

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Беделғазы Бауыржан Болатұлы

Метрополитендегі пойыздардың қозғалысын басқару және реттеу жүйелерінің
ерекшелігін зерттеу

Дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6B07103-Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Автоматтандыру және басқару кафедрасының меңгерушісі, физика-математика ғылымдарының кандидаты

_____ Алдияров Н.У.

«_____» _____ 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

«Метрополитендегі пойыздардың қозғалысын басқару және реттеу жүйелерінің ерекшелігін зерттеу»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

Беделғазы Бауыржан Болатұлы

Рецензент:

техника ғылымдарының магистрі,
аға оқытушы

_____ Умбетбеков А.Т.

«_____» _____ 2023 ж.

Ғылыми жетекші:

техника ғылымдарының магистрі,
аға оқытушы

_____ Баяндина Г.С.

«_____» _____ 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Автоматтандыру және басқару кафедрасының меңгерушісі, физика-математика ғылымдарының кандидаты

— _____ Алдияров Н.У.
« ____ » _____ 2023 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Беделғазы Бауыржан Болатұлы

Жобаның тақырыбы: Метрополитендегі пойыздардың қозғалысын басқару және реттеу жүйелерінің ерекшелігін зерттеу

Университет проректоры **Б.А.Жаутиковтың «23» қараша 2023ж. № «408-П/Ө»**

бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « ____ » _____ 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) негізгі бөлім, арнайы бөлім.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): технологиялық сұлба.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 20 атаулардан тұрады.

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім		
Арнайы бөлім		

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен,
кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Баяндина Г.С., техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы		
Арнайы бөлім	Баяндина Г.С., техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы		
Норма бақылаушы	Жеңіс А.Б., техника ғылымдарының магистрі, ассистент		

Ғылыми жетекшісі _____ Баяндина Г.С.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы _____ Беделғазы Б.Б.

Күні _____ «_____» _____ 2023 ж.

АНДАТПА

"Алматы метрополитенінің қауіпсіздігі мен жылжымайтындылығын басқару» дипломдық жұмыс Алматы қаласының метрополитенінің жүрістік жүйесін зерттеу және талдау қызметінен тұратын. Жұмыс, метрополитен жүрістік жүйесінің өзгерту, қауіпсіздікті, тиімділікті және жаттығуларды қамтамасыз етуге баулу процестерін зерттеу мен оптималдауға арналған.

Аннотацияда өзара ұйымдастырылған литературалық шығармалар, жинайды әдістеме жасалған деректер жинау және бағалау анализі көрсетіледі. Жүрістік жүйенің қалыпты жетістіктері, автоматты жүйе мен жүргізу жәдігерлері, жүрістік жоспарлау және бақылау әдістері талданатын маңызды мәселелерді қамтамасыз етеді.

Зерттеудің негізгі мақсаттары, жүрістік жүйенің қазіргі күйін талдау, өзгертудің мүмкіндіктерін, тәуліктер мен тиімділікті жетілдіру үшін тапсырыс беру және оптималдау әдістерін ұсынуға арналған. Жұмыста ыңғайлы әдістемелер, жолдардың оптималдауы, байланыс және қайтару жүйесін дамыту көрсетіледі.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа "Управление движением поездов Алматинского метрополитена» посвящена исследованию и анализу системы управления движением поездов в метрополитен города Алматы. Цель работы заключается в изучении и оптимизации процессов управления, с целью обеспечения безопасности, эффективности и пунктуальности движения поездов.

В аннотации представлен обзор литературы и собранные данные, а также проведенный анализ текущей системы управления движением поездов Алматинского метрополитена. Рассматриваются основные аспекты, включая систему сигнализации, автоматическое управление поездами, методы планирования и контроля движения.

Основные задачи исследования включают анализ текущих проблем и ограничений в системе управления, выявление узких мест и неэффективных процессов, а также предложение рекомендаций и методов оптимизации. В работе рассматриваются различные подходы, такие как внедрение новых технологий, оптимизация графиков движения, улучшение системы связи и обратной связи.

ANNOTATION

"The Management of Train Operations in Almaty Metro» is a diploma thesis dedicated to the study and analysis of the train operation management system in Almaty Metro. The objective of the work is to examine and optimize the management processes to ensure the safety, efficiency, and punctuality of train operations.

The abstract presents a review of relevant literature, collected data, and conducted analysis of the current train operation management system in Almaty Metro. Key aspects including signaling systems, automatic train control, train scheduling methods, and monitoring are discussed.

The main research tasks involve analyzing current issues and limitations in the management system, identifying bottlenecks and inefficient processes, and providing recommendations and optimization methods. The study considers various approaches such as the implementation of new technologies, optimization of train schedules, improvement of communication and feedback systems.

The research findings can be valuable for the metro administration, dispatch engineers, and all stakeholders involved in the management and planning of train operations in the metro system. The diploma thesis provides a comprehensive understanding of the current management system and offers practical recommendations to enhance the efficiency and safety of train operations, ensuring a smoother and more effective transportation flow for passengers in Almaty Metro.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	6
1 НЕГІЗГІ БӨЛІМ	7
1.1 Метрополитеннің дамуына аналитикалық шолу	7
1.2 Алматы метрополитенінің құрылымы	10
1.3 Алматы метрополитенінің қызметтері	14
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	22
2.1 Метрополитенде СВТС жүйесінің қолданылуы	22
2.2 Метрополитендегі электронды орталықтандыру (ЕІЕ) жүйесінің сипаттамасы	26
2.3 ЕІЕ жүйесінің құрылу принципі	29
2.4 Жүйенің бағдарламалық қамсыздандырылуының құрылу принципі	32
2.5 ЕІЕ жүйесінің ақпаратты тарату модульдерінің техникалық сипаттамалары	36
2.6 Бұғаттаудың логикалық сұлбасын қоректендіру модулі	37
2.7 Логикалық бұғаттау сұлбасының CPU модулі	40
2.8 Логикалық бұғаттау сұлбасының өзара әрекеттесу модулі	42
2.9 Логикалық бұғаттау сұлбасының мәліметтерді енгізу модулі	43
2.10 Логикалық бұғаттау сұлбасының деректерін шығару модулі	45
2.11 Логикалық орталықтандыру сұлбасының түзеткіші	47
2.12 БЕКЕТТЕГІ ЭЛЕКТРЛІК ОРТАЛЫҚТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІНІҢ ҚАЖЕТТІ ПАЙДАЛАНУ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЕСЕПТЕУ	48
2.13 Метрополитенде автоматика құрылғыларын электрмен қоректендіру параметрлерін есептеу	48
2.14 Таратқыш құрылғыларға қосылатын электр қабылдағыштары қуатын есептеу	49
2.15 Таратқыш трансформаторы үшін ажыратқыш таңдау есебі	50
ҚОРЫТЫНДЫ	52
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	53

КІРІСПЕ

Дипломдық жұмыстың өзектілігі: Қала тұрғындарын тасымалдау мақсатында метрополитеннің алатын орны ерекше, себебі жеңіл көлік, автобус, троллейбус және трамвай секілді көлік түріне қарағанда қаланың бір орнынан екінші орнына дейін тұрғындарды тасымалдау едәуір тез уақытта іске асырылады.

Бүгінгі күнде электрлік орталықтандыру жүйелерінің элементтік базасының орындалуымен ерешеленетін түрлі жүйелер шығарылған. Қазіргі таңда темір жол желісінде қолданыстағы электрлік орталықтандыру жүйелерінің элементтік базасы электромагнитті реленің көмегімен орындалса, жыл өткен сайын жүйенің эксплуатациялық қызмет көрсету мерзімінің аяқталуына және олардың физикалық тұрғыда тозуына, сонымен қатар бүгінгі күнде жүк және жолаушылар тасымалында қойылатын заманауи талаптарды орындауда қауқарсыздығына байланысты элементтік базаның электромагнитті реледен – релелі-процессорлы негізде немесе толықтай микропроцессорлық негізде орындалған жүйелердің сан алуан түрлері шығарылғандығын айтып кеткен жөн. Олардың бір-бірінен негізгі айырмашылығы тек атауы мен өндіруші компания атауында ғана емес, олардың бағдарламалық қамтамасыз ету кешендерінің әртүрлілігінде болып келеді.

Қазіргі таңда темір жол бекеттерінде бұрмалар мен бағдаршамдарды бір орталықтан басқару үшін релелі элементтік негізде орындалған ЭО-2, ЭО-8 және ЭО-9 типтік альбомдарымен орындалған релелік орталықтандыру жүйелері қолданылып келеді. Олардың кемшілік тұстары бірқатар жаңа оқу әдебиеттерінде және ғылыми мақаладарда толықтай дәлелденген. Айта кетсек, негізгі кемшілік аппаратура санының көптігі, эксплуатациялық шығынның көптігі және бекеттің тиісті әрі қажетті өткізу қабілеттілігін орындай алмауы болып келеді.

Бүгінгі күнде Алматы қаласы метрополитені 2019 жылы – 9,04 млн, 2020 жылы – 12,2 млн, 2021 жылы – 16,3 млн тұрғынды тасымалдаған. Бүгінгі күні қала тұрғындары метрополитен қызметін жиі қолданып келеді. Сонымен қатар, метрополитен қызметтерін қолдану өзекті болу себебінен, Алматы қаласында тағы 2 бекет іске қосылуы жоспарлануда.

Дипломдық жұмыстың мақсаты: Метрополитенде пойыздар қозғалысын басқару және бақылау жүйелерінің ерекшеліктерін және жұмыс істеу принциптерін зерттеу болып табылады.

Дипломдық жұмыстың зерттеу объектісі: Дипломдық жұмыста зерттеу объектісі ретінде – Алматы қаласы Метрополитен коммуналды-мемлекеттік кәсіпорны таңдалды.

Дипломдық жұмыстың тапсырмалары: Алматы қаласы метрополитенінің құрылымын зерттеу; бекеттер мен электрлік депо ерекшеліктерін зерттеу; метрополитенде қолданылатын автоматика және телемеханика жүйелерінің ерекшеліктерін және жұмыс істеу принципін зерттеу.

1 НЕГІЗГІ БӨЛІМ

1.1 Метрополитеннің дамуына аналитикалық шолу

Әлемнің әртүрлі елдерінің қазіргі заманғы ірі қалаларына тән белгілері халықтың қарқынды өсуі, көлік магистральдарының, энергетиканың дамуы, экологиялық қауіптіліктің артуы болып табылады. Негізгі проблемалардың бірі қалалық көлік проблемасын шешу болып табылады, бұл ең алдымен халық санының өсу қарқынынан 4-5 есе асып түсетін автомобильдер санының өсуіне, көше магистральдарының өткізу қабілетінің сарқылуына, автотұрақтардың болмауына байланысты.

Қазіргі заманғы ірі қалалардың құрылымы әртүрлі бағыттар бойынша бүкіл халықтың қозғалысын қамтамасыз ете отырып, қаланың бүкіл тұрғын және өнеркәсіптік «бөлігінің» өздерінің «артерияларымен» өтетін көлік жолдарының кең желісіз мүмкін емес. Қалалардың қарқынды өсуі кезінде жолаушылар тасымалдарының көлемі соншалықты елеулі болғаны соншалық, жер үсті жолаушылар көлігі желілерінің (трамвай, троллейбус, автобус) жұмыс істеп тұрған желісі ұлғайған тасымалдарға төтеп бере алмайды және қалалық көлік проблемасын шеше алмайды.

