мм. При этом следы абразивного воздействия концентрировались преимущественно в средней части отверстия, что указывает на циклические боковые нагрузки, действующие на сервопоршень в процессе регулирования.

Для подтверждения работоспособности предложенного решения было проведено численное моделирование напряжённо-деформированного состояния узла с установленной втулкой. Рассматривалась запрессовка втулки из бронзового сплава с натягом, обеспечивающим надёжный контакт по всей длине. Моделирование показало, что возникающие напряжения не превышают безопасных значений, а деформация корпуса остаётся в пределах, не нарушающих точность сопряжения (на рисунке 1). После изготовления опытных образцов были проведены стендовые испытания, в ходе которых две группы насосов работали в одинаковых условиях при давлении до 21 МПа. В течение длительного периода фиксировались величина утечки, температура масла, устойчивость регулирования и признаки износа.

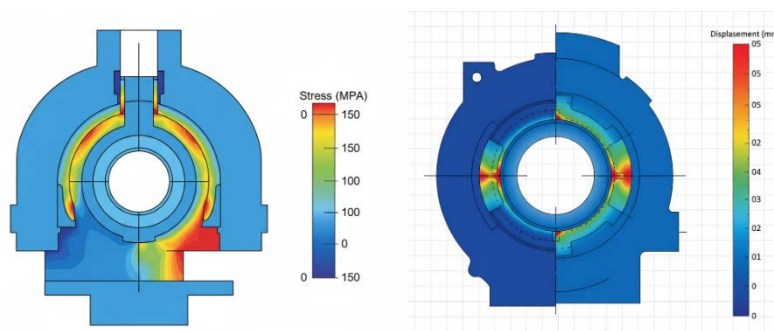


Рисунок 1 - Распределение напряжений по Мизесу и распределение полных перемещений в узле "Корпус-Втулка"

Таким образом, проведённые исследования показывают, что использование сменных втулок является эффективным и технически обоснованным способом увеличения ресурса сервомеханизма и снижения эксплуатационных затрат. Предложенная методика восстановления позволяет многократно продлевать срок службы корпуса, поддерживать точность сопряжения и стабилизировать параметры работы насоса. В условиях интенсивной эксплуатации техники этот подход способен оказать заметное влияние на снижение затрат предприятия и повышение надёжности гидросистем.

Список использованных источников:

1. The design of responsible details of an axial piston hydraulic machine improving / A. A. Gusev, S. V. Gusev, V. V. Gusev, E. V. Guseva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2020. — Vol. 408.
2. Numerical Simulation and Experimental Testing of the Strength of the Piston-Returning Spherical Joint Pair in a High-Speed Axial Piston Pump / X. Zhang, Y. Wang, Z. Xu, X. Li // Applied Sciences. — 2023. — Vol. 13, Iss. 2. — P. 417.
3. Stress Analysis of a Frame of a Bush Pressing Machine for Pumps / S. Tuljapure, S. B. Kulkarni // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). — 2015. — Vol. 4, Iss. 9.
4. Гаврилова, В. С. Повышение надёжности высокودинамических аксиально-поршневых гидромашин // Вестник машиностроения. — 2016. — № 11. — С. 34–38.

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА МАНИПУЛЯТОРА С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ

Формализованное описание рабочего пространства трёхстепенного манипулятора — это математическое представление области, в пределах которой может находиться (достигаться) рабочий орган манипулятора при всех допустимых комбинациях его обобщённых координат (угловых или линейных перемещений звеньев).

Рабочее пространство манипулятора — это совокупность всех точек, которых может достичь его рабочий орган (схват или инструмент) при заданных конструктивных размерах звеньев и допустимых углах поворота суставов. Иными словами, это область в пространстве, где манипулятор способен выполнять рабочие операции, не нарушая своих механических ограничений.

Рабочее пространство зависит от:

- длины звеньев (геометрии манипулятора);
- диапазонов изменения углов поворота каждого звена;
- взаимного расположения осей вращения;
- механических и конструктивных ограничений.

Построение рабочего пространства производится пошагово, начиная с первого звена:

4. Первое звено вращается вокруг вертикальной оси, описывая цилиндрическую поверхность.

5. Второе звено, соединённое с первым, добавляет сферический или тороидальный объём в зависимости от длины звена и угла поворота.

6. Третье звено расширяет рабочую зону, формируя замкнутую трёхмерную область, границы которой зависят от максимального вылета и угловых ограничений.

Если визуализировать процесс, то рабочее пространство трёхстепенного вращательного манипулятора имеет приближённую форму тора (бублика) или сферического сегмента, в зависимости от конфигурации осей.

Кинематическая схема рабочего пространства шарнирного манипуляционного робота с тремя степенями свободы представлена на рисунке 1. В данной кинематической схеме положения манипуляционного робота по степеням подвижности обозначаются обобщёнными координатами q_1 , q_2 , q_3 .

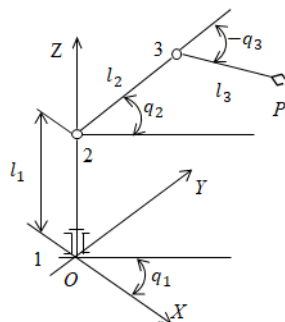


Рисунок 1 – Кинематическая схема робота-манипулятора с тремя степенями вращательного движения.

Робот-манипулятор с тремя степенями вращательного движения в первую очередь строит графическое изображение рабочего пространства для изучения зависимости обобщенных координат от граничных значений по степеням (рис.2). Далее необходимо определить граничные поверхности.

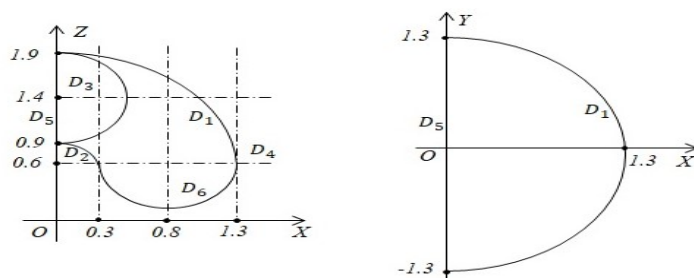


Рисунок 2 – Графические изображения проекций рабочего пространства на плоскости OXZ и OXY.

Таким образом, рабочее пространство трёхстепенного манипулятора представляет собой трёхмерную область, формируемую комбинацией вращений звеньев вокруг своих осей. Изучение и построение рабочего пространства является ключевым этапом при проектировании и программировании манипуляторов, поскольку оно обеспечивает точное понимание возможностей робота и оптимизацию его рабочего процесса.

Список использованных источников:

- 1 Козлов В. В., Макарычев В. П., Тимофеев А. В., Юревич Е. И. Динамика управления роботами. – М.: Наука, 1984. – 336 с.
- 2 Гольдфарб В. И., Румянцев А. А. Механика и управление манипуляционных систем. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 412 с.
- 3 Ким В. В., Солодовников С. Ю. Основы робототехники: кинематика, динамика, управление. – СПб.: Питер, 2019. – 352 с.
- 4 Чекалов В. И. Кинематика и динамика промышленных роботов. – М.: Академия, 2017. – 287 с.

АДАПТИВНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНАЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА ВНИМАНИЯ И БАЙЕСОВСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОБУЧЕНИЯ

Современные задачи прогнозирования данных становятся всё более сложными по мере ускорения изменений во внешней среде. Сегодня уже недостаточно опираться исключительно на классические статистические подходы: требуются действительно адаптивные и интеллектуальные методы анализа. Классические решения вроде ARIMA или экспоненциального сглаживания хорошо зарекомендовали себя при работе со стационарными временными рядами. Однако стоит лишь системе столкнуться с нелинейными зависимостями или множеством взаимосвязанных факторов - и результативность резко снижается.

Именно поэтому, начиная с 2020-х годов, растёт интерес к нейронным сетям. Эти архитектуры доказали свою эффективность в задачах прогнозирования, классификации и распознавания сигналов различной природы. Тем не менее, несмотря на впечатляющие достижения, их практическое внедрение нередко сопровождается трудностями - в частности, сложностью подбора гиперпараметров и высокой вычислительной нагрузкой. Можно сказать, что это типичный пример компромисса между точностью и удобством применения. Особое внимание в последние годы заслуженно привлекают архитектуры с механизмом внимания (attention mechanism, Bahdanau et al., 2015). Этот принцип позволяет модели сосредоточиться на наиболее информативных признаках и временных интервалах, улучшая интерпретируемость и устойчивость прогнозов. Следует отметить, что подобные решения особенно полезны при работе с «шумными» временными рядами или при наличии пропусков в данных. Интеграция attention-механизма в рекуррентные и трансформерные структуры, такие как LSTM и GRU, открывает возможности не только для повышения эффективности, но и для анализа того, какие признаки оказывают решающее влияние на итоговый результат. По моему мнению, именно эта прозрачность делает подход особенно привлекательным для прикладных задач, где объяснимость результата не менее важна, чем его точность. Вместе с тем активно развиваются методы настройки нейросетей. Байесовская оптимизация (Snoek et al., 2012) стала одним из наиболее востребованных инструментов, позволяющих подбирать параметры обучения без изнурительного поиска по сетке.

В отличие от традиционных методов, она строит вероятностную модель зависимости между параметрами и функцией потерь, что снижает вычислительные затраты и ускоряет процесс обучения, особенно при работе

с крупными архитектурами. Однако эффективность подхода во многом зависит от выбора априорных распределений и корректности функции потерь. В результате метод требует аккуратной настройки и не всегда гарантирует устойчивость при работе с реальными шумными данными. В данном исследовании предлагается создать адаптивную систему прогнозирования, объединяющую возможности механизма внимания и байесовской оптимизации. Основная идея заключается в автоматическом выборе оптимальных параметров обучения - скорости градиентного спуска, глубины сети, коэффициентов регуляризации и других - с целью повышения эффективности при минимальных вычислительных ресурсах.

Для реализации используется язык Python и библиотеки машинного обучения: TensorFlow, PyTorch, Optuna и Scikit-Optimize. Тестирование планируется провести на данных энергопотребления промышленного предприятия за период 2015-2024 гг. Эффективность подхода будет оцениваться по метрикам MSE, RMSE и MAE, а также с применением визуального анализа распределений ошибок и фокуса внимания модели на ключевых признаках. В экспериментальной части предполагается сравнение трёх решений: базовой LSTM, её модифицированной версии с attention-механизмом и варианта, дополненного байесовской оптимизацией. Предварительные расчёты показывают, что объединение этих методов может повысить точность прогнозов на 10-20% по сравнению с классическими архитектурами без дополнительных механизмов. При этом важный эффект достигается не только в численных показателях. Использование внимания позволяет выявить, какие именно признаки влияют на динамику временного ряда, делая процесс прогнозирования более прозрачным и объяснимым. Следовательно, новизна исследования заключается в интеграции адаптивного внимания и байесовской оптимизации в едином подходе к прогнозированию. Это не просто комбинация двух технологий, а шаг к созданию самообучающихся решений, способных подстраиваться под изменяющиеся характеристики данных.

Список использованных источников:

1. Байесовская оптимизация с примерами из библиотек Python - Нгуен Куан 2015г.
2. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей - Сергей Игоревич 2019г.
3. Основы нейросетей - Константин Берлинский 2020г.
4. Нейронные сети и глубокое обучение. Учебный курс - Чару Аггарвал 2020г.
5. Нейросети. Основы - Дэвид Рид 2024г.

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: INDUSTRY 4.0

Цифровая трансформация промышленности, известная как Industry 4.0, кардинально меняет подходы к производству, эксплуатации и оценке машин и оборудования. Внедрение таких технологий, как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ), роботизация и большие данные (Big Data), приводит к появлению "умных" машин, которые не только выполняют производственные задачи, но и собирают данные, оптимизируют процессы и взаимодействуют с другими устройствами. Эти изменения ставят перед оценщиками новые вызовы, связанные с учетом цифровых компонентов и интеллектуальной собственности при определении стоимости оборудования.

Актуальность темы обусловлена тем, что традиционные методы оценки, основанные на физических характеристиках и износе, становятся недостаточными для объектов, оснащенных цифровыми технологиями.

Цель доклада - рассмотреть, как цифровая трансформация влияет на оценку стоимости машин и оборудования, и предложить подходы к решению возникающих проблем.

Цифровые технологии добавляют новое измерение в оценку стоимости машин и оборудования. Традиционно стоимость оборудования определялась его физическими характеристиками, такими как мощность, производительность и износ. Однако в условиях Industry 4.0 ключевым фактором становится "цифровая составляющая", которая включает (рисунок 1). Например, стоимость промышленного робота с функцией самообучения (на основе ИИ) будет значительно выше, чем стоимость аналогичного робота без таких функций. Это связано с тем, что "умное" оборудование способно повышать эффективность производства, снижать затраты и минимизировать ошибки.

Industry 4.0

Программное обеспечение (ПО)	Данные:	Интеллектуальная собственность:
встроенные алгоритмы, системы управления и аналитики.	информация, собираемая оборудованием, которая может быть использована для оптимизации процессов.	патенты, лицензии и ноу-хау, связанные с цифровыми технологиями.

Рисунок 1 - Цифровая составляющая Industry 4.0

Для оценки стоимости машин и оборудования в условиях цифровой трансформации необходимо адаптировать традиционные подходы и разработать новые методы (рисунок 2).

ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ

Затратный подход	Сравнительный подход	Доходный подход
- Учет затрат на разработку и внедрение цифровых технологий (ПО, датчики, системы аналитики). - Расчет стоимости воспроизводства с учетом "цифровой составляющей". - Пример: оценка стоимости станка с ЧПУ, оснащенного системой IoT для мониторинга состояния оборудования	- Сравнение с аналогами, оснащенными цифровыми технологиями. - Корректировка стоимости с учетом различий в функциональности и производительности. - Пример: оценка стоимости промышленного робота на основе данных о продажах аналогичных моделей с функциями ИИ	- Оценка потенциальной прибыли от использования "умного" оборудования. - Учет экономии за счет оптимизации процессов и снижения затрат. - Пример: оценка стоимости автоматизированной производственной линии на основе прогноза увеличения выпуска продукции

Рисунок 2 - Основные подходы оценки стоимости машин и оборудования в условиях цифровой трансформации.

