



МРНТИ 73.29.17

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-150-1-148-161>

Ғылыми мақала

Қазақстан темір жолдарының өткізу қабілетін арттыру үшін цифрлық ұлттық микропроцессорлық жартылай автоматты блоктау жүйесі

Қ.М. Сансызбай^{1*}, Е.А. Бахтиярова¹, Т.О. Чигамбаев², Ө.К. Әбдірашев³,
З. Баданбекқызы⁴

¹«Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ

²Мұхамеджан Тынышпаев атындағы АЛТ университеті

³Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

⁴Азаматтық авиация академиясы

(E-mail: k.sansyzbai@iitu.edu.kz)

Аңдатпа. Мақалада жабдықтың тозуына, көлік жүктемесінің ұлғаюына және аппараттық жағдайлар санының өсуіне байланысты теміржол станцияларында туындайтын өзекті мәселелер қарастырылады. Белгі беру, орталықтандыру және блоктау жүйелерінің жай-күйін талдау олардың физикалық тозуы рұқсат етілген нормалардан айтарлықтай асып түсетінін және пойыздар қозғалысының қауіпсіздігі мен өткізу қабілетінің төмендеуіне әкелуі мүмкін екенін көрсетті.

Ескірген, нашар интеграцияланған жүйелерді пайдалану және жеткізушілерге жоғары тәуелділік отандық ТЖАТ-қа көшуді талап етеді. Осыған байланысты технологиялық тәуелсіздікті қамтамасыз ету және өндіріс тиімділігін арттыру үшін отандық ТЖАТ-ты дамыту басымдыққа айналады.

Мақалада «ҚТЖ» ҰК» АҚ желісіндегі теміржол көлігі құрылғыларының көрсеткіштері, Қазақстан Республикасының магистральдық желісінде жұмыс істейтін ПҚИР және ЖАБ ұзындығының салыстырмалы талдауы, әзірленіп жатқан ұлттық цифрлық МЖАБ жүйесінің құрылымы ұсынылған. және сыйымдылық есептеулері. Тасымалдаулардың түзу учаскелерінде әзірленетін ұлттық цифрлық МЖАБ жүйесі, егер жол жақсы жағдайда болса, учаскенің жылдамдығын 200 км/сағ дейін арттыруға мүмкіндік береді. Есептеулер талдауы көрсеткендей темір жол желісіне жартылай автоматты блокировка жүйесінің орнына бір жолды автоблокировканы енгізу арқылы телімнің өткізу қабілеттілігін 16,2% арттыруға әкеледі, ал егерде жартылай автоматты блокировка жүйесінің орнына екі жолды желіде автоблокировка жүйесін енгізу арқылы телімнің өткізу қабілеттілігін 202,5% дейін арттыруға мүмкіндік береді. Жартылай автоматты блокировканы автоматтыға ауыстыру арқылы телімнің өткізу қарқындылығын 3,5% арттырады.

Түйін сөздер: теміржол автоматикасы, телемеханика және байланыс; пойыздар қозғалысын интервалды реттеу; микропроцессорлық жартылай автоматты блоктау; өткізу қабілеті.

Түсті 10.12.2024. Жөнделді 28.02.2025. Мақұлданды 17.03.2025. Онлайн қолжетімді 31.03.2025

*Хат-хабар үшін автор

Кіріспе

Мемлекет басшысының 2020 жылғы 1 қыркүйектегі «Қазақстан жаңа нақты ахуалда: іс-қимыл уақыты» Қазақстан халқына Жолдауын іске асыру жөніндегі Ұлттық іс-шаралар жоспарының тармақтарының бірі [1] Қазақстан халқына Жолдауын жүзеге асыруға бағытталған заманауи инфрақұрылымдық жобаларын енгізу арқылы Қазақстанның көлік-транзит секторының бәсекеге қабілеттілігін, транзиттік маршруттардың сервистік деңгейін және жылдамдығын арттыру мүмкіндік береді.

Теміржол көлігі ҚР жетекші көлік секторларының бірі ретінде экономиканың барлық секторлары сияқты «Қазақстан-2050» стратегиясына сәйкес инфрақұрылымды жаңғырту және соңғы инновациялық технологияларды енгізу кезеңіне өтуде.

Еуразияның орталығында орналасқан Қазақстан өзінің инфрақұрылымының арқасында бес халықаралық темір жол көлік дәлізін байланыстыратын айтарлықтай транзиттік әлеуетке ие. Негізгі дәліз Транскаспий халықаралық көлік бағыты болып табылады, ол Қазақстанның Еуропаға экспорты үшін баламалы жол ретінде барған сайын маңызға ие болып отыр [2].

Қазіргі уақытта «көлік дәліздерінде» және ірі қалалардың қала маңындағы аймақтарында тасымалдау көлемінің тұрақты өсуі байқалады. Мамандардың болжауынша, тасымалдау қажеттілігі өсе береді. Алайда, көптеген теміржол учаскелерінің өткізу қабілеті таусылды, бұл жаңа экономикалық, технологиялық және ұйымдастырушылық жағдайларда теміржол көлігінің магистральдық желісінің (МЖ) тасымалдау және өткізу қабілетін арттырудың экономикалық тиімді әдістерін әзірлеуді талап етеді.

Пойыздардың қозғалысын басқару жүйелері тасымалдаудың белгіленген қауіпсіздігін қамтамасыз етіп қана қоймайды, сонымен қатар тасымалдау процесінің параметрлеріне белгілі бір шектеулер қояды және осылайша оның тиімділігіне әсер етеді. Сондықтан теміржол көлігінің даму тарихында тасымалдаудың тиімділігін арттыру және олардың көлемін ұлғайту мақсатында қозғалысты басқару жүйелерінің функционалдық сипаттамалары мен техникалық параметрлері жақсарды. Мәселен, мысалы, теміржол желілерінің тасымалдау қабілетін арттыру қажеттілігіне қарай пойыздар қозғалысын интервалды реттеу жүйелерінің (ПҚИРЖ) келесі поездар арасындағы аралықтарды қысқарту бойынша функционалдық мүмкіндіктері кеңейтілді: жезлдық жүйелер жартылай автоматты блоктау жүйелерімен (ЖАБ) ауыстырылды. Бұл, атап айтқанда, қосымша параллель жолдарды тасымалдау көлемі артып келе жатқан учаскелерде енгізу мерзімін ұзартуға мүмкіндік берді.

Қазақстан Республикасында «ҚТЖ» ҰК» АҚ темір жол автоматикасы және телемеханика (ТЖАТ) жүйесі негізінен тиісті инфрақұрылым көрсеткіштерімен сипатталады. Пойыздар қозғалысын басқаруды және бақылауды қамтамасыз ететін ТЖАТ құрамына мыналар кіреді:

- электрлік орталықтандыру жүйелері (ЭО);
- аралықта пойыздар қозғалысын интервалды реттеу жүйелері (ПҚИРЖ);
- переездік сигнализация;
- диспетчерлік орталықтандыру (ДО) мен диспетчерлік бақылау (ДБ) жүйелері.

Аралық телімдегі жылжымалы құрам қозғалысын бақылау және басқаруға төмендегідей ПҚИРЖ кіреді:

- автоблокировка (АБ);
- жартылай автоматты блокировка (ЖАБ);
- радиоблокировка (РБ).

Жартылай автоматты блокировка (ЖАБ) – бір немесе екі жолды аралықтардағы пойыздардың қозғалысын интервалды реттеуге арналған құралы белгі беру, орталықтандыру және блоктау (СОБ) құрылғыларымен жабдықталған бекеттерге іргелес аралықтарда, оның ішінде бұрмалардың ЭО және кез-келген үлгідегі сигналдармен жабдықталады [3].

Қазіргі уақытта бір-бірімен нашар интеграцияланған ескірген технологияларды пайдаланатын көптеген өндірістік жүйелер қолданылуда. Инфрақұрылым вендерлік жеткізушілеріне өте тәуелді және оларды ұстау мен жаңғырту үшін айтарлықтай шығындарды талап етеді. Сондықтан отандық ТЖАТ дамыту мәселесі өзекті болып отыр.

Әдіснама

Бүгінгі таңда магистральдық желінің пайдалану ұзындығы 14 906 км құрайды, жалпы саны 849 теміржол станциясы бар. Магистральдық желі мен станциялар поездардың өткізгіштігі мен өңдеу қабілетінің берілген параметрлері кезінде олардың пойыздарының қауіпсіздігі мен үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін пойыздар қозғалысын басқаруға арналған автоматика, телемеханика, есептеуіш техника және информатика жүйелерімен жабдықталған [4].

Аралықтарда пойыздардың қозғалысын қауіпсіздігін қамтамасыз етудің техникалық жүйелері болатын логикалық принциптер. Блоктау жүйелері келесі критерийлер бойынша жіктеледі:

- кезекшінің немесе диспетчердің іс-әрекетін қауіпсіз Техникалық бақылаудың болуы немесе болмауы;
- жүйелерді орталықтандыру дәрежесі.

Орталықтандырылған жүйелерде ақпарат жергілікті деңгейде бір блоктау постынан келесіге беріледі. Айта кету керек, осы функциялар контекстіндегі станциялар, разъездер және басып озу пункттері де блоктау бекеттері болып табылады. Орталықтандырылған жүйелерде бірнеше блок-бекеттерден алынған ақпарат бір жерде жиналады, яғни жүйе блок-посттарды қашықтан басқару мен жолдың бостығын бақылауды қамтамасыз етуі шарт. ТАТ жүйелері негізінен 1-кестеде келтірілген тиісті инфрақұрылым көрсеткіштерімен сипатталады [5].

1-кесте. «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ желісіндегі ТАТ құрылғыларының көрсеткіштері

№	Техникалық құралдардың атауы	Өлшем бірлігі	Жалпы саны
1	Диспетчерлік орталықтандыру	км.	14803,55
2	Бекеттік жүйелер	ед.	849

2.1.	Кілттік тәуелділік	ед.	30
2.2.	Бекеттік орталықтандыру ЭО, МПО, РПО	ед.	839
3	Бекеттік жүйелермен жабдықталмаған	ед.	12
4	Жолдық блокировка	км.	14 468,55
4.1.	Автоматты блокировка	км.	10 311,85
4.2.	Радиоблокировка (пайдалануға берілмеген)	км.	0 (1 570)
4.3.	Жартылай автоматты блокировка (СИРДП-Е)	км.	3 970,5 (1 570)

ПҚИРЖ-мен жабдықталған желінің ұзындығы: автоматты блоктау АБ – 10311,85 км (65%), жартылай автоматты блоктау (СИРДП-Е) – 3970,5 (1570) км (35%) (1-сурет). АБ және ЖАБ жүйелері әр жылдары (1960-2000) жаңа теміржол учаскелерін салу немесе қолданыстағы теміржол учаскелерін қайта құру кезінде енгізілді.

Соңғы 7 жылда (2011-2017 ж.ж.) салынған теміржолдардың жаңа учаскелері (1570 км) радиоблокировкамен жабдықталған.

Қазіргі уақытта «ҚТЖ» ҰК» АҚ магистральдық желісінде жолдық блокировка жүйесінің 31 түрі қолданылады [6]. 2-кестеде келтірілген деректерге сәйкес 35 және одан да көп жыл сыни пайдалану мерзімі – 4 387 км (38,6%), 3501 км (30,85%) ПҚИРЖ пайдалану мерзімі 40 жылдан асады. Бұл ретте жекелеген учаскелер 50 жылдан астам уақыт бойы пайдаланылып келеді (өткен ғасырдың 60 жылдарында пайдалануға берілген).

Теміржол автоматикасы мен телемеханика жүйелерінің жай-күйін талдау қолданыстағы жабдықтың тозуы 70%-дан асатынын және 2030 жылға қарай бұл көрсеткіш 85%-дан асуы мүмкін екенін көрсетеді.

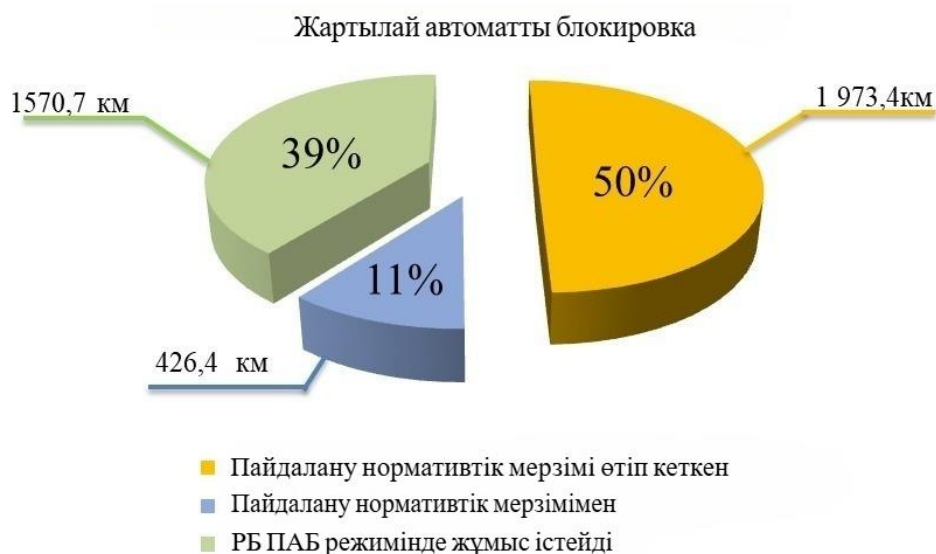
Осылайша, қолданыстағы сигнал беру, орталықтандыру және блоктау жүйелерімен жабдықталған теміржол учаскелерін қайта құру және жаңарту басым міндеттер болуы керек. Көптеген жүйелер ескірген және реле, басқару пульті және басқа компоненттер сияқты аналогтық жабдыққа негізделген, олар енді өндірілмейді, бұл оларды күтіп ұстау мен ауыстыруды қиындатады [7].



1-сурет. ҚР магистральдық желісінде пайдаланылатын ПҚИРЖ ұзындығы

Магистральдық желіде жұмыс істеу үшін көптеген маңызды өндірістік жүйелер қолданылады. Бұл жүйелер ұзақ уақыт бойы қолданылады, олардың көпшілігі ескірген технологиялар мен әртүрлі элементтік базалар, бір-бірімен еркін интеграцияланған платформалар негізінде жасалған. Осының нәтижесінде ҚР теміржол желісінің инфрақұрылымы осы шешімдердің вендерлік жеткізушілеріне қатты тәуелді, ал оларды пайдалану күтіп-ұстауға және жаңғыртуға қосымша шығындарды талап етеді. Көптеген өндірістік жүйелердің, соның ішінде схемалар мен бағдарламалық жасақтаманың логикасы ескірген және магистральдық желі инфрақұрылымының талаптарына әрдайым сәйкес келе бермейді. Бұл жүйелердің негізі аналогтық аппаратура – реле, басқару пульті, пульт-табло, дабыл бергіштер, индикаторлар, релелік және аккумуляторлық шкафтар, Мелентьев құлыптары, бағыттаушы аппараттар және т. б. болып табылады. Мұндай жүйелердің жабдықтары іс жүзінде тоқтатылды, нәтижесінде оларды ұстау және ауыстыру қорымен қамтамасыз ету мүмкіндігі жоқ [6].

I және II санаттағы теміржол желілері автоматты блоктау немесе радиоблоктау құрылғыларымен жабдықталуы керек, ал III және IV санаттағы жолдарда және аз жұмыс істейтін желілерде пойыздар қозғалысының кепілдік қауіпсіздігін қамтамасыз ететін пойыздардың қозғалысын реттеудің қарапайым құралдары болуы мүмкін. Мұндай құрылғыларға ең алдымен жартылай автоматты блоктау (ЖАБ) немесе қазіргі уақытта жұмыс істеп тұрған жағдайда электр жезлдық жүйені сақтау жатады (2-сурет) [4-5].



2-сурет. Қазақстан Республикасының магистральдық желісіндегі пайдаланылатын жартылай автоматты блоктау жүйесінің ұзындығы

Теміржол желілерінің өткізу қабілетін қамтамасыз етуді талдауға сүйене отырып, ТАТ жүйелерін жақсарту, жаңғырту тасымалдау процесін жеделдетуге және тиісінше тасымалдардан түсетін кірістерді ұлғайтуға әсер етеді. Мәселен, мысалы, XX ғасырдың аяғы мен XXI ғасырдың басында сигнал беру, орталықтандыру және блоктау құрылғыларын енгізу кезінде пойыздардың қозғалыс қауіпсіздігі деңгейінің

жоғарылауымен теміржолдардың өткізу қабілеттілігінің айтарлықтай (бірнеше есе) өсуі байқалды [8].

Қазақстан Республикасының темір жол көлігіндегі ПҚИРЖ жүйелерінің ағымдағы тозу деңгейі құрылғылардың бірнеше рет істен шығу қаупін және соның салдарынан өткізу қабілетінің айтарлықтай төмендеуін, жүктерді тасымалдау бойынша міндеттемелерді орындамауды, кірістердің жоғалуын және айыппұл санкцияларын тудырады.

Негізгі мәселелерге жатады [6]:

– Қазақстанда теміржол көлігі жүйелерін әзірлеу және сертификаттау үшін мамандандырылған ұйымдардың болмауы.

– Жүйелер мен жабдықтар өндіретін отандық кәсіпорындардың тапшылығына байланысты шетелдік өндірушілерге тәуелділік.

– Енгізілген микропроцессорлық және цифрлық жүйелер үшін сервистік қызмет көрсету қажеттілігі, көбінесе білікті персоналдың жетіспеушілігінен сыртқы мамандарды тартуды талап етеді.

– Қызметкерлерде шағын механикаландыру құралдарының және мамандандырылған құралдың болмауы.

– Станциялардың немесе жолдардың конфигурациясы өзгерген кезде үшінші тарап мамандарын тарту, бұл шығындарды арттырады және жобаларды қиындатады.

Қазақстанның темір жолдарындағы автоматика және телемеханика жүйелерінің құрылғыларын елеулі түрде модернизация жасалмаған жағдайда «Қазақстанның 2050 жылдарға қарай әлемдегі бәсекеге қабілетті 30 елдің қатарына кіруі жөніндегі «Қазақстан-2050» стратегиясын орындау мүмкін болмайды. Қолданыстағы тозығы жеткен жүйелер басқа дамыған елдердегі теміржол автоматикасының және телемеханикасының цифрлық микропроцессорлық жүйелерімен бәсекеге түсе алмайды [9].

Аралықтардың тікелей учаскелерінде әзірленіп жатқан МЖАБ ұлттық цифрлық жүйесі, жолдың жақсы жай-күйімен учаскенің жылдамдығын сағатына 200 км-ге дейін арттыруға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта ЖАБ кезінде аралық станцияларды автоматты әрекетке түрлендіруге арналған құрылғылар кеңінен қолданылады. Жекелеген бөлек пункттердің автоматты жұмысы екі көршілес бекет кезекшілерін қосады және блок-посттарда пойыздарды кесіп өту қажеттілігі болмаған кезде екі аралықты бір аралыққа қосу жолымен жартылай автоматты блокировка жұмысын қамтамасыз етеді.

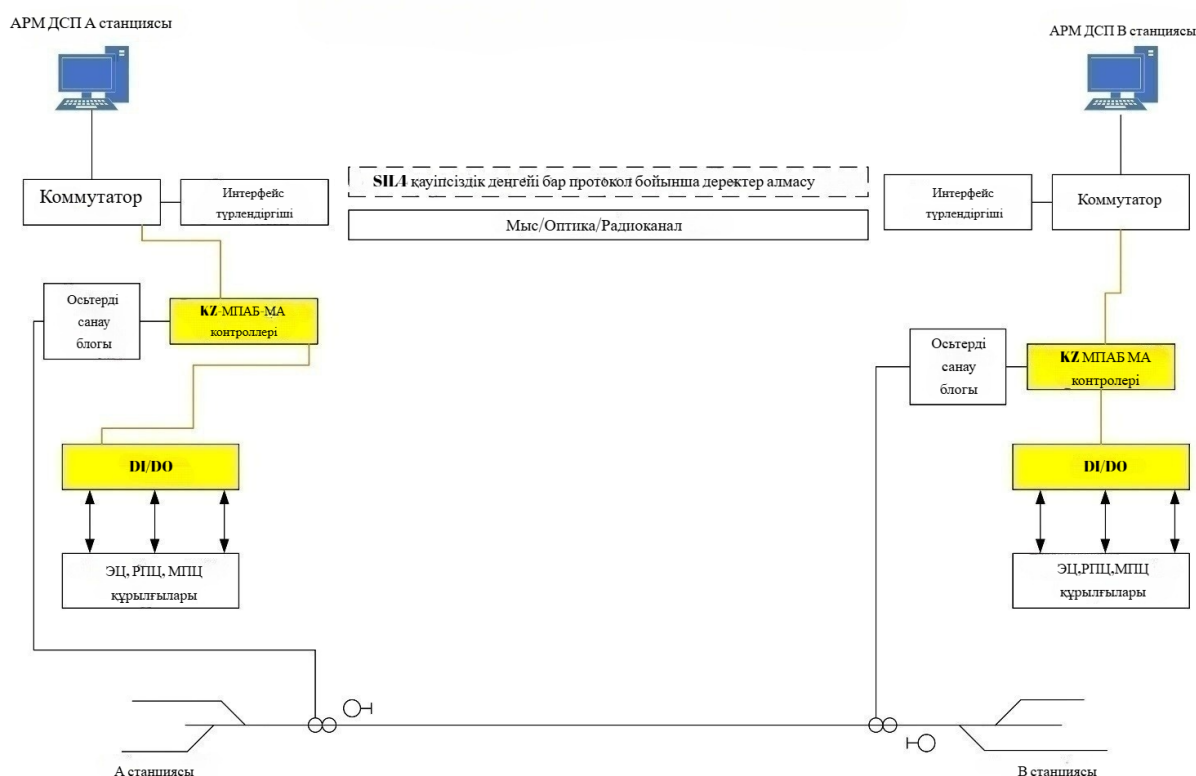
Микропроцессорлық жартылай автоматты блокировка екі бірдей жартылай жиынтықтан тұрады – көршілес бекеттердегі релелік бөлмеде орналасқан контроллер блоктары (3-сурет). Автоматты бақылау пунктінде жабдық стандартты сигналдық релелік шкафта немесе тасымалданатын модульде орналасады. Оны қосу үшін қосымша байланыс кабелінің сымдары қажет емес. Оны пайдалану ЖАБ жаңа элементтік базаға ауыстыруға, пойыздар қозғалысының қауіпсіздігін арттыруға, ЖАБ функционалдығы мен сенімділігін кеңейтуге, қызмет көрсетуді жеңілдетуге, Құрылыс және пайдалану кезінде шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Әзірлеу барысында пойыздарды қабылдау және жөнелту кезінде станция бойынша кезекшінің әдеттегі іс-қимыл тәртібі сақталады. МЖАБ аппаратурасы бірдей блоктар мен тораптарды пайдалана отырып, бірыңғай аппараттық-бағдарламалық платформа негізінде әрекет етеді.

МЖАБ-ның сыртқы СОБ жүйелерімен өзара әрекеттесуі МЖАБ контроллері блогының тиісті кірістеріне түсетін дискретті басқарушы әсерлерді қабылдау және басқарушы релелерді қосуға командалар беру арқылы жүзеге асырылады.

МЖАБ аралықта қолдану нәтижесінде күрделі құрылысқа, посттық құрылғыларды орнатуға және жөндеуге кететін шығындар азаяды.

Байланыс желілері ретінде МЖАБ цифрлық жүйесі сымды байланыс арналары жоқ немесе олардың құрылысы тиімсіз болған жағдайларда, мысалы, Алматы қаласының метрополитені радиоарнаны пайдалана алады.



3-сурет. Әзірленіп жатқан ұлттық цифрлық МЖАБ жүйесінің құрылымы

Талшықты-оптикалық байланыс желілері мен радиоарна бойынша деректерді беру жүйелерін пайдалану физикалық желіні (кабельдік және әуе), демек, құрамында мыс бар материалдарды ұрлауды болдырмау арқылы пайдалану шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. МЖАБ жабдықталған учаскелерді диспетчерлік басқаруға беруге болады.

Өткізу қабілеттілігін арттыру.

Темір жол телімінің өткізу қабілеті деп оның техникалық сипаттамаларына және қозғалысты ұйымдастыру әдістеріне байланысты бір тәулікте осы телім арқылы өте алатын белгілі ұзындықтағы және салмақтағы жүк пойыздарының (поезд жұптарының) ең көп санына қатысты.

Темір жолдың бір жолды телімінің өткізу қабілеті белгілі бір дәрежеде сигнал беру, орталықтандыру және блоктау құрылғыларына байланысты, өйткені соңғылары пойыз аралық және бекет аралық интервалға әсер етеді.

Пойыздар қозғалысын параллельді ұйымдастырумен бір жолды шектеу учаскесінің максималды өткізу қабілетін есептеу формула [10] арқылы жүзеге асырылады:

$$N_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{mex}}) \cdot \alpha_n}{t_x + \Sigma \tau}, \quad (1)$$

мұндағы t_x – пойыздар жұбының (екі бағытта) шектейтін учаскесі бойынша таза жүру уақыты; t_{mex} – жоспарлы түрде құрылыс пен жөндеу жұмыстарына бөлінген тәуліктік уақыт көлемінің ұзақтығы, мин

Қолданыстағы механикаландыру құралдарымен және жұмыс технологиясымен t_{mex} өнімділікті есептеудегі мән бір жолды желілер үшін 75 минут, қос жолды кірістірулері бар желілер үшін – 90 минут, ал екі жолды желілер үшін – 150 минут қабылданады.

α_n – техникалық жабдықтың сенімділігін ескеретін коэффициент; $\Sigma \tau$ – пойыздар жұбының бекет аралық интервалын сақтау үшін үдеу және баяулауы, мин.

$$\Sigma \tau = \tau_{\text{nn}} + \tau_{\text{скр}} + \tau_{\text{рз}}, \quad (2)$$

мұндағы τ_{nn} – қарсы бағыттағы пойыздардың бір мезгілде мезгілде келмейтін аралығы; $\tau_{\text{скр}}$ – пойыздарды кесіп өту интервалы; $\tau_{\text{рз}}$ – пойызды үдету мен баяулату уақыт интервалы.

Екі жолды учаскенің өткізу қабілеті пойыздардың аралық бөлек пункттер арқылы бір жақты және тоқтаусыз қозғалысы бар әрбір жол үшін жеке анықталады:

– телім автоблокировка және диспетчерлік орталықтандыруды пайдаланған кезінде;

$$N_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{mex}}) \cdot \alpha_n}{J_p}, \quad (3)$$

мұндағы J_p – орнықтырылған бағыттағы пойыздар арасындағы есептелген аралық интервал.

– телім жартылай автоматты блокировка пайдаланған кезінде;

$$N_{\max} = \frac{(1440 - t_{\text{mex}}) \cdot \alpha_n}{t_{\text{сп}} + \tau_{\text{nc}}}, \quad (4)$$

мұндағы $t_{\text{сп}}$ – жүк пойызының аралықта шектеуші телім бойынша жүру уақыты, мин; τ_{nc} – пойыздардың бір бағыттағы жүруінің бекет аралық интервалы, мин.

Нәтижелер мен талқылаулар

Жоғарыда көрсетілген формулаларға сүйене отырып, орташа желіні кесіп өту көрсеткіштерін, жүру уақытын және т.б. жартылай автоматты блокировканың орнына

бір жолды телімде автоблокировканы енгізу өткізу қабілеттілігін арттыруға мүмкіндік береді.

$$(28,97+6+4+4)/(28,97+3+1+4)=16,2\%$$

Жартылай автоматты блокировканың орнына екі жолды телімге автоблокировканы енгізу арқылы телімнің өткізу қарқындылығының жоғарылауына әкеледі:

$$(15+9,2)/8=202,5\%.$$

Осылайша ұзындығы 3289,77 шақырым бір жолды жартылай автоматты блокировканың және ұзындығы 13250 шақырым екі жолды желілердің болуын ескере отырып, барлық желілердің 15887,29 шақырымды автоблокировкаға ауыстыру өткізу қабілеттілігін арттыруға мүмкіндік береді:

$$20,73\% \cdot 16,22 + 0,083\% \cdot 202,5\% = 3,5\%$$

Бұл ретте, формулалардан көрініп тұрғандай телімнің өткізу қарқындылығын есептеу барысында техникалық құралдардың (инфрақұрылым мен жылжымалы құрамның), оның ішінде белгі беру, орталықтандыру және блоктау құрылғыларының жұмысының сенімділігін ескеретін коэффициенттер қолданылады.

Нақты дереккөздерге сай сенімділік – бұл машиналардың, механизмдердің, құрылғылардың, құрылымдардың және т.б., олардың жұмыс сипаттамаларын қажетті уақыт аралығында сақтай отырып, белгілі бір функцияларды орындауға арналған қасиеті. Пойыздар қозғалысын басқару жүйесінде олардың сенімділік деңгейін сипаттау үшін екі негізгі көрсеткіш қолданылады: істен шығу ағынының параметрі және қалпына келтірудің орташа уақыты.

Қорытынды

«ҚТЖ» ҰК» АҚ желісіндегі ескірген ТЖАТ жүйелерінің жай-күйіне жүргізілген талдау бір-бірімен әлсіз интеграцияланған жабдықтардың тозуының жоғары деңгейін анықтауға мүмкіндік берді, бұл теміржол инфрақұрылымы жұмысының тиімділігінің төмендеуіне және вендорлық жеткізушілерге жоғары тәуелділікке және өткізу қабілетінің жеткіліксіздігіне әкеледі.

Отандық ТЖАТ-қа көшу технологиялық тәуелсіздікті арттыруға, жабдыққа қызмет көрсету және жаңғырту шығындарын азайтуға, сондай-ақ әртүрлі жүйелердің неғұрлым жоғары интеграциялану дәрежесін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Әзірленіп жатқан МЖАБ ұлттық цифрлық жүйесі цифрлық технологиялар мен зияткерлік алгоритмдерді пайдалану арқылы қауіпсіздіктің жоғары деңгейін қамтамасыз етеді, пойыздардың қозғалыс жылдамдығын арттыруға және теміржол желілерінің өткізу қабілетін арттыруға, сондай-ақ жабдыққа қызмет көрсету мен жөндеу шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Осылайша, отандық ТЖАТ, оның ішінде МЖАБ жүйесін әзірлеу және енгізу Қазақстандағы теміржол тасымалдарының тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін қажетті қадам болып табылады.

Алғыс айту, мүдделер қақтығысы

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті бағдарламалық-мақсаттық қаржыландыру шеңберінде қаржыландырады (грант № «BR28512103 Интеллектуалды басқару функциялары бар KZ-МЖАБ-МА цифрлық жартылай автоматты блоктаудың интеграцияланған үлестірілген модульдік жүйесін әзірлеу)

Авторлардың қосқан үлесі.

Сансызбай Қ.М. – Ұлттық цифрлық микропроцессорлық жартылай автоматты блокировка жүйесінің архитектурасын әзірлеу

Бахтиярова Е.А. – «Қазақстан темір жолы» ҰК» АҚ желісіндегі ТАТ құрылғыларының көрсеткіштеріне талдау жүргізу.

Чигамбаев Т.О. – Телімнің өткізу қабілеттілігін арттыру бойынша әдістерді ұсынды.

Әбдірашев Ө.К. – Мәліметтер жинақтап, тұжырымдама жасау.

Баданбекқызы З. – Талдау, визуализация, интерпретация, жазу, өңдеу.

Әдебиеттер тізімі

1. О мерах по реализации Послания Главы государства народу Казахстана от 1 сентября 2020 года «Казахстан в новой реальности: время действий» <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2000000413>

2. Концепция технической политики Акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» и его дочерних организаций на 2025-2029 годы. Астана 2024, С. 9-14.

3. Техническая политика департамента автоматизации, телемеханики и телекоммуникаций на период с 2017 по 2022 гг. Астана, 2017.

4. Стратегия развития железнодорожной автоматизации магистральной сети АО «НК «ҚТЖ» (Согласно стратегии развития АО «НК «ҚТЖ» до 2029 г.). Астана, 2022. С. 5-19.

5. Kanibek Sansyzbay, Yelena Bakhtiyarova, Teodor Iliev, Laura Tasbolatova, Daniyar Sagmedinov. Method of Evaluation of the TETRA Standard Data Transmission Channel for Ensuring Information Security of the Railway Transport System. TEM Journal, 13(3), 2512-2521. DOI: 10.18421/TEM133-77 (https://www.temjournal.com/content/133/TEMJournalAugust2024_2512_2521.pdf).

6. Сансызбай К.М., Орунбеков М.Б., Шукаманов Ж.Е., Тасболатова Л.Т., Сагмедиев Д.Б. Общие тенденции развития систем железнодорожной автоматизации 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>

7. Характеристики ремонтов, сроки службы и межремонтные сроки для основных устройств и оборудования в хозяйстве сигнализации и связи. ЦШ/554-10. Астана 2012 г.

8. Sansyzbay K.M., Kuandykov A.A., Bakhtiyarova Ye.A., Vlasenko S.V., Mamyrbayev O.Zh. Radio communication channel interaction method, maintaining train performance information security // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 31st March 2020. Vol.98. No 06. pp. 957-969. <http://www.jatit.org/volumes/Vol98No6/5Vol98No6.pdf>

9. Бахтиярова Е.А., Сансызбай К.М. Анализ рисков в случае неосуществления модернизации существующих систем в Республике Казахстан // Материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Эффективность и безопасность электрических комплексов и систем автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте», Омский государственный университет путей сообщения, 28 ноября 2019г. С. 97-105. https://www.omgups.ru/science/conf/2019/docs/sb_eff_bez_2019.pdf

10. Нормативы численности работников дистанции сигнализации и связи акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы». №826-ЦЗ от 20.10.2017 г. Астана, 2017.

К.М.Сансызбай^{1*}, Е.А.Бахтиярова¹, Т.О.Чигамбаев², О.К.Абдирашев³, З.Баданбекқызы⁴

¹АО «Международный университет информационных технологий»

²АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева

³НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»

⁴Академия Гражданской авиации

Цифровая национальная микропроцессорная система полуавтоматической блокировки для увеличения пропускной способности железных дорог Казахстана

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы, возникающие на железнодорожных станциях в связи с износом оборудования, увеличением транспортной нагрузки и ростом количества аварийных ситуаций. Анализ состояния систем сигнализации, централизации и блокировки показал, что их физический износ существенно превышает допустимые нормы и может привести к снижению безопасности движения поездов и пропускной способности.

Использование устаревших, слабо интегрированных систем и высокая зависимость от вендерных поставщиков требуют перехода на отечественные СЖАТ. В связи с этим разработка отечественных СЖАТ становится приоритетным направлением для обеспечения технологической независимости и повышения эффективности производства.

В статье приводятся показатели устройств ЖАТ на сети АО «НК «КТЖ», сравнительный анализ протяженности СИРДП и ПАБ, эксплуатируемые на магистральной сети РК, представлена структура разрабатываемой национальной цифровой системы МПАБ и расчеты пропускной способности. Разрабатываемая национальная цифровая система МПАБ на прямых участках перегонов при хорошем состоянии пути позволит увеличить скорость участка до 200 км/час. Результаты расчетов показывают, что внедрение системы автоблокировки на однопутной линии вместо ПАБ способствует увеличению пропускной способности на 16,2%, на двухпутной линии – на 202,5%, а замена полуавтоматической блокировки на автоматическую увеличит пропускную способность на 3,5%.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика, телемеханика и связь; интервальное регулирование движения поездов; микропроцессорная полуавтоматическая блокировка; пропускная способность.

K.M.Sansyzbay^{1*}, Y.A.Bakhtiyarova¹, T.O.Chigambaev², O.K.Abdirashev³, Z.Badanbekkyzy⁴

¹Joint-Stock Company "International University of Information Technologies"*,

²ALT University named after Mukhamedzhan Tynyshpayev,

³L.N. Gumilyov Eurasian National University

⁴Academy of Civil Aviation

Digital national microprocessor-based semi-automatic interlocking system to increase railroad capacity in Kazakhstan

Abstract. The article deals with the current problems arising at railway stations due to the wear and tear of equipment, increasing traffic load and growing number of accidents. Analysis of the state of signaling, centralization and interlocking systems has shown that their physical wear and tear significantly exceeds permissible norms and can lead to a decrease in train traffic safety and throughput capacity.

The use of outdated, poorly integrated systems and high dependence on vendor suppliers require the transition to domestic RATS. In this regard, the development of domestically produced RATS. becomes a priority to ensure technological independence and improve production efficiency.

The article presents the indicators of RATS devices on the network of JSC "NC 'KTZh', a comparative analysis of the length of SIRDP and PAB operated on the main network of the Republic of Kazakhstan, the structure of the national digital MSAB system being developed and capacity calculations. Developed national digital system of MSAB on straight sections of crossings, at good condition of a way will allow to increase speed of a section up to 200 km/hour. Analysis of calculations shows that introduction of autoblocking on single-track line instead of SAB leads to increase of throughput capacity – 16,2%, introduction of autoblocking on double-track line instead of SAB leads to increase of throughput capacity – 202,5%, replacement of semi-automatic blocking by automatic blocking will increase throughput capacity by 3,5%.

Key words: railway automation, telemechanics and communication; interval train control; microprocessor-based semi-automatic interlocking; throughput capacity.

References

1. On measures to implement the Message of the Head of State to the people of Kazakhstan dated September 1, 2020 "Kazakhstan in a new reality: time for action" <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2000000413>
2. Concept of technical policy of Joint Stock Company "National Company 'Kazakhstan Temir Zholy' and its subsidiaries for 2025-2029. Astana 2024, pp. 9-14.
3. Technical Policy of the Department of Automation, Telemechanics and Telecommunications for the period from 2017 to 2022. Astana 2017
4. Strategy for the development of railway automation on the main network of JSC "NC "KTZ" (According to the strategy for the development of JSC "NC "KTZ" until 2029), Astana, 2022, pp. 5-19.
5. Kanibek Sansyzbay, Yelena Bakhtiyarova, Teodor Iliev, Laura Tasbolatova, Daniyar Sagmedinov. Method of Evaluation of the TETRA Standard Data Transmission Channel for Ensuring Information Security of the Railway Transport System. TEM Journal, 13(3), 2512-2521. DOI: 10.18421/TEM133-77 (https://www.temjournal.com/content/133/TEMJournalAugust2024_2512_2521.pdf).

6. Sansyzbay K.M., Orunbekov M.B., Shukamanov Zh.E., Tasbolatova L.T., Sagmedinov D.B. General trends in the development of railway automation and telemechanics systems on the railway networks of Kazakhstan. Bulletin of KazATK, No. 2 (121), 2022, pp. 414-424. DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-121-2-414-424>.

7. Characteristics of repairs, service lives and interrepair periods for major devices and equipment in the signaling and communications industry. TSH/554-10. Astana 2012.

8. Sansyzbay K.M., Kuandykov A.A., Bakhtiyarova Ye.A., Vlasenko S.V., Mamyrbayev O.Zh. Radio communication channel interaction method, maintaining train performance information security // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 31st March 2020. Vol.98. No 06. pp. 957-969. <http://www.jatit.org/volumes/Vol98No6/5Vol98No6.pdf>

9. Bakhtiyarova E.A., Sansyzbay K.M. Risk analysis in the case of failure to modernize existing systems in the Republic of Kazakhstan. Materials of the All-Russian scientific and technical conference with international participation "Efficiency and safety of electrical complexes and automation systems in railway transport," Omsk State University of Railway Transport, November 28, 2019, pp. 97-105 https://www.omgups.ru/science/conf/2019/docs/sb_eff_bez_2019.pdf

10. Norms of number of employees of the signaling and communication distance of the joint-stock company "National Company 'Kazakhstan Temir Zholy'. No. 826-CZ dated 20.10.2017. Astana 2017

Авторлар туралы мәлімет:

Сансызбай Қ.М. – PhD доктор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Киберқауіпсіздік» кафедрасының зерттеуші профессоры, Манаса көшесі 34 А, Алматы, Қазақстан, 8-701-283-55-23, k.sansyzbai@iitu.edu.kz

Бахтиярова Е.А. – т.ғ.к., Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасының меңгерушісі, Манаса көшесі 34 А, Алматы, Қазақстан, 8-707-347-36-10, y.bakhtiyarova@iitu.edu.kz

Чигамбаев Т.О. – т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, «Мұхамеджан Тынышпаев атын-дағы АЛТ университеті» акционерлік қоғамының «Жылжымалы құрам» кафедрасының меңгерушісінің м.а., Шевченко көшесі 97, Алматы, Қазақстан, 8-777-255-71-48, t.chigambayev@alt.edu.kz

Ө.К.Әбдірашев – «Ғарыштық техника және технологиялар» кафедрасының доцент м.а., PhD, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көшесі 2, Астана, Қазақстан, 8-702-682-16-92, omeke_92@mail.ru

З. Баданбекқызы – Филология ғылымдарының кандидаты, ЖАҚ доценті, Азаматтық авиация академиясының профессоры, «Азаматтық авиация академиясы» АҚ, Ахметова 44, 050039, Алматы, Қазақстан, zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru

Сансызбай К.М. – PhD доктор, профессор-исследователь кафедры «Кибербезопасность», Международный университет информационных технологий, ул. Манаса, 34 А, Алматы, Казахстан, 8-701-283-55-23, k.sansyzbai@iitu.edu.kz

Бахтиярова Е.А. – к.т.н., заведующий кафедрой «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Международный университет информационных технологий, ул. Манаса, 34 А, Алматы, Казахстан, 8-707-347-36-10, y.bakhtiyarova@iitu.edu.kz

Чигамбаев Т.О. – к.т.н., ассоциированный профессор, и.о. заведующий кафедрой «Подвижной состав», Акционерное общество «АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева», ул. Шевченко 97, Алматы, Казахстан, 8-777-255-71-48, t.chigambayev@alt.edu.kz

О.К. Абдирашев – PhD, и.о., доцент кафедры «Космическая техника и технологии», Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева 2, Астана, Казахстан, 8-702-682-16-92, omeke_92@mail.ru

З. Баданбеккызы – кандидат филологических наук, доцент ЗАО, профессор Академии гражданской авиации, АО «Академия Гражданской авиации», Ахметова 44, 050039, Алматы, Казахстан, zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru

Sansyzbay K.M. – PhD, Research Professor, Department of Cyber Security, International University of Information Technologies, 34 A Manas str., University of Information Technologies, 34 A Manas St., Almaty, Kazakhstan, 8-701-283-55-23, k.sansyzbai@iitu.edu.kz

Bakhtiyarova YA. – Candidate of Technical Sciences, Head of Department “Radio Engineering, Electronics and Telecommunications”, International University of Information Technologies, 34 A Manas str., Almaty, Kazakhstan, 8-707-347-36-10, y.bakhtiyarova@iitu.edu.kz

Chigambaev T.O. – Candidate of Technical Sciences, acting head of department “Rolling Stock”, Joint Stock Company “ALT University named after Mukhamedjan Tynyshpayev”, 97 Shevchenko str., Almaty, Kazakhstan, 8-777-255-71-48, t.chigambayev@alt.edu.kz

О.К. Abdirashev – PhD, acting, associate professor of the Department of Space Engineering and Technologies, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, st. Satpayeva 2, Astana, Kazakhstan, 8-702-682-16-92, omeke_92@mail.ru

Z. Badanbekkyzy – Candidate of philological Sciences, Associate Professor of CJSC, professor of the Academy of Civil Aviation, Academy of Civil Aviation, Ahmetova 44, Almaty, 050039, Kazakhstan, zaure.badanbekkyzy.51@mail.ru



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).