8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» дайындау бағыты,
8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру бағдарламасы бойынша

БАЙГОЖИНА ПЕРИЗАТ УВАЛИЕВНАНЫҢ

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған

ЖҮК ВАГОНДАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ҚАБІЛЕТТІЛІГІН БОЛЖАУ НЕГІЗІНДЕ ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ

тақырыбындағы диссертациясына

АҢДАТПА

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Диссертация Қазақстан Республикасының көлік-логистикалық әлеуетін дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасын іске асыру шеңберінде, сондай-ақ Қазақстан Республикасының теміржол көлігін дамытудың 2029 жылға дейінгі тұжырымдамасының міндеттеріне сәйкес, 8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» даярлау бағытының 8D07102 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялары» докторантура білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін орындалған.

Теміржол көлігі Қазақстан Республикасында жүк тасымалын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Тасымал көлемінің өсуі және вагон паркіне түсетін жүктеменің артуы жағдайында жүк вагондарының техникалық жай-күйін уақытылы бағалаудың, оларды одан әрі пайдалану жөнінде негізделген шешімдер қабылдаудың және вагон шаруашылығының қолда бар ресурстарын ұтымды пайдаланудың маңызы арта түседі.

Пайдалану процесінде жүк вагондарының ақаулары көбінесе техникалық қызмет көрсету пункттерінде анықталады. Қолданыстағы нормативтік құжаттар мен техникалық қызмет көрсету нәтижелері негізінде вагондарды одан әрі пайдалану немесе ақаулықтар анықталған жағдайда жөндеуге жіберу туралы шешім қабылданады. Қазіргі таңда бар тәсілдер әрқашан жеке тораптардың нақты техникалық жағдайын және қабылданған шешімнің экономикалық орындылығын жан-жақты қарастыруға мүмкіндік бермейді.

Сонымен қатар, техникалық қызмет көрсету пункттерінде қажетті қосалқы бөлшектердің болуын қамтамасыз ету маңызды мәселе болып табылады. Станциялар арасындағы қорлардың теңгерімсіздігі кейбір станцияларда артық қорлардың пайда болуына, ал басқаларында тапшылықтың пайда болуына, жөндеуді күту уақыты мен пайдалану шығындарының артуына әкелуі мүмкін.

Жүк вагондарының техникалық жағдайын бақылаудың қолданыстағы әдістері және нормативтік база қозғалыс қауіпсіздігі талаптарының сақталуын қамтамасыз етеді. Дегенмен, олардың техникалық жағдайын ескере отырып, вагондарды одан әрі пайдалану бойынша негізделген шешімдер қабылдау, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу мәселелері одан әрі жетілдіруді талап етеді. Осыған

байланысты жүк вагондарын одан әрі пайдалану бойынша шешім қабылдау алгоритмін және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеу өзекті болып табылады.

Зерттеудің гипотезасы – жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау негізінде оларды одан әрі пайдалану жөніндегі шешім қабылдау процестерін жетілдіру және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу арқылы оларды пайдалану тиімділігін арттыру мүмкіндігі туралы болжам.

Зерттеудің мақсаты – жүк вагондарының техникалық жағдайын бағалау мен техникалық қызмет көрсету пункттерінде қосалқы бөлшектерді басқаруды жетілдіруді ескере отырып, вагондарды одан әрі пайдалану бойынша шешімдер қабылдау алгоритмін әзірлеу негізінде жүк вагондарын пайдаланудың тиімділігін арттыру.

Мақсатқа жету үшін келесі міндеттер шешілді:

- Қазақстан Республикасындағы жүк вагондарының ағымдағы жағдайына талдау жүргізілді;
- жүк вагондарын пайдалану, олардың сапасын бақылау және оларға техникалық қызмет көрсету жұмыстарына сыни талдау жүргізілді;
- зерттеу полигонын таңдау негізделіп, жүк вагондарының жұмысқа қабілеттілігі бойынша статистикалық ақпаратқа талдау жүргізілді;
- жүк вагондарын пайдалану шешімін таңдаудың оңтайлылық критерийі негізделді;
- жүк вагондарын пайдалану мен техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыру үшін ықтималдық-детерминделген математикалық модель әзірленді;
- Қарағанды теміржол бөлімшесі мысалында қойма қорларын бөлу оңтайландырылды;
- зерттеу нәтижелері іске асырылып, олардың тиімділігі бағаланды.