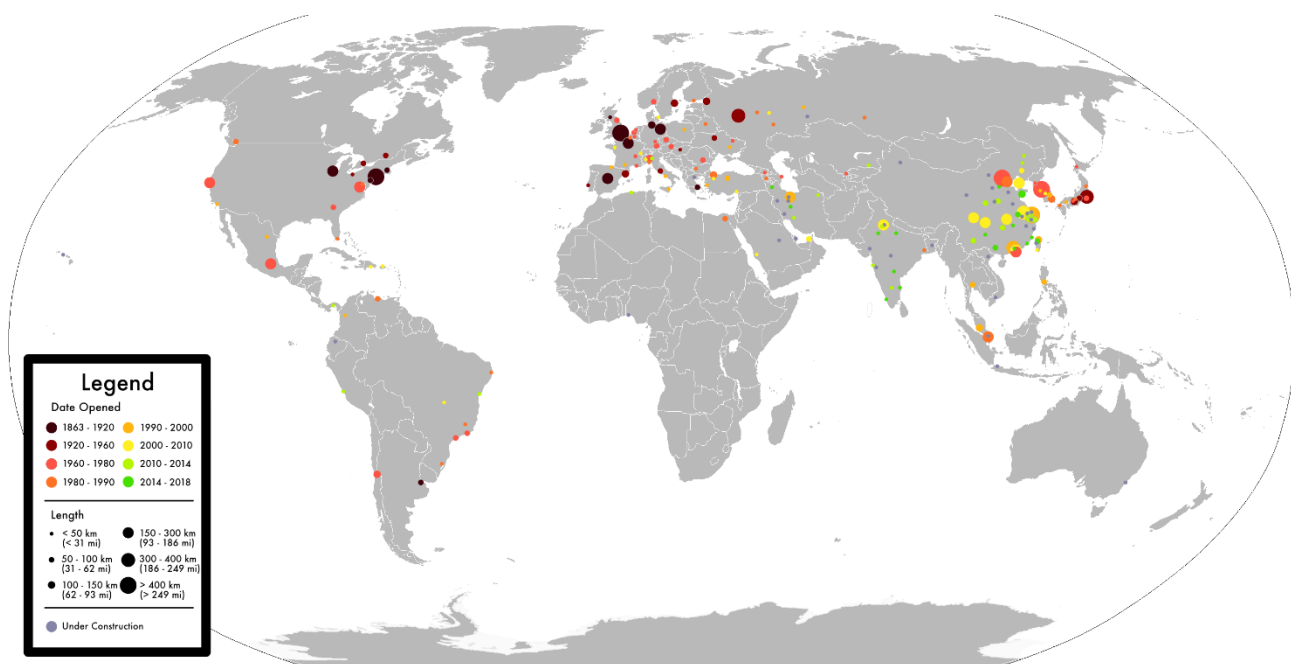
Әдеттегі трамвай бір бағытта сағатына 5-тен 10 мың жолаушыға дейін жолаушылар ағыны бар қала көшелерінде көліктің негізгі түрі ретінде қолданылады. Троллейбус пен автобусты сағатына 3-8 мың жолаушы тасымалдайтын бағыттарда пайдалану ұтымды. 500 мыңнан астам халқы бар ірі қалаларда көптеген магистральдарда жолаушылар ағыны сағатына бір бағытта 10 мың жолаушыдан асады, бұл жағдайда жеңіл рельсті қолданған жөн. Тұрақты жолаушылар ағынымен 20 мыңнан астам жолаушылар сағатына бір бағытта жаппай Жолаушылар тасымалы мәселесін метро арқылы шешу керек.

Метрополитеннің өткізу қабілетіне қысқаша тоқталатын болсақ, 6 вагон құрамы кезінде метрополитен бір бағытта 1 сағатта 50 мың адамға дейін, ал 8 вагон құрамы кезінде 70 мыңға дейін желінің тасымалдау қабілетін қамтамасыз етеді, бұл ретте метрополитен қазіргі уақытта жаппай жолаушылар көлігінің ең жетілдірілген және ыңғайлы түрі болып табылады.

Сонымен қатар, егер көшедегі жаппай жолаушылар көлігі жолаушыларды 5-6 км қашықтықта тасымалдау мәселесін шешсе, онда метро бұл диапазонды қала аумағының шегіне дейін кеңейтеді.

Қалалық көліктің ең тиімді және ыңғайлы түрі ретінде, кепілдендірілген сапар уақыты бар жолаушыларды жаппай тасымалдауды (қозғалыс аралығы – 1,5-тен 5 минутқа дейін) қамтамасыз ететін метрополитеннің әлеуметтік маңызы зор. Халық санының өсуіне және қалалар шекарасының ұлғаюына байланысты, әсіресе қала маңы аймағының дамуына байланысты метрополитеннің рөлі едәуір артады. Сонымен бірге, метро – бұл нақты кесте бойынша жолаушылар тасымалының үздіксіздігін қамтамасыз етуге арналған заманауи автоматтандырылған жабдықтармен жабдықталған әртүрлі инженерлік құрылыстардың үлкен және күрделі кешені.

2021 жылдың қорытындысы бойынша әлемде 56 елде 186 метро жүйесі бар болып саналады. Алғашқы метро 1863 жылы ашылған және алғаш рет 1890 жылы электрлендірілген, Лондонда болды. Әлемдегі метрополитен қолданылу картасы 1.1 суретте көрсетілген.



1.1 - сурет – Әлемдегі метрополитен қолданылу картасы

Ол әлемдегі ең көнесі болып саналады. Ең ұзын-Шанхай метросы, ал ең көп жүктелген – Пекин. Станциялар саны бойынша Нью-Йорк метрополитені көш бастап тұр. Әлемдегі ең көп бекеттер шоғырланған метрополитен көрсеткіштерінің диаграммасы 1.2 суретте көрсетілген.

Әлемдегі ең ірі метро:

- станциялар мен маршруттар саны бойынша-Нью-Йорк (472 станция, 36 маршрут);

- желілердің ұзындығы бойынша-Шанхай (660 км) және Пекин (608 км);

- жылдық жолаушылар ағыны бойынша – Пекин және Токио;

- күнделікті жолаушылар тасымалы бойынша – Пекин және Мәскеу.

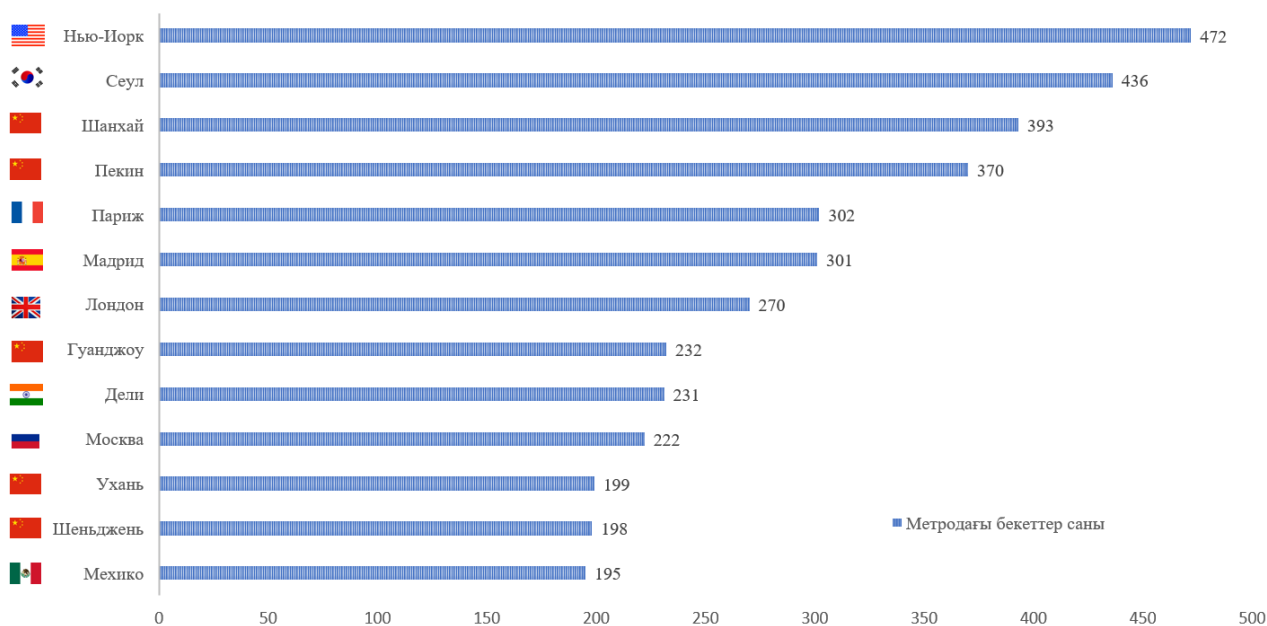
Ең кішкентай метрополитен: Иран Тебризінде, венесуэлалық Маракайбо, итальяндық Катания мен Генуяда, украиналық Днепрде.

Лозанна, Брешиа және Рен – метрополитені бар әлемдегі ең кішкентай қалалар.

Екінші метро Нью-Йоркте 1868 жылы жер үсті ретінде ашылды, бірақ алғашқы жер асты учаскелері сақталмады және кейіннен жер асты жолдарымен ауыстырылды (бірінші жер асты желісі 1904 жылы ашылды).

6 маусым 1892 – Чикаго метрополитенінің алғашқы әуе желісі паровозда ашылды.

Еуропа құрлығында ең көне метрополитендер Будапешт (1896), Глазго (1896), Париж (1900), Берлин (1902), Гамбург (1912).



1.2 - сурет – Әлемде метрополитен бекеттерінің саны бойынша көрсеткіштер диаграммасы

1981 жылы Халықаралық қоғамдық көлік одағының метрополитендер комитеті «Метрополитен темір жолы» деген анықтаманы ұсынды: урбанизацияланған аймақ шегінде жолаушылардың көп мөлшерін сыртқы басқарылатын рельстерде көлік құралдары арқылы тасымалдауға мүмкіндік беретін желінің құрамдас бөлігі болуға арналған, тоннельдерде толық немесе ішінара орналасқан.

Туннельдердің мөлшері вагондардың максималды мөлшерін анықтайды. Сайт жасаушы UrbanRail.Net және метрополитен туралы бірнеше кітаптың авторы Роберт Швандль метрополитеннің келесі белгілерін ұсынады:

- урбандалған жерлерде (қалаларда және қалалық агломерацияларда) пайдаланылады;
- электр тартқышта жұмыс істейді;
- кез - келген басқа қозғалыстан толығымен бөлінген;
- жиі жұмыс істейді (күндізгі жұмыс уақыты 30 минуттан аспайды).

Ұзындығы 6 км болатын бірінші метро желісі Лондонда салынып, 1863 жылы 10 қаңтарда іске қосылды. Бастапқыда Лондондағы бірінші желі бу тартымымен жұмыс істеді, ол 1890 жылдан бастап электр желісіне ауыстырылды.

Екінші метро Нью-Йоркте 1868 жылы жер үсті ретінде ашылды, бірақ алғашқы жер асты учаскелері сақталмады және кейіннен жер асты жолдарымен ауыстырылды (бірінші жер асты желісі 1904 жылы ашылды).

6 маусым 1892 – Чикаго метрополитенінің алғашқы әуе желісі паровозда ашылды.

Еуропа құрлығында ең көне метрополитендер Будапешт (1896), Глазго (1896), Париж (1900), Берлин (1902), Гамбург (1912).

Кейде Стамбулдың Тюнелі және Афины метросы (қаланың еуропалық бөлігі, 1875) Еуропадағы бұл шын мәнінде жерасты фуникуляры болғанына қарамастан (толық Стамбул метросы тек 2000 жылы ашылды) ең көне метрополитендердің қатарына жатады, бірақ ол ашылған кезде (1869) кәдімгі қалалық пойыз болды; 1904 жылы желі үшінші рельсті қолдана отырып электрлендірілді, осы сәттен бастап оны метро деп санауға болады.

Вена метросы да ең көне болып саналады: 1898 жылы Венада қалалық теміржол ашылды, ал 1966 жылы – жерасты трамвайы, тек 1976 жылы толыққанды метрополитеннің негізі болды.

Ресейде бірінші метро желісі 1935 жылы 15 мамырда Мәскеуде салтанатты түрде ашылды. КСРО аумағында метрополитен Ленинград (1955), Киев (1960), Тбилиси (1966), Баку (1967), Харьков (1975), Ташкент (1977), Ереван (1981), Минск (1984), Горький (1985), Новосибирск (1986), Куйбышев (1987) және Свердловск (1991) ашылды.

КСРО ыдырағаннан кейін метрополитен бұрынғы кеңестік үш қалада ғана ашылды: Днепропетровск (1995, Украина), Қазан (2005, Ресей) және Алматы (2011, Қазақстан).

1.2 Алматы метрополитенінің құрылымы

Алматы метрополитенінің бастапқы құрылысын жоспарлау сонау 1988 жылдан басталған. Метрополитен құрылысы негізгі кезеңдерден өтіп, 2011 жылы Қазақстан Республикасының тәуелсіздігінің 20 жылдығына орай алғаш іске қосылды.

Бүгінгі күнде Алматы метрополитені 9 бекеттен және бір электр депо құрылымынан тұрады. Алматы метрополитенінің ұзындығы 11,2 шақырымды құрайды. Алматы метрополитені сызбасы 1.3 суретте көрсетілген.