Цифровая трансформация создает как возможности, так и вызовы для оценочной деятельности. Среди ключевых проблем можно выделить:

- **Отсутствие рыночных данных:** "Умное" оборудование часто уникально, что затрудняет применение сравнительного подхода.

- **Быстрое устаревание технологий:** Цифровые компоненты могут устаревать быстрее, чем физические, что требует частого пересмотра стоимости.

- **Сложность оценки интеллектуальной собственности:** Определение стоимости ПО и данных требует специальных знаний и методов.

Однако цифровая трансформация также открывает новые возможности для оценщиков:

- **Использование Big Data и ИИ.** Анализ больших объемов данных позволяет более точно прогнозировать стоимость оборудования.

- **Автоматизация оценки.** Разработка алгоритмов для автоматического расчета стоимости на основе данных о состоянии и производительности оборудования

- **Интеграция с цифровыми платформами.** Использование онлайн платформ для сбора и анализа данных о продажах и эксплуатации оборудования.

Цифровая трансформация промышленности значительно усложняет процесс оценки стоимости машин и оборудования, но одновременно открывает новые возможности для повышения точности и эффективности оценочной деятельности. Для успешной работы в новых условиях оценщикам необходимо:

- Осваивать методы оценки цифровых компонентов и интеллектуальной собственности.
- Использовать современные технологии, такие как Big Data и ИИ, для анализа данных.
- Разрабатывать новые подходы к оценке, учитывающие особенности "умного" оборудования.

Внедрение этих мер позволит не только повысить качество оценки, но и способствовать развитию цифровой экономики в целом.

Список используемых источников:

1. IVSC (International Valuation Standards Council). *Международные стандарты оценки*, 2022.
2. Уразбеков А.К. *Оценка машин, оборудования и транспортных средств*// Учебное пособие. - Караганда: Изд-во КарТУ, 2021. - 94 с.
3. Парабеллум А., Мрочковский Н. *"Цифровая трансформация бизнеса"*. - М.: Альпина Паблицер, 2020.
4. Грязнова А.Г., Федотова М.А. *"Оценка бизнеса: цифровые технологии и новые подходы"*. - М.: Финансы и статистика, 2022.
5. *Искусственный интеллект как объект стоимостной оценки*, А.А. Помулев, 2020.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСКАДНЫХ ПРЕДИКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ

Флотация является ключевой стадией обогащения руд, обеспечивая разделение цинковых и свинцовых минералов. Высокая инерционность и нелинейность процессов, колебания состава сырья и режимов аэрации создают значительные трудности для поддержания стабильных технологических параметров.

Современные методы управления, основанные на ПИД-регуляторах, часто оказываются недостаточно гибкими при изменении состава руды и внешних возмущений. В связи с этим перспективным направлением является внедрение интеллектуальных систем управления, основанных на предиктивном моделировании и каскадной структуре регуляторов.

Основная идея заключается в построении каскадной структуры MPC, где:

1. Нижний уровень (Velocity MPC) управляет воздушными потоками и уровнями пульпы в каждой флотационной ячейке, обеспечивая стабилизацию скорости пены и уровня всплытия минералов;
2. Верхний уровень (Grade-Recovery MPC) регулирует уставки нижнего уровня для оптимизации качества концентрата и степени извлечения металлов.

Для построения такой системы предлагается создание цифрового двойника флотационного каскада, включающего:

1. Математические модели масс-баланса и кинетики флотации;
2. Блоки идентификации динамических характеристик (время запаздывания, чувствительность каналов управления);
3. Модули интеллектуального анализа данных (нейронные сети, нечеткая логика) для прогнозирования выхода концентрата.

Анализ международного опыта и разработанных в рамках исследования решений показывает, что каскадные предиктивные модели являются эффективным инструментом оптимизации флотационных процессов. Их внедрение позволит: повысить извлечение и качество концентрата за счёт динамической адаптации к изменениям сырья; создать цифровой двойник флотационного каскада для виртуальной отладки и обучения операторов; интегрировать интеллектуальные регуляторы в существующую АСУ ТП без радикальных изменений оборудования.

Список использованных источников:

1. Brooks, K., Munalula, W. Flotation Velocity and Grade Control Using Cascaded Model Predictive Controllers. IFAC-PapersOnLine, 2017.
2. Величко А. П., Кононов В. А. Автоматизация процессов обогащения полезных ископаемых. — М.: Машиностроение, 2015, 312 с.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ЧТЕНИЯ ДАННЫХ ИЗ РЕГИСТРОВ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

Цифровые двойники представляют собой важнейший инструмент цифровизации в сфере испытательных комплексов и интеллектуального управления [1]. Их применение позволяет проводить высокоточные симуляции взаимодействия программных и аппаратных компонентов систем, минимизировать риски, ускорять цикл проектирования и повысить надежность испытаний. Одним из актуальных направлений является разработка цифрового двойника системы управления испытательным стендом для цифровых измерительных трансформаторов, обладающих высокой точностью и долговечностью.

Разработка цифрового двойника испытательного стенда осуществляется с применением SCADA-системы MasterSCADA, которая взаимодействует с OPC-сервером, обменивающимся данными по протоколам Modbus с платой-имитатором ЭБУ на базе STM32. Такое архитектурное решение обеспечивает возможность полноценного управления испытательным стендом в реальном времени, с сохранением всех параметров и технологических состояний [2].

Для организации устойчивого канала связи между программной системой и аппаратным прототипом используются пакеты данных, транслируемые с заданной частотой, адаптированной под режим Soft-Real-Time (SRT). Это позволяет избежать перегрузки каналов передачи и обеспечивает контроль за состоянием исполнительных механизмов.

Ключевой этап в тестировании цифрового двойника — считывание данных с регистров микроконтроллера. Всего в системе реализованы 32 регистра, из которых:

- 13 регистров отвечают за задания и настройки параметров следящего гидропривода;
- 19 регистров предназначены для чтения текущих параметров состояния и соединений с ЭБУ.

Результаты считывания данных представлены на рисунке 1, где отображена таблица с временными и содержательными характеристиками значений, полученных из регистров.

Измерения показали, что полный цикл обработки информации, включающий опрос всех 32 регистров, составил 0,48 секунды. Это значение находится в пределах допустимых норм для задач мониторинга и управления испытательным оборудованием, что свидетельствует об адекватности и эффективности реализованной архитектуры цифрового

двойника.

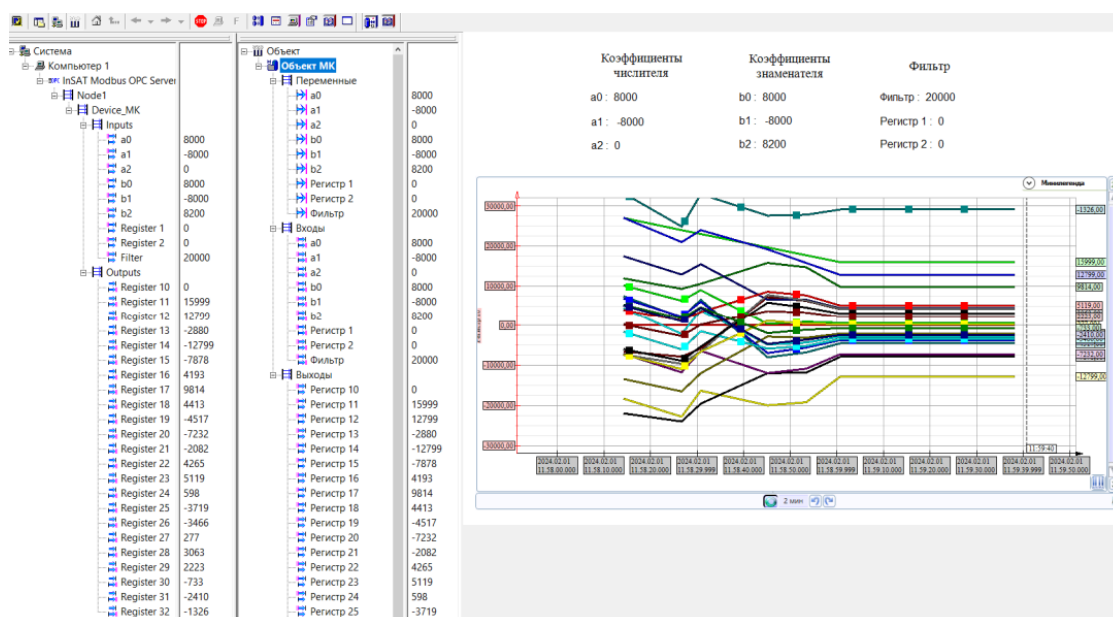


Рисунок 1 - Результаты чтения регистров цифрового двойника системы управления испытательного стенда

Система обеспечивает стабильный отклик при изменении состояния, позволяет оперативно реагировать на внешние помехи, и имеет встроенные алгоритмы перезапроса и восстановления связи. Использование блочной передачи данных через SCADA предоставляет пользователю гибкий инструмент для настройки регистров и анализа их поведения без необходимости глубокого вмешательства в программный код.

Имитационное моделирование с акцентом на чтение данных из регистров цифрового двойника позволило подтвердить функциональность всей системы управления испытательным стендом. Полученные результаты демонстрируют, что использование отечественной SCADA-системы MasterSCADA и протоколов OPC/Modbus обеспечивает не только работоспособность, но и высокую масштабируемость и адаптивность проекта.

Разработка цифровых двойников, включающих в себя архитектуру передачи, анализа и визуализации регистровых данных, открывает возможности для более глубокой автоматизации диагностики, настройки и интеграции с интеллектуальными энергетическими системами.

Список использованных источников:

1. Миронов Д.А., Ламм А.К., Расулов Р.К. Обзор программных продуктов разработки цифровых двойников // Вестник Национального института бизнеса. 2022. № 4 (48). С. 12–27. DOI: 10.24412/1993-8780-2022-3-10-13
2. Лебедев В.Д., Кузьмина Н.В., Григорьев Д.Г. Теория и практика применения цифровых измерительных трансформаторов тока и напряжения // Релейщик. 2023. № 1 (45). С. 42–49.

ИНТЕРНЕТ КАК УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕСТВА: КИБЕРТЕРРОРИЗМ И РАДИКАЛИЗАЦИЯ МОЛОДЕЖИ

С каждым годом Интернет становится не только инструментом для получения информации и общения, но и важнейшей частью социальной жизни, влияя на различные аспекты общества. Особое внимание стоит уделить тому, как именно информационные технологии, в частности, Интернет, становятся источником угроз для общества, распространяя экстремистские и террористические идеи, а также влияя на мировоззрение молодых людей.

С начала 90-х годов, с развитием интернета, актуализировалась проблема защиты информации и создания национальных систем безопасности в различных странах мира. Казахстан не стал исключением, и вопросы киберугроз, связанных с распространением экстремистских материалов и радикализацией молодежи, становятся одной из ключевых проблем безопасности.

С развитием технологий возник новый вид преступности — кибертерроризм, включающий в себя использование Интернет-ресурсов для распространения террористической пропаганды, получения конфиденциальной информации и проведения атак на критически важные инфраструктуры. Важно отметить, что интернет-контент стал гораздо более сложным и многогранным, чем просто информационные сообщения — теперь он активно влияет на общественное мнение, формируя установки и даже мировоззрение целых поколений.

Как правило, кибертерроризм включает в себя не только использование вирусов и хакерских атак, но и более скрытые методы, такие как психоэмоциональное воздействие на личность и массовое распространение дезинформации. Примером такого воздействия являются фальшивые сообщения, распространяемые по социальным сетям, которые часто представляют собой часть информационных манипуляций. Например, распространение ложных слухов о том, что таблетки парацетамола, произведенные в Израиле, содержат опасные металлические проволоки, является лишь одним из примеров, как даже безобидная информация может быть использована для создания паники и распространения ненависти.

Кроме того, в последние годы наблюдается рост феномена, известного как «электронный джихад». Это практика использования интернета для вербовки сторонников радикальных групп, таких как ИГИЛ, и распространение экстремистских идей через социальные сети и другие онлайн-платформы. В последние годы террористические организации активно используют такие ресурсы, как Facebook, Twitter, Instagram,

Telegram для своей пропаганды и вербовки.

Одной из самых серьезных проблем, связанных с интернет-угрозами, является массовая вербовка молодежи в ряды террористических групп. Социальные сети становятся средой для идеологической обработки и радикализации, где экстремистские группы используют психологические и пропагандистские методы, чтобы воздействовать на несовершеннолетних и молодых людей. Для них интернет стал основным источником знаний и связей, и, к сожалению, не всегда эти знания имеют положительный характер.

Процесс вербовки часто проходит с использованием ложных обещаний и привлекательных иллюзий. Например, на фоне социально-экономической нестабильности и отсутствия перспектив для самореализации в родной стране, молодежь становится уязвимой для идеологии экстремистских групп. Особенно распространена вербовка через религиозные сайты и форумы, где под видом изучения религиозных канонov распространяются радикальные идеи.

В Казахстане и других странах Центральной Азии участились случаи, когда молодежь, в том числе благодаря интернет-ресурсам, оказывается втянутой в террористические организации. Речь идет о не только об идеологической, но и физической угрозе: более 400 граждан Казахстана уехали в Сирию и Ирак, чтобы присоединиться к террористическим группам, и это лишь малая часть тех, кто был завербован через интернет.

Заключение

Интернет стал не только инструментом для развития и общения, но и важным источником угроз для безопасности общества. Распространение радикальных и экстремистских идей, вербовка молодежи в ряды террористических организаций и использование интернета для пропаганды насилия требуют комплексного подхода и активных действий на разных уровнях — от государственных органов до общественных и религиозных организаций.