Жұмыста жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу бойынша өзара байланысты екі бағыт қарастырылды. Қарастырылған екі бағыт пайдалану жөніндегі негізделген шешімдерді қабылдау және қосалқы бөлшектерді ұтымды пайдалану арқылы жүк вагондарының паркін пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған ортақ міндетпен біріктірілген.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста статистикалық талдау, ықтималдық теориясы, бақылау, математикалық модельдеу, көпкритерийлі бағалау әдістері қолданылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы төмендегідей:

- Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондарының ақаулары жөніндегі статистикалық деректерді талдау жүк вагондарының негізгі тораптарының істен шығу ықтималдығын анықтауға мүмкіндік берді;
- жүк вагондарын пайдалану жөнінде қабылданатын шешімдердің тиімділігін бағалауды білдіретін оңтайлылық критерийі негізделді;

- жүк вагондарын пайдалану мен оларға техникалық қызмет көрсетудің әзірленген ықтималдық-детерминделген моделі жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін айқындауға мүмкіндік берді;

- алғаш рет жүк вагондарының жұмыс қабілеттілігіне қарай экономикалық көрсеткіштер мен оларды пайдалануға жұмсалатын шығындар арасындағы детерминделген тәуелділік анықталды;

- Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялары арасында қажетті қосалқы бөлшектерді оңтайлы бөлуді айқындайтын тәуелділіктер алынды;

- алғаш рет Қарағанды теміржол бөлімшесінің станциялар тобы арасында қажетті қосалқы бөлшектерді оңтайлы бөлудің математикалық моделі әзірленді;

- алғаш рет вагон тораптарының ескерілетін топтары бойынша істен шығудың жиынтық ықтималдығын анықтау әдісі ұсынылды.

Қорғауға ұсынылатын ғылыми тұжырымдар:

- техникалық және экономикалық критерийлерді ескере отырып, вагонның негізгі тораптары мен бөлшектерінің техникалық жай-күйін бағалау негізінде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмі;

- станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қорды ескере отырып, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі мен әдістемесі;

- сақтау және тасымалдау шығындарының, вагондардың бос тұру уақытының және қосалқы бөлшектерді пайдаланудың өзгерісін сипаттайтын, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нұсқаларын модельдеу нәтижелері;

- әзірленген шешімдерді қолданудың экономикалық тиімділігін бағалау нәтижелері.

Автор қорғайды:

1. Вагонның негізгі тораптары мен бөлшектерінің техникалық жай-күйін бағалау негізінде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін.

2. Тораптардың техникалық жай-күйі мен қабылданатын шешімнің экономикалық орындылығын салыстыруға негізделген жүк вагондарын одан әрі пайдалану стратегиясын таңдау тәсілін.

3. Жүк вагонын одан әрі пайдалану, жөндеу, ауыстыру немесе пайдаланудан шығару туралы шешім қабылдау үшін оның негізгі тораптарының техникалық жай-күйін бағалау әдістемесін.

4. Станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қордың болуын ескеріп, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін.

5. Жүк вагондарын одан әрі пайдалану бойынша шешімдер қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модульді.

6. Қосалқы бөлшектер қорын сақтау шығындарын төмендету және вагондардың тұрып қалу уақытын қысқарту нәтижелерін қамтитын әзірленген шешімдердің тиімділігін бағалау нәтижелерін.

Зерттеу объектісі – техникалық қызмет көрсету пункттерін қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етуді қоса алғанда, жүк вагондарын пайдалану және оларға техникалық қызмет көрсету процестері.

Зерттеу пәні – жүк вагондарының техникалық жай-күйін бағалау негізінде оларды одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау әдістері мен алгоритмдері, сондай-ақ техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді оңтайландыру және қайта бөлу үдерістері.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы әзірленген шешімдерді жүк вагондарын пайдалану мен оларға техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру кезінде қолдану мүмкіндігімен айқындалады. Зерттеу шеңберінде:

- негізгі тораптар мен бөлшектердің техникалық жай-күйін бағалау негізінде жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмі әзірленді;
- жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модуль әзірленді;
- станциялардың қажеттілігі мен төмендетілмейтін қорды ескере отырып, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі әзірленді.

Диссертациялық зерттеу нәтижелері Қарағанды теміржол бөлімшесінің ВЧД-13 депосына практикалық пайдалану үшін берілді және 7М07104 – «Көлік, көлік техникасы және технологиялар» білім беру бағдарламасының 1-курс магистранттары үшін «Өндірістік пайдалану. Әдістер мен модельдер» пәнінің оқу үдерісіне енгізілді.

Диссертация нәтижелерінің сенімділігі зерттеу міндеттерінің дұрыс қойылуымен, Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондарын пайдалану жөніндегі статистикалық деректерді пайдаланумен, статистикалық талдау, математикалық модельдеу және қарастырылатын нұсқаларды салыстырмалы бағалау әдістерін қолданумен қамтамасыз етіледі. Жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау үшін әзірленген алгоритм мен қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі есептік және практикалық мысалдар арқылы тексерілді. Алынған нәтижелер қолданыстағы нормативтік талаптар мен теміржол көлігін пайдалану жағдайларына сәйкес келеді.

Диссертацияның барлық бөлімдері әдістемелік бірізділікпен орындалған. Диссертация бөлімдері өзара логикалық байланысқан және қойылған міндеттерді шешу кезеңдерін дәйекті түрде көрсетеді. Алынған ғылыми және практикалық нәтижелер зерттеудің мақсаты мен міндеттеріне сәйкес келеді.

Диссертацияның қысқаша мазмұны

Бірінші бөлімде Қазақстан Республикасының жүк вагондары паркінің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізіліп, жүк вагондарын пайдалану, техникалық қызмет көрсету, жөндеу және олардың техникалық жай-күйін бақылаудың қолданыстағы тәсілдері қарастырылған. Пайдалану және техникалық қызмет көрсету жүйесіне сыни талдау жасалып, қолданыстағы тәсілдердің негізгі

мәселелері мен шектеулері анықталған. Жүргізілген талдау нәтижелері негізінде зерттеудің мақсаты мен міндеттері тұжырымдалған.

Екінші бөлімде Қарағанды теміржол бөлімшесінің сипаттамасы берілген. Жүк вагондарының ақауларына статистикалық талдау жүргізіліп, «Жүк вагондарының негізгі ақаулары» (КЖА 2005 04) жіктеуішіне сәйкес Қарағанды теміржол бөлімшесі бойынша вагондардың негізгі тораптары мен бөлшектерінде жиі кездесетін ақаулар мен істен шығулар анықталған.

Үшінші бөлімде жүк вагондарының негізгі тораптары мен бөлшектерінің техникалық жай-күйін бағалау негізінде оларды одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмі әзірленген. Доңғалақ жұптарының, буксалық тораптардың, шанақтың, тежегіш жабдықтарының және вагонның басқа да элементтерінің бақыланатын параметрлері анықталып, жүйеленген. Техникалық және экономикалық критерийлер негізінде вагонды жөндеусіз пайдалануды жалғастыру, жөндеуге жіберу, тораптары мен бөлшектерін ауыстыру немесе есептен шығару нұсқаларының бірін таңдау қарастырылған. Вагонды біртұтас жүйе ретінде сипаттайтын жиынтық істен шығу ықтималдығы ескеріліп, оның негізінде вагонды ағытып алу кезеңінде техникалық араласу қажеттілігін негізді түрде анықтау мүмкіндігі қамтамасыз етілген.

Төртінші бөлімде техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі мен әдістемесі әзірленген. Бұл ретте қолда бар қорлар, станциялардың қосалқы бөлшектерге қажеттілігі және белгіленген төмендетілмейтін қор мөлшері ескерілген. Қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нұсқаларын бағалау критерийлері қарастырылып, олардың құрамына сақтау және тасымалдау шығындары, вагондардың тұрып қалу уақыты және қосалқы бөлшектерді пайдалану деңгейі енгізілген.

Бесінші бөлімде әзірленген шешімдер тәжірибе жүзінде тексерілген. Жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модульдің жұмысы қарастырылып, Қарағанды теміржол бөлімшесінің жағдайлары үшін қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нұсқаларын модельдеу орындалған. Нәтижесінде қорларды ұстау шығындарының орта есеппен 25,34 %-ға, ал вагондардың тұрып қалу уақытының орта есеппен 11,25 %-ға қысқарғаны анықталған. Әзірленген шешімдердің экономикалық тиімділігі бағаланып, есептік жылдық экономикалық әсер 4 278 300 теңгені, ал өтелу мерзімі 1,05 жылды құраған.

Диссертанттың жеке үлесі. Автор Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі жүк вагондарының ақаулары бойынша статистикалық деректерді жинауды, өңдеуді және талдауды өз бетінше орындаған. Ғылыми жетекшілермен бірлесіп жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеуге қатысқан. Сонымен қатар ғылыми жетекшімен бірлесіп қарастырылған нұсқаларды модельдеу, алынған нәтижелерді талдау, бағдарламалық модульді әзірлеу және ұсынылған шешімдердің экономикалық тиімділігін бағалау жұмыстары жүргізілген.

Жұмыстың жариялануы және апробациясы. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері Web of Science және Scopus деректер базасында индекстелетін ғылыми басылымдардағы екі мақалада, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған ғылыми басылымдардағы екі мақалада және халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың екі материалында жарияланған. Сонымен қатар авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы бір куәлік алынған.

Web of Science және Scopus деректер базаларында индекстелетін Communications – Scientific Letters of the University of Žilina журналының Mechanical Engineering in Transport бөлімінде жарияланған «Algorithm for Making the Optimal Decision for Further Operation of Freight Cars» атты мақалада (Q4 квартиль, 47-процентиль, 2025 ж., 27-том, № 4, DOI: 10.26552/com.C.2025.049) жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау нұсқасын таңдау әдістемесі қарастырылған. Зерттеу барысында жүк вагондарының негізгі тораптарының істен шығуы бойынша статистикалық деректер жиналып, өңделген, пайданы барынша арттыруға негізделген оңтайлылық критерийі негізделген және вагонды одан әрі пайдалану, жөндеу немесе есептен шығару нұсқаларының бірін таңдау алгоритмі әзірленген.

Web of Science және Scopus деректер базаларында индекстелетін Applied Sciences журналында жарияланған «Reducing Storage Costs and Downtime in Railways Through Spare Parts Redistribution and MCDA-Based Optimization» атты мақалада (Q2 квартиль, 81-процентиль, 2025 ж., № 24, 12957-мақала, DOI: 10.3390/app152412957) теміржол станцияларында қосалқы бөлшектер қорын басқару тиімділігін арттыру тәсілі әзірленген. Зерттеу барысында қосалқы бөлшектер қорын сақтаудың дәстүрлі жүйесі мен оларды станциялар арасында қайта бөлу нұсқалары салыстырылып, сақтау, тасымалдау және қосалқы бөлшектерді қайта бөлу шығындарын ескеретін шешімдерді көпкритерийлі талдау (MCDA) негізінде математикалық модель әзірленген.

«Университет Еңбектері» журналында жарияланған «Жүк вагондарының қызмет ету мерзімін арттыру әдісінің негіздемесі» атты мақалада (2024 ж., № 4 (97), 3-бөлім «Құрылыс. Көлік», DOI: 10.52209/1609-1825_2024_4_226) теміржол жылжымалы құрамын пайдалану қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз ету мәселелеріне талдау жүргізіліп, оның техникалық жай-күйінің көрсеткіштері мен істен шығу ықтималдықтары қарастырылған.

«Университет Еңбектері» журналында жарияланған «Вагондардың жағдайын техникалық және функционалдық диагностика негізінде болжау қажеттілігінің негіздемесі» атты мақалада (2025 ж., № 1 (98), «Құрылыс. Көлік» бөлімі, DOI: 10.52209/1609-1825_2025_1_273) жүк вагондарын техникалық диагностикалаудың заманауи құралдары, оның ішінде доңғалақ жұптарын, тежегіш жабдықтарын және жүріс бөлігін бақылау жүйелері қарастырылған.

