

**8D07101 – Автоматтандыру және роботтандыру білім беру бағдарламасы
бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін
ұсынылған Тасболатова Лаура Талгатқызының
«ҚР көлік дәліздеріндегі поездар қозғалысын басқарудың
автоматтандырылған жүйелерінде деректерді беру кезіндегі қауіпсіздік
мәселелерін зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына
АҢДАТПА**

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қазақстан Республикасының 2030 жылға дейінгі көлік-логистикалық әлеуетін дамыту тұжырымдамасында және «Қазақстан темір жолы» Ұлттық компаниясы» акционерлік қоғамының 2032 жылға дейінгі даму стратегиясында көлік кешенінің алдында тұрған негізгі міндеттер айқындалған. Олардың қатарында теміржол автоматикасының перспективалық құралдары мен технологияларын енгізу, инфрақұрылымның өткізгіштік қабілетін және жылдамдық параметрлерін арттыруға арналған ғылыми негізделген талаптарды әзірлеу, сондай-ақ теміржол желісінің әртүрлі бағыттары бойынша өткізгіштік қабілет қорларын қалыптастыруды негіздеу қарастырылған.

Қазақстанда теміржол көлігі ерекше стратегиялық маңызға ие болып, бірыңғай экономикалық жүйенің біріктіруші буыны ретінде әрекет етеді, өнеркәсіп кәсіпорындарының тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді, елдің ең шалғай өңірлеріне өмірлік маңызы бар жүктерді уақытылы жеткізеді, сондай-ақ миллиондаған азаматтар үшін ең қолжетімді көлік түрі болып табылады. Жалпы пайдаланымдағы теміржол желісінің пайдаланылатын ұзындығы 16,0 мың км құрайды. Қазақстан көлік жүйесінің жүк айналымындағы үлесі – 65,2 %.

Теміржолдарды пайдаланудың маңызды шарты – берілген өткізгіштік және тасымалдау қабілеттері кезінде пойыздардың қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету. Бұл шарт автоматтандырылған теміржол автоматикасы және телемеханикасы (ТАТ) құрылғыларын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Автоматтандырылған ТАТ құрылғылары пойыздар қозғалысының интервалдық реттелуін басқара отырып, қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етеді, сонымен қатар заманауи ТАТ автоматтандырылған жүйелері еңбектің өнімділігі мен мәдениетін арттыруға мүмкіндік береді.

Теміржол тасымалын ұйымдастыру үдерісінде сигнал беру, орталықтандыру және блоктау құрылғылары маңызды рөл атқарады – дәл осы жүйелер қажетті өткізгіштік қабілетті, қозғалыс жылдамдығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Қазіргі кезеңде теміржол саласы жедел қарқынмен дамуда, қауіпсіздікті қамтамасыз ету алгоритмдері айтарлықтай күшейтілуде, электрлік сұлбалардың күрделілігі артып, микропроцессорлық жүйелердің саны көбейіп келеді. Жаңа экономикалық, технологиялық және ұйымдастырушылық жағдайларда магистральдық теміржол желісінің өткізгіштік қабілетін арттыра алатын ұлттық зияткерлік пойыз қозғалысын интервалдық реттеу жүйелерін (ПҚИРЖ) әзірлеу талап етіледі.

Әзірлеудің өзектілігі Қазақстан Республикасында цифрлық стандарттар мен микропроцессорлық жүйелерді пайдаланатын станциялар мен учаскелердің өткізу қабілетін арттыратын интеллектуалды басқару функциясы бар ұлттық техникалық шешімдердің болмауымен түсіндіріледі.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты. Қазақстан магистральді теміржол желісіндегі қолданыстағы ПҚИРЖ-Е (Bombardier Transportation әзірлеген жүйе) жүйесінің құрамдас бөлігі ретінде бұрмалар мен бағдаршамдарды басқарудың модульдік архитектуралы KZ-МПО-МА ұлттық интеллектуалды орталықтандыру жүйесін әзірлеу барысында деректерді беру кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

болып табылады.

Диссертацияға қойылған мақсаттарға қол жеткізу үшін келесідей **тапсырмалар** шешілуі тиіс:

- «Қазақстан темір жолы» ҰҚ» АҚ инфрақұрылымындағы қолданыстағы автоматтандырылған теміржол автоматика және телемеханикасы жүйелерінің қазіргі жай-күйіне талдау жүргізу;

- бұрмалар мен бағдаршамдарды басқарудың модульдік архитектуралы KZ-МПО-МА ұлттық интеллектуалды жүйесінің архитектурасын әзірлеу;

- екі жолды бекет негізінде МПО жүйесінің жұмыс алгоритмі мен бағдарламалық кодын әзірлеу;

- TETRA желісіндегі базалық станцияларды орналастыруды жоспарлау есебін математикалық модельдеу;

- пойыз қозғалысының ақпараттық және функционалдық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін TETRA стандарты бойынша деректерді беру арнасын бағалау әдістемесін әзірлеу;

- магистральдық желіде ақпараттық және функционалдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін радиоблоктау жүйесін практикалық қолдану мақсатында эксперименттік зерттеулер жүргізу;

- TETRA стандарты бойынша деректерді беру арнасының моделін негіздеу және зерттеу;

- ПҚИРЖ-Е жүйесінде деректерді тарату үшін TETRA желісінің базалық моделін құру.