Литература:

1. Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан. (2023). Отчет о борьбе с киберугрозами и экстремизмом в интернете в Казахстане. — Алматы: Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан.
2. Казахстанский Институт стратегических исследований (КИСИ). (2023). Экстремизм и радикализация молодежи в цифровую эпоху: вызовы и возможности для Казахстана. — Алматы: КИСИ при Президенте РК.
3. Алимжан Бекенов. (2022). Электронные террористические организации и их влияние на безопасность: казахстанский опыт. — Астана: Издательство «Қоғам».
4. Болат Сыздықов. (2021). Интернет-пространство и его влияние на общественные настроения: радикализация молодежи в Казахстане. — Алматы: Научный центр социальных исследований.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Современная энергетика находится в стадии активной трансформации, направленной на переход от традиционных источников энергии к возобновляемым, таким как солнечная, ветровая, гидро- и биомассовая энергия. Данный переход требует не только модернизации оборудования, но и внедрения современных информационных технологий, обеспечивающих эффективное управление сложными энергетическими системами. Информационные системы играют ключевую роль в этом процессе, так как позволяют интегрировать различные энергетические объекты, автоматизировать процессы управления и оптимизировать распределение ресурсов.

Возобновляемые источники энергии характеризуются нестабильной выработкой, зависящей от погодных и природных условий. Для обеспечения устойчивой работы энергетической сети необходимы инструменты, способные анализировать и прогнозировать объем выработки и потребления энергии. Информационные системы позволяют собирать данные с различных датчиков, контроллеров и установок в режиме реального времени, передавать их на аналитические платформы, где с помощью алгоритмов обработки данных, машинного обучения и искусственного интеллекта производится анализ и оптимизация параметров работы оборудования. Это обеспечивает своевременное принятие решений и повышение общей эффективности энергосистемы.

Современные технологии, применяемые в управлении возобновляемыми источниками энергии, включают интернет вещей, SCADA-системы, облачные платформы и цифровые двойники. С их помощью осуществляется удалённый мониторинг и контроль работы оборудования, управление нагрузками и прогнозирование энергопроизводства. Интернет вещей обеспечивает соединение большого количества устройств и сенсоров, что позволяет создавать распределённые системы наблюдения и анализа. SCADA-системы используются для централизованного контроля за технологическими процессами и позволяют оператору отслеживать состояние оборудования в реальном времени. Облачные технологии предоставляют возможность хранения больших массивов данных и обеспечивают доступ к информации из любой точки мира, а цифровые двойники позволяют моделировать работу энергетических объектов и прогнозировать их поведение при различных условиях.

Применение информационных систем особенно эффективно на солнечных и ветровых электростанциях. В солнечных комплексах

программное обеспечение регулирует угол наклона панелей, отслеживает интенсивность солнечного излучения и производительность отдельных модулей. В ветровых установках системы управления анализируют направление и скорость ветра, оптимизируют работу турбин и контролируют техническое состояние оборудования, предотвращая возможные поломки. Использование искусственного интеллекта и больших данных позволяет прогнозировать выработку электроэнергии и корректировать режимы работы в зависимости от изменений погодных условий.

Важную роль информационные системы играют и в создании интеллектуальных энергетических сетей, известных как Smart Grid. Эти сети обеспечивают двустороннюю связь между потребителями и поставщиками энергии, позволяя автоматически балансировать нагрузки, снижать потери и повышать надёжность энергоснабжения. Интеллектуальные счётчики и аналитические платформы позволяют получать точные данные о потреблении, а автоматизированные центры управления обеспечивают гибкое распределение электроэнергии между различными источниками, включая возобновляемые.

Преимущества внедрения информационных систем в управление возобновляемыми источниками энергии очевидны. Они повышают эффективность выработки и распределения энергии, снижают эксплуатационные расходы, сокращают влияние человеческого фактора и способствуют интеграции «зелёной» энергетики в общие энергосети. Кроме того, такие системы обеспечивают высокий уровень прозрачности и надёжности работы, позволяя принимать решения на основе точных и актуальных данных.

Однако с ростом цифровизации энергетики возрастает и необходимость обеспечения кибербезопасности. Информационные системы, подключённые к интернету, подвержены угрозам взлома, несанкционированного доступа и потери данных. Поэтому важным направлением развития становится создание надёжных механизмов защиты энергетической инфраструктуры, включая шифрование данных, системы резервного копирования, а также использование технологий блокчейна для прозрачного учёта и обмена энергетическими ресурсами. Безопасность цифровых энергетических систем становится таким же важным фактором, как и их эффективность.

Таким образом, информационные системы становятся неотъемлемой частью современного энергетического сектора. Их развитие обеспечивает основу для перехода к устойчивому энергоснабжению, минимизации негативного воздействия на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов. В будущем, по мере совершенствования технологий искусственного интеллекта, облачных вычислений и интернета вещей, можно ожидать появления полностью

автономных систем управления возобновляемыми источниками энергии, способных самостоятельно принимать решения и адаптироваться к изменениям внешней среды. Это позволит значительно повысить эффективность энергетического производства и ускорит формирование глобальной «умной» энергетической инфраструктуры.

Список использованных источников:

1. Головин В.А. Информационные системы в энергетике. – М.: Энергия, 2021.
2. Кузнецов И.Н. Интеллектуальные системы управления энергетическими объектами. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022.
3. International Energy Agency (IEA). Renewables 2023 – Analysis and Forecast to 2028. – Paris: IEA Publications, 2023.
4. Siemens Energy. Digitalization in Renewable Energy Management. – 2022.
5. ABB Group. ABB Ability™ Energy Management System Overview. – 2023.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧЕТЫРЁХЗВЕННОГО РОБОТА ПО СЕГМЕНТАМ С ЗАДАННЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ ПОСЛЕДНЕГО ЗВЕНА В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ SIMMECHANICS.

Для исследования кинематики четырёхзвенового манипуляционного робота была создана имитационная модель в среде SimMechanics (Simscape Multibody), представленная на рисунке 1. Модель включает в себя последовательную кинематическую цепь из четырёх вращательных звеньев, объединённых блоками Revolute Joint. Каждое звено представлено в виде твёрдого тела (Solid), соединённого с соседними элементами с помощью координатных систем (CS1, CS2).

В качестве источника движения применены блоки Joint Actuator, на вход которых подаются управляющие сигналы, формируемые генераторами синусоидальных функций. Блоки Gain задают индивидуальные коэффициенты амплитуды для каждого звена, что позволяет обеспечить различную интенсивность движения и реалистичную траекторию конца манипулятора.

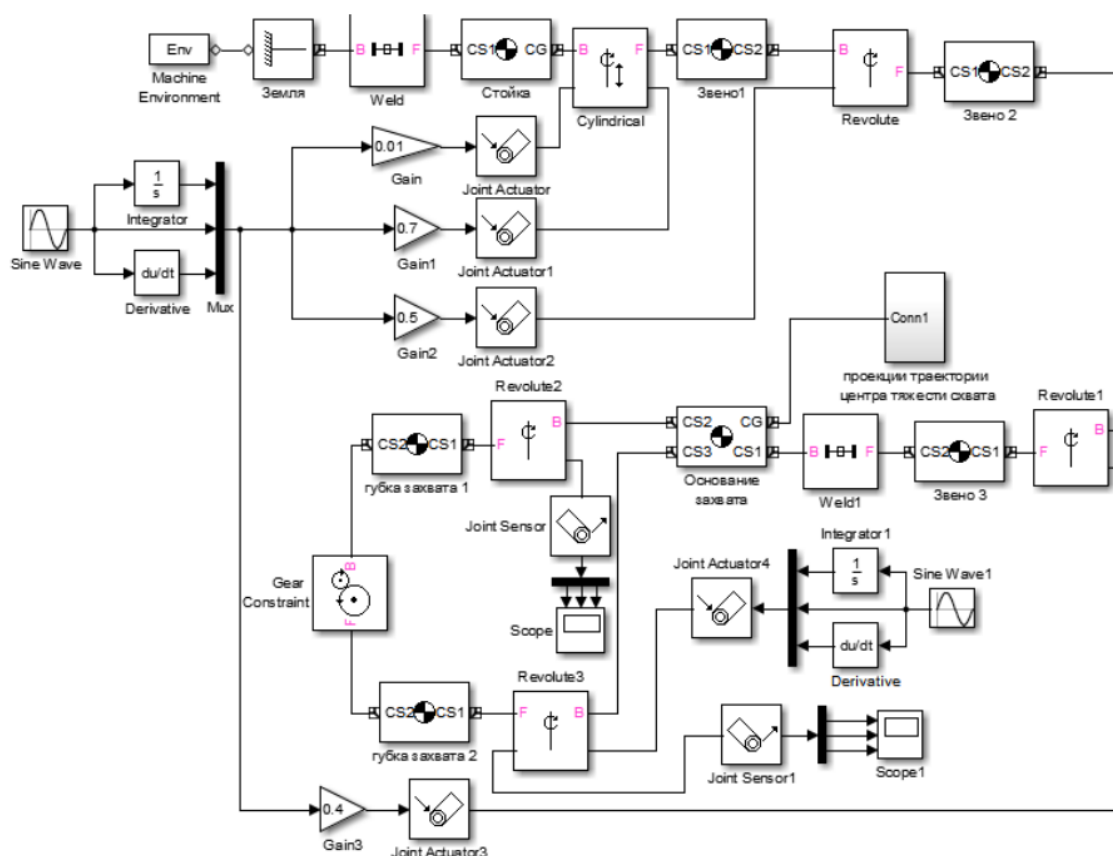


Рисунок 1 – Блок-схема робота-манипулятора в среде MATLAB/Simulink/SimMechanics

На рисунке 2 показана пространственная модель четырёхзвенного манипуляционного робота, реализованная в среде SimMechanics (Simscape Multibody). Визуализация выполняется в окне Mechanics Explorer, которое отображает движение механизма в реальном времени в трёх проекциях: изометрической, фронтальной и боковой.

В процессе моделирования наблюдается согласованное движение всех звеньев в соответствии с заданными управляющими сигналами. Конечное звено (рабочий орган) сохраняет требуемое направление, что подтверждает корректность реализации алгоритма задания ориентации эффектора.

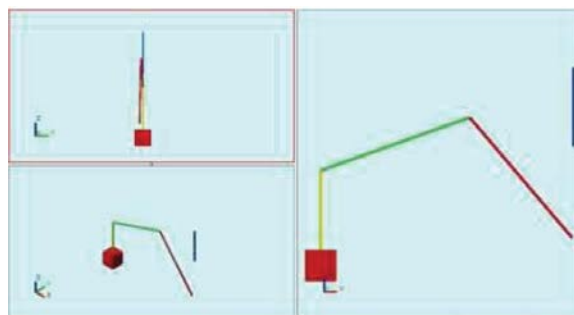


Рисунок 2 – Графическая модель манипулятора

Полученные результаты позволяют провести анализ кинематических параметров системы, таких как углы поворота, скорости и пространственная траектория конца манипулятора. Таким образом, трёхмерная анимация в SimMechanics служит эффективным инструментом для верификации математической модели и анализа движения робототехнического механизма.

Список использованных источников?

1. Безмен, П.А. Система управления движением мобильного шестиколесного робота / П.А. Безмен // *Естественные и технические науки*. – Москва: Издательство "Спутник+", 2014. – № 1. – С. 126-127.
2. Jatsun, S.F. Control system of the independent undersea robot / S.F. Jatsun, P.A. Bezmen, A.V. Malchikov, A.S. Jatsun // *Science and Education. Materials of the II International research and practice conference – Munich, Germany: Vela-VerlagWaldkraiburg*, 2012. – Vol. 1 – P. 165-170
3. Яцун, С.Ф. Экспериментальное исследование движения вибрационного мобильного робота с внутренней подвижной массой / С.Ф. Яцун, П.А. Безмен, Ю.Ю. Лосев // *Вибрационные машины и технологии: сборник научных трудов*. – Курск: КурскГТУ, 2008. – С. 763-770.

КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОПТИМИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ, АВТОМАТИЗАЦИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

Современный этап развития вычислительных технологий характеризуется нелинейным ростом потребностей в аппаратных ресурсах, особенно в области генеративных нейросетей и больших языковых моделей. Классические вычислительные системы приближаются к физическим пределам своей производительности, что наглядно демонстрируется экспоненциальной зависимостью между размером модели и требуемой для ее обучения энергией. Известно, что тренировка модели ChatGPT потребовала порядка 10 МВт, а прогнозируемая к 2028 году потребность в энергии для дата-центров может достичь десятков гигаватт, создавая реальный дефицит электроэнергии. В этом контексте закономерно возникает вопрос о поиске альтернативных вычислительных парадигм, способных преодолеть данные ограничения.

Ответом на этот вызов может стать переход к инфраструктуре, основанной на принципах квантовой механики. Квантовые вычисления оперируют кубитами, которые, в отличие от классических битов, могут находиться в состояниях суперпозиции и квантовой запутанности. Это фундаментальное свойство позволяет экспоненциально наращивать объем обрабатываемой информации с каждым добавленным кубитом. Следует подчеркнуть, что первоначальная и наиболее перспективная область применения квантовых вычислений заключается не в замене традиционных компьютеров, а в решении задач сложной оптимизации и моделирования, которые являются вычислительно неразрешимыми для классических систем за полиномиальное время.

В энергетическом секторе и промышленной автоматизации потенциал квантовых вычислений раскрывается через призму оптимизации сложных систем. Алгоритмы, такие как квантовый отжиг и квантовые приближённые алгоритмы оптимизации, демонстрируют способность находить глобальные или близкие к ним оптимумы в задачах планирования энергосетей, управления нагрузкой и логистики с огромным количеством переменных. Более того, обсуждается их фундаментальная роль в повышении энергоэффективности на материальном уровне. Речь идет о применении квантовых компьютеров для точного молекулярного моделирования, направленного на разработку новых материалов. Это включает в себя поиск высокоэффективных катализаторов для химической промышленности, а также проектирование компонентов для аккумуляторов и

сверхпроводников, что в перспективе позволит существенно снизить потери при передаче и хранении энергии.