Диссертацияның көлемі мен құрылымы. Диссертациялық жұмыс машинкамен басылған мәтін түрінде ұсынылған және белгілеулер мен

қысқартулар тізімінен, кіріспеден, 5 бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Жұмыста 74 сурет, 52 кесте, 174 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімі және 6 қосымша қамтылған.

Диссертациялық жұмыста жаңа, ғылыми негізделген нәтижелер алынған, оларды пайдалану жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін және техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесін әзірлеу арқылы вагондарды пайдалану тиімділігін арттыру бойынша маңызды қолданбалы міндетті шешуді қамтамасыз етеді.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша мынадай негізгі нәтижелер алынды:

– Қазақстан Республикасы жүк вагон паркінің ағымдағы жай-күйіне талдау жүргізілді, вагондарға техникалық қызмет көрсетудің, диагностикалаудың және техникалық жай-күйін бақылаудың қолданыстағы әдістеріне сыни талдау жүргізілді, бұл зерттеудің негізгі проблемаларын айқындауға және мақсаты мен міндеттерін тұжырымдауға мүмкіндік берді;

– Қарағанды теміржол бөлімшесіндегі (зерттеу полигоны) жүк вагондарының ақауларына статистикалық талдау жүргізіліп, «Жүк вагондарының негізгі ақаулары» (КЖА 2005 04) жіктеуішіне сәйкес вагондардың негізгі тораптары мен бөлшектерінде жиі кездесетін істен шығулар бойынша деректер базасы қалыптастырылды;

– жүк вагонының одан әрі пайдалану стратегиясын таңдау кезінде ескерілетін негізгі тораптарының техникалық жай-күйінің параметрлері айқындалды;

– жүк вагондарын пайдалану шешімін таңдау үшін оңтайлылық критерийі негізделді;

– жүк вагондарының техникалық жай-күйі мен экономикалық көрсеткіштерін ескеріп, оларды одан әрі пайдалану шешімін таңдау алгоритмін қалыптастыратын ықтималдық-детерминделген математикалық модель әзірленді;

– № 75014324 вагон мысалында тәуекелді бағалаудың екі кезеңді әдістемесіне практикалық сынақ жүргізіліп, оның жоғары техникалық тиімділігі расталды: жөндеу жұмыстарын жүргізу нәтижесінде вагонның жиынтық істен шығу ықтималдығы 94,16 %-дан 27,34 %-ға дейін төмендеді, бұл оның сенімділігін қалпына келтіруге және пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді;

– станциялардың қажеттілігін, қолда бар қорларды және төмендетілмейтін қорды сақтау қажеттілігін ескере отырып, техникалық қызмет көрсету пункттері арасында қосалқы бөлшектерді қайта бөлудің математикалық моделі мен әдістемесі әзірленді;

– Қарағанды теміржол бөлімшесінің жағдайлары үшін қосалқы бөлшектерді қайта бөлу нұсқаларын модельдеу жүргізілді. Әзірленген әдістемені қолдану қорларды ұстау шығындарын орта есеппен 25,34 %-ға, вагондардың тұрып қалу уақытын орта есеппен 11,25 %-ға қысқартуға және

қайта бөлуден кейін қосалқы бөлшектерді пайдаланудың орташа коэффициентін шамамен 72 % деңгейінде қамтамасыз етуге мүмкіндік беретіні анықталды;

– жүк вагондарын одан әрі пайдалану жөнінде шешім қабылдау алгоритмін іске асыратын бағдарламалық модуль әзірленіп, оның жұмысы есептік мысалдар негізінде тексерілді;

– әзірленген шешімдердің экономикалық тиімділігі бағаланды. Есептік жылдық экономикалық әсер 4 278 300 теңгені құрады, ал біржолғы шығындар 4 500 000 теңге болған жағдайда өтелу мерзімі 1,05 жылды құрады;

– әзірленген алгоритм, бағдарламалық модуль және қосалқы бөлшектерді қайта бөлу әдістемесі жүк вагондарын пайдалану мен оларға техникалық қызмет көрсетуді ұйымдастыру кезінде қолданылуы мүмкін;

– зерттеудің одан әрі даму перспективасы жүк вагондарын пайдалану тиімділігін арттыруға бағытталған ғылыми-әдістемелік тәсілді жетілдірумен байланысты.