

АНДАТПА
диссертациялық жұмысқа
ОРУНБЕКОВ МАКСАТ БАҒЫБАЕВИЧ

Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған
**«Пойыздар қозғалысын реттеуді координаталық тәсілмен
ұйымдастырудың оңтайлы және қауіпсіз моделін жасау»**

6D090100 – Тасымалдауды, қозғалысты ұйымдастыру және көлікті
пайдалану мамандығы бойынша

Кіріспе

Соңғы жылдары темір жол көлігі бойынша тасымал көлемі ұлғайып, көлік-логистика саласының дамуына аса мән беріліп отыр, оның дәлелі, Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2023 жылғы 1 қыркүйектегі «Әділетті Қазақстанның экономикалық бағдары» атты Қазақстан халқына Жолдауында: «Стратегиялық маңызы бар міндеттің бірі – көлік-логистика саласының әлеуетін толық пайдалану. Қазір әлемде жаңа экономикалық кеңістік қалыптасып жатыр. Қытайдан Еуропаға, Ресейге, Орталық Азияға және осы аймақтардан Қытайға жіберілетін тауар көлемі айтарлықтай көбейеді деген болжам бар. Қазақстан солтүстік пен оңтүстікті, батыс пен шығысты байланыстыратын жаһандық жолайрықта орналасқан. Бұл біздің елімізге зор мүмкіндік беріп отыр. Сондықтан көлік-логистика саласы экономикамызды алға бастайтын басты күштің біріне айналуға тиіс» деп айтылған [1].

Алайда, бұл мәселені орындауда темір жол көлігінде бірқатар шектеулер бар, солардың бірі ретінде [2] құжатта қолданыстағы автоматика жүйелері мен қондырғыларының қанағаттанарлықсыз техникалық жай-күйі жолаушылардың өмірі мен денсаулығына, тасымалданатын жүктердің сақталуына, темір жол көлігінің инфрақұрылымы объектілері мен жылжымалы құрамдарға, қоршаған ортаның қауіпсіздігіне қауіпті факторларының туындауын арттыратындығы атап айтылған.

Сондай-ақ, [2] сәйкес көлік инфрақұрылымы мен тасымалдау қызметінің тұрақтылығы мен қауіпсіздігіне әсер ететін мәселелердің бірі цифрландыру, автоматтандыру, реттеу, қозғалысты бақылау және басқару құралдарын тиімсіз пайдалану болып табылса, онда тасымалдау қызметі мен инфрақұрылымды басқарудың жалпы тиімділігіне әсер ететін проблема қазіргі заманғы цифрлық технологиялар мен көлік қызметін жоспарлау және басқарудың автоматтандырылған жүйелерінің жеткіліксіз дамуы мен қолданылуын атап көрсеткен.

Мұнан басқа, [3] сәйкес «Қазақстан темір жолы» Ұлттық компаниясы» Акционерлік қоғамының («ҚТЖ» ҰК» АҚ) негізгі стратегиялық тапсырмалары Қазақстан Республикасының транзиттік әлеуетін арттыру, контейнерлік тасымалды және жүрдек жолаушылар қозғалысын ұйымдастыру

болып табылады. Алға қойылған мақсаттарға қол жеткізу үшін жылдамдық пен жайлылықтың қажетті деңгейін қамтамасыз ететін жылжымалы құрам паркін жаңарту, сигнализация, орталықтандыру және блоктау (СОБ) шаруашылығының құрылғыларын жаңғырту және тасымалдау үрдісін ұйымдастырудың жаңа технологиялық нормаларын әзірлеуді көздейді.

Демек, темір жол көлігі арқылы жүктерді уақытылы жеткізу, жолаушыларға арналған жайлылық пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету және телімнің өткізу қабілетін арттыру үшін үнемі тасымалдау үрдісінің сапа көрсеткіштерін жақсартуды талап етеді. Бұл мәселені шешудің ең тиімді жолы пойыздар қозғалысын интервалды реттеу тәсілдерін жетілдіру және оңтайландыру болып табылады.