Жұмыстың **ғылыми жаңалығы** келесі алынған нәтижелермен анықталады:

1. Бұрмалар мен бағдаршамдарды басқарудың модульдік архитектуралы KZ-МПО-МА ұлттық интеллектуалды орталықтандыру жүйесі алғаш рет әзірленді.

2. KZ-МПО-МА жүйесінің жұмыс алгоритмі мен бағдарламалық коды әзірленді.

3. Пойыз қозғалысының ақпараттық және функционалдық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін TETRA стандарты бойынша деректерді беру арнасын бағалау әдістемесі әзірленді.

4. TETRA стандарты бойынша деректерді тарату арнасының моделі әзірленді.

5. ПҚИРЖ-Е деректерді тарату үшін TETRA желісінің базалық моделі құрылды.

Тәжірибелік құндылық. Диссертацияда алынған нәтижелер TETRA стандарты бойынша деректерді тарату арнасының моделін әзірлеу, сондай-ақ AP13068231 «Бұрмалар мен бағдаршамдарды микропроцессорлық орталықтандырудың ұлттық жүйесінің жұмыс жасау алгоритімдерін зерттеу және өңдеу» гранттық қаржыландыру аясында орындалған тапсырмаларды қосқанда, орталықтандыру құрылғыларын одан да жаңа түрге алмастыруға дайындау үшін қажетті кеңестер ұсыну арқылы оларды талдау кезінде өзекті болып саналады.

Қорғауға шығарылатын негізгі тұжырымдар. Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде төмендегідей тапсырмалар шешімі табылды:

- Қазақстан Республикасының магистральды теміржол желісінде пайдаланылып жүрген ТАТ автоматтандырылған жүйелеріне талдау жүргізілді;

- теміржол автоматикасының қауіпсіздігі мен сенімділігін арттыру мақсатында Ұлттық микропроцессорлық орталықтандыру жүйесі – KZ-МПО-МА зияткерлік жүйесі алғаш рет әзірленді;

- KZ-МПО-МА жүйесінің жұмыс алгоритмі мен бағдарламалық кодының әзірленді;

- радиоблоктау жүйесін тәжірибеде қолдану Алматы магистральді желі бөлімшесінің Жетіген – Алтынкөл телімінде эксперименттік сынақ жүргізу негізінде көрсетілді;

- TETRA стандарты бойынша деректерді беру арнасының моделі әзірленді.

Диссертацияның құрылымы кіріспе, 4 бөлім, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымшалардан тұрады.

Кіріспеде диссертациялық жұмыстың таңдалған тақырыбының өзектілігіне негіздеме келтірілген. Ғылыми-зерттеу жұмысының мақсаты, объектісі, пәні және міндеттері тұжырымдалған. Зерттеу нәтижелері сипатталған, олардың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы көрсетілген. Диссертациялық жұмыс нәтижелерінің сенімділігі және апробациялау нәтижелері туралы мәліметтер келтірілген.

Диссертациялық жұмыстың **бірінші бөлімінде** ҚР магистральді теміржол желісінің инфрокұрылымындағы автоматика және телемеханика жүйелерінің қазіргі даму үрдістеріне шолу жасалынып, ТАТ автоматтандырылған жүйелерін жаңғыртудың және зияткерлік басқару жүйесін әзірлеудің ғылыми-техникалық орындылығы анықталған.

Екінші бөлімде модульдік архитектуралы KZ-МПО-МА ұлттық микропроцессорлық орталықтандыру жүйесі әзірленіп, оның негізгі ерекшеліктері мен архитектурасы келтірілген. Сонымен қатар екі жолды бекет негізінде KZ-МПО-МА жүйесінің жұмыс алгоритмі мен бағдарламалық коды әзірленді. Бұрмалар мен бағдарламаларды басқаруға арналған микропроцессорлық орталықтандыру жүйесінің бағдарламалық кодын CENELEC стандарттарының талаптарына сәйкес, алаңдық құрылғыларға қосылмай-ақ верификациялау және валидациялау мақсатында жүйенің қауіпті істен шығу жиілігі $\lambda_{\text{МПО}}$ анықталып, қауіпсіздікті толық қамтамасыз ету деңгейінің көрсеткіші анықталды.