Параллельно с этим интеграция квантовых вычислений с искусственным интеллектом открывает путь к созданию более сложных и интеллектуальных систем управления. Можно предположить, что квантовые нейронные сети и гибридные алгоритмы смогут значительно ускорить процесс обучения моделей, одновременно снижая количество требуемых параметров. Концепция резервуарных вычислений, в частности, предлагает пути для упрощения и ускорения тренировки нейросетей, что является критически важным для систем оперативного управления в реальном времени. Дополнительный импульс развитию автоматизации придает появление квантовых сенсоров, которые сулят беспрецедентную точность измерений. Их внедрение в промышленность позволит осуществлять высокоточный мониторинг состояния оборудования, формируя основу для прогностической аналитики, а также обеспечит контроль за состоянием окружающей среды и промышленными выбросами.

В области телекоммуникаций квантовые технологии обещают революционные изменения, прежде всего, в аспектах безопасности и связности. Развитие квантовой связи и квантового интернета рассматривается как основа для создания каналов передачи данных с гарантированной безопасностью. Это имеет первостепенное значение для объектов критической инфраструктуры, таких как атомные электростанции или крупные промышленные комплексы. Следует отметить, что научное сообщество уже добилось значительных успехов в организации дальней квантовой связи на основе одиночных фотонов, используя стандартное оптоволокно и работая при комнатной температуре. Квантовая криптография, в свою очередь, предлагает защитные механизмы от атак, которые потенциально могут быть реализованы с помощью будущих универсальных квантовых компьютеров, тем самым опережая возникающие угрозы.

В заключение следует констатировать, что квантовые вычисления представляют собой не эволюционный, а революционный сдвиг в вычислительной парадигме. Их уникальная способность к экспоненциальному ускорению решения определенных классов задач и точному моделированию сложных систем делает их незаменимым инструментом будущего. Внедрение этих технологий в такие критически важные отрасли, как энергетика, промышленная автоматизация и телекоммуникации, является необходимым условием для обеспечения их долгосрочной эффективности, безопасности и устойчивости в условиях растущих глобальных вызовов.

МАЗМҰН

ПЛЕНАРЛЫҚ ОТЫРЫС

САЯСАТ НҰРБЕК

АЛҒЫС СӨЗ 4

АРЫСТАН И.Д.

АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАНДЫҚ БІЛІМ МЕН ҒЫЛЫМ
САЛАСЫН ДАМУДАҒЫ РОЛІ.....5

ИНТЫКОВ Т.С.

УРОКИ ЖИЗНИ УЧИТЕЛЯ..... 8

ИСАГУЛОВ А.З.

УЧИТЕЛЬ ЖИЗНИ 10

АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ БІЛІМІ МЕН ҒЫЛЫМЫН ДАМУҒА ҚОСҚАН ҮЛЕСІ

ALIKARIMOVA ZH.N., ZHAKUPOVA SH.S.

THE CONTRIBUTION OF ACADEMICIAN A.S. SAGINOV TO THE DEVELOPMENT
OF TECHNICAL EDUCATION IN KAZAKHSTAN 14

BEKMAGHAMBET I.B., ZHAKUPOVA SH.S.

A.S. SAGINOV'S ROLE IN ADVANCING SCIENTIFIC RESEARCH AND
ENGINEERING EDUCATION IN KAZAKHSTAN.....16

IVANOVA S.A., DOKUCHAEVA N.V.

CONTINUITY OF ACADEMICIAN A. SAGINOV'S IDEAS IN THE DEVELOPMENT OF
INNOVATIVE ENGINEERING EDUCATION IN KAZAKHSTAN.....18

KARIMOVA A.N., SAGATBEKOVA D.E., KARIMOVA Z.N.

A.S.SAGINOV - LEADER OF NATIONAL TECHNICAL SCIENCE AND EDUCATION.20

PITIRIMOVA T.V.

COMPASS OF PROGRESS: A.S. SAGINOV'S STRATEGIC GUIDELINES FOR
KAZAKHSTAN'S ENGINEERING ELITE - FROM HISTORICAL HERITAGE TO
MODERN REALITIES 22

SAGATBEKOVA M.K., MUKHAMETZHANOVA B.O., SEYPISHEVA E.K.

LIFE IS VALUED FOR ITS CONTENT.....24

АВИЛОВА Е.К.

НАСЛЕДИЕ, ОПРЕДЕЛИВШЕЕ ЭПОХУ: АБЫЛКАС САГИНОВ И ТЕХНИЧЕСКАЯ
ШКОЛА КАЗАХСТАНА 26

АЖАИПОВ А.М.

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ И НАУЧНЫЙ ВКЛАД А.С. САГИНОВА В СТАНОВЛЕНИЕ
И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА.....28

АЗИМБАЕВА Ж.А., КИШЕНОВА А.Ю. ИНЖЕНЕРЛЕР ҰСТАЗЫ-АБЫЛҚАС САҒЫНОВ.....	30
АЛИМХАНОВА Д.А. ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК ОЙДЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫ: А.С. САҒЫНОВ МҰРАСЫ.....	32
ӘБІЛҚАСОВ Ғ.М. ҒАЛЫМНЫҢ ӨНЕГЕЛІ ӨСИЕТІ	34
БАЙЖАСАР А.Н., СЕЙДУАЛЫ Г.Б., АЛКЕНОВА Ж.Х. АКАДЕМИК А.С. САҒЫНОВТЫҢ ӨМІРІ МЕН ҒЫЛЫМИ МҰРАСЫ.....	36
БЕЛИК М.Н., ЮРЧЕНКО В.В. АКАДЕМИК А.С. САГИНОВ И ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛИ: ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА.....	38
ГЕРАСИМОВ А.С., ХМЫРОВА Е.Н. ВКЛАД АКАДЕМИКА А.С. САГИНОВА В РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КАЗАХСТАНА.....	40
ДАНЕНОВА Г.Т. ВОСПОМИНАНИЯ ПРОФЕССОРА Б.А. АХМЕТЖАНОВА ОБ АКАДЕМИКЕ А.С. САГИНОВЕ	42
ДАНИЯРОВА А.Е., ТЛЕУГАБЫЛОВА К.С. АКАДЕМИК А.С. САГИНОВ И РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ	44
ЖАЛДЫБАЕВА А.Ж. ЦИФРЛЫҚ ДӘУІРДЕГІ ИНЖЕНЕРЛІК БІЛІМ: Ә. САҒЫНОВ ИДЕЯЛАРЫНЫҢ ӨЗЕКТІЛІГІ.....	46
ЖАНЫСБАЙ С., АЙТБАЕВ Н.Б. ХАЛЫҚТЫҢ ҚАДІРЛІСІ.....	48
ЖӘНІБЕК М.А., МҰХАМЕТЖАНОВА Б.О. АКАДЕМИК ӘБІЛҚАС САҒЫНҰЛЫ САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТЕХНИКАЛЫҚ БІЛІМ БЕРУДЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ДАМУЫНА НЕГІЗ ҚАЛАУДАҒЫ РӨЛІ.....	50
ЖОЛМАҒАМБЕТОВ Н.Р. СОЛ БІР СӘТ	52
ИСКАКОВ М.Б. ПРОЕКТ «АСУ ВУЗ» – НАЧАЛО АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗАМИ	54
КЕНЖЕБЕКОВА А.Е. ҚАЗІРГІ ИНЖЕНЕР-ПЕДАГОГ ДАЯРЛЫҒЫНДА Ә. САҒЫНОВ МҰРАСЫНЫҢ МАҢЫЗЫ.....	56
КОККОЗ М.М. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАЗАХСТАНА: ТРАДИЦИИ АКАДЕМИКА А.С. САГИНОВА И ЕГО УЧЕНИКОВ	58

КУЛЕЙМЕНОВА Л.М.	
АКАДЕМИК Ә.С. САҒЫНОВ – КӨРНЕКТІ ҒАЛЫМ	60
МАХАНОВА А.А.	
АКАДЕМИК АБЫЛКАС САГИНОВИЧ САГИНОВ: ОТ ПРАКТИКА ПРОИЗВОДСТВА ДО АРХИТЕКТОРА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА.	62
МАХАШЕВА И.С., ЕРБАЕВА А.С.	
АКАДЕМИК С.А. САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ҒЫЛЫМИ ЖӘНЕ ОҚУ-АҒАРТУ ҚЫЗМЕТІ.....	64
НУРЖАНОВА К.К., САГАТОВА Г.К.	
ЖАСТАРҒА ҮЛГІ БОЛҒАН ҰЛЫ ТҰЛҒА – ӘБІЛҚАС САҒЫНОВ.....	66
НУРЛИГЕНОВА З.Н.	
АКАДЕМИК А. С. САГИНОВ И РАЗВИТИЕ ИНТЕГРАЦИИ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА В КАЗАХСТАНЕ.....	68
НУРЛИГЕНОВА Н.Н.	
А.С. САГИНОВ КАК УЧЁНЫЙ И ОРГАНИЗАТОР: МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ.....	70
НҰҒМАН Б.Ғ.	
ҰЖЫМДЫ ТАҢДАЙ БІЛГЕН ДӘУІР ТҰЛҒАСЫ ӘБІЛҚАС САҒЫНОВ.....	72
ОМАРОВ Ш.Ә., ЕЩАНОВА Т.Е.	
А.С. САҒЫНОВТЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК БІЛІМ МЕН ҒЫЛЫМИ КАДРЛАРДЫ ДАЯРЛАУДАҒЫ СТРАТЕГИЯЛЫҚ РӨЛІ.....	74
ОРЫНҒАЛИЕВА Н.А., САЙМАНОВА З.Б.	
АКАДЕМИК А. С. САҒЫНОВТЫҢ ҒЫЛЫМИ ДӘСТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК ҒЫЛЫМДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	76
РОЩУК Е.Д.	
АНАЛИЗ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ИДЕЙ АКАДЕМИКА САГИНОВА В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	78
СЕРІК Н.Б., ТОЛЫМБЕКОВА Г.С.	
ҒАЛЫМ, ПЕДАГОГ, ЖАҢАШЫЛ: АКАДЕМИК САҒЫНОВТЫҢ МҰРАСЫ.....	80
ТАЖИБАЕВА С.М., КАБАНОВА А.Б.	
АКАДЕМИК ӘБІЛҚАС САҒЫНОВТЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК МӘДЕНИЕТТІҢ ҚАЛЫПТАСУЫНА ҚОСҚАН ҮЛЕСІ.....	82
ТИМОХИНА Т.В., АКЫНЖАНОВА А.А., КАСЕНОВА Л.К.	
АКАДЕМИК А. С. САҒЫНОВТЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖОО СТУДЕНТТЕРІНІҢ ҚҰНДЫЛЫҚТАРЫ МЕН КӘСІБИ МӘДЕНИЕТІН ҚАЛЫПТАСТЫРУҒА ҚОСҚАН ҮЛЕСІ.....	84
ТЛЕУМБЕТОВА Д.Б., ТЕН А.В.	
РОЛЬ АКАДЕМИКА А.С. САГИНОВА В ФОРМИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ И КУЛЬТУРЫ.....	86
УТЕМУРАТОВА Б.К., ТЕН А.В., КУРМАНГАЛИЕВА Т.Х.	
ӘБІЛҚАС САҒЫНОВТЫҢ ҚАЗАҚСТАН ЖАСТАРЫН ПАТРИОТТЫҚ ТӘРБИЕЛЕУДЕГІ РӨЛІ.....	88

ШОМПИЕВА Э.Е. ВКЛАД АКАДЕМИКА А. С. САГИНОВА В РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА	90

ШОРМАНБАЕВА Д.Г., СИВОДЕДОВА А.В. РОЛЬ А.С. САГИНОВА В СТАНОВЛЕНИИ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА.....	92

ӘБІЛҚАС САҒЫНОВТЫҢ 110 ЖЫЛДЫҒЫНА: ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ЖЕР ҚОЙНАУЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

BOLAT A.H., BAISOVA A.E. INVESTIGATION OF POSSIBLE APPLICATIONS OF AEROSPACE IMAGERY FOR MONITORING THE STATE OF LAND RESOURCES.....	95

АДАМБЕКОВ М.М., МАУСЫМБАЕВА А.Д. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ И СВИНЦОВЫХ РУД В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ПОРОДАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА.....	97

АУБАКИРОВА Г.М., ИСАТАЕВА Ф.М., БАЛАҚАН И. М. ГЕОЛОГО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДПРИЯТИЯ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ АСПЕКТ.....	99

АУБАКИРОВА Г.М., АДЫХАНОВ С.С. ЦЕПОЧКИ ПОСТАВОК РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОСТИ И ДЕГЛОБАЛИЗАЦИИ.....	101

ӘБЕН А.А., МУСИН А.А., МЫРЗАТХАН О. А. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА.....	103

БАҚЫТ Ә., КОПОБАЕВА А.Н. КӨМІР КҮЛІНЕН СІРЕК МЕТАЛДАРДЫ АЛУДЫҢ РЕНТАБЕЛЬДІЛІГІ: ӘЛЕМДІК ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ ТӘЖІРІБЕ.....	105

БАЙСОВА А.Е., МЕРЕКЕ Р.М., ЖУНУСОВА Г.Е. ЖЕРДІ ҰТЫМДЫ ПАЙДАЛАНУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ЖЕР РЕСУРСТАРЫ МОНИТОРИНГІ: ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ АЭРОҒАРЫШТЫҚ ӘДІСТЕРДІ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ	107

БАЙСОВА А.Е., МЕРЕКЕ Р.М., ЖУНУСОВА Г.Е. ЖЕР РЕСУРСТАРЫН ЦИФРЛЫҚ МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ЖӘНЕ ОТАНДЫҚ ТӘЖІРІБЕСІ	109

БІЛІМОВА И.С., ПОНОМАРЕВА Е.В. ИНЖЕНЕРНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ВОДООТЛИВА КАРЬЕРА «ДАЛЬНЕЗАПАДНЫЙ».....	111

ДАРИБЕКОВА А.С. НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ТЕНЕВАЯ ЭКОНОМИКА.....	113

ДАРИБЕКОВА Н.С. НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ И ЕГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН	115

ДУГАНОВА Г.К. ОБОСНОВАНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА.....	117
ЕДИЛБАЕВА Н.Б., МУХАЖАНОВА Ж.Т. ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫ БАРЛАУ, ӨНДІРУ ЖӘНЕ ӨНДЕУДЕГІ ҮШ ТЕХНОЛОГИЯ.....	119
ЖАППАРГАЛИЕВ А.Б., МАУСЫМБАЕВА А.Д. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ И УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МАРГАНЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	121
ЗАБИГУЛЛОВ А.Т., МАДИШЕВА Р.К. СТРУКТУРНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕДНО-ЗОЛОТОГО ПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НУРКАЗГАН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОИСКОВЫХ КРИТЕРИЕВ.....	123
ИБРАИМОВ А., ПОРТНОВ В.С. ИЗУЧЕНИЕ МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ИХ СВЯЗИ С МЕДНО- ПОРФИРОВЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ КАРАБАС..	125
ИБЫРХАНОВА А.И., ИБЫРХАНОВ Т.С. НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ УЧАСТКА “ВОСТОЧНЫЙ” САРЫСУ-ТЕНИЗСКОГО СЕГМЕНТА (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН).....	127
КАЛЕШЕВА Г.Е., САЙЛАУОВ Д.Ғ. ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕТОДА ПАРОГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ (SAGD) ДЛЯ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАНБАС.....	129
КЕНЖЕСОВА В.И., ЖОЛДАСҚАЛИҰЛЫ Н. БЕНЗИН САПАСЫН АРТТЫРУ МЕН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕГІ БЕНЗОЛДЫ АЗАЙТУ ӘДІСТЕРІ.....	131
КИІКБАЕВ М.Қ. ТҮП МАҢЫ АЙМАҒЫНА ҚЫШҚЫЛДЫҚ ӘСЕР ЕТУ АРҚЫЛЫ МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ АРТТЫРУДЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ	133
КИМ В.О., АЙКЕНОВ Н.К., МАУСЫМБАЕВА А.Д. РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ПОВЫШЕНИИ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНКИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	135
КОРОЛЕВА А.А. К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ ОЦЕНКИ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	137
КУРЕНДА А.А., ЖУНУСБЕКОВА Г.Е. ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ЖЕЗКАЗГАНА.....	139
КУШНЕРЕВ К.А. ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ	141

МАЗАХ Б., АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ А. АЛТЫНТАУ ГРАНОДИОРИТ МАССИВІНІҢ СИРЕКМЕТАЛЛҚОСАЛҚЫ МИНЕРАЛДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	143
НАНКОВ С.Н. АНАЛИЗ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОИСКЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.....	145
НИГМАТУЛЛОВА А.М., ЛИ Е.С. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО УЛЫТАУ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ ГЕНЕЗИСА И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА.....	147
ОСПАНОВ А.М., ОСПАНОВА Ж.Н., ОСПАНОВА С.М. ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДЕВОНСКИХ ОБЪЕКТОВ СЕВЕРНОГО БОРТА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ.....	149
ПРИВАЛОВА О.А., КАРСАКОВА А.Ж. ОТВОД ТАЛЫХ ВОД И МЕТОДЫ ИХ УДЕРЖАНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	151
САЛКИМБАЕВА Л. Н., САДЧИКОВ А. В. ИМПУЛЬСНЫЕ НЕЙТРОННЫЕ МЕТОДЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ.....	153
ТАСТЫБАЕВ Н.Ш., ҚАРАТАЕВ А.Д. ҚУАТЫ ТӨМЕН ТІК ЖАТҚАН КЕН ДЕНЕЛЕРДІ АШЫҚ ӘДІСПЕН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ ПРОБЛЕММАЛАР.....	155
ТАУКЕНОВА С.А., АМАНГЕЛДІҚЫЗЫ А. СТРОЕНИЕ РОССЫПЕЙ ТОБОЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	157
ТИТОШЕВА Қ.М., СУЛТАНГАЗИЕВ Р.Б. ХРОМ-НИКЕЛЬДІ ФЕРРОҚОРЫТПАНЫ МЕТАЛЛОТЕРМИЯЛЫҚ ӘДІСПЕН ӨНДІРУ.....	159
ТӨЛЕУБЕК Қ.Е., КОПОБАЕВА А.Н. КӨКТАСЖАЛ КЕН ОРНЫНЫҢ (ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН) СУЛЬФИДТІ МЫС КЕНДЕРІНІҢ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	161
ТУНГУШБАЕВА А.Т. ЖЕЗҚАЗҒАН ОЙПАТЫНЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНІҢ ІЗДЕУ ҰҢҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР КЕШЕНІН ТАЛДАУ.....	163
УТЕЕВА Т.Н. БАТЫС ҚАЗАҚСТАН КЕН ОРЫНДАРЫНДА МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ ГЕЛИОМИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫШҚЫЛДАУ ӘДІСІ.....	165
ТАУ-КЕН ІСІНДЕГІ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ИННОВАЦИЯЛАР	
АКІМБЕКОВА В.В., ZHORABEK A.A. EFFECT OF FREE SULFUR ON MINERAL SURFACE ON SELECTIVE FLOTATION.....	168

ALTAIBAYEVA K.A., OZHIGIN D.S., OZHIGINA S.B. RESEARCH AND ANALYSIS OF THE ACCURACY OF GEODETIC METHODS FOR MONITORING THE DEFORMATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES	170
BAKYTOV E.S., KADYROV A.S. INNOVATIVE APPROACHES TO EXTENDING THE LIFE CYCLE OF CATERPILLAR MINING EQUIPMENT DURING OVERHAULS	172
BAIKENOV M.I., TAKIBAYEVA A.T., ZHANG YUE, TUSIPKHAN A. OIL SHALE AS A SOURCE OF HYDROGEN FOR HYDROGENATION OF PHENANTRENE.....	174
BOLAT A.ZH., SATBEK B.A. STUDY OF REGULARITIES OF DRILLING AND BLASTING INFLUENCE ON MINERAL EXTRACTION PROCESSES EFFICIENCY.....	176
OMAROVA B.A. INNOVATIVE SOLUTIONS IN COAL CHEMISTRY: ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF METHANOL PRODUCTION	178
OLKHOVIKOVA M.A., ARABAJI K.D. USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREDICTING GEOLOGICAL RISKS IN SURVEYING	180
SARBASSOVA K. ZH., ZHAKUPOVA SH. S. ADAPTIVE FACADE SYSTEMS FOR MINING REGIONS OF KAZAKHSTAN IN A CONTINENTAL CLIMATE.....	181
TSESHKOVSKAYA YE.A., TSOY N.K., GOLUBEVA E.I. Nurmaganbetova A.S. POSSIBILITIES OF USING ASH AND SLAG WASTE	183
TOKEN L. ZH., ZHAKUPOVA SH. S. ANALYSIS AND ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL RISK TO REDUCE THE LEVEL OF OCCUPATIONAL INJURIES AMONG EMPLOYEES AT THE PRODUCTION OF LLP “KAZAKHMYN ENERGY”	185
URAZBEKOV A.K., URAZBEKOVA D.A. INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE MINING INDUSTRY OF KAZAKHSTAN.....	187
ZHUROV V.V. GEOMECHANICAL PRINCIPLES FOR CONTROLLING THE STRESS–STRAIN STATE OF THE NEAR-CONTOUR ROCK MASS OF MINE WORKINGS IN COAL MINES ...	189
АСЕНБАЕВ С.С., ОСПАНОВ Б.С. ЭНЕРГЕТИКА , АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	191
АБЕУОВ Е.А., САВИЧ И.Н., ЖУМАБЕКОВА А.Е., МЕЙРАМ Д.Д. КЕН ДЕНЕСІНІҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ЖЕРАСТЫ ӨНДІРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ	193
АСЕНБАЕВ С.С., ОСПАНОВ Б.С. ЭНЕРГЕТИКА , АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	195

АГАДЖАНИЯН А.А., ШАМЕТОВА А.А. АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	197
АКАШЕВ А.З., КОСБАРМАКОВ С.Ж. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ СКАЛЬНОЙ ГОРНОЙ МАССЫ ИЗ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ.....	199
АКИМБАЕВА З.А., МАРАТҚЫЗЫ Д., МАТАЕВ А.Қ., КЕРИМБАЕВА Н.Б. ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫН ФИЗИКАЛЫҚ - МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ТАУ - КЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.....	201
АКИМБАЕВА З.А., МАРАТҚЫЗЫ Д., АБДИЕВА Л.М., ЕСЕНБЕКОВА А.Т СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	203
АКИМБЕКОВА Б.Б., АМИРХАН А. МЫС-СУЛЬФИДТЫ КЕНІНІН БАЙЫТУ ӨНІМНІН САПАСЫН ЖОҒАРЛАТУ ЖОЛДАРЫ.....	205
АЛТЫНОВА А.Е. «ВЛИЯНИЕ ШЛАКА СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МИКРОСТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШАМОТНОГО КИРПИЧА».....	207
АМАНБЕКОВА А.Е., ШАМЕТОВА А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЫНОЧНОЙ МОЩИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОТРАСЛЕВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РЫНКОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	209
АРКАБАЕВ У.Б., АШКЕЕВ Ж.А. МАШИНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИИ ИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	211
АСЕНБАЕВ С.С., АБДИЕВА Л.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ DATAMINE В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК.....	213
АСКАРОВ А.К., ЮРЧЕНКО В.В., ЕРАХТИНА И.И. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	215
АСКАРОВ Б.Ш., МИХАЙЛОВ В.Ф. ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНДЕ ПИЛОТСЫЗ КАРЬЕРЛІК АВТОКӨЛІКТЕРДІ ЕНГІЗУДІҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ МЕН БОЛАШАҒЫ.....	217
АСКАРОВ Б.Ш., МИХАЙЛОВ В.Ф. ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНДЕ ПИЛОТСЫЗ КАРЬЕРЛІК АВТОКӨЛІКТЕРДІ ЕНГІЗУДІҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ МЕН БОЛАШАҒЫ.....	219
АСХАТБЕКҚЫЗЫ Ж., РАКИШЕВ А.К. 3D БАСЫП ШЫҒАРЫЛҒАН FDM БӨЛШЕКТЕРДІҢ ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ АҚАУЛАРЫНА ШОЛУ.....	221
АШИМБАЕВ Д.А., РЕШЕТНИКОВА О.С. К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОРШНЯ-БОЙКА ГИДРОМОЛОТА С ИНСТРУМЕНТОМ В SOLIDWORKS.....	223

Бабажанов Р.Т. (Караганда, КарТУ им. А. Сагинова)	
ВИШНЕВСКАЯ Н.А., ОЖИГИН С.Г., ОЖИГИНА С.Б. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ТРАДИЦИОННЫХ И СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ СОЗДАНИИ ОПОРНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГРУНТОВЫХ ДАМБ.....	225
БАЗЫЛ Ә. Д. ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИЙ В ГОРНОМ ДЕЛЕ.....	227
БАЙСОВА А.Е., ИГЕМБЕРЛИНА М.Б. ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫ ҚИЯБЕТТЕРІНІҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН МОНИТОРИНГТЕУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ.....	229
ОЖИГИН Д.С., БАЙҒАЛИ Р.Қ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ЗОН ДЕФОРМАЦИЙ НА КАРЬЕРАХ И ОТВАЛАХ.....	231
БАЙЖУМАНОВ Е.М., ЗЕЙТИНОВА Ш.Б. ҮЙІНДІ ТҮЗІЛУ ӘСЕРІНЕН ТАБИҒИ ТАБАН ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ КҮЙІ МЕН ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІ.....	233
БАЙКЕНОВ М.И., ТАКИБАЕВА А.Т., ЖОРАБЕК А.А. ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И СОРБЕНТОВ.....	235
БАЙМАГАМБЕТОВ А.Е., САЙМАНОВА З.Б. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ШАХТ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	237
БАЙСЕЙТОВА Е.А., ТУЛЕГЕНОВА Ш.Н., КОВАЛЕВ П.В., КУЛИКОВ В.Ю. АКТУАЛЬНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПЫЛЕВИДНОЙ СТРУЖКИ СТАЛИ ШХ15.....	239
БЕРЕКЕТОВ А.А., КУМЕКОВ А.У., ИХСАНОВ Қ.А. КЕҢҚИЯҚ КЕН ОРНЫНДА ТҮТҚЫРЛЫҒЫ.....	241
БЕСИМБАЕВА О.Г., ВИШНЕВСКАЯ Н. А., БАБАЖАНОВ Р. Т. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.....	243
БИАХМЕТ А.Ж., ЕСЕНГАЛИЕВ Д.А. ТАУ-КЕН ІСІНДЕГІ ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ИННОВАЦИЯЛАР.....	245
БОКИЖАНОВ Г.И., БОКИЖАНОВА А.Г. ДЕФИЦИТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ...	247
БӨДЕЕВА А.Қ., ХАЙБЫШЕВ Д.Ж., АЛДАНЫШ Ж. «ЦИФРЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН» БАҒДАРЛАМАСЫ ЖӘНЕ ЖЕР ҚАТЫНАСТАРЫ САЛАСЫНДАҒЫ ЦИФРЛАНДЫРУ.....	249
ВЕБЕР А. И., ГОЛОВАЧЁВА В. Н. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТРУДОУСТРОЙСТВА.....	251

ВЕРШИЦКАЯ И.А.	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ	253
ГАВРИЛЕНКО Г. В., ОЛЕЙНИКОВА А. В.	
ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ И СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	255
ГАЛИУЛЛИНА К.Р., ОЖИГИН Д.С.	
ИНТЕГРАЦИЯ НАЗЕМНЫХ ГНСС ИЗМЕРЕНИЙ С АЭРОФОТОСЪЕМКОЙ ДЛЯ ТОЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЗАСНЕЖЕННЫХ УЧАСТКАХ.....	257
ГАЛИУЛЛИНА К.Р.	
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ ПОСРЕДСТВОМ ГЕОРАДАРНОГО МОНИТОРИНГА ОТКОСОВ КАРЬЕРА	259
ГЕРАСИМОВ А.С., ХМЫРОВА Е.Н.	
СОЗДАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ.....	261
ГЕРАСИМОВ А.С., ТЕЛИМАН И.В.	
INCREASING THE EFFICIENCY OF PREDICTIVE MAINTENANCE OF CATERPILLAR MINING EQUIPMENT AT "BORUSAN MAKINA KAZAKHSTAN" LLP USING INTEGRATED INTELLIGENT SYSTEMS.....	263
ДАУЛЕТҚАЛИҚЫЗЫ Ү., ЖҮСПОВА Ж.Қ.	
AR/VR ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ КЕН ӨНДІРУ ҮДЕРІСІН ОҚЫТУ МЕН МОДЕЛЬДЕУ.....	265
ДӘРІБЖАН М.С., КУКЕШЕВА А.Б.	
КАРЬЕРЛІК ТЕХНИКАНЫҢ ЖҰМЫС ОРГАНЫНЫҢ КӨТЕРГІШ ЦИЛИНДРІНІҢ ЖӨНДЕУ ИНТЕРВАЛДАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ МӘСЕЛЕСІ.....	267
ЕРЛАНОВА К.Е., НУРКЕНОВ О.А.	
БИЦИКЛДІ МОНОТЕРПЕНОИД (+) КАМФОРА ГИДРАЗОНАНЫҢ СИНТЕЗІ, ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ МОДИФИКАЦИЯСЫ.....	269
ЕЩАНОВА Т.Е., ЖҮСПОВА Ж.Қ.	
BIG DATA ЖӘНЕ IOT ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ТАУ-КЕН ӨНДІРІСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ	271
ЖАКИШЕВ У.М., НУРЖАНОВА О.А.	
РАЗРАБОТКА КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНВЕЙЕРНЫХ РОЛИКООПОР В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	2273
ЖАНИЗАКОВ А.К., ХАЛИКОВА Э.Р., МУКАШЕВ Б.А.	
ЛИКВИДАЦИЯ ОТКАЗАВШЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ЗАРЯДА С ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ.....	275
ЖҰМАҒҰЛ Н.Б., СУИМБАЕВА А.М.	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕЩИН НА ОТВАЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СЕНСОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	277

ЗАКИРОВ Н.С., РЕШЕТНИКОВА О.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРОВ МЕСТНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОЧЕГО КОЛЕСА.....	279
ЗАМАЛИЕВ Н.М., ИСИНА Н.Е., ЕЛЬШИН Т. СПОСОБ РАННЕЙ ИНДИКАЦИИ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ	281
ЗАМАЛИЕВ Н.М., БЕЛГІБАЕВ Қ.И., ЕЛЬШИН Т. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И УПРАВЛЕНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ МАССИВА	283
ZARLYK A.Z., ZHAKUROVA SH.S. THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVANCING SUSTAINABLE MINING PRACTICES.....	285
РАХИМБЕРЛИНОВА Ж.Б., ЗГАРДАН В.В. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА <i>FABACEAE</i>	287
ИГЕМБЕРЛИНА М.Б., БАЙСОВА А.Е. ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫ ҚИЯБЕТТЕРІНІҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН МОНИТОРИНГТЕУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ	289
ИГЕМБЕРЛИНА М.Б., КАИРОВ Б.Т. ҚИЯБЕТТЕРДІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ.....	291
ИСАБАЕВ Е.А., АБДУРАХМАНОВ А.Р. ЖЕРДІҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫН РАДИОБАРЛАУ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ	293
ИСАГУЛОВ А.З., КВОН СВ.С., КУЛИКОВ В.Ю. ВЫБОР НАНОМОДИФИКАТОРОВ И ИНОКУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛОТНОЙ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК	295
ИСИНА Б.М., КЕНЖЕКЕЕВА А.Р., АБДЫҒАЛИЕВА С.Ж. ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІНДЕГІ ИННОВАЦИЯ.....	297
ИСРАИЛОВ М.А., РАХИМБЕРЛИНА А.А. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ В УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ.....	299
КОСАРЕВ Н.С., КОЛЕСНИКОВ А.А., КАЗАНЦЕВА В.В. МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	301
КАЗАНЦЕВА В.В., ОЖИГИН Д.С., СТАРОСТИНА О.В. СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЕСТОВОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ БАС И РАЗРАБОТКИ МЕТОДИК ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РК.....	303
КАИРОВ Б.Т., ИГЕМБЕРЛИНА М.Б. ҚИЯБЕТТЕРДІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН МОНИТОРИНГТЕУДІҢ ДӘСТҮРЛІ ЖӘНЕ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРІ	305

КАРАБАТЫРОВА А.Т., МАТАЕВ А.Қ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ: ПРИМЕНЕНИЕ MICROMINE В КАЗАХСТАНЕ.....	307
КЕРІМБАЕВА Н.Б., АРЫСТАН И.Д. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД С УВЕЛИЧЕНИЕМ ГЛУБИНЫ.....	309
КОЛОКОЛОВА А.Д., ДОЛГОНОСОВ О.В. ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ИНЖЕНЕРНО- ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	312
КОРНЕЕВ К.В., БЕРГ А.С. МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	314
НИЗАМЕТДИНОВ Ф.К., КУБАЙДУЛЛИНА У.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ	316
КУБЕЕВ А.Е., РЕШЕТНИКОВА О.С. ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСЧАННО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ..	318
КЫНЫБАЕВ К.М., ТЕЛИМАН И.В. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К ДИАГНОСТИКЕ И ПРЕДИКТИВНОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ГИДРОПРИВОДОВ ГОРНЫХ МАШИН	320
ҚАЙЫРЖАН З.Е, ИСАБЕК Т.К. ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ МЕН ҚАЙТА ӨНДЕУДЕ ПАЙДАЛАНУ РЕСУРСЫ РЕТІНДЕ.....	322
ҚАМАРОВ Р.Қ. ҚАРАҒАНДЫ БАССЕЙНІНІҢ ШАҚТЫЛАРЫНДА КӨМІР МЕТАНЫН ӨНДІРУ МӘСЕЛЕРІН ШЕШУДІҢ ТӘЖІРИБЕЛЕРІ	324
МАТАЕВ А.Қ., АСЕНБАЕВ С.С. ЭФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСКАВАТОРА HITACHI EX3600E-6 В УСЛОВИЯХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК.....	326
МЕЙРХАНОВА А.Б., ЖОЛДУБАЕВА Ж.Д. ӨНДІРІСТІК БОЛАТ БӨЛШЕКТЕРІН КОРРОЗИЯДАН ҚОРҒАУДА БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ЖАБЫНДАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ.....	328
МУСТАФИНА Л.М., МУСТАФИНА Б.М. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ В ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ.....	330
МУҚАН А.С., ЗЕЙТИНОВА Ш.Б. КҮРДЕЛІ ҚҰРЫЛЫМДЫ КЕН ОРЫНДАРЫНДА ҚҰНАРСЫЗДАНУДЫ АЗАЙТУ ӘДІСТЕРІ.....	332
МҰРАТ Ә.Т., РАКИШЕВ А.К. ТЕХНАЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ЖӨНДЕУДЕ СЫМ-ДОҒАЛЫҚ АДДИТИВТІ ӨНДІРІСТІҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ.....	334

НИЕТҚАЛИЕВ Б.Н.

ПРОЦЕСС СНЯТИЯ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ТОВАРНОГО МАГНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА 336

НУРГАЛИЕВ А.М.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ
ГОРНЫХ РАБОТ 338

НУСКАБЕКОВ Ж.С., МАКАШЕВА А.М., МАКАШЕВ А.С.

СОВРЕМЕННЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛОВ
ШИХТОВАНИЯ В МЕДЕПЛАВИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....339

ОЖИГИНА С. Б., ВИШНЕВСКАЯ Н. А., БАБАЖАНОВ Р. Т. ОЖИГИН С.Г.

ТЕХНОЛОГИЯ БАТИМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ МЕЛКОВОДНЫХ АКВАТОРИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО НАДВОДНОГО СУДНА.....341

ОМАРОВА Н.К., ШЕРЕМБАЕВА Р.Т., АМИРХАН А.А.

ФЛОТАЦИЯ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД.....343

ОҢАЛ А.Ж.,САҒАТБЕК Д.,ТУМАБАЕВА Д.С., РЫМҚҰЛОВА А.Б.

ШАХТА ҚҰРЫЛЫМДАРЫНЫҢ ТҮРАҚТЫЛЫҒЫН БАҚЫЛАУ ҮШІН
МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАР 345

ОРАЛОВА А.Т.

БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДЕГІ АЛТЫН ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ 347

РАХИМБЕРЛИНА А.А., АРЫСТАН И.Д., ИСРАИЛОВ М.А.

АНАЛИЗ ДАННЫХ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ
РАЗРАБОТКИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «МИЛЛИОННОЕ».....349

РОЖКОВ А.В., ГУЛЫЙ С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИЗНОСА РОЛИКООПОР ЛЕНТОЧНЫХ
КОНВЕЙЕРОВ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПЫЛИ 351

РУБЕНКОВ В.П., НУРЖАНОВА О.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
ГИЛЬЗ ГИДРОЦИЛИНДРА.....354

РЫМБЕКОВА И.Б., РЫМБЕКОВА Д.Б., КАНТЕЕВ А.К.

МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....356

САЛКЕНҚЫЗЫ Д., ЖҮСПОВА Ж.Қ.

SMART-КАСКА ТЕХНОЛОГИЯСЫ: ТАУ-КЕН ІСІНДЕГІ ҚАУІПСІЗДІК ПЕН
ИННОВАЦИЯНЫҢ ЖАҢА КЕЗЕҢІ 358

САРКЕНОВ Б.Б.

БОКСИТОВЫЕ ШЛАМЫ - ОДИН ИЗ ИСТОЧНИКОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ 360

СЕРИКБАЕВ И.Е., БЕРГ А.С.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....362

СЕРИКОВ Т.Н., СЕРЫХ Н.В. УГЛЕРОД ПОЛУЧЕННЫЙ ИЗ ГРИБНОГО МИЦЕЛИЯ, ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД И АНОДОВ НАТРИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ.....	363
СИТНИКОВ Д.В., ПЕРМИНОВА М.Д., СИТНИКОВА Е.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ GNSS-СИСТЕМ ТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ.....	365
СКВОРЦОВ Е.В. КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА СПЛАВОВ.....	367
СУИМБАЕВА А.М., АЛИЕВ А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОПАСНЫХ ЗОН ПО ПРОРЫВАМ ВОДЫ И ГАЗОВ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА	369
СУЛЕЙМЕНОВА С.Е., ОЛЕЙНИКОВА А. В. ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ И ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ЦИФРОВОЙ ПРОРЫВ В РАЗВЕДКЕ И МОНИТОРИНГЕ..	371
СУЛТАНБЕКОВА А.И., НИЗАМЕТДИНОВ Ф.К. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАРЬЕРНЫХ УСТУПОВ, БОРТОВ КАРЬЕРА НА ДЖЕТЫГАРИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ	373
СУЛТАНОВА Л.М., АМАНЖОЛОВА А.С. СУЛЬФИДТІ МЫС ҚҰРАМДЫ ШИКІЗАТТЫ (КОЛЧЕДАНДЫ-МЫС-МЫРЫШТЫ, МЫС-ҚОРҒАСЫНДЫ) ҰЖЫМДЫҚ-ТАҢДАМАЛЫ БАЙЫТУДЫҢ РЕЖИМІН ҚҰРУ	375
СЫЗДЫКБАЕВА Д.С., ДЕМИН В.Ф. МАХМУДОВ Д.Р ДАЯРЛАУ ҚАЗБАЛАРЫНЫҢ ТӨБЕ ЖЫНЫСТАРЫН КОНТУРДАН ТЫС БЕКІТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ	377
СЫЗДЫКБАЕВА Д.С., ДЕМИН В.Ф. МАХМУДОВ Д.Р КӨМІР ШАХТАЛАРЫНЫҢ ТАЗARTY КЕНЖАРЛАРЫНДАҒЫ ТҰРАҚСЫЗ ТӨБЕНІ НЫҒАЙТУ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАЛАУ	379
ТАҒАТОВ М.Т., ЗЕЙТИНОВА Ш.Б., АСАН С.Ю. АШЫҚ ТАУ КЕН ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ КӨЛІК ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК ФАКТОРЛАРДЫҢ БІРЛЕСКЕН ӘСЕРІН БАҒАЛАУ.....	381
ТАКИБАЕВА А.Т., ДЕМЕЦ О.В., БАХТЫБАЕВ Н.Б. «ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ФОСФОРИТОВ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ «ГЕРЕС» И «КОК-ДЖОН».....	384
ТУЛЕГЕНОВА Н. А. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА МАНИПУЛЯТОРА С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ	386
ТУЛЕМИСОВА С.С ., АБДИ І.Ж. КАРБОНАТТЫ ҚАБАТТАРДАҒЫ МҰНАЙДЫ ЕКІНШІЛІК ЖӘНЕ ҮШІНШІЛІК АЛУ ӘДІСТЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ.....	388

ТУНГУШБАЕВА А.Т.

ЖЕЗҚАЗҒАН ОЙПАТЫНЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС БӨЛІГІНІҢ ІЗДЕУ
ҰҢҒЫМАЛАРЫНДАҒЫ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР КЕШЕНІН ТАЛДАУ 390

УМБЕТЖАНОВА А.Т., КОНЫСБАЕВ Д.Т.

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛОГИСТИКЕ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА..... 393

ХАМЗИНА К.М., КӘДЕНОВ Ж.Н.

МАРКШЕЙДЕРЛІК ІС САЛАСЫНЫҢ ЗАМАНАУИ ШЕШІМДЕРІ..... 395

ХАСЕНОВ К.Ж., ЖҮНІС Г.М.

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ УГЛЯ ПРИ ХРАНЕНИИ ЗА СЧЁТ
АНТИПИРОГЕННЫХ ПОКРЫТИЙ..... 397

ШАМЕТОВА А.А., МУСТАФИН А. М.

ТАУ-КЕН КӘСПОРЫНДАРЫНДА KAIZEN ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ 399

ШАМЕТОВА А.А., АМИНОВА А.А.

ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУ НЕГІЗІНДЕ
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ КЕН ӨНДІРУ КӘСПОРНЫНЫҢ ӨНІМ САПАСЫН
БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ 401

ШАМЕТОВА А.А., МУСТАФИНА.А.

ТАУ-КЕН КӘСПОРЫНДАРЫНДА KAIZEN ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ 404

ШАРАСУЛОВ Ш.Ш., ОМИРБЕКОВА Ж.Ж.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
КАЗАХСТАНА 406

ШАШУБАЙ Н.Ш.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ
КОМПЛЕКСОВ В СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ. 409

ШУЛЬГИНА-ТАРАЩУК А.С., СМАИЛОВА А.С.

INTELLIGENT TECHNOLOGIES AND PRODUCTION AUTOMATION 411

ЯВОРСКИЙ В.В., ДЕМИН В.Ф., КЛЮЕВА Е.Г.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫБОРА
ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОЧИСТНЫХ РАБОТ.....413

ЯВОРСКИЙ.В.В., КИЛАШЕВА Д.К.

ИИ-АНАЛИЗ ДАННЫХ IOT ДЛЯ МОНИТОРИНГА СТАБИЛЬНОСТИ ПОРОД.
СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБВАЛОВ И
АВАРИЙ..... 415

ӨНЕРКӘСІПТЕГІ ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ

BOLAT A.ZH., RYMBEK M.G.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A CONVEYOR OPERATIONAL CONTROL
SYSTEM AT THE ZHAIREM MPP ENTERPRISE 418

BOLAT A. ZH., TLEUGABYLOVA A. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE "MECHATRONIC SORTING AND ASSEMBLY LINE FOR DEVICES IN THE MAXIMUM CONFIGURATION" TRAINING ALGORITHM IN CODESYS SOFTWARE.	420
BOLAT A. ZH., SERIKBAY A. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN HVAC CONTROL SYSTEM CONSIDERING EXTERNAL METEOROLOGICAL CONDITIONS.....	422
BOLAT A. ZH., TILEUBERGEN D. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A SPECIALIZED MANAGEMENT AND CONTROL SYSTEM FOR THE FESTO TRAINING AND LABORATORY CENTER – INDUSTRY 4.0.	424
KANAGAT Y.Y., BAIDELDINOVA G.M. APPLICATION OF AUGMENTED REALITY IN THE DIAGNOSTICS AND ADJUSTMENT OF INDUSTRIAL AUTOMATION SYSTEMS	426
POPOVA N.E., KAN S.V., AKHMETGALINA N.S. APPLICATION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS IN EDUCATIONAL PROJECTS ON AUTOMATION AND TELECOMMUNICATIONS.....	428
SEIDGAZIM A., BOGDANOVA A.A. THE IMPACT OF VIRTUAL REALITY ON MOTIVATION OF STUDENTS IN LEARNING	430
YELEMESSOV A.M., BAIDELDINOVA G.M. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A MONITORING SYSTEM FOR HIGH- VOLTAGE POWER TRANSMISSION LINES.....	431
АБДРАХМАНОВА И.Т. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕФАБРИКАЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ С ВИЗУАЛЬНЫМ КОНТРОЛЕМ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИЕЙ	433
АБДРАХМАНОВА Л. А., АУБЕКЕРОВА Ж.Н. АВТОМАТИЗАЦИЯ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	435
АЙЖАРЫКОВ Т.М., ВОЙТКЕВИЧ С.В., ТОХМЕТОВА К.М., ЛЕПЕХОВ Д.А. ИНДУСТРИЯ 4.0 ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ ШЕҢБЕРІНДЕ МЕХАТРОНДЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ОҚЫТУДА ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНДЫҚ (AR) ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ БОЛАШАҒЫ.....	437
АКИШЕВ И.Г., ТАРАНОВ А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ С ВЫСОКОЙ ДОЛЕЙ ВИЭ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ УСТОЙЧИВОСТИ В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ.....	439
АЛДОШИНА О.В. ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ НАКИПИ И ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ	441

АЛЕШИН А.А., БУЛАТБАЕВ Ф.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ РАБОТЕ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ.....	443
АЛЛАЯРОВ И.С., ЖАРКЕВИЧ О.М. АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ.....	445
АМАНГЕЛДІ Ә. Е., ШВЕЦ Д.И., БУЛАТБАЕВА Ю.Ф. ОБЗОР СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ HZS90.....	447
АНВАРОВ А. А. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С АДАПТАЦИЕЙ ПОД ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ	449
АНДРЮКОВА Д.А., АУБЕКЕРОВА Ж.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ИНТЕГРАЦИИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГИСТИКЕ	450
АНТОНЮК П.В. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	451
АНУАРБЕКОВА А.Д. ҚАЗАҚСТАН ӨНЕРКӘСІБІНДЕ СЕРТИФИКАТТАУ ЖҮЙЕСІН АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ ЗАМАНАУИ ҮРДІСТЕРІ	453
АСКАРОВ Е. Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ КИНЕМАТИКИ ЧЕТЫРЕХЗВЕННОГО РОБОТА ПО ЗАДАНЫМ КООРДИНАТАМ РАБОЧЕГО ОРГАНА	454
АУБЕКЕРОВА Ж. Н, СОЛОД А. И. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ДЛЯ АНАЛИЗА АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ КАРАГАНДИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ.....	456
АУКЕНОВ Ж.Б., НЕШИНА Е.Г. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕМ ЗДАНИЯ С ИНТЕГРАЦИЕЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ.....	458
АХМЕДОВ Ж.А. ЭНЕРГЕТИКАДАҒЫ КАДР САЯСАТЫ КОНТЕКСТІНДЕ РЕСУРС ҮНЕМДЕУШІ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУГЕ БАҒЫТТАЛҒАН ҒЫЛЫМИ ТӘСІЛДІҢ ЖЕТІСТІКТЕРІ, ПРОБЛЕМАЛАРЫ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ	460
АХМЕТОВ А.С., МАХАМБЕТОВ Е.Н., БУРУМБАЕВ А.Г. ПРОИЗВОДСТВО ОТЕЧЕСТВЕННОГО БИОУГЛЯ ИЗ МЕСТНЫХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В МЕТАЛЛУРГИИ	462

АШКЕНОВ Д.К., БУЛАТБАЕВ Ф.Н. ИЗМЕНЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЯ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА В ПРОЦЕССЕ ТЕПЛОВОГО СТАРЕНИЯ	465
БАЕДИЛОВ А.К., СМАГУЛОВА К.К., ВОЙТКЕВИЧ А.В. ЭЛЕКТРОҚОСАЛҚЫ СТАНЦИЯЛАРЫНДАҒЫ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ КОРРОЗИЯ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ	467
БОКИЖАНОВ Г.И., БОКИЖАНОВА А.Г. ДЕФИЦИТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В КАЗАХСТАНЕ И ПУТИ ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЯ.....	469
БАЙДЮСЕНОВ Г.Н., АБИЛЬДИНОВА С.К. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА МИНИМИЗАЦИЮ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ.....	471
БАЙКОВ И.А., НЕШИНА Е.Г. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	473
БАЛАНДИН В.С., ДАВЫДОВ И.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАЗАХСТАНА	475
БАХЫТЖАН А.Б., ИВАНОВ В.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	477
БЕЗНОСЕНКО М.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	479
БЕК Н.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SDR-ПРИЁМНИКА USRP B210 ДЛЯ АНАЛИЗА WI-FI- СИГНАЛА В ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ.....	481
БЕРТІСОВА А.Б., МЕДЕУБАЕВ Н.А. «КАРЭЛЕКТРОСПЕЦСТРОЙ» ЖШС ЕҢБЕК ҚАУІПСІЗДІГІ ШАРАЛАРЫН ТАЛДАУ	483
БИСЕЙТОВ Д.Б., ИСКАКОВ У. К. ЖӘЙРЕМ ТАУ-КЕН БАЙЫТУ КОМБИНАТЫНЫҢ ҰСАҚТАУ КЕШЕНІН АВТОМАТТЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ	485
БОГОЛЮБОВ Б.А., БОЯРСКИЙ Э.Ф. НЕОБХОДИМОСТЬ ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДОЗИРОВАНИЕМ ШАРОВ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ.....	487
БРАЖАНОВА Д.К. ЗАМАНАУИ ЖЫЛУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ЖЫЛУ СОРҒЫЛАРЫН ҚОЛДАНУ	489
БУЛАТБАЕВ Ф.Н., БОЛАТОВ А.М. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЕМ	491

БУЛАТБАЕВ Ф.Н., МАРЕНОВА А.Г. ОНЛАЙН-МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫСОВОЛЬТНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ	493
БУЛАТБАЕВ Ф.Н., БОЛАТОВ А.М. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЕМ	495
БУЛАТБАЕВ Ф.Н., ТЛЕУГАБЫЛОВА М.К. АРАЛАС ЖЕЛ-КҮН ГЕНЕРАЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	497
БЫКОВ В. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	499
ГАВРИЛОВА М.Р. МОБИЛЬНАЯ КАРТА КОРПУСА И ТЕРРИТОРИИ ЗАВОДОУПРАВЛЕНИЯ С AR..	501
ДАЙЧ Л.И., ВОЙТКЕВИЧ С.В., ВОЙТКЕВИЧ А.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	503
ДАУЛЕТОВА К.М., БУЛАТБАЕВА Ю.Ф., ШВЕЦ Д.И. АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ SIMINTESCH...	505
ДЕНИСЕНКО С.А. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	507
ДЖАЙЛАУБЕКОВ А.А. ПРОДВИНУТЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НА УЗЛАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ	509
ДОСЖАНОВ М.С, КАЛЫТКА В.А., ДОСЖАНОВА Г.А. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ НА РАБОТУ ДВУХСТОРОННИХ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ.....	511
ДОСЖАНОВА Г.А. ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ.....	513
ДРАГАНОВА М.А. ПОДПИТКА КОТЛОВОЙ ВОДЫ НА ТЭЦ С ПОМОЩЬЮ ОЧИЩЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД.....	515
ДЮСЕМБАЕВ Н.Ж., БОЯРСКИЙ Э.Ф. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДРОБИЛОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ SCADA-СИСТЕМ.....	518
ЕЛЕМЕСОВ А.М, КОТОВ Е.С., СМАГУЛОВА К.К., ҚҰЛПЕЙІС Е.А. ЖОҒАРЫ ВОЛЬТТЫ ЭЛЕКТР БЕРУ ЖЕЛІЛЕРІН (ЖВ ЭБЖ) БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ	520

ЕЛЕМЕСОВ Н.К., СМАГУЛОВА К.К., ПОТЁМКИНА Е.Б. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	522
ЕСИМБАЙ Б.С., АЛЬКИНА А.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РОСТА ДАВЛЕНИЯ И АКУСТИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕГО ТЕЛА В СВОБОДНОПОРШНЕВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ	524
ЖАКУБЕКОВА Д.Р. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ	526
ЖАКЕНОВ Б.К., СИЛЬЧЕНКО В.Г., КУТЬЕНКО С.Ю. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ В ТОО «АВТОБУСНЫЙ ПАРК №3» ГОРОДА КАРАГАНДЫ.....	528
ЖАКИБЕКОВ Т.Б., САРСЕМБАЕВ Е.А. ПЛОТНОСТЬ КРЕМНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРОТЕРМИИ	529
ЖАКСЫЛЫК Ж.Е., ҚАЛИАСҚАРОВ Н.Б., МАШРАПОВА Г.Н. GNU RADIO ОРТАСЫНДА КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ АРҚЫЛЫ FM СИГНАЛЫНЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ	531
ЖАҚСЫЛЫҚ Ә.Н., БИЛИЧЕНКО А.П. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОДЕЛИРОВАНИЮ СТАТИЧЕСКИХ ТИРИСТОРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ.....	533
ЖАМБЕКОВ О.С., АЛПАНОВА Г.М., ЕЖЕБАЕВА Ш.Е., ЖУМАГУЛОВА Д.К., ОМАР Т.Т. TINKERCAD БАҒДАРЛАМАСЫНДА «АВТОМАТТЫ БАСҚАРУДЫҢ ПРИНЦИПТЕРІ МЕН ТЕОРИЯСЫ» АЛГОРИТМІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ	535
ЖАНЫБЕКОВ К.Р. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	537
ЖЕЛДИКБАЕВА А.Т., СМАГУЛОВА К.К., ПУЛАТОВ А.А. КӨМІР ШАХТАЛАРЫНЫҢ ЭНЕРГИЯ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ПИКТІК ЖҮКТЕМЕЛЕРДІ АЗАЙТУ МАҚСАТЫНДА ҮНГІЛЕУ КОМБАЙНДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРМЕН ҚОРЕКТЕНУІН ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАСҚАРУ	539
ЖҰМАШЕВА А.Қ. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	542
ЖҰМАШОВ Н.Н., РАХЫМЖАНОВ Ж.С., АБИЛЬЖАНОВА Ф.Б. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОЦЕНКИ И ОПТИМИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ.....	544
ЗИЯВДУНОВА Д.Т., PAWEL KOMADA АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	547

ИМАНГАЗИЕВА А.И., МАҚСҰТОВА Ж.К. СҰРЫПТАУ СТАНЦИЯСЫНЫҢ КІРМЕ ЖОЛДАРЫНА ЖҮК ВАГОНДАРЫН БЕРУ ЖӘНЕ ЖИНАУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ	549
ИРАНҒАИП С.Р. ӨНДІРІСТІК ЖАРАҚАТТАРДЫ АЗАЙТУ МАҚСАТЫНДА ӨНЕРКӘСІПТЕГІ АВТОМАТТАНДЫРУДЫҢ МАҢЫЗЫ	551
ИСАЕВ В.Л., КЕЛИСБЕКОВ А.К. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	553
КАДЫРОВ А.С., БАЙГОЖИНА П.У. КӨЛІК САЛАСЫНДАҒЫ АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ	555
Кайырбеков Е.А., Тохметова К.М. ЖҮК КӨТЕРУ МЕХАНИЗМДЕРІ ҮШІН ЖҮКТИҢ ТЕРБЕЛУІНЕ ҚАРСЫ ЖҮЙЕНІ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӨЗІРЛЕУ	557
КАЛАБАЕВ А.А., БУЛАТБАЕВ Ф.Н. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	559
КАЛИАСКАРОВ Н.Б., ЖАКСЫЛЫК Ж.Е., МАШРАПОВА Г.Н. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АВТОНОМНОЙ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ.....	561
Канагат Е.Е., Омаров А.С., Тохметова К.М., Құлпейіс Е.А. АҚЫЛДЫ ӨНДІРІСТІҢ ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ AR-ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӨЗІРЛЕУ	563
КАНАФИН Т.Ж., БУЛАТБАЕВ Ф.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СЕТИ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ	565
Каракулов Т.Н., Ширяева О.И. РАЗРАБОТКА МІМО-МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СИСТЕМЫ DLE ГТУ PGT-25 В СРЕДЕ MATLAB	567
КАРСАКОВ А.М., АЛЬКИНА А.Д. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СО СВОБОДНОПОРШНЕВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ И ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ГЕНЕРАТОРОМ.....	569
КВЕРИНГ С.Н., ЕЖЕБАЕВА Ш.Е., ОМАР Т.Т. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	571

КЕНДЕРОВ И.М., ШВЕЦ Д.И., БУЛАТБАЕВА Ю.Ф. РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ЭЛЕМЕНТАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	573
КИМ В.Р., ЮГАЙ В. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ	575
КИСЕЛЁВА Г.В., ПЕТРЕНКО С.П., ЮНКИН В.В. РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЛОГИСТИКЕ: СОЛНЕЧНЫЕ СТАНЦИИ НА СКЛАДАХ И ГРУЗОВЫХ ТЕРМИНАЛАХ	577
КОНАКБАЙЕВ Д.Д., БИЛИЧЕНКО Е.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОЙ ЧАСТОТНОЙ ДЕЛИТЕЛЬНОЙ АВТОМАТИКИ	579
КОПЫЛОВ Д.В. ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	581
КУЛИКОВ Т.Т., ЖУМАНБЕТОВА М.А. ARDUINO ПЛАТФОРМАСЫ ЖӘНЕ TINKERCAD СИМУЛЯТОРЫ	583
КУЛИКОВ Т.Т., ЖУМАНБЕТОВА М.А. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОПТОВОЛОКОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ.....	585
ҚАСКЕН А.Ж., ИСКАКОВ У.К. КОКС ПЕШТЕРІНЕ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН КӨМІР САЛУ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ	587
ҚОШҚАРБАЕВ М.Б., ОМАРОВ А.С., ТОХМЕТОВА К.М., ЛЕПЕХОВ Д.А. "FESTO-INDUSTRY 4.0" ОҚУ — ЗЕРТХАНАЛЫҚ СТЕНДІНІҢ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӨЗІРЛЕУ	589
ҚУАНЫШ А.Н., СУЛЕЙМЕНОВ Б.А. ФИЛЬТРАТТАН КҮКІРТСУТЕКТІ ДЕСОРБЦИЯЛАУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ АЛГОРИТМДЕРІН ЖАСАУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ	591
ҚҰЛАЖАНОВА Д.А. АУЫР ИОНДАРМЕН СӘУЛЕЛЕНДІРІЛГЕН МЕТАЛ ОКСИДІНІҢ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ МЕН РАДИАЦИЯЛЫҚ АҚАУЛАРДЫҢ ПАЙДА БОЛУЫН ЗЕРТТЕУ	594
ҚЫДЫРҒАЛИ ҰЛЫ Д., ШОДЫРОВА Б.Х., БАЛГАБЕКОВ А. СИСТЕМЫ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ И ДОСТУПА К ДАННЫМ ЧЕРЕЗ ЗАЩИЩЕННЫЕ КАНАЛЫ СВЯЗИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ....	596
ҚЫДЫРҒАЛИ ҰЛЫ Д., ЖОМАРТОВ О.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ И КИБЕРАТАК В ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ: ОБЗОР И ПРАКТИЧЕСКИЙ КЕЙС ВНЕДРЕНИЯ	598

МАКАШ А.К., МУСЛИМОВ К.Б. СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	601
МАҚСУТОВА Ж.Қ., КАЛИАКПАРОВ А.А. МЕТАЛЛУРГИЯ ЗАУЫТЫНЫҢ ТЕМІРЖОЛ СТАНЦИЯСЫНЫҢ ВАГОН АЙНАЛЫМЫН ТАЛДАУ	603
МАЛЮКОВА А. П. ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	605
МАРІАН Е.А., БОЛАТ А.Ж. RESEARCH AND DEVELOPMENT OF AN OSCILLATION DAMPING SYSTEM FOR AN OVERHEAD CRANE LOAD	607
МАШРАПОВА Г.Н., ҚАЛИАСҚАРОВ Н.Б., ЖАҚСЫЛЫҚ Ж.Е. USRP B210 ҚҰРЫЛҒЫСЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ FM РАДИОСИГНАЛЫН ТАЛДАУ	609
МЕХТИЕВ А.Д., НЕШИНА Е.Г. СОЗДАНИЕ НОВОГО ВИДА ТРАНСПОРТА ДЛЯ ШАХТ И КАРЬЕРОВ.....	611
МЕХТИЕВ А.Д., САҒЫНБАЕВА А.Н., ИВАНОВ В.А. ҚАЗАН ЖҮЙЕСІНІҢ ЖЫЛУ ЖОҒАЛТУЛАРЫН СТИРЛИНГ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫ НЕГІЗІНДЕ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНА ТҮРЛЕНДІРУ	614
МИХАЙЛОВ А.Г.,ЕЖЕБАЕВА Ш.Е., ЖУМАГУЛОВА Д.К. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УМНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ.....	616
МОТОСОВ Д. С., ВОЙТКЕВИЧ С.В. ОБЗОР СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ КИСЛОРОДА В УХОДЯЩИХ ДЫМОВЫХ ГАЗАХ КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА	618
МУСАБАЕВ Б.Е., НЕШИНА Е.Г. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДВУХКАНАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ХАБА С ПРИМЕНЕНИЕМ НАКОПИТЕЛЕЙ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ.....	620
МЫРЗАТАЙ А.С., ИСКАКОВ У.К. SIEMENS ПЛК НЕГІЗІНДЕ ТЕМІРЖОЛ СТАНЦИЯСЫНЫҢ МАРШРУТТАРЫН БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ	622
НӘБИДОЛЛА Ш.О. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЬНО-ПРЕДИКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ SIP STATION ПИЩЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	624
НУРПЕЙСОВ Т.С., ИСКАКОВ У.К. МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН ДАЙЫНДАУ ПРОЦЕСІНІҢ MES ЖҮЙЕЛЕРІН ӨЗІРЛЕУ	626
НҰРМАҒАМБЕТ Ә. Ж., ШВЕЦ Д.И., БУЛАТБАЕВА Ю.Ф. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ПОЖАРА	628

НЫГМЕТЖАНОВ М.М., БИЛИЧЕНКО Е.Н. МЕТОДЫ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ	630
ОМАРОВ А.С., РЫМБЕК М. Ғ., СМАГУЛОВА К.К., ЛЕПЕХОВ Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРОМ В КОРПУСЕ СРЕДНЕГО ДРОБЛЕНИЯ ЖАЙРЕМСКОГО ГОК	632
ОМАРОВ А.С., СҮНДЕТ Г.Е., МАРЛАН Е.А., ОМАРБАЕВ Е.Д. КӨПР КРАН ЖҮГІНІҢ ТЕРБЕЛІСТЕРІН ДЕМПФИРЛЕУ ӘДІСТЕРІНЕ АНАЛИЗ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ	634
ОРАЗБЕКОВ А.Б., ЖЕТЕСОВА Г.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	636
ОСПАН А.Ж. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.	637
ПАЙДАЛИЕВ М.К., МАГАУИН Б.К. ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУ	639
РАХАТОВ Т.Д., АРКАБАЕВ У.Б. АКУСТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ	641
РУДЫКИН А.В., ЕЖЕБАЕВА Ш.Е., ЖУМАГУЛОВА Д.К. АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ АВТОМАТИКИ КОРПУСА ФИЛЬТРАЦИИ И ОТРУГЗКИ КОНЦЕТРАТА ПОЛИМЕТАЛИЧЕСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ЖАЙРЕМ.....	643
САДВАКАСОВ А.М., БИЛИЧЕНКО А.П. МЕТОД ОЦЕНКИ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10 КВ НА ОСНОВЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ	645
САТАНОВ Д.Г. MES КАК ЯДРО ИНТЕГРАЦИИ: ОБЪЕДИНЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ERP В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	647
САТИКЕНОВ К.К., ЖҮСІПОВА Ж.Қ. ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ КӨМЕГІМЕН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ТҰТЫНУЫН БОЛЖАУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ.....	649
САФАРЬЯН А.В., НУРЖАНОВА О.А. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	651
СЕРІКБАЙ Ә., ОМАРОВ А.С., ТОХМЕТОВА К.М., ҚҰЛПЕЙІС Е.А. СЫРТҚЫ МЕТЕОРОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІ ЕСКЕРЕТІН HVAC ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ	653

ТАРАНОВ А.В., АНИСИМОВ С.А. OPTIMIZATION OF ENERGY TRANSMISSION AND CONTROL SYSTEMS IN KITE-BASED HIGH-ALTITUDE WIND POWER PLANTS	655
ТАРАНОВ А.В., ШАЙБЕЛЬ И.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОСЕТЬЮ С ВЫСОКОЙ ДОЛЕЙ ВИЭ	657
ТЕН Т.Л., ЧЕЛЛЕР .К.А., ВОВК.Е.А., ТОКУШЕВ.Т.К ОТ ШАХМАТ ДО УМНОГО ГОРОДА: ПУТЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА..	659
ТІЛЕГЕНОВА Д.Қ. DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT EMISSION MONITORING SYSTEM	662
ТІЛЕУБЕК М.Б. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО-АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕЙЕРНЫМ ПАРКОМ	664
ТІЛЕУБЕРГЕН Д.О., ТОХМЕТОВА К.М., ОМАРОВ А.С., ҚҰЛПЕЙІС Е.А. "FESTO-INDUSTRY 4.0" ОҚУ - ЗЕРТХАНАЛЫҚ СТЕНДІНІҢ ДИСПЕТЧЕРЛІК БАСҚАРУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ	666
ТЛЕУҒАБЫЛОВА А.Б., ОМАРОВ.А.С., ТОХМЕТОВА К.М. CODESYS БАҒДАРЛАМАСЫНДА «АСПАПТАРДЫ МАКСИМАЛДЫ КОНФИГУРАЦИЯДА СҰРЫПТАУ МЕН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ МЕХАТРОНДЫҚ ЖЕЛІСІ» СТЕНДІН ОҚЫТУ АЛГОРИТМІН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ	668
ТОЙЖАН Е.А., БУЛАТБАЕВА Ю.Ф. ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛЕТЕВОЙ УСТАНОВКИ РУДНИКА НУРКАЗГАН.....	670
ТОКАРЕВ А.С. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	672
ТОКЖИГИТОВА Н. К., БАЯЗИТ Ә. И. МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУДА ЖОЛ ЖҰРУ ЕРЕЖЕЛЕРІН ИГЕРУГЕ АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ҚОСЫМШАСЫН ІСКЕ АСЫРУ	674
ТӨЛЕУХАНОВ М.Б., НОКИНА Ж.Н. ПОВЫШЕНИЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ НАСОСОВ ПУТЁМ ВНЕДРЕНИЯ СМЕННЫХ ВТУЛОК В КОРПУСЕ СЕРВОПОРШНЯ.....	676
ТУЛЕГЕНОВА Н. А. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА МАНИПУЛЯТОРА С ТРЕМЯ СТЕПЕНЯМИ	678
ТУЛЕНБАЕВ Б. Б. АДАПТИВНАЯ НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНАЗИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА ВНИМАНИЯ И БАЙЕСОВСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОБУЧЕНИЯ.....	680
УРАЗБЕКОВ А.К. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: INDUSTRY 4.0.....	682

УРАЗБЕКОВА Ж.И., БУЛАТБАЕВА Ю.Ф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСКАДНЫХ ПРЕДИКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ	685
ХАМЗАЕВ А.А., НЕШИНА Е.Г. АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ЧТЕНИЯ ДАННЫХ ИЗ РЕГИСТРОВ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА	686
ХМЕЛЬНИЦКАЯ О.М. ИНТЕРНЕТ КАК УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕСТВА: КИБЕРТЕРРОРИЗМ И РАДИКАЛИЗАЦИЯ МОЛОДЕЖИ	688
ШАТЕКОВА А.Н. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ	690
ШУГАЕВА А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЧЕТЫРЁХЗВЕННОГО РОБОТА ПО СЕГМЕНТАМ С ЗАДАННЫМ НАПРАВЛЕНИЕМ ПОСЛЕДНЕГО ЗВЕНА В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ SIMMECHANICS.	693
ЯВОРСКИЙ В.В., КАЛАШНИКОВ Г.Д. КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ КАК НОВАЯ ПАРАДИГМА ОПТИМИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ, АВТОМАТИЗАЦИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ	695

Ғылыми басылым

**«Академик Ә.С. Сағыновтың ғылыми-академиялық мұрасы:
сын-қатерлер мен болашағы»**

**Ә.С. Сағыновтың 110 жылдығына арналған
ғылыми-практикалық конференция
ЖИНАҒЫ**

27 қараша 2025 ж.