Өйткені пойыздардың қозғалысын интервалды реттеудің қолданыстағы тәсілінде реттеу технологиясы алдағы пойыздың соңғы вагонының координатасы бойынша ақпаратты радио байланыс арқылы басқару орталығына және соңғы пойызға беру арқылы жүзеге асырылады. Егер басқару орталығы мен пойыз арасындағы байланыс қандай да бір себептермен үзіле қалған жағдайда соңғы пойыздың қызметтік тежеу жолы алдағы пойыздың шұғыл тежеу жолынан артық болуына орай пойыз машинисті жылдамдықты лезде, тіпті шұғыл тежеу қажет болады, бұл өз кезегінде жүйенің пайдалану тиімділігін төмендетеді.

Аталған мәселелерді ескере отырып, басқару орталығы мен пойыздар арасындағы байланыс арнасында ақау болған кезде тасымалдау үрдісін тоқтаусыз жүзеге асыру мақсатында пойыздардың қозғалысын интервалды реттеудің оңтайлы-қауіпсіз моделін әзірлеу осы диссертациялық жұмыстың өзектілігі болып табылады.

Қазіргі таңда пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық әдісі және жүйелерін жетілдіру бойынша бірқатар зерттеулер жасалынған және олар Ф.П. Бестемьянов, В.М. Лисенков, J. Pachl, P. Stanley, J. Trinckauf, А.М. Романчиков, Е.Н. Розенберг, N. Furness, P. Arcaini, I. Hansen, Ю.А. Кравцов және т.б. еңбектерінде баяндалған.

Диссертациялық зерттеудің маңыздылығы қолданыстағы темір жол телімдері бойынша пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық тәсілін жетілдіру және қолдану болып табылады, өйткені тек аталған әдіс қана телімнің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді. Осы тұрғыда пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің оңтайлы-қауіпсіз моделі ұсынылып, жылжымалы және бекітілген блок-телімдер арқылы реттеу технологиясын біріктіру нәтижесінде алынатын тиімділіктер дәлелденген.

Зерттеудің мақсаты және тапсырмасы

Пойыздар қозғалысын интервалды реттеуді координаталық тәсілмен ұйымдастырудың оңтайлы және қауіпсіз моделін жасау.

Қойылған мақсатқа сәйкес келесі тапсырмалардың орындаудың реттілігі туындайды:

– пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйелерін (ПҚИРКЖ) пайдалану тәжірибелерін және радиобайланыс

ақауларының себептерін зерттеу және талдау;

- виброакустикалық технологияны қолдануды ұсынумен ПҚИРКЖ оңтайландырылған құрылымдық-функционалдық моделі мен алгоритмін жасау;

- қолданыстағы темір жол желісінде пойыздар қозғалысын ұйымдастырудың оңтайлы-қауіпсіз моделін пайдалануды компьютерлік моделдеу негізінде зерттеу;

- жылжымалы құрам сипаттамаларының ПҚИРКЖ пайдалану тиімділігіне әсерін зерттеу мақсатында локомотивтің тартым қозғалтқышының динамикалық сипаттамаларын моделдеу.

Зерттеу нысаны. Пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесінің жұмыс үрдісі.

Зерттеу пәні пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық әдісі болып табылады.

Зерттеу әдістері. Қойылған зерттеу тапсырмаларын шешу мақсатында ПҚИРКЖ бойынша ғылыми-техникалық әдебиеттер деректерін талдау, автоматты реттеу теориясы негізіндегі математикалық модельдеу, статистикалық зерттеу, қолданбалы және имитациялық бағдарламалық құралдарына негізделген компьютерлік модельдеу әдістері қолданылды.