Үшінші бөлімде ПҚИРЖ-Е сигналдарын TETRA желісі арқылы беру негіздері жан-жақты қарастырылып, радиосигналдардың таралу модельдері талданып, осы жүйеде мүмкін кедергілер мен шулар, Доплер эффектісі, хендовер талқыланды. Бөлімнің басты нәтижелерінің бірі базалық станцияларды орналастыруды жоспарлаудың үлгілері, және оны математикалық модельдеуді жүзеге асыру үшін цифрлық рельеф үлгілерінің деректер базасы дайындалып, пойыз қозғалысының ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін TETRA стандарты бойынша деректерді беру арнасын бағалау әдістемесі әзірленіп, өткізілген сынақ нәтижелері талқыланды. Жүргізілген эксперименттер Алтынкөл-Жетіген теліміндегі қолданыстағы ПҚИРЖ-Е жүйесіндегі маңызды мәселені анықтауға мүмкіндік беріп, оны базалық станцияны қамту моделін дұрыс жоспарлау арқылы шешу мәсілесі қарастырылған.

Төртінші бөлімде ПҚИРЖ-Е жүйесін модельдеу негіздері қарастырылған. ПҚИРЖ-Е жүйесін модельдеудің негізгі мақсаты - TETRA пайдаланушы құрылғыларының қозғалыс сипаттарын бейнелеу.

Қорытындыда диссертацияның нәтижелері мен тұжырымдары келтірілген.

Диссертациялық зерттеу шеңберінде **қорғауға ұсынылып отырған ғылыми тұжырымдардың, қорытындылар мен ұсыныстардың нақтылығы мен ғылыми негізділігі** бірнеше өзара байланысты факторлар арқылы қамтамасыз етіледі. Атап айтқанда, бұл – қазіргі заманғы ғылыми талаптарға сай математикалық аппараттың дұрыс таңдалып, оны тиісті деңгейде қолдану; тәжірибелік зерттеулердің мақсатқа сай ұйымдастырылуы және заманауи техникалық құралдармен жеткілікті түрде жабдықталуы; теориялық тұрғыда алынған нәтижелер мен нақты жүргізілген эксперименттік мәліметтердің арасында сапалық және сандық сәйкестіктің орнауы. Сонымен қатар, диссертация

барысында алынған ғылыми нәтижелердің нақты практикалық міндеттерді шешу барысында қолданылуы олардың қолданбалы құндылығын айқындап, тұжырымдардың өміршендігін және сенімділігін дәлелдейді.

Сенімділік дәрежесі мен апробациялау нәтижелері.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері келесі іс-шараларда баяндалды және талқыланды:

- Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «International Satbayev Conference 2023» (Сәтбаев оқулары – 2023). Ғылым және технологиялар: идеядан енгізуге дейін (Қазақстан, Алматы, Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2023 жылғы 12 сәуір);

- XI Халықаралық жоғары оқу орындары арасындағы студенттер мен жас ғалымдардың ғылыми баяндамалар байқауына арналған ғылыми-тәжірибелік конференция «ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ОЗЫҚ ШЕШІМДЕР» (Қырғызстан, Бішкек, Халықаралық инновациялық технологиялар университеті, 2023 жылғы 25–26 мамыр);

- Railway Systems Colloquium аясында баяндама (Германия, Дрезден, Дрезден техникалық университеті, 2024 жылғы 24 қазан), сертификат алынған;

- VI Халықаралық студенттік ғылыми-тәжірибелік конференция «Жастардың цифрлық форумы YDF-2025» (Қазақстан, Алматы, «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ, 2025 жылғы 27 наурыз);

- Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Satbayev International Conference 2025» (Сәтбаев оқулары – 2025). «Инженерлік және өндірістік жүйелердегі жасанды интеллект: үдерістерді оңтайландыру мен автоматтандыруға арналған шешімдер» (Қазақстан, Алматы, Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2025 жылғы 11 сәуір), I дәрежелі дипломмен марапатталған.

Барлық баяндамалар түрлі деңгейдегі семинарларда, конференцияларда және дөңгелек үстелдерде ұсынылған.

Диссертациялық жұмыс 2022–2024 жылдарға арналған AP13068231 «Бұрмалар мен бағдаршамдарды микропроцессорлық орталықтандырудың ұлттық жүйесінің жұмыс жасау алгоритімдерін зерттеу және өндеу» ғылыми жобасы аясында орындалды.

Нәтижелердің жариялынымдары. Диссертациялық жұмыстың материалдары бойынша 12 мақала, 1 өнертабысқа патент және 1 пайдалы модельге патент жарияланды, олардың ішінде:

- Scopus және WoS деректер базасына енгізілген журналдарда 3 мақала;
- Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті тізіміне енген басылымдарда 5 жұмыс;

- конференциялар, симпозиумдар мен семинарлар материалдарында 4 жұмыс жарияланған.

