

8D07103 – «Электр энергетикасы» білім беру бағдарламасы
философия докторы (PhD) дәрежесін алуға арналған
«Тау-кен кәсіпорындарының электр тұтынуын жедел
бақылау әдістері мен алгоритмдерін зерттеу және әзірлеу»
атты диссертация тақырыбының
АНДАТПАСЫ

ТЕЛБАЕВА ШЫНАР ЗАРЫКБЕКОВНА

Диссертациялық жұмыс тау-кен кәсіпорындарының электр тұтынуын жедел бақылау әдістері мен алгоритмдерін зерттеуге және дамытуға арналған.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – энергия тұтыну режимдерін үздіксіз бақылау негізінде энергияны көп қажет ететін технологиялық қондырғыларды болжау әдістері мен басқару алгоритмдерін әзірлеу арқылы тау-кен кәсіпорындардың жұмыс кезінде энергия тұтыну режимдерін бақылау және басқару жүйесін жетілдіру болып табылады.

Зерттеу мақсаттары:

- энергия тұтыну параметрлерін есептеу әдістерін талдау;
- Қарағанды облысындағы және көмір шахталарында энергия тұтыну режимдерін зерттеу және талдау;
- энергия тұтыну режимдерін болжау әдістерін талдау;
- энергия тұтыну режимдерін жедел басқару моделін зерттеу және әзірлеу;
- шешім қабылдау мерзімдерін анықтау әдістемесін әзірлеу;
- энергияны көп қажет ететін қондырғылар мен жалпы шахталар үшін энергия тұтыну режимдерінің математикалық модельдерін зерттеу және әзірлеу;
- модельдер мен алгоритмдерді енгізуге мүмкіндік беретін, энергия тұтыну режимдерін техникалық есепке алу, бақылау және басқарудың автоматтандырылған жүйесіне қойылатын негізгі талаптарды әзірлеу.

Зерттеу әдістері.

Зерттеу әдіснамасы көмір кәсіпорындарында электр энергиясын тұтынудың құрылымы мен режимдерін зерттеуге, математикалық модельдер мен оңтайландыру алгоритмдерін әзірлеуге және болжамдық модельдер жасауға бағытталған бірқатар ғылыми әдістерге негізделген. Атап айтқанда, келесі әдістер қолданылды:

- аналитикалық және теориялық әдістер: өнеркәсіптік кәсіпорындардың электрмен жабдықтауы мен тұтынуын реттейтін Қазақстан Республикасының нормативтік құжаттарына талдау жүргізілді. Қарағанды облысындағы және тау-кен өндірісі кәсіпорындарындағы электр энергиясын тұтыну режимдеріне зерттеу жүргізілді, бұл көмір шахталарының электр энергиясын тұтынуының сапалық және сандық сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік берді;

– жүйелік талдау және модельдеу әдістері: энергия тұтыну жүйесінің ақпараттық ағындарының математикалық моделі жасалды. Ықтималдық теориясы мен импульстік ағынды талдау негізінде электр қабылдағыштарының технологиялық топтары үшін (біркелкі, қалыпты және импульстік таралу түрлерімен) математикалық модельдер, сондай-ақ тау-кен кәсіпорындарында электр энергиясын тұтынудың жалпыланған моделі жасалды;

- болжау және деректерді өндіру әдістері: электр энергиясын тұтынуды болжаудың үш моделін зерттеу және тестілеу жүргізілді: маусымдық ARIMA моделі, қарапайым экспоненциалды тегістеу әдісі және ұзақ мерзімді жады (LSTM) архитектурасы бар нейрондық желі;

- оңтайландыру және басқару әдістері: энергия тұтыну режимдерін басқару үшін шешім қабылдау шегін анықтау әдістемесі әзірленді. Жүктеме ауытқулары кезінде диспетчерлік басқару басымдықтарының құрылымдық сұлбасы, сондай-ақ тұтынушы-реттегіштерді басқару алгоритмдері ұсынылды.

Диссертация қорғауға шығарылатын ғылыми нәтижелер:

– электр энергиясын тұтыну параметрлерін үздіксіз техникалық есепке алу және бақылау принциптері мен әдістері;

– электр энергиясын тұтыну режимдерінің болжау әдістері (әдістемесі);

– электр энергиясын тұтыну режимдерінің математикалық модельдері;

– электр энергиясын тұтыну режимдерінің оңтайлы басқару критерийлері;

– энергияны көп қажет ететін қондырғыларды басқару алгоритмдері.

Диссертацияның ғылыми жаңалығы:

– жүктеме режимінің әрбір түрі үшін (біркелкі, қалыпты және импульсті) математикалық модельдер, сондай-ақ көмір шахтасының электр энергиясын тұтынудың жалпыланған моделі әзірленді. Ұсынылған модельдерді шахтаның тұтастай алғанда, электрмен жабдықтау орталықтары, технологиялық процестер және жеке тұтынушылар үшін электр энергиясын тұтыну режимдерін талдау, жедел болжау және ұзақ мерзімді жоспарлау үшін пайдалануға болады.

– электр энергиясын тұтыну режимдерін болжау үшін LSTM нейрондық желі моделі жасалды, бұл электр энергиясын тұтыну режимдерінің күрделі динамикасын тиісті түрде есепке алуға мүмкіндік берді. Ол сынақ үлгісіндегі ең жақсы болжамды MAPE (5,37%) параметрі арқылы расталды.

– электр энергиясын тұтыну режимдерін басқару бойынша шешімдерді қабылдаудың шекті сәттерін анықтау әдістемесі ұсынылды;

– диспетчердің басқару жүйесімен өзара әрекеттесуі кезінде басқару жүйесін алдын ала конфигурациялаудың интерактивті моделі ұсынылды;

– көмір шахтасының технологиялық қондырғылары болып табылатын тұтынушы-реттеушілерді басқару принциптері мен алгоритмдері ұсынылады;

– электр энергиясының техникалық есептеуінің автоматтандырылған жүйесін әзірлеу және енгізу ұсынылуда. Бұл жүйе көмір шахталарындағы электр энергиясын тұтыну режимдерін кешенді бақылауға, талдауға және оңтайландыруға мүмкіндік береді. «Костенко» атты көмір шахтасындағы электр энергиясын тұтыну құрылымын зерттеу негізінде электр энергиясын техникалық есепке алыуға келетін нысандардың тізімі берілген.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы:

- электр энергиясын тұтыну параметрлерін техникалық есепке алу және бақылау шешімдері әзірленді;
- электр энергиясын тұтыну режимдерін болжауға арналған модельдер мен алгоритмдер әзірленді;
- энергияны көп қажет ететін қондырғыларды басқару алгоритмдері әзірленді;
- электр энергиясын тұтыну режимдерін оңтайлы басқару критерийлері (қуат, электр энергиясы, қуат коэффициенті) әзірленді;
- электр энергиясын тұтыну режимдерін техникалық есепке алу және басқарудың автоматтандырылған жүйесіне қойылатын техникалық талаптар жиынтығы әзірленді.

Зерттеу нәтижелерінің сенімділік дәрежесі:

Диссертациялық зерттеудің нәтижелері 6B07107 «Электр энергетикасы» білім беру бағдарламасының «Электрмен жабдықтауды басқарудың автоматтандырылған жүйелері» пәнін оқу кезінде «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ оқу процесіне енгізілді, бұл диссертациялық жұмыстың бөлімдерін оқу процесіне енгізу актісімен расталады.

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер «Karaganda Qomir» ЖШС Бас энергетик қатысуымен кеңесте талқыланды және ұсынылды, оның қорытындысы бойынша өндіріске енгізу актісі ресімделді.

Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы 26.12.2025ж. №11600 «Көмір шахтасының су төгетін қондырғыларын басқару жүйесі» пайдалы моделіне патент алумен расталды.

Автордың жеке үлесіне көмір шахтасында электр энергиясын тұтынуды бөлу және болжау үшін математикалық модельдерді әзірлеу, электрмен жабдықтау жүйесінің ақпараттық ағындарының моделін жасау, нақты жүктеме деректерін талдау және электр энергиясын тұтыну режимдерін оңтайландыру алгоритмдері мен диспетчерлік басқаруды әзірлеу кіреді.

Өтініш беруші дайындаған нәтижелер мен ұсынымдар энергия тиімділігін арттыруды және энергетикалық кешеннің тұрақтылығын қамтамасыз ететін функционалдық кіші жүйелер ретінде шахтаның электр энергиясын тұтынуды техникалық есепке алу және басқарудың автоматтандырылған жүйесін енгізу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Жарияланған мақалаларда автор эксперименттік зерттеу нәтижелерін, материалдарды талдауды, дайындауды, пішімдеуді, ұсынуды және

қолдауды бірлесіп жазды.

Жұмыстың расталуы. Докторлық диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелері 9 басылымда жарияланды:

- Scopus ғылыми дерекқорына енгізілген басылымдарда -2 мақала:

1. Development of mathematical models of power consumption at coal plants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 5 No. 8 (131) (2024), pp. 22–32, DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.313932> (процентиль – 43);

2. Development of a forecasting model for optimizing energy consumption at coal enterprises. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 6 No. 4 (138) (2025), pp. 26–35, DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.345073> (процентиль – 54);

- ҚР ҒЖБМ ҒЖБССҚК ұсынған басылымдарда – 3 мақала:

1. Исследование системы электропотребления угольной шахты. Труды университета. - Караганда: КарТУ имени Абылкаса Сагинова, 2024. – №1. – С. 445-451.

2. Исследование графиков электрической нагрузки в условиях карагандинского угольного бассейна. Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия. - Павлодар, 2024. – №1. – С. 6-21.

3. Прогнозирование электропотребления в условиях угольной шахты. Вестник Торайгыров университета. Энергетическая серия. - Павлодар, 2025. – №2. – С. 353-365.

- Халықаралық ғылыми конференция материалдарында - 4 мақала:

1. Повышение эффективности использования газовых котельных в угольных шахтах в угольной шахте // Труды Международной научно-практической конференции «XV Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». – Караганда, 2023. - Часть 1. - С. 436-438.

2. Исследование графиков электропотребления угольной шахты // Труды Международной научно-практической конференции «XVI Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». – Караганда, 2024. - Часть 1. - С. 612-614.

3. Разработка алгоритма управления конвейерных установок в режиме потребителей-регуляторов электрической нагрузки // Труды Международной научно-практической конференции «XVII Сагиновские чтения. Интеграция образования, науки и производства». – Караганда, 2025. – Часть 1. - С. 698-700.

4. Automated system for early detection of underground fires // XIV наукова конференція «НАУКОВІ ПІДСУМКИ 2025 РОКУ». Збірка наукових тез. – Харків, 2025. Р. 24. ISBN 978-617-8360-24-5.