Қорғауға шығарылатын негізгі мәселелер

- пойыздар қозғалысын интервалды реттеу технологиясы бойынша жылжымалы және бекітілген блок-телімдерді қатар қолданатын ПҚИРКЖ оңтайландырылған құрылымы мен жұмыс алгоритмі;

- пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесінде басқару орталығы мен пойыздар арасындағы байланысты ұйымдастыру моделі;

- ПҚИРКЖ арқылы пойыздар қозғалысын ұйымдастырудың оңтайлы-қауіпсіз моделі;

- жылжымалы құрам локомотивінің асинхронды электр жетегін орнықты басқарудың оңтайландырылған жүйесі мен оның параметрлерінің синтезі.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңашылдығы.

- пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйелерінің құрылымына кешенді талдау жасалынып, байланыс арнасында ақаулардың пайда болуына сандық баға берілді;

- пойыздардың қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесі арқылы пойыздар қозғалысын ұйымдастырудың оңтайлы-қауіпсіз моделі мен әдісі әзірленді;

- ПҚИРКЖ сенімді жұмысын қамтамасыз ететін байланыс жүйесінің моделі әзірленді;

- пойыздар қозғалысын ұйымдастырудың оңтайлы-қауіпсіз моделін қолдануды имитациялық моделдеу негізінде бағалау әдістері ұсынылды.

- ПҚИРКЖ жұмыс тиімділігін арттыру мақсатында жылжымалы құрам локомотивінің асинхронды электр жетегін оңтайлы басқару жүйесі әзірленіп,

оның параметрлерінің синтезі жасалды.

Жұмыс нәтижелерінің тәжірибелік маңызы пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесінің жетілдірілген аппараттық құрылымы мен алгоритмі, басқару орталығы мен пойыздар арасында байланысты ұйымдастырудың жаңа шешімі, виброакустикалық зондтау технологиясын қолдану шешімдері болып табылады.

Жұмыс нәтижелерін іске асыру. Докторлық диссертация бойынша зерттеудің негізгі нәтижелері «Frauscher Sensortechnik GmbH» ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелерінде қолданылған, сонымен қатар Мұхаметжан Тынышбаев атындағы АЛТ Университетінің «Көлік қызметтері және бизнес» кафедрасының оқу үрдісіне енгізілген, мұнан басқа «ТрансКом» ЖШС стратегиялық даму жоспарларын өңдеуде және «ALSTOM KAZAKHSTAN» ЖШС жылжымалы құрамдар мен пойыздар қозғалысын басқару жүйелерін әзірлеу, локализациялау, жетілдіру және пайдалану кезінде қолдану ұсынылған, сонымен қатар «Транстелеком» АҚ зерттеу нәтижелерін темір жол теліміне енгізудің техникалық мүмкін екендігін растаған (В қосымшасы).

Жұмыстың ғылымды дамыту бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі. Диссертациялық жұмыстың негізгі зерттеу нәтижелері 2022-2024 жылдарға арналған «Жас ғалым» жобасы бойынша жас ғалымдарды гранттық қаржыландыруға арналған AP15473668 «Пойыздар қозғалысын басқарудың интеллектуалды цифрлық жүйесінің алгоритмдерін зерттеу және оңтайландыру» жобасын іске асыру барысында алынды.

Мұнан басқа, диссертациялық жұмыс «Қазақстанның көліктік-логистикалық кешенін 2030 жылға дейін дамытудың кешенді жоспарын қалыптастыру бойынша талдау шолу және тұжырымдамалық ұсыныстарына» сай жүк және жолаушылар пойыздарының жылдамдығын жоғарылатуды қамтамасыз ету үшін инфрақұрылымды жаңғырту талаптарын қамтиды.

Жұмыстың апробациясы Диссертацияның негізгі ережелері келесі Халықаралық конференцияларда баяндалып, талқыланған: «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» XLII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында, Алматы, 2018 ж.; Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Самара, 2021 г.; «Көліктегі инновациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» I Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында, Алматы, 2021 ж.

Жарияланымдар. Докторлық диссертация тақырыбына сәйкес орындалған зерттеулер нәтижелері бойынша 7 ғылыми жұмыстар жарияланды, олардың ішінде 1 жұмыс Scopus халықаралық деректер қорына кіретін басылымдарда (журналдың Transportation бағыты бойынша процентиі – 25 төмен емес), 6 жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда, 1 монография жарияланды, сонымен қатар 2 куәлік және 1 пайдалы модельге патент алынды.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімдерден, қорытындыдан, 102 пайдаланылған дереккөздер тізімінен, 5 қосымшадан, 91 суреттен, 12 кестеден тұрады. Диссертациялық жұмыс мәтінінің жалпы көлемі – 121 бет.

Диссертацияның негізгі мазмұны төрт тарауда баяндалған.

Кіріспеде тақырыптың өзектілігі және ғылыми зерттеу бағыты көрсетілген. Жұмыстың мақсаттары, міндеттері және шешудің болжамды жолдары тұжырымдалған. Зерттеу әдістері сипатталған. Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер келтірілген, зерттеу нәтижелерінің ғылыми маңыздылығы, жаңалығы мен тәжірбиелік құндылығы, жұмысты іске асыру және сынақтан өткізу туралы мәліметтер келтірілген.

Бірінші тарауда әлем бойынша қолданыстағы пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаттық жүйелеріне талдау жасалды. Диссертациялық жұмыс бойынша зерттеудің міндеті мен бағытын айқындау мақсатында «ҚТЖ» ҰК» АҚ темір жол желісіндегі пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің қолданыстағы жүйелерінің қазіргі жағдайы зерттеліп, әр бір жүйенің темір жол желісіндегі үлесі бойынша сандық баға берілді. «ҚТЖ» ҰК» АҚ магистраль темір жол желілерінде СИРДП-Е пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесін пайдалану тәжірибесі талданып, жүйенің негізгі құрамдас бөлігі ретінде байланыс аппаратурасының құрамын жаңғырту мақсатында жүргізілген зерттеу нәтижелері сипатталды. Пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйелерінде орын алатын байланыс жүйелерінің себептері келтірілді. Осы бөлімде жасалған талдама нәтижесінде диссертациялық зерттеу міндеттері мен тапсырмалары тұжырымдалды.

Екінші тарауда байланыс арналарында ақаулар болған кезде пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық принциптерін жалғастыра отырып, телімнің өткізу қабілетін арттыру мақсатында жүйенің байланыс арнасын DAS технологиясы негізінде резервтеудің техникалық шешімі әзірленді.

DAS технологиясының жұмыс жасау принципіне түсініктіме беріліп, темір жол инфрақұрылымымен байланысу жағдайлары қарастырылды.

Пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесінің ұсынылып отырған оңтайлы-қауіпсіз моделінің дұрыстығын тексеру үшін MATLAB ортасында модель құрылды және моделдеу нәтижелері байланыс арналарын резервтеу, солардың ішінде талшықты-оптикалық байланыс жолының сыртқы шуылдарға орнықты екендігін көрсетіп, жылжымалы құрам жылдамдығының ең үлкен шамасын алуға мүмкіндік беретіні дәлелденді.

Үшінші тарауда пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің бекітілген және жылжымалы блок-телімдер қолданған әдістерін бір ПҚИР жүйесінде жүзеге асыру темір жол телімінің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді, өйткені кез-келген сәтте сенімді түрде екі әдістің бірімен пойыздардың қозғалысын кепілдендірілген интервалды реттеу ұсынылады.

Бұл бөлімде Қазақстан арқылы контейнерлік пойыздарды өткізу үшін

қолданылатын маңызды Достық-Жезқазған-Илецк транзиттік дәлізінің AnyLogic ортасында имитациялық моделі әзірленді. Күтілетін нәтиже қозғалысты шектеу телімдерін анықтау болды және модельдеу барысында Жезқазған-Сексеуіл телімдері екендігі анықталып, телім бойынша пойыздардың қозғалыс жылдамдығының төмендеу себептері зерттелді.

Сонымен қатар, диссертациялық жұмыстың осы бөлімінде Қытайдан Еуропаға контейнерлік пойыздарды транзиттік өткізудің негізгі дәліздерінің бірі ретінде және жылжымалы блок-телімдер тұжырымдамасын іске асыратын пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесін пайдаланатын Жетіген-Алтынкөл телімінің өткізу қабілетін айқындау мақсатында OpenTrack микроскопиялық бағдарламалық өнімінің базасында темір жол телімінің компьютерлік моделі әзірленді. Модельдеу барысында ұзындығы 40 км болатын Құрөзек-Жарсу телімінде ЖБТ және ББТ технологиялары негізінде пойыздардың қозғалысы ұйымдастырылды. Зерттеу нәтижелерінде алынған әртүрлі тәуелділік кестелері мен модельденген пойыздардың қозғалыс кестелері диссертациялық жұмыста ұсынылатын пойыздар қозғалысын ұйымдастырудың оңтайлы-қауіпсіз моделінің тиімділігін көрсетті.

Төртінші тарауда диссертациялық жұмыс тақырыбын кешенді зерттеу мақсатында MATLAB моделдеу ортасын қолдану арқылы локомотив электржетегін бейсызықты басқару жүйесінің орнықтылығын анықтау моделі әзірленіп, нәтижесінде тартым қозғалтқыштарының жылдамдықтарының және моменттерінің келісілген режимдерін алуға мүмкіндік беретін өтпелі үрдістерінің сипаттамасы алынды.

MATLAB моделдеу ортасында асинхронды қозғалтқыш моделінің құрылымдық сұлбасы, автоматты реттеу жүйесінің дифференциалдық теңдеулері әзірленіп, локомотивтің асинхронды электржетегін автоматты реттеу жүйесінің параметрлерін синтезі қарастырылды, синтез бағдарламасы нәтижесінде алынған k_p , k_z , k_y , k_{os} , T параметрлері автоматты реттеу жүйесінің орнықтылығын қамтамасыз ететіндігі өтпелі үрдіс графиктерімен дәлелденді.

MATLAB моделдеу ортасында алынған зерттеу нәтижелерін OpenTrack моделдеу ортасына беру және одан қабылдау принциптерін жүзеге асыру үшін API интерфейсі нәтижесінде интеграциялау мүмкіндіктері баяндалды.

Қорытынды.

Диссертациялық жұмысты орындау барысында келесі нәтижелерге қол жеткізілді:

1. Диссертациялық жұмыстың бірінші бөлімінде әлем бойынша қолданыстағы пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаттық жүйелеріне талдау жасалынып, «ҚТЖ» ҰК» АҚ темір жол желісіндегі пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің қолданыстағы жүйелерінің қазіргі жағдайы зерттелді. Сонымен қатар «ҚТЖ» ҰК» АҚ магистраль темір жол желілерінде СИРДП-Е пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесін пайдалану тәжірибесі талданып, жүйенің негізгі

құрамдас бөлігі ретінде байланыс аппаратурасының құрамын жаңғырту мақсатында жүргізілген зерттеу нәтижелері сипатталды, пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйелерінде орын алатын байланыс жүйелерінің себептері келтірілді.

2. Диссертациялық жұмыстың екінші бөлімінде байланыс арналарында ақаулар болған кезде пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық принциптерін жалғастыра отырып, телімнің өткізу қабілетін арттыру мақсатында жүйенің байланыс арнасын DAS технологиясы негізінде резервтеудің техникалық шешімі әзірленіп, DAS технологиясын темір жол инфрақұрылымымен байланысу жағдайлары қарастырылды. Сонымен қатар пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің координаталық жүйесінің ұсынылып отырған оңтайлы-қауіпсіз моделінің дұрыстығын тексеру үшін MATLAB ортасында модель құрылып, моделдеу нәтижелері байланыс арналарын резервтеу, солардың ішінде талшықты-оптикалық байланыс жолының сыртқы шуылдарға орнықты екендігін көрсетіп, жылжымалы құрам жылдамдығының ең үлкен шамасын алуға мүмкіндік беретіні дәлелденді.

3. Диссертациялық жұмыстың үшінші бөлімінде пойыздар қозғалысын интервалды реттеудің бекітілген және жылжымалы блок-телімдер қолданған әдістерін бір ПҚИР жүйесінде жүзеге асыру темір жол телімінің өткізу қабілетін арттыруға мүмкіндік береді, өйткені кез-келген сәтте сенімді түрде екі әдістің бірімен пойыздардың қозғалысын кепілдендірілген интервалды реттеуге мүмкіндік болады. Қазақстан арқылы контейнерлік пойыздарды өткізу үшін қолданылатын тағы бір маңызды Достық-Жезқазған-Илецк транзиттік дәлізінің имитациялық моделі әзірленді. Күтілетін нәтиже қозғалысты шектеу телімдерін анықтау болды және модельдеу барысында Жезқазған-Сексеуіл телімдері екендігі анықталып, телім бойынша пойыздардың қозғалыс жылдамдығының төмендеу себептері ПҚИРКЖ тәуелді екендігі анықталды. Сонымен қатар, жылжымалы блок-телімдер тұжырымдамасын іске асыруға негізделген ПҚИРКЖ енгізілген Жетіген-Алтынкөл телімінің өткізу қабілетін айқындау мақсатында OpenTrack микроскопиялық бағдарламалық өнімінің базасында темір жол телімінің компьютерлік моделі әзірленді. Модельдеу барысында ұзындығы 40 км болатын Құрөзек-Жарсу телімінде ЖБТ және ББТ технологиялары негізінде пойыздардың қозғалысы ұйымдастырылды. Зерттеу нәтижелерінде алынған әртүрлі тәуелділік кестелері мен модельденген пойыздардың қозғалыс кестелері диссертациялық жұмыста ұсынылатын пойыздар қозғалысын ұйымдастырудың оңтайлы-қауіпсіз моделінің дұрыстығын көрсетті.

4. Диссертациялық жұмыстың төртінші бөлімінде жұмыс тақырыбын кешенді зерттеу мақсатында MATLAB моделдеу ортасын қолдану арқылы локомотив электржетегін бейсызықты басқару жүйесінің орнықтылығын анықтау моделі әзірленіп, нәтижесінде тартым қозғалтқыштарының жылдамдықтарының және моменттерінің келісілген режимдерін алуға мүмкіндік беретін өтпелі үрдістерінің сипаттамасы алынды.

MATLAB моделдеу ортасында асинхронды қозғалтқыш моделінің

құрылымдық сұлбасы, АРЖ дифференциалдық теңдеулері әзірленіп, локомотивтің асинхронды электржетегін автоматты реттеу жүйесінің параметрлерін синтезі қарастырылды, синтез бағдарламасы нәтижесінде алынған k_P, k_Z, k_Y, k_{OS}, T параметрлері автоматты реттеу жүйесінің орнықтылығын қамтамасыз ететіндігі өтпелі үрдіс графиктерімен дәлелденді.

MATLAB моделдеу ортасында алынған зерттеу нәтижелерін OpenTrack моделдеу ортасына беру және одан қабылдау принциптерін жүзеге асыру үшін API интерфейсі нәтижесінде интеграциялау мүмкіндіктері баяндалды.

Диссертациялық жұмыс негізінде №7983 пайдалы модельге патент, №9213, №30873 куәліктер алынды. Сонымен қатар зерттеу нәтижелерін «Frauscher Sensortechnik GmbH» ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелерінде, Мұхаметжан Тынышбаев атындағы АЛТ Университетінің «Көлік қызметтері және бизнес» кафедрасының оқу үрдісінде, «Транстелеком» АҚ, «ТрансКом» ЖШС стратегиялық даму жоспарларын өңдеуде, «ALSTOM KAZAKHSTAN» ЖШС жылжымалы құрамдар мен пойыздар қозғалысын басқару жүйелерін әзірлеу, локализациялау, жетілдіру және пайдалануда енгізулер мен қолданулар ұсынылған.