Ғылыми басылымдар:

1. Сансызбай К.М., Орунбеков М.Б., Шукманов Ж.Е., Тасболатова Л.Т., Сагмединов Д.Б. Общие тенденции развития систем железнодорожной автоматики и телемеханики на сети железных дорог Казахстана // Вестник КазАТК. – 2022. – № 2 (121). – С. 414-424. – DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-121-2-414-424>.

2. Сансызбай К.М., Ведерников Б.М., Тасболатова Л.Т., Орунбеков М.Б., Шукманов Ж.Е. Влияние асимметрии тягового тока на устойчивость аппаратуры РЦ и АЛС // Вестник КазАТК. – 2022. – №123(4). – С. 319–329. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-123-4-319-329>

3. Тасболатова Л. Т., Орынбет М. М. Моделирование и анализ схемы согласования в BTS системы интервального регулирования движения поездов //

XI Международная межвузовская научно-практическая конференция-конкурс научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения». – Бишкек, 25–26 мая 2023 г.

4. Тасболатова Л.Т., Орынбет М.М., Сансызбай К.М. Анализ характеристик электромагнитной связи системы передачи бализа-ВТМ в системах интервального регулирования движения поездов // Международная научно-практическая конференция «International Satbayev Conference 2023 (Сатпаевские чтения – 2023). Наука и технологии: от идеи до внедрения», Алматы, 12 апреля 2023 г. – С. 331–338.

5. Сансызбай Қ., Бахтиярова Е., Батырханов М., Тасболатова Л., Сагмединов Д. Анализ аварийных ситуаций на железнодорожных переездах Казахстана // Вестник КазАТК. – 2023. – № 2 (125). – С. 401–411. – DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2023-125-2-401-411>.

6. Национальная микропроцессорная система централизации с модульной архитектурой KZ-МППЦ-МА: пат. на изобр. № 36788 РК. Зарегистрировано 14.06.2024 / Сансызбай Қ. М., Патокин Г. С., Батырханов М. Ш., Бахтиярова Е. А., Сагмединов Д. Б., Тасболатова Л. Т.

7. Sansyzbay K., Bakhtiyarova Ye., Iliev T., Tasbolatova L., Sagmedinov D. Method of Evaluation of the TETRA Standard Data Transmission Channel for Ensuring Information Security of the Railway Transport System // TEM Journal. 2024. Vol. 13, № 3. P. 2512–2521. DOI: 10.18421/TEM133-77. URL: https://www.temjournal.com/content/133/TEMJournalAugust2024_2512_2521.pdf.

8. Sansyzbay K.M., Bakhtiyarova Y.A., Iliev T., Patokin G.S., Tasbolatova L.T. and Sagmedinov D.B. Development of an Algorithm for a National Microprocessor-Based Centralization System With a Modular Architecture KZ-MPC-MA Featuring Advanced Intelligent Control Functions // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – P. 193229–193240. – DOI:10.1109/ACCESS.2024.3521219.

9. Тасболатова Л., Орынбет М., Сансызбай К., Тураева А., Ақтайлақова Д. Моделирование коммуникационных каналов TETRA в системах интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала // Вестник КазАТК. – 2024. – № 3(132). – С. 176–184. – DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2024-132-3-176-184>.

10. Тасболатова Л. Т., Орынбет М. М., Сансызбай К. М., Mascheck U. Разработка алгоритма и написание программного кода микропроцессорной системы KZ-МППЦ-МА // Материалы Международной научно-практической конференции «Satbayev International Conference 2025» (Сатпаевские чтения – 2025). – Алматы, 11 апреля 2025 г.

11. Тасболатова Л., Орынбет М., Сансызбай Қ., Тураева А., Ақтайлақова Д. Анализ оценивания радиоканала TETRA в СИРДП-Е при наличии потерь связи // Вестник КазАТК. – 2025. – № 2(137). – С. 393–402. – DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2025-137-2-393-402>.

12. Тасболатова Л. Разработка модели канала передачи данных в железнодорожных системах автоматики // Молодежный цифровой форум – Youth Digital Forum (YDF-2025): материалы VI Междунар. студ. науч.-практ. конф. – Алматы: Международный университет информационных технологий, 2025. – С. 545–553.

13. L. Tasbolatova, K. Sansyzbay, M. Orynbet, U. Maschek, Ye. Bakhtiyarova, A. Turayeva. Development of a Radio Data Transmission Channel Model to Ensure Train Safety // Journal of Internet Services and Information Security (JISIS), volume: 15, number: 2 (May), pp. 622–640. DOI: 10.58346/JISIS.2025.I2.043