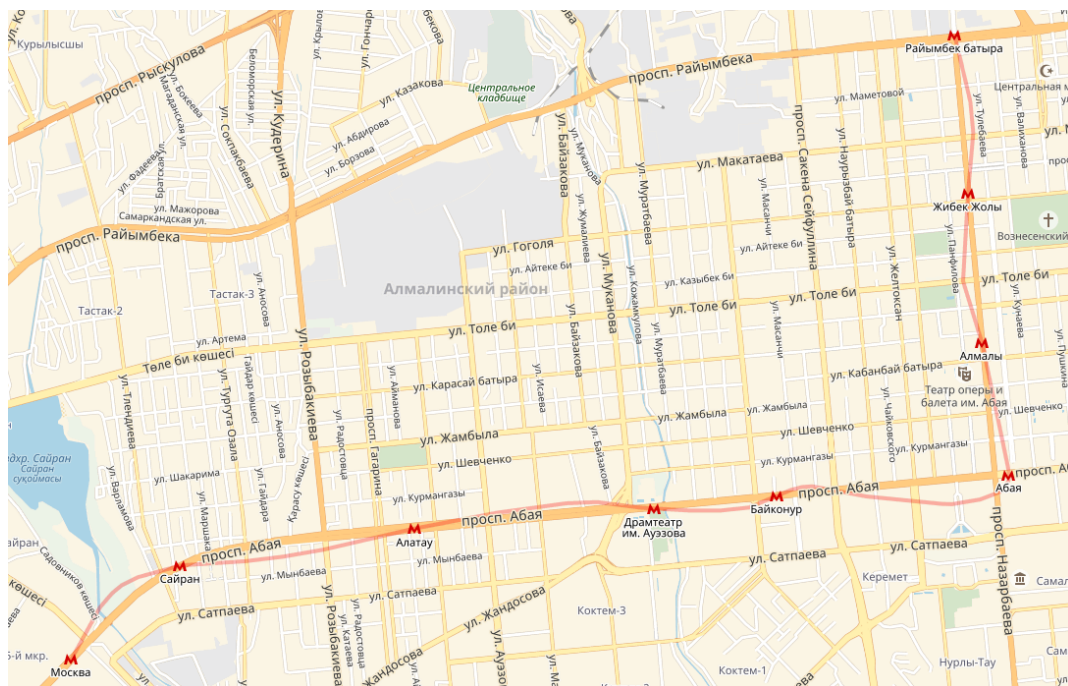
Алматы метрополитенінің келесі бекеттер кіреді:

- «Райымбек батыр» бекеті;
- «Жібек жолы» бекеті;
- «Алмалы» бекеті;
- «Абай» бекеті;
- «Байқоңыр» бекеті;
- «Мұхтар Әуезов атындағы театры» бекеті;
- «Алатау» бекеті;
- «Сайран» бекеті;
- «Мәскеу» бекеті.

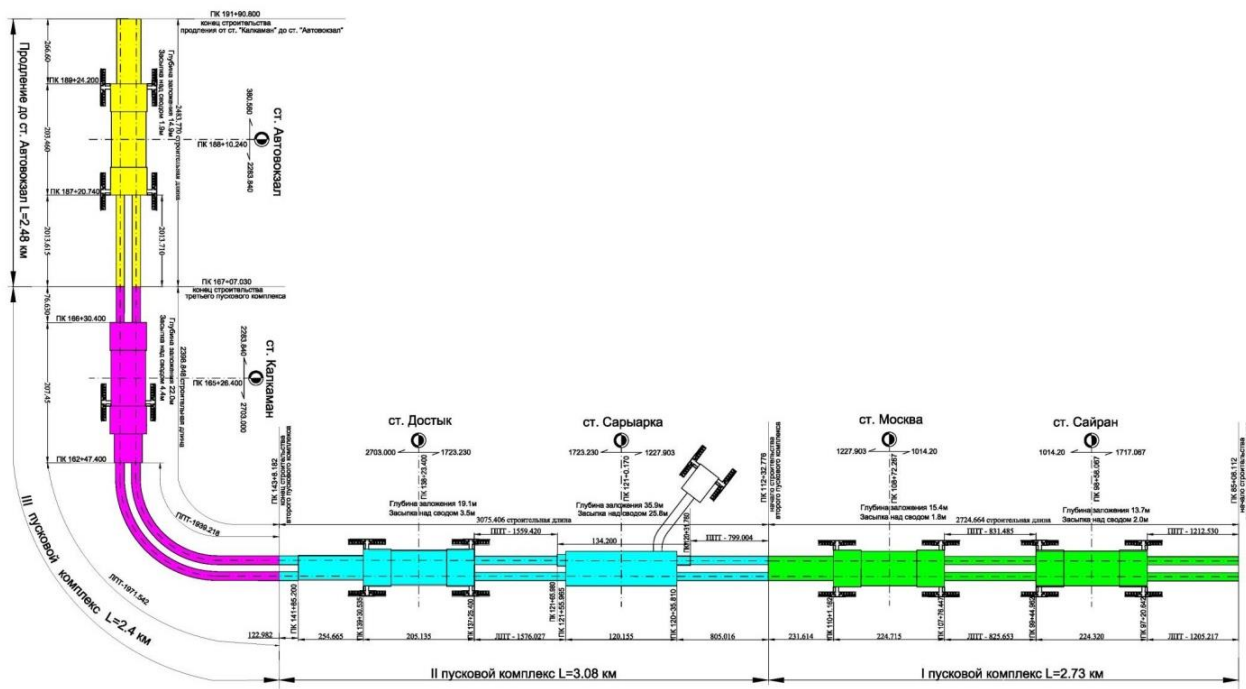
Алматы қаласы метрополитені бірінші желісінің бірінші кезегі 2011 жылдың 1 желтоқсанында іске қосылды. Осы учаскенің жалпы ұзындығы 8,56 км құрайды. Оған жеті бекет кіреді: «Райымбек батыр», «Жібек жолы», «Алмалы», «Абай», «Байқоңыр», «М. Әуезов ат. драма театры» және «Алатау».

Одан әрі дамуы батыс бағытта қарастырылған және 3 іске қосу кешенінен тұрады, сондай-ақ автовокзал «Западный» бекетіне дейін созылған:

- бірінші – Алатау бекетінен Мәскеу бекетіне дейін (пайдалануға енгізілген);
 - екінші – Мәскеу бекетінен Достық бекетіне дейін (салынуда);
 - үшінші – Достық бекетінен Қалқаман бекетіне дейін (жобалануда);
 - созу – автовокзал «Западный» бекетіне дейін (жоспарлануда).
- Алматы метрополитенін дамыту сызбасы 1.4 суретте көрсетілген.



1.3 - сурет – Алматы метрополитені сызбасы



1.4 - сурет – Алматы метрополитенін дамыту сызбасы

Бүгінгі күнде Алматы метрополитені қала тұрғындарының негізгі тасымалдану құралдарының біріне айналууда. Тасымалдау қарқыны жыл сайын артып келеді, яғни 2019 жылы – 9,04 млн, 2020 жылы – 12,2 млн, 2021 жылы – 16,3 млн тұрғынды тасымалдаған.

1.3 Алматы метрополитенінің қызметтері

Қозғалыс қызметі «Метрополитен» КМК-нің дербес құрылымдық бөлімшесі болып табылады, қызмет бастығы басқарады және «Метрополитен» КМК директорының пайдалану жөніндегі орынбасарына тікелей бағынады.

Қызметтің негізгі міндеттері:

- поездардың және жолаушыларды тасымалдаудың қауіпсіз және үзіліссіз қозғалысын қамтамасыз ету;
- жолаушыларға мәдени қызмет көрсетуді ұйымдастыру;
- жолаушылардың «Метрополитенді пайдалану ережелері» қадағалауды бақылау және жолаушылар мен метрополитен арасында қарым-қатынасты реттеу;
- бекет жұмысын ұйымдастыру және оларды тиісті санитарлық жағдайда ұстау;
- аптадағы сағаттар мен күндер бойынша жолаушылар ағымын талдау негізінде поездар қозғалысының тиімді кестесін әзірлеу және ендіру.

Бекет – бұл метрополитеннің беті, жолаушыларға қызмет көрсету басталатын көше беттегі есігі. Бекет жұмыскерлеріне жолаушылармен үнемі байланыста болғандықтан және қызмет көрсету сапасының және метрополитенді толығымен алғанда жұмысының индикаторлары болып табылатындықтан ерекше жауапкершілік артылады.

Әртүрлі кезеңдерде басшылық және ұжым алдында күрделі және маңызды тапсырмалар тұрды. Бастапқы, іске қосу алдындағы кезеңде мамандар ұйытқысын қалыптастыру басты мақсат болып табылды. Бұл тапсырма табысты шешілді, бекеттер басшылары, диспетчерлік және инженерлік-техникалық аппарат жиыстырылды. Оқытылып-үйретілетін ұжым қалыптасты, еңбек жағдайы, техникалық база және техникалық құжаттама жасалды, ал ең соңында қызметтің барлық бөлімдерінің өзара әрекет ететін нақты жүйесі құрылды.

Бекеттер бойынша жұмыстардың жедел үйлесімділігін тәулік бойы бекет бойынша кезекшілер жүргізуде. Метрополитендегі ең маңызды қызметкер - жолаушыларға қызмет көрсету кезекшілері болып табылады, оларға поездарды күтіп алу және жіберу, жолаушыларды поезға отырғызу және одан түсіру, оларға, соның ішінде мүмкіндіктері шектеулі азаматтарға мәдени қызмет көрсету жүктелген.

Бүгінде қызметте басшылар мен инженерлер қызметінде күрделі тапсырмаларды лайықты шешуге қабілетті көптеген жастар қызмет істеуде. Қозғалыс қызметінде өндірістік тәжірибесі бар және тәжірибе алатын барлық

әкімшілік-басқарма, инженерлік-техникалық және кезекші персоналы Алматы метрополитенінің құрылуына және дамуына үлкен үлес қосады.

Қызметтегі барлық ұжымның өзіне жүктелген жауапкершілікті түсінуі және мақсатқа бағытталған жұмыстары, қызмет мақсатқа қол жеткізетіне және жолаушыларға қызмет көрсету сапасы мен мәдениетін одан әрі жетілдіретініне негіздеме береді.

Электрмеханикалық құрылғылар қызметі «Метрополитен» КМК дербес құрылымдық бөлімшесі болып табылады, қызмет бастығы басқарады және «Метрополитен» КМК-нің бас инженеріне тікелей бағынады.

Автоматтандыру, белгі беру және байланыс қызметі «Метрополитен» КМК-нің дербес құрылымдық бөлімшесі болып табылады, қызмет бастығы басқарады және «Метрополитен» КМК директорының пайдалану жөніндегі орынбасарына тікелей бағынады.

Қызметтің тапсырмалары:

- белгі беру және байланыс автоматикасы жүйелеріне (бұдан әрі АББ жүйелері үшін) техникалық қызмет көрсету, қалпына келтіру және жөндеу, пайдалану және кәдеге жарату бойынша жұмыстарды ұйымдастыру;

- АББ жүйелерін дамыту ғылыми-техникалық прогресс, озық технологиялар мен басқа метрополитендердің озық тәжірибесін ендіру негізінде.

Қызмет міндеттері:

- поездар қозғалысының қауіпсіздігін, АББ жүйелерінің жұмыс сенімділігін жоғарлату бойынша ұйымдастыру-техникалық іс-шараларды орындауды бақылау және әзірлеу;

- материалдық ресурстардың пайдаланатын апаттық қалпына келтіру запасын «Метрополитен» КМК бекітілген нормативтерге сәйкес күтіп-ұстауды қамтамасыз ету;

- материалдарды, электрэнергиясын үнемдеу, негізгі құралдарды қолдану көрсеткіштерін жақсарту бойынша іс-шараларды әзірлеу және жүзеге асыру;

- пайдаланудағы АББ құрылғыларының техникалық құжаттамасына өзгерістер енгізу және талдау;

- қызметтегі өнертапқыштық жұмысты ұйымдастыру;

- метрополитеннің жаңа бекеттерінде АББ жүйелерін пайдалануға енгізу бойынша құрылыстық-монтаждық және іске қосу-реттеу жұмыстарының жоспарларын орындауды бақылау;

- қызметтегі негізгі құралдарды күрделі жөндеу жоспарын қалыптастыру және оларды орындауды ұйымдастыру;

- «Метрополитен» КМК бірлесіп кадрларды іріктеу және орналастыру, кәсіпорындағы кадрлық саясатты бекіту және қалыптастыру бойынша іс-шараларды әзірлеу және жүзеге асыру;

- қызметте нормалауды ұйымдастыру және еңбекақыны төлеу бойынша жұмысқа қатысу;

- АББ жүйелерін жаңарту және жөндеу бойынша іс-шараларды әзірлеу және орындау және оларды одан да тиімді қолдану;

- поездардың қозғалыс қауіпсіздігін және еңбекті қорғау ережелерін бұзған жағдайларды анықтаған кезде «Метрополитен» КМК бекіткен тәртіпте қатысу;

- ерекше кезең және төтенше жағдайлар кезінде мобилизациялық дайындық, азаматтық қорғаныс және басқа да іс-шараларды жүзеге асыру бойынша ұсыныстарды дайындау;

- «Метрополитен» КМК бекіткен құпиялық режимді, мемлекеттік және/немесе коммерциялық құпияны құрайтын мәліметтері бар барлық жұмыстары кезінде ақпаратты техникалық қорғаныс бойынша іс-шараларды жүзеге асырумен байланысты ұсыныстарды дайындауды қамтамасыз ету;

- «Метрополитен» КМК бекіткен тәртіпте іс жүргізу және құжаттарды сақтау;

- жұмыстағы жіберілген қателіктер және қызмет жұмысының қорытындысына уәждеме қорын қалыптастыру бойынша материалдық жауапкершілік ұсыныстарын дайындау;

- қызмет қажеттілігі үшін жеткізілетін өнімнің сапасы бойынша кәнар-талаптық жұмысты ұйымдастыру;

- ұжымдық шартпен, еңбек шарттарымен, келісімдермен қарастырылған ішкі еңбек тәртібінің ережелерін қадағалау.

Электрмеханикалық құрылғылар қызметі «Метрополитен» КМК дербес құрылымдық бөлімшесі болып табылады, қызмет бастығы басқарады және «Метрополитен» КМК-нің бас инженеріне тікелей бағынады.

Қызмет тапсырмалары:

- метрополитен нысандары бойынша электрмеханикалық құрылғылардың үзіліссіз және сенімді жұмысын қамтамасыз ету;

- жабдықты техникалық пайдалану ережелеріне және электрқондырғылар құрылғыларының ережелеріне сәйкес пайдалану, жөндеу және күтіп-ұстау;

- электрмеханикалық құрылғыларға алдын-алу жұмыстарын, жөндеуді уақтылы және сапалы жүргізу.

Қызмет міндеттері:

- қызметтің өндірістік жұмысын күнделікті реттеу, жоспарларға сәйкес бірқалыпты жұмысты қамтамасыз ету;

- электрмеханикалық құрылғыларды ағымдағы күтіп-ұстау және жөндеу;

- қызмет балансындағы жабдықты, аспапты, технологиялық жабдықты тиімді пайдалану мен сақтауды қамтамасыз ету.

Метрополитенде қолданылатын тональды рельс тізбектерінің негізгі артықшылықтары:

- темір жол автоматикасы және телемеханикасы жүйелерінің ең сенімсіз элементі – оқшаулағыш түйіспелер алынып тасталады (оқшаулағыш түйіспелердің үлесіне автоматика құрылғыларының барлық істен шығуының 27%-ы сай келеді);

- оқшаулағыш түйіспелерді айналып өту үшін тартым тоғын өткізу үшін қымбат дроссель-трансформаторларды орнатудың қажеті жоқ. Бұл ретте

бөгеттердің үзілуі мен ұрлануы себебінен істен шығулар саны азаяды және қызмет көрсетуге арналған шығындар азаяды;

- рельс тізбектері бойынша кері тартым тогының рельс бойымен жүру шарттары жақсарады;

- ұзын рельстік жалғағыштары бар жолдың беріктігі сақталады;

- рельс тізбегінің шуға қарсы сезімталдығы мен беріктігі артады;

- қабылдағыштардың сезімталдығы жақсарады, нәтижесінде рельс тізбегі тұтынатын қуат азаяды;

- жоғары жиіліктер қолданылады, бұл аз мөлшердегі қатты сүзгілерді оңай іске асыруға және қабылдағыштардың көрші жиіліктердің әсерінен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді;

- импульстік режимде жұмыс істейтін байланыс элементтері (реле) жоқ, бұл аппаратураның сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін айтарлықтай арттырады. Құрылғылардың ішінде істен шығулардың ең көп саны кодалық автоблокировка дешифраторына, трансмиттерлік релелерге және импульсті жол релелеріне түсетіні белгілі;

- жылытылатын ғимараттың қолайлы жағдайларында аппаратураның сапалы жұмысы қамтамасыз етіледі, бұл аспаптардың сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттырады;

- бағдаршамдар арасында, өткелдерге және бекетке ақпарат беру қажеттілігі алынып тасталады, бұл автоблокировканың сұлбалық тәуелділігін, диспетчерлік бақылауды және бағытты ауыстыру сұлбасын жеңілдетеді, тұтастай алғанда жүйенің сенімділігі артады;

- құрылғыларға техникалық қызмет көрсету жеңілдетіледі және техникалық қызмет көрсету шығындары азаяды, ақаулықтарды жою және жою уақыты айтарлықтай қысқарады;

- қызмет көрсету персоналының еңбегі жеңілдейді, ашық алаңда және қозғалатын поездардың тікелей жақындығында қауіптілігі жоғары аймақта жұмыс істеу уақыты айтарлықтай азаяды;

- сигналдық нүктелерді релелік шкафтармен, жоғары вольтты желілердің желілік трансформаторларымен және кабельдік жәшіктермен жабдықтауға шығындарды болдырмау есебінен, сондай-ақ схемаларды оңайлату есебінен жүйенің құны төмендейді.

Сонымен қатар, метрополитендегі орталықтандырылған жүйесінің артықшылығына келесілерді жатқызуға болады:

- екі жолды аралықтың әрбір жолы бойынша екі жақты қозғалысты ұйымдастыруға мүмкіндік беріледі;

- қозғалыстың екі бағыты үшін қорғаныс учаскелерінің болуы;

- барлық өтпе бағдаршамдарында қызыл оттың екі сымды шамдарын, сондай-ақ кіру алды бағдаршамдарда сары шамды қолдану;

- рельс тізбектерінің кабель сымдарының жарамдылығын бақылау;

- өтпе бағдаршамдары шамдарының қуат кабелінің сымдарын жалғастыруды бақылау;

- автоматты локомотивті сигнализация жүйесінің кодалы сигналдарын қосу кезінде рельстік тізбектердің орналасу реттілігін бақылау;

- бағдаршамдарды және автоматты локомотивті сигнализация жүйесінің кодтау сұлбаларын бұғаттай отырып, блок-учаскенің рельс тізбектерін басу және босатудың дұрыстығын бақылаудың неғұрлым жетілдірілген сұлбасы (шунттың жоғалуын бақылау) қалыптастырылады.

Орталықтандырылған жүйесінің айтарлықтай кемшіліктері жоқ, дегенмен келесі екі қолайсыз мәселені айта кеткен жөн:

- аралықтағы кабельдің үлкен шығындары;
- қысқа рельсті тізбектерді пайдалану.

Бекетте орналастырылатын аппаратура жол трансформаторларымен симметриялық сигналдық кабельмен жалғанады. Екі іргелес рельс тізбегінің сигналдық кабелінің бір жұбымен қоректенеді. Көршілес рельс тізбегінің екі қабылдағышы да бір сигналдық жұпқа кезекпен қосылады.

Бекеттегі рельс тізбектерге байланысты автоматты локомотивті сигнализация кодаларын және өтпе бағдаршамдарының көрсеткіштерін таңдау жүргізіледі. Автоматты локомотивті сигнализация кодалық сигналдары тональды рельс тізбектері аппаратурасы қосылған сигналдық жұп бойынша беріледі. Бағдаршам шамдарын қосу үшін жеке сигналдық жұптар пайдаланылады. Бұл ретте бағдаршамдардың оттарын басқару үшін сигналдық кабельдің шығысы рельс тізбегі және автоматты локомотивті сигнализацияны қосу үшін шығыспен салыстырғанда едәуір үлкен.

Аралықты бақылау, қозғалыс бағытын ауыстыру және бекеттер арасындағы байланыстыру – осы сигналдық кабельдің жеке тізбектері бойынша қамтамасыз етіледі.

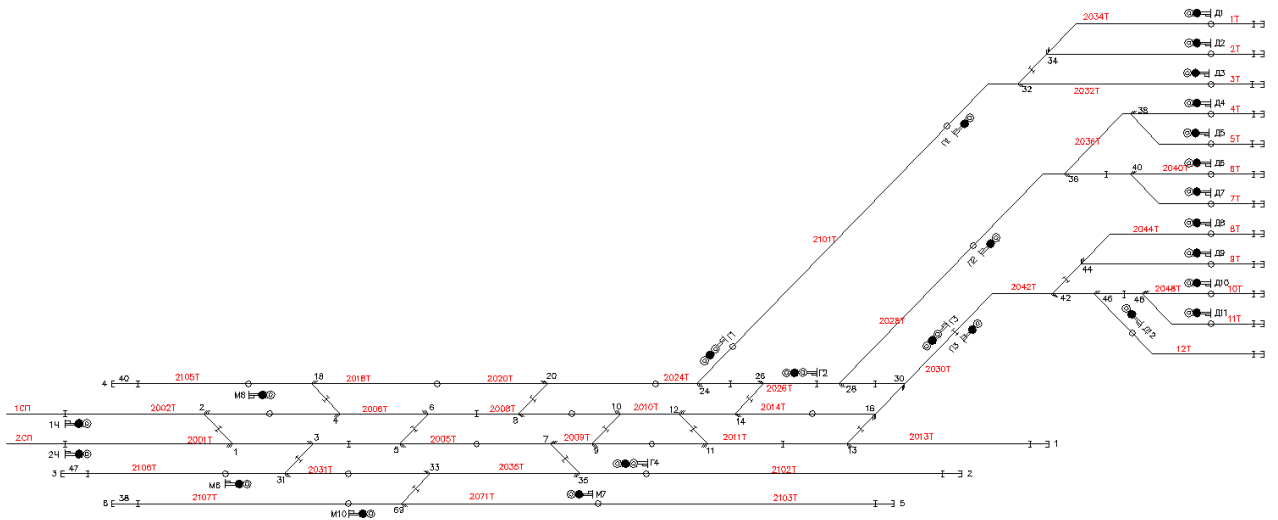
Аппаратураны орталықтандырылған орналастырудың арқасында жүйенің артықшылықтары келесідей:

- жұмыстың сенімділігі айтарлықтай артады;
- құрылғыларға қызмет көрсетуге кететін уақыт азаяды;
- қызмет көрсетуші персоналдың еңбек жағдайы жақсарады;
- пойыздар қозғалысын басқарудың автоматтандырылған жүйесінің негізгі буыны бола отырып, пойыздар қозғалысын реттеу және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін қолданылатын басқа техникалық құралдармен функционалдық байланыстар жеңілдетіледі.

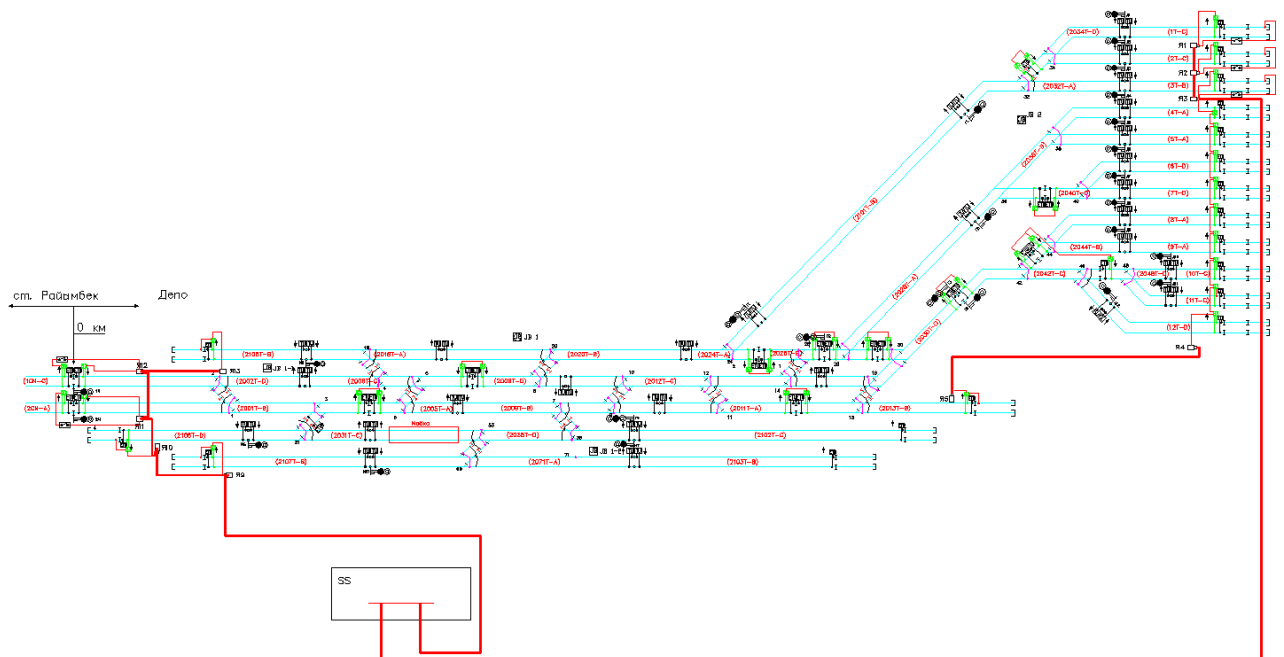
Метрополитен жүйесінде 4500-5500 Гц жиілік диапазонындағы рельс тізбектері пайдаланылмайды. Олардың бұл жүйеде рөлін 420-780 Гц жиілік диапазонындағы ТРЦЗ қысқа рельс тізбектері орындайды. Олардағы қосымша айналып өту аймақтары 40 м-ден аспайды, бұл құрылғыларды айтарлықтай жеңілдетеді. Әдетте, блок-учаске шегінде АБТ жүйесіндегі үш рельс тізбегінің орнына жаңа жүйеде екі рельс тізбегі қолданылады. Нәтижесінде жабдық пен сигнал кабелінің шығыны азаяды, құрылыс құны 25-30% төмендейді, пойыздардың сенімділігі мен қауіпсіздігі артады.

Жүйенің бекеттік құрылғыларының негізгі тораптары мыналар болып табылады: рельстік тізбектердің бекеттік жабдығы, өтпе бағдаршамдарының

шамдарын қосу және бақылау сұлбалары, ақпаратты локомотивке беруге арналған рельс тізбектерді кодтау сұлбалары, шунтты жоғалту кезінде қауіпті жағдайларды болдырмау мақсатында аралық құрылғылардың тұйықталу және ажырау сұлбалары.



1.5 - сурет – Алматы метрополитені электрлік депосының бір жіпті сұлбасы



1.6 - сурет – Алматы метрополитені электрлік депосының екі жіпті сұлбасы

Алматы метрополитені электр депосы пойыз құрамдарының бастапқы және ақырғы айналым жұмыстарын ұйымдастыру және жұмыстан тыс уақытта пойыз құрамдарын тұрақтандыру үшін қажет. Электрдепо бастапқы екі кіріс жолы бар және 12 тұрақтандыру жолы метрополитендегі күрделі құрылымды бөлігі болып келеді.

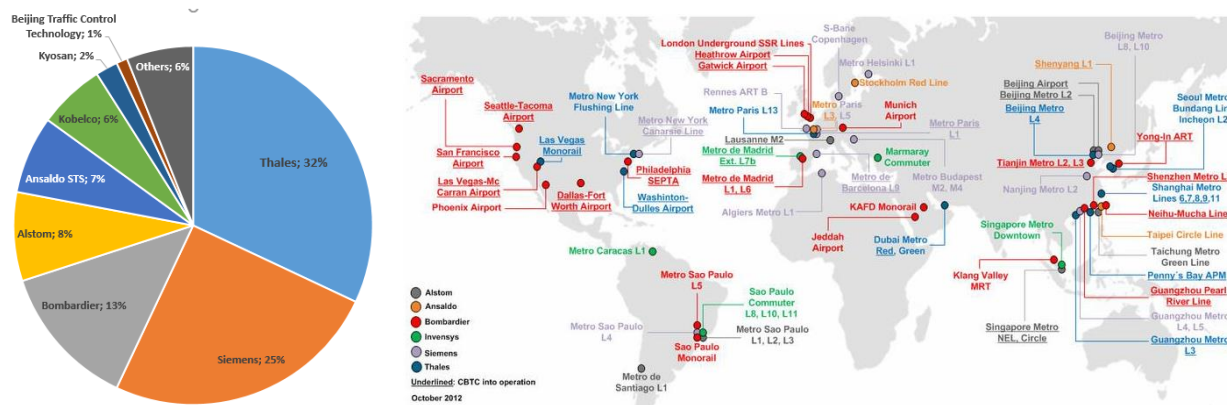
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Метрополитенде СВТС жүйесінің қолданылуы

90%-ға жуық әлемдегі метрополитендерде пойыздар қозғалысын автоматтандырылған басқару жүйесі ретінде – СВТС жүйесі қолданылады.

СВТС жүйесі (communication-based train control) – интенсивтілігі жоғары телімдерде (метрополитендер) пойыздар қозғалысын коммуникациялық басқару жүйесі болып табылады.

Бүгінгі күнде СВТС жүйесін бірнеше компаниялар – Thales, Siemens, Bombardier, Alstom, Ansaldo, Hyundai Rotem, Kobeko компаниялары өндіреді. Осы компаниялардың ішінде Thales және Siemens компанияларының өндірген жүйелері басым қолданылуда. Әлемдік деңгейде қолданылу бейнесі 2.1 суретте көрсетілген.

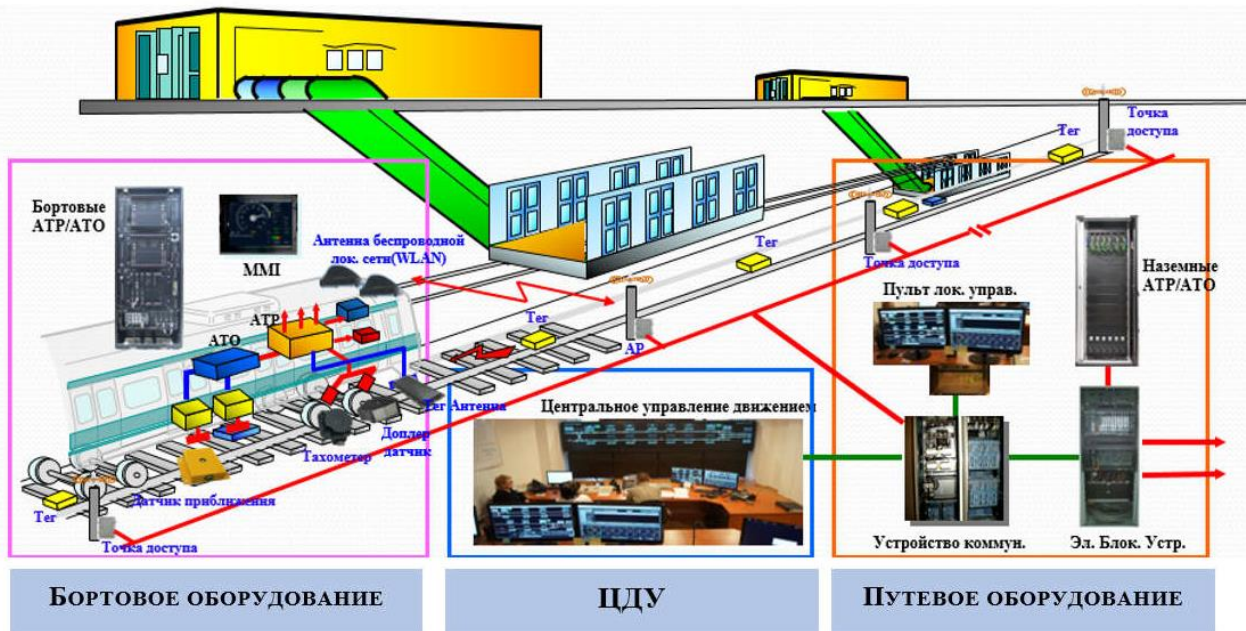


2.1 - сурет – СВТС жүйесін өндіруші компаниялар және жүйенің қолданылу аймағы

Жалпы метрополитенде 16 түрлі тәуелсіз ішкі жүйелерден тұратын метрополитен автоматикасы жүйелерін пайдаланудың ерекшелігі мен күрделілігін атап өткен жөн:

- метрополитен желісін диспетчерлік басқару және бақылау орталығы;
- инженерлік корпустағы метрополитеннің ахуалдық орталығы;
- магистральдық ақпараттық желі;
- диспетчерлік басқару орталығы үшін ұжымдық пайдалану ақпаратын көрсету жүйесі;
- қорғаныс автоматика жүйесі;
- электрмен жабдықтауды, жарықтандыруды және электромеханикалық құрылғыларды диспетчерлік басқарудың автоматтандырылған жүйесі;
- автоматты өрт дабылы жүйесі;
- күзет дабылы жүйесі;
- автоматты газды сөндіру жүйесі;
- радиотрансляция және теледидар жүйесі.

Бүгінгі күнде Алматы қаласы метрополитенінде пойыздар қозғалысын автоматты басқару жүйесі ретінде Оңтүстік Кореялық Hyundai Rotem компаниясы әзірлеген СВТС жүйесі қолданылады. Оның құрылымдық сұлбасы 2.2 суретте көрсетілген.



2.2 - сурет – СВТС жүйесінің құрылымдық сұлбасы

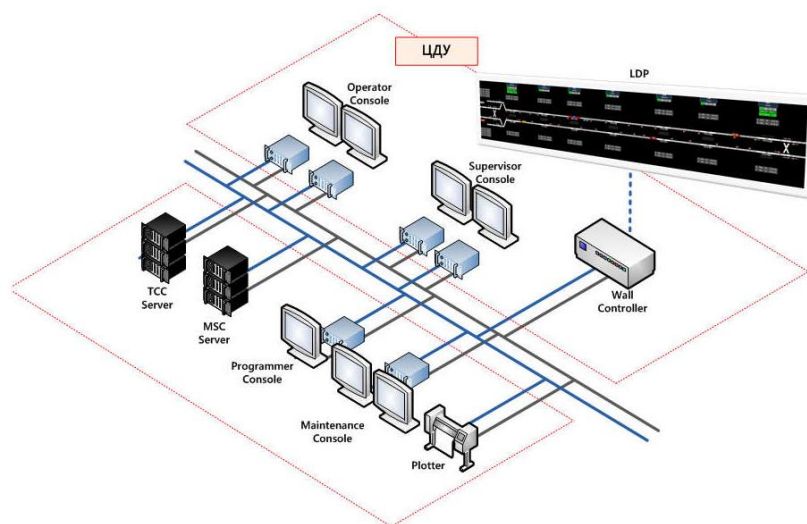
Цифрлық радиоарна базасындағы поездар қозғалысын интервалды реттеу жүйесі радио блоктау принциптері негізінде жұмыс істейді. Қазіргі уақытта цифрлық радиоарна базасындағы поездар қозғалысын интервалды реттеу жүйелерінде TETRA, GSM-R және DMR цифрлы радиобайланыс стандарттары қолданады. Бұл стандарттар ультрақысқа толқынды диапазондарды пайдаланады (УКВ).

Ионосферадан ультра қысқа толқындар шағылыспайды, олар еркін өтеді, яғни бұл толқындарда кеңістіктік ионосфералық толқын болмайды. Беттік ультра-айналмалы толқынның екі маңызды кемшілігі бар:

- ол жер бетін және үлкен кедергілерді айналып өтпейді;
- топырақта қатты сіңеді.

Ультра қысқа толқындар кіші радиусты радиостанция іс-әрекеті кезінде кеңінен қолданылады, байланыс әдетте тікелей көріну шектерімен шектеледі (50-60 км) немесе бұл қашықтықтан сәл асады (80-100 км).

Бұл жағдайда байланыс кеңістіктік тропосфералық толқынмен жүзеге асырылады.



2.3 - сурет – Сервер дерекқорының байланыс сұлбасы

Пойыз диспетчерінің ғимаратында қозғалысты басқаруға, сондай-ақ қозғалыс кестесін түзетуге және ПО-ға инженерлік қызмет көрсетуге арналған төрт АРМ бар (поезд диспетчерінің АРМ-ы, аға пойыз диспетчерінің SVC-АРМ-ы, АСУД бөлімінің инженері РС-АРМ-ы, бағдармашының РС-АРМ-ы).

Борттық жабдыққа келесі құрылғылар кіреді:

- борттық қорғаныс құрылғысы (АТР) және басқару (АТО);
- машинист ақпаратын көрсету құрылғысы (ММИ);
- радиокommуникация құрылғысы (радиоарна (WiFi) бойынша ақпаратты қабылдау-беру).

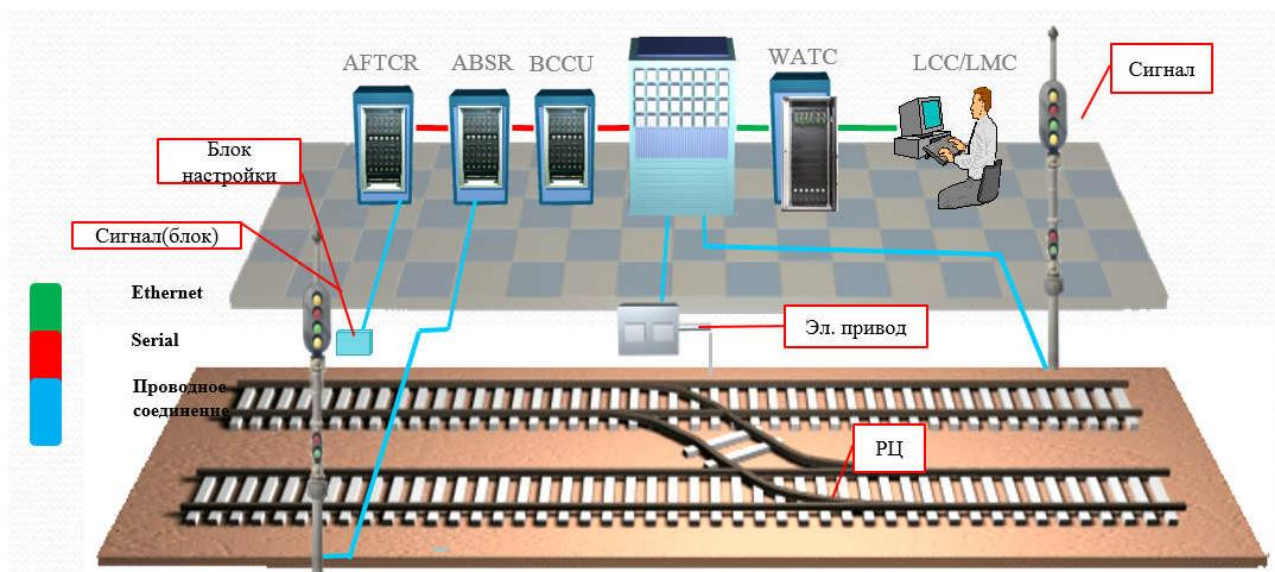
АТР борттық қорғаныс құрылғысы құрамның барлық датчиктерінен (тахометр, Доплер датчигі, антенна тегі) ақпарат жинайды және сымсыз WLAN антеннасынан радиосигналды қабылдайды, содан кейін процессормен өңделеді. Егер жылдамдық асып кетсе немесе радио сигналы жоғалып кетсе және т.б., процессор деректерді екінші резервтік құрылғымен салыстыра отырып, сигналды қайта өңдейді, егер ақпарат екіншісіне сәйкес келсе, ол АТО-ны басқарудың борттық құрылғысына тоқтау бұйрықтарын береді.

УКВ-диапазон радиотолқындарының таралу проблемаларын шешу үшін жиілік-аумақтық жоспарлау (ЧТП) қолданылады. Байланыс желілерін жиіліктік-аумақтық жоспарлау жылжымалы объектілермен желінің құрылымын (конфигурациясын), базалық станцияларды (БС) орнату орнын таңдауды, антенналардың типін, биіктігін және бағдарын таңдауды, базалық станциялар арасында жиіліктерді бөлуді көздейді. Күрделі шығындарды азайту үшін жиілік-аумақтық жоспарды оңтайландыру қажет, яғни оны әзірлеу қажет, яғни берілген қызмет көрсету аймағын, желінің сыйымдылығын, базалық станциялардың ең аз саны мен пайдаланылатын жиіліктер кезінде талап етілетін қызмет көрсету сапасын қамтамасыз ететін жоспарды жүзеге асыру қажет.

Қос қабатты желіні құру, сонымен қатар көрші базалық станциялар арасындағы жиілік ресурсы мен электромагниттік үйлесімділікті бөлу

экономикалық тұрғыдан тиімсіз. Сондықтан, ЧТПП сәйкес базалық станциялар теміржол бойымен ауа-райының нашар жағдайында көрші базалық станциялар арасында «нашар аймақтардың» болмауын ескере отырып орнатылады. Белгілі бір базалық станция қамту аймағының шегінде аралықтағы немесе станциядағы барлық пойыздарға тек осы базалық станция қызмет көрсетеді.

Жер бедерінің қатты өзгеру мүмкіндігін және оның ерекшелігін ескере отырып, цифрлық радиоарна базасында пойыздар қозғалысын интервалы реттеу жүйесінің жұмысында жыралар мен арқалықтардағы радиобайланыстың болмауы (үнсіздік аймағы) радиоблоктау орталығының (РБЦ) мен жүріп келе жатқан поезд арасында туындауы мүмкін, ол үшін мақсат қою нүктесіне қауіпсіз тежеу қисығы есептеледі.



2.4 - сурет – Метрополитендегі электрондық орталықтандыру (ЕІЕ) құрылымдық сұлбасы

Пойыздың нақты жылдамдығын анықтау жол-жылдамдық датчиктері мен спутниктік навигация әдістерінің көмегімен жүзеге асырылады. Пойыздың берілген жылдамдықтағы қозғалысы үшін келесі мәндер анықталады:

- рұқсат етілген жылдамдық жүргізуші дисплейінде көрсетіледі және оны асырмау керек;
- нақты жылдамдық ескерту жылдамдық қисығының мәніне жеткенде дыбыстық сигнал естіледі;
- қызметтік тежеудің шартты жылдамдығы асқанда, пойыздың қызметтік тежеуіші автоматты түрде іске қосылады; жүйенің осы пәрменге реакция уақытын ескере отырып, тежеу көрсетілген жылдамдық қисығы шегінде болады;
- авариялық тежеудің шартты жылдамдығы асқанда поездың авариялық тежелуі автоматты түрде іске қосылады.

Соңғы мән рұқсат етілген жылдамдықтың ағымдағы мәніне байланысты. Шартты қызметтік тежеу жылдамдығы мен ескерту жылдамдығы машинисттің қабылданған командаға жауап беруге және тежеу жүйесінің реакция уақытын ескере отырып, авариялық тежеу іске қосылған жылдамдыққа пойыздың жетуіне жол бермеуге уақыты болатындай етіп есептелуі керек. Тежеу кезінде жүргізушіге алдағы жылдамдықты төмендету туралы ақпарат берілетін сәтті анықтайтын ескерту рұқсат етілген жылдамдық қисығы қосымша қолданылады.

2.2 Метрополитендегі электронды орталықтандыру (EIE) жүйесінің сипаттамасы

Бұл жүйе бір, екі немесе бірнеше детальдар, модульдер сынған жағдайда, жүйе істен шыққан, енгізілген сигналдар жоғалған, есептеулердегі қателер, бағдарламалық қамтамасыз ету жазбаларындағы қателер және басқа да төтенше жағдайлар кезінде қауіп төндіретін деректердің шығуын болдырмайтын істен шығуға төзімді басқару жүйесі (Fail-safe) қағидасы бойынша жобаланған және өндіріске шығарылған жылжымалы құрамның қозғалысы үшін дайындалған.

Барлық құрылғылар функционалды түрде модуляцияланған, қайталанған. Егер жұпталған құрылғылардың бірі істен шықса, жүйе қосалқы бөлікке қосылып, қалыпты жұмысын жалғастырады. Аппараттық құрал (H/W) – бұл модульдер мен бөлшектердің өзара алмастырылатын бірліктері.

Әр модульде қосымша сөренің кіріс коннекторы бар, ол еркін шығарылады, әр модульде және сым коннекторында құлыптар бар.

Бірыңғай тіректердің модульдері мен Бірыңғай қосымша тіректердің ішіндегі тізбектердің карталары арасындағы өзара байланыс бір-бірімен деректер шинасы жүйесі (деректерді беру тізбегі) арқылы жүзеге асырылады, қалған сыртқы электр сымдары кабельдік коннекторларды пайдаланады.

Қуат көзі қосылған кезде кез-келген модульді ажырату/қосу жүйенің үздіксіз жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін жүйенің қосалқы бөлігіне автоматты түрде қосылу алгоритмінің арқасында ажыратылатын/қосылатын модульдің өзіне де, басқа бөліктерге де зақым келтірмейді.

Бір бөліктің ақаулығы немесе дұрыс жұмыс істемеуі басқа жүйелердің жұмысындағы ақауларға немесе қателіктерге әкелуі мүмкін емес.

Жүйе функциясымен жабдықталған көрсеткіштерінің өздігінен диагностикасының, ақаулығы әр модуль үшін және әрбір бірлік жүйесінің көмегімен тексеру блогы.

Жүйе найзағайдан, желінің екпінінен, қалыптан тыс кернеулерден қорғалған. Барлық пайдаланылған бөлшектер мен модульдер жоғары беріктікке, сенімділікке, тозуға және жоғары токқа төзімді.

Барлық логикалық орталықтандыру жүйелері логикалық орталықтандыру жүйелері бөлімінде өңделеді, бұл логикалық жүйелерді өзгертуді, жаңартуды және техникалық қызмет көрсетуді жеңілдетеді.

Бұл жүйеде әрбір құрылғының алдыңғы жағында құрылғының атауы, коннекторларға арналған сипаттамалар мен коннекторлардың мақсаты және техникалық қызмет көрсету үшін қажетті басқа ақпарат бар.

Баспа блогындағы баспа схемасында модельдің атауы, пайдаланылған бөліктің сериялық нөмірі, шығарылған күні, бөліктің атауы туралы ақпарат бар. Бөлшектерінің бір жаққа ауысуы, кіші қаріппен теру, платаның түсуі қарастырылған.

Жолдарда деректерді енгізу модулі, деректерді шығару модулі, аудару құрылғысын басқару модулі үшін қосалқы дублері бар қос жүйеге (бұдан әрі: «Ақпаратты енгізу және шығаруды басқару модульдері») байланысты туындауы мүмкін командаларды орындаушыны таңдау қателері алып тасталды.

Осы жүйе үшін пайдаланылатын сақтандырғыш Р типіне сәйкес келуі керек, ал RAM, ПЗУ (ROM) және негізгі жартылай өткізгіш бөліктер үшін қосқыштар қарастырылуы керек.

Әр түрлі жүйелерге арналған сөреде қалыңдығы 5 мм мөлдір қыздырылған әйнектің алдыңғы есігі, желдету, алдыңғы және артқы жағынан жабылатын құлыптар болуы керек.

Логикалық орталықтандыру схемасына арналған сөренің жоғарғы бетінде температура сенсорының сигналымен жұмыс істейтін сорғыш желдеткішті орнату қажет.

Электрлік көрсеткіштер электронды орталықтандыру жүйесінде қолданылатын интегралды схемалардың, жартылай өткізгіштердің және электронды бөлшектердің талаптарына сәйкес келуі керек.

Электрондық құлыптау жүйесінде қолданылатын барлық материалдар механикалық берік болуы керек және барлық қажетті электрлік көрсеткіштерге ие болуы керек.

Электрондық орталықтандыру жүйесінің негізгі тіректері 19 дюймдік тіректерді пайдаланады және қара түске боялған (тапсырыс берушімен алдын-ала келісіледі). Сыртқы корпусы коррозиядан аулақ болу үшін мұқият бояу керек, ал бояу немесе лак бетіне жайылмауы керек.

Ішкі бөлшектер тексеру және техникалық қызмет көрсету кезінде ыңғайлы болу үшін блоктар бойынша ажыратылуы тиіс, сымдар созылмауы, үзіліп қалмауы тиіс.

Баспа платасы (PCB) үшін монтаждық сым болмауы керек, оқшаулау жүргізілуі керек.

Барлық бөлшектері тығыз емес бекітілуі қажет, діріл кезінде ештеңе түсіп кетпеуі керек.

Дәнекерлеу машинасымен бекітілуі керек бөліктер сыртқы өзгеріссіз бекітілуі керек. Әрбір блокты орнату сыртқы қуат әсеріне төтеп беру үшін берік болуы керек, техникалық және электрлік пайдалану кезінде жарамды.

Жұмыс температурасы:

- рұқсат етілген ең төменгі температура: 0°C;
- рұқсат етілген максималды температура: 60°C.

Өзін-өзі диагностикалаудан кейін жұмыс істеуге рұқсат етілген температура көрсеткіштері мен электр қуатын қосқаннан кейін жүйенің қалыпты іске қосылуы жағдайында, бұл жүйе электронды құлыптау жүйесі ретінде өз функцияларын толығымен орындайды. Температураның өзгеруі кезінде, егер олар жүйенің қалыпты жұмысы үшін қарастырылған рұқсат етілген шектерде орын алса, барлық функциялар өзгеріссіз толықтай жұмыс істейді.

Конденсация болмаған жағдайда ылғалдылықтың рұқсат етілген деңгейі 90%-дан аз болады.

Жұмысқа рұқсат етілген ылғалдылық көрсеткіштері сақталған және жүйенің сыртқы және ішкі беттерінде конденсация белгілері болмаған жағдайда және электр қуатын қосқаннан кейін жүйенің қалыпты іске қосылуынан кейін өзін-өзі диагностикалаудан кейін бұл жүйе өзінің функцияларын электронды орталықтандыру жүйесі ретінде толық орындайды.

Ылғалдылық деңгейі өзгерген кезде, егер олар жүйенің қалыпты жұмысы үшін қарастырылған рұқсат етілген шектерде орын алса, барлық функциялар өзгеріссіз толықтай жұмыс істейді. Оқшаулау кедергісі 10 МОм-ден асады, қосымша 500 В тұрақты ток электрмен жабдықтау коннекторлары мен корпус арасында. Электрондық орталықтандыру жүйесінің барлық функциялары қуат көзі қосқышы мен корпус арасындағы қосымша 1500 В айнымалы токпен 1 минуттан астам уақыт жұмыс істейді.

1.2/50 сигнал пішінімен 3000 В ток кернеуінде жүйенің барлық функциялары өзгеріссіз толық жұмыс істейді.

Импульстің ені 100нс/1000нс болатын тікбұрышты толқындардан туындаған шу кезінде 1нс көбейтіндісінің уақытымен жүйенің барлық функциялары өзгеріссіз толық жұмыс істейді.

Жүйе жоғарыда сипатталған сипаттамалары бар электр желісіндегі 1000 В-қа дейін электр кернеуіне және жоғарыда сипатталған сипаттамалары бар сигнал сызығындағы 500 В-қа дейін электр кернеуіне төтеп береді.

Қоршаған орта температурасы 15°C-30°C, қоршаған ортаның ылғалдылығы 30-60%, 150 сақтау қабілеті, 330 Ом разряд кедергісі, жүйе 1000 В-тан 8000 В-қа дейін электр кернеуіне төтеп береді, мұндай жағдайда барлық функциялар толық, өзгеріссіз жұмыс істейді.

Кәдімгі рация үшін радиациялық фонның рұқсат етілген деңгейі. Өнімділігі 10 в/м және тербеліс жиілігі 80-1000 МГц радиотолқындарда жүйенің барлық функциялары өзгеріссіз толық жұмыс істейді.

Мобильді рация үшін радиациялық фонның рұқсат етілген деңгейі. Өнімділігі 5 Вт және тербеліс жиілігі 150 МГц, 400 МГц, 900 МГц радиотолқындарда жүйенің барлық функциялары өзгеріссіз, толық жұмыс істейді. Ұялы телефон үшін радиациялық фонның рұқсат етілген деңгейі. 0.8 Вт өнімділігі және 800 МГц, 1.5 ГГц диапазонындағы тербеліс жиілігі кезінде жүйенің барлық функциялары өзгеріссіз толық жұмыс істейді.

2.3 ЕІЕ жүйесінің құрылу принципі

Метрополитендегі ЕІЕ электронды орталықтандыру жүйесі метрополитендегі бағдарлам оттары мен бұрмаларды диспетчерлік орталықтандыру орталығынан басқару үшін арналған.

Метрополитендегі жалпы қозғалысты басқару және бақылау (ТТС) талшықты-оптикалық байланыс желісі арқылы жүргізіледі.

Метрополитендегі бағдарламдар мен бұрмаларды басқару процессінде ЕІЕ жүйесінің келесі стойкалары қызмет атқарады:

- электрондық орталықтандыру жүйесі логикалық орталықтандыру стойкасы;

- резисторлар стойкасы;

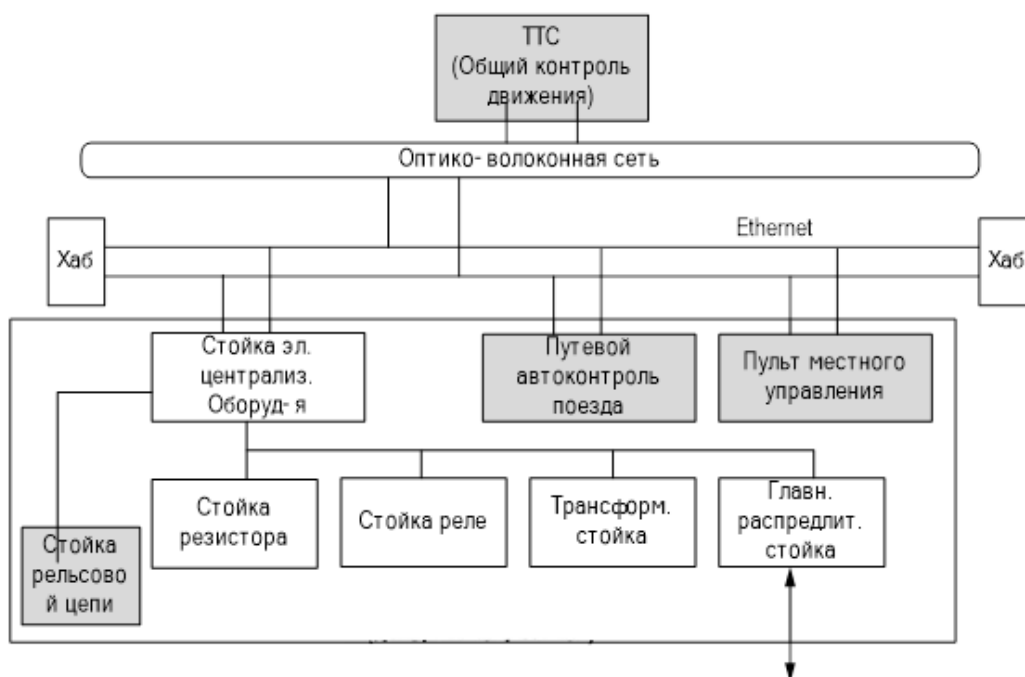
- релелер стойкасы;

- трансформаторлық стойкалар;

- басты таратқыш стойка;

- рельс тізбегінің стойкасы.

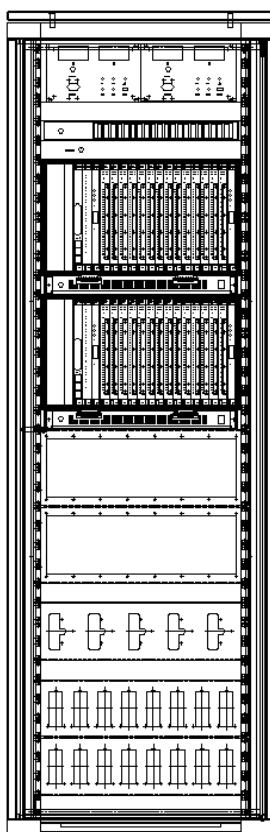
Стойкалардың жалпы саны метрополитен алаңындағы объектілерді басқару санына сәйкес келуі тиіс.



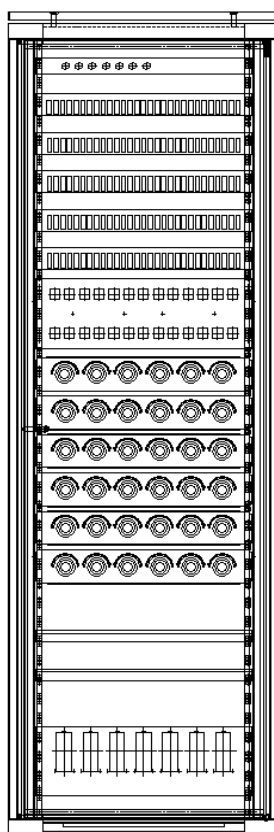
2.5 - сурет – ЕІЕ жүйесінде объектілерді басқару және бақылаудың құрылымдық сұлбасы

Электрондық орталықтандыру жүйесі логикалық орталықтандыру стойкасы 2.6 суретте, резисторлар стойкасы 2.7 суретте, релелер стойкасы 2.8 суретте, трансформаторлар стойкасы 2.9 суретте, негізгі коммутациялық блок сыртқы бейнелері 2.10 суретте көрсетілген.

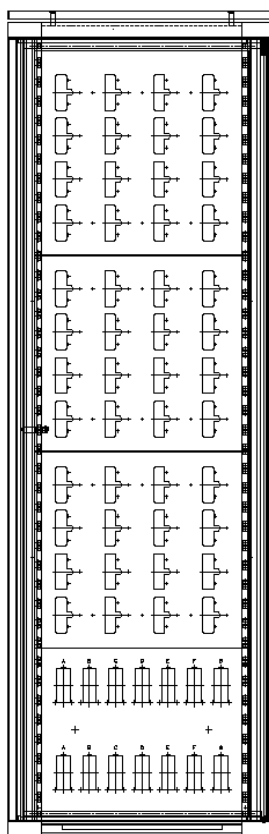
Аталған блоктардың барлығы метрополидендегі диспетчерлік орталықтандыру орталығындағы арнайы бөлмеде орналасады.



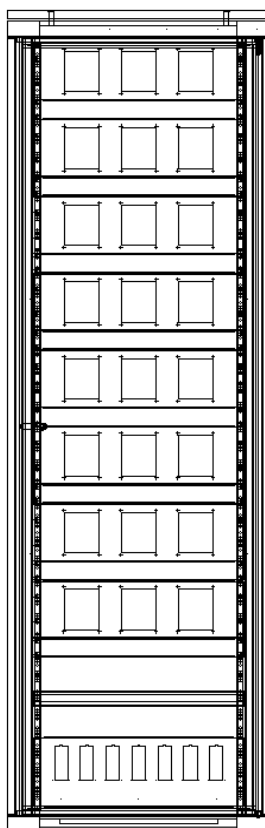
2.6 - сурет – Логикалық орталықтандыру стойкасы – EIER



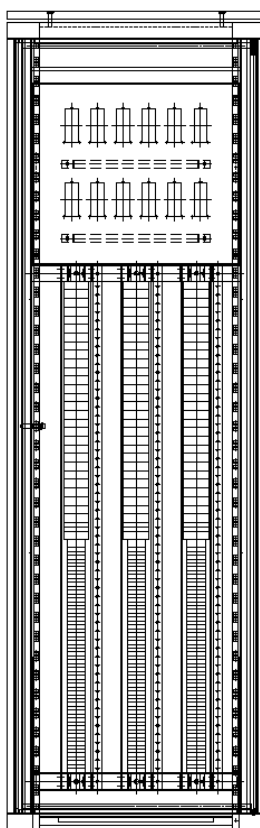
2.7 - сурет – Резисторлар стойкасы – RFFR



2.8 - сурет – Релелер стойкасы – RELAYR



2.9 - сурет – Трансформаторлар стойкасы – TRANSR



2.10 - сурет – Негізгі коммутациялық блок стойкасы – MDFR

ЕІЕ жүйесінде объектілерді басқару және бақылаудың жүзеге асырылуы – диспетчерлік орталықтандыру орталығынан диспетчер берілген ақпарат бойынша жүзеге асырылады.

2.4 Жүйенің бағдарламалық құрылу принципі

Электрондық орталықтандыру жүйесінде қолданылатын басқару жүйесі-VxWorks (Windriver System) нақты уақыт режимінде жұмыс істейтін, деректерді шығару жылдамдығы 200 мсек болатын ең көп қолданылатын басқару жүйесі.

Электрондық орталықтандыру жүйесінде деректерді енгізу/шығаруды өңдеу бағдарламалық қамтамасыз ету пакетімен жүзеге асырылады.

Электрондық орталықтандыру жүйесінің жұмыс циклінің уақыты негізінен 200 мсек құрайды.

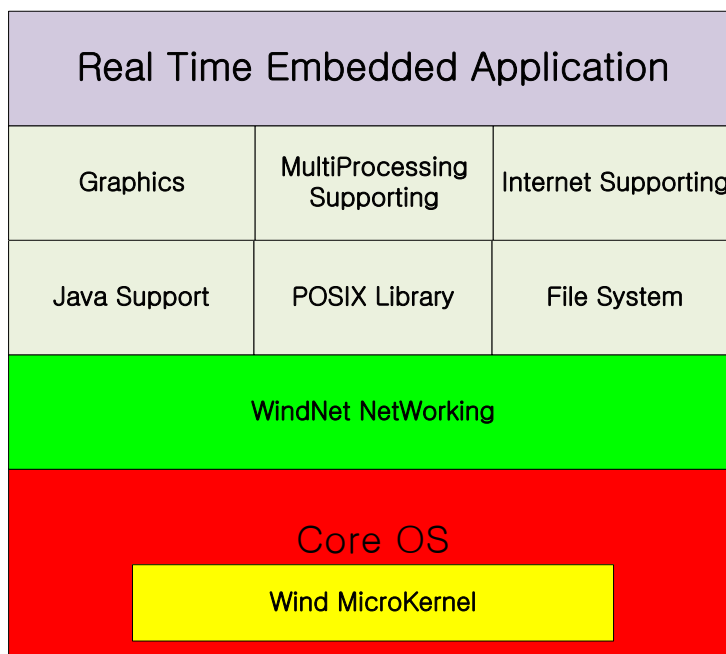
Жүйе енгізілген ақпаратты енгізу модулімен оқиды және әр циклдегі әр бөліктің күйін талдайды (200 мсек).

Әр циклде (200 мсек) жүйе деректерді шығару модуліндегі деректерді шығаруды жаңартады. Егер деректерді шығаруды жаңарту болмаса, жүйе деректерді шығару модулін жарамсыз деп таниды және деректерді шығаруды тоқтатады.

Деректерді енгізу мен шығаруды орталықтандыру, бақылау және талдау

бір цикл ішінде аяқталады (200 мсек).

Жүйенің тұрақты күту режиміндегі екінші резервтік бөлігі бар, ол бірінші негізгі бөліктің ақаулығы жағдайында жұмысқа дереу қосылады, бағдарламалық немесе аппараттық қамтамасыз етудегі қателікке байланысты деректерді толық өңдеуді жүзеге асыра алмауына байланысты жұмыстың тоқтауына жол бермейді.



2.11 - сурет – Бағдарламалық қамсыздандырудың негізгі құрылымы

Жүйенің екі бөлігі де бір уақытта мәліметтерді енгізуді өңдейді, негізгі бөліктің есептеулерінің дұрыстығын талдайды. Жұмыс алаңынан деректерді шығаруды тек бірінші негізгі бөлім ғана жүргізеді. Жүйенің әрбір бөлігі өзінің деректерді енгізу модулінен деректерді енгізуді алады және бір цикл ішінде (200сек) басқа бөліктің деректерін енгізуге салыстырмалы талдау жүргізеді. Егер деректер әртүрлі болса, дұрыс деректерді енгізу порты қауіпсіз (рельстер, сигналдың төмендеуі, тоқтау) ретінде анықталады және жүйенің қалыпты жұмыс істеуі үшін шаралар қабылданады.

Бастапқы манипуляциялар мен CPU модулін қосу батырмасы іске қосылған кезде әрбір модульдің өзін-өзі диагностикалау деректері мен 20 секунд ішінде бұғаттау жүйесінің бірінші негізгі және екінші қосалқы бөліктерінің деректері талданады. Манипуляциялардан кейін бөліктердің бірі жұмыс істей бастайды, екіншісі автоматты түрде күту режиміне өтеді.

Электрондық орталықтандыру жүйесі басқару сигналдары мен жұмыс алаңының жай-күйі туралы деректерді бөлгіш блок арқылы енгізеді, жүйенің екі бөлігінің арифметикалық деректерін салыстырмалы талдау арқылы тексеру жүргізеді.

Алынған басқару пәрмені / сигналына сәйкес, есептеулер аяқталғаннан кейін деректерді шығару жіберілуі керек, сондықтан тексеру жұмыс алаңынан

алынған деректерді енгізуді және басқару деректерін енгізуді салыстыру арқылы жүзеге асырылады.

Жүйенің қосалқы және негізгі бөліктері арасындағы байланысты өңдеу. Бағдарламалық қамтамасыз ету қарауыл таймері, аппараттық қамтамасыз ету қарауыл таймері немесе т.б. көмегімен өзін-өзі диагностикалау функциясына сәйкес ақаулықтар анықталған жағдайда, бір-бірінен бөлек бұғаттауды басқару жүйесінің бірінші және екінші логикалық схемасының қалыпты жай-күйін мониторингтеу үшін поездың қозғалысын тоқтату қажет. Егер бірінші негізгі бөлікте ақаулық пайда болса, жүйе екінші қосалқы бөлікке автоматты түрде қосылады.

Егер ақаулық екінші қосалқы бөлікте пайда болса, тек поездың қозғалысы тоқтатылады. Егер бірінші негізгі бөлім қалыпты жұмысты өз бетінше жалғастыру қиын болады деп шешсе, ол басқару құқығын екінші қосалқы бөлікке қосу туралы өтініш жібере алады. Егер бірінші негізгі бөлік қосылымға сұраныс жіберместен өшірілсе, екінші қосалқы бөлік негізгі және резервтік жүйелер мен электрондық күзет таймері арасындағы деректерді беру сигналдары арқылы жағдайды анықтайды және басқару құқығын іске қосады. Алайда, жүйенің қосалқы және негізгі бөліктері арасындағы беріліске негізделген Data сигналдары сәтті жұмыс істеген кезде, Watch-dog негізіндегі басқа бөлікті тексеру функциялары тек есепке алу үшін қажет. Егер жүйенің қосалқы және негізгі бөліктері арасындағы беріліс кезінде ақаулық болса және ол жүйенің басқа бөлігінің күйін талдай алмаса, күзет таймерінің сигналдары негізгі және резервтік жүйелер арасындағы байланыс критерийлері болады.

Қалыпты сигналдарды қалыптастыру шарттары:

- OS-нің қалыпты жұмыс істеуі (OS-бұл қатып қалу немесе қате емес жағдай);

- іске қосу бағдарламасының қалыпты жұмыс істеуі (бұл басқару жүйесінің қалыпты жұмыс жағдайы);

- жабдықтың қалыпты жұмыс істеуі (CPU модулімен DI/O функцияларын қалыпты басқаруға болатын жағдай).

Қалыпты күй сигналы OS және іске қосу құралы қалыпты жұмыс істеген жағдайда ғана шығарылады, оның ішінде аппараттық құрал.

Жүйенің бірінші және екінші бөліктері бір – бірінің қалыпты күйін олардың қалыпты күйі туралы хабарлайтын, сандық деректерді шығару (DO – digital output) арқылы берілетін және сандық деректерді енгізу (DI-digital input) арқылы қабылданатын циклдік электр импульстарымен растай алады.

Егер жүйенің екінші қосалқы бөлігі белгіленген уақыт ішінде бірінші негізгі бөліктен деректердің шығуын алмаса, оның жағдайы жарамсыз деп танылады және екінші қосалқы бөлік басқару туралы деректердің шығуын жібереді.

Егер қалыпты күй туралы деректер бірнеше рет шығарылмаса және төмен немесе жоғары күй жалғасса, онда жүйенің осы бөлігінің күйі ақаулы деп танылады.

Есептеулерді өңдеуді тексеру үшін жүйенің екі бөлігінің деректерін

салыстырмалы талдау.

Жүйенің бірінші негізгі бөлігі жүйенің екінші қосалқы бөлігін өңдеу нәтижелерін, атап айтқанда басқару туралы ақпаратты оның деректерімен салыстырады. Деректер сәйкес келген жағдайда басқаруға бірінші негізгі бөліктің деректерін шығару қабылданады, айырмашылық болған жағдайда 2 реттен артық емес қайта өңдеу жүргізіледі және нәтиже қайталанған жағдайда басқару жарамды бөлікке беріледі.

Егер бірінші және екінші бөліктер хабарламаларды бере және қабылдай алмаса, екінші бөлігі ақаулы деп танылады (қозғалысты тоқтату), бірінші бөлік жүйенің екі бөлігі бір мезгілде қозғалуды бастамауы үшін екі тарап арасында деректерді енгізу мен шығаруды салыстырмай қозғалысты дербес жүзеге асырады.

Екі жағын қосу үшін қажет уақыт – 20 мсек. Екі тарап бір уақытта өңделеді, сондықтан қосылу кезінде және қосылғаннан кейін өзгерістер болмауы керек.

Жүйе ең нашар жағдайдың туындауына байланысты тоқтаған жағдайда, поезд қозғалысының қауіпсіздігі үшін сигналдық жалаушалар "тоқтату» командасын беруі тиіс, темір жолдың өтпелі бағыттамасы тамақтану орнында әрдайым қалуы тиіс. Егер жүйе ақаулы болса, дұрыс жұмыс істемеуіне байланысты қуат пайда болатын жағдайдың алдын алу үшін бүкіл электр желісін өшіру керек.

Жүйенің мониторингінің белгіленген шарттарына сәйкес, ақаулық туындаған жағдайда VRD релесі құлап кетеді, барлық модульдер мен деректерді шығару релесінің электр сымдары жабылады, осылайша деректердің қажетсіз шығарылуын болдырмайды.

Деректерді қажетсіз шығаруды бұғаттау CPU модулі немесе деректерді енгізу және шығару модулі есептеулерді өңдеу кезіндегі қателікке, аппараттық құралдың жануына немесе басқа сыртқы факторға байланысты кепілдендірілген сенімділік (fail-safe) үшін дербес өңдей алмайтын деректерді қажетсіз шығаруға қатысты сырттан әсер ететін мәжбүрлі тоқтату тізбегі болып табылады. сондай-ақ, деректердің енгізілуін тексерген жағдайда және төменде көрсетілген жағдайларда жүргізіледі:

- деректерді енгізу модулі "кепілдендірілген сенімділік» режимінде өңдей алмайтын деректерді қажетсіз шығару;

- егер CPU модулі есептеулерді қалыпты өңдей алмаса;

- егер жүйенің жұмысы тоқтап қалса немесе сынуға байланысты қалыпты қозғалыс мүмкін болмаса;

- қауіпсіз қозғалысқа қайшы келетін қауіпті жағдайларда деректерді шығару.

Қажетсіз деректерді шығаруды құруға байланысты, деректерді шығару құлпы іске қосылады, құлыптау басталғанға дейін 2 секунд уақыт кетеді.

Қажетсіз шығыс блоктау блогын іске қосқаннан кейін, қажет емес Шығыс себебі жойылса да, жүйе өздігінен қалпына келтірілмейді, оператор тікелей тексеруден өтуі керек. Егер деректерді қажетсіз шығарудың себебі жойылмаса,

оператор тексеру жүргізсе де, жүйе қалпына келтірілмейді.

Қажет емес деректерді шығару блогын іске қосу кезінде сыртқы реледен қуатты өшіру керек (vrd релесінің жоғалуы), деректерді шығару модулі арқылы шығыс деректерін бастапқы күйіне қайтару керек.

Қажетсіз шығыс блоктау блогын іске қосқан кезде де, шығыс менеджментіне қатысы жоқ барлық функциялар қалыпты режимде жұмыс істейді.

Деректерді шығару үшін ақпаратты бастапқы тексеру деректерді шығару модулінің ішіндегі қайта тексеру блогымен жүзеге асырылады. Ақпаратты екінші рет тексеру модульдің сыртқы және ішкі деректерінің сәйкестігі тұрғысынан реле деректерінің шығуын алғаннан кейін жүргізіледі. Тексерудің оң нәтижесі болған жағдайда ғана деректерді шығару ақпараты сақталады, алайда егер нәтиже теріс болса, жай-күй жарамсыз ретінде сәйкестендіріледі және деректерді шығару бұғатталады.

Әрбір модульде: деректерді шығару модулінде, сигналдық жалаушалар модулінде деректерді шығаруды бақылайтын күзет таймері бар. Ол CPU модуліне бағытталған пәрмен VMEbus Data беру қатесінен дұрыс емес ақпаратты беру кезінде деректердің қажетсіз шығарылуына жол бермейді ме, жоқ па, соны үнемі тексеріп отырады. Егер CPU-дан берілген команда қалыпты болса, күзет таймері деректерді шығару драйверіне сыртқы ортаға шығаруға мүмкіндік береді. Егер CPU-дан қалыпты команда алынбаса, күзет таймері күту режиміне өтеді (5 цикл), содан кейін барлық деректерді шығару процестерін блоктайды.

2.5 EIE жүйесінің ақпаратты тарату модульдерінің техникалық сипаттамалары

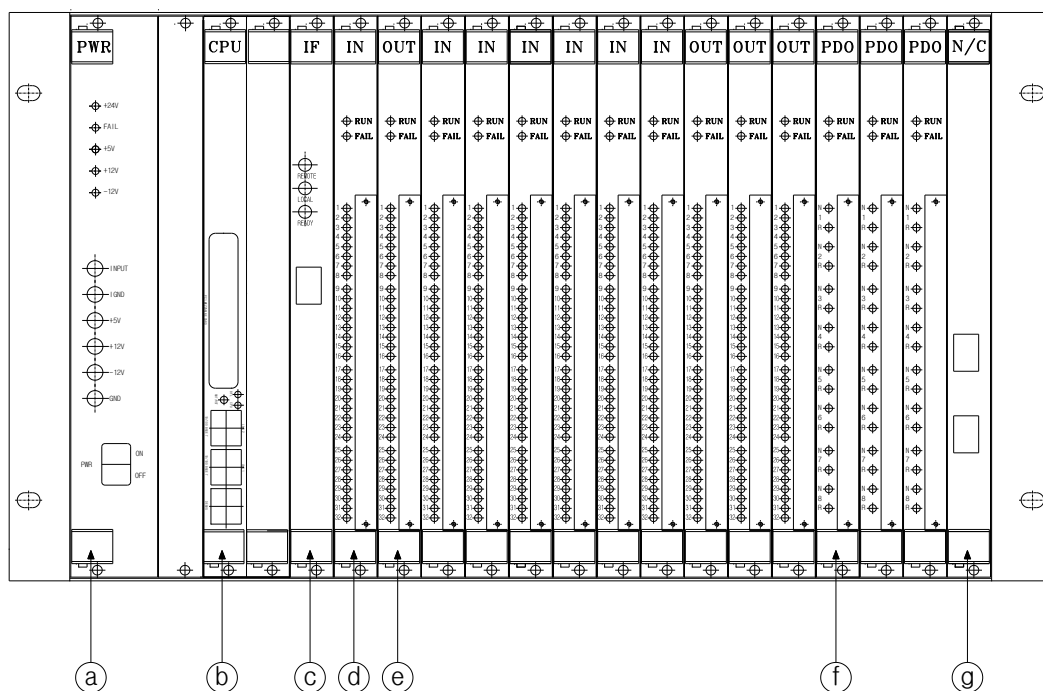
Логикалық орталықтандыру блогы бір қосымша блокқа қуат модулін, CPU модулін, интерфейс модулін, деректерді енгізу және шығаруды басқару модулін орналастырады, бұл қосымша блок негізгі болып табылады. 2 негізгі қосымша тіректер қос жүйеден тұрады.

Бір қосымша блокқа деректерді енгізуді басқарудың 14 модуліне дейін сияды, негізгі блокпен, қосымша блокпен бірге кеңейту кезінде 6 бірлікке дейін қамтиды, деректерді шығаруды енгізуді бақылау модульдерін 70 бірлікке дейін кеңейтуге болады.

Кеңейту қосымша блок шиналарды кеңейтудің жеке модулін қолдануды қажет етеді, кеңейтуге байланысты сигналдардың кідірісі 60 мкс аспайды.

VMEbus бар дизайн және өндіріс бөлігіндегі модульдердің әрқайсысы, сондықтан параллель тізбектің 16 бит деректерін модульдер арасында өңдеуге болады.

Логикалық блоктау блогының құрылымы 2.12 суретте көрсетілген. EIE жүйесінің ақпаратты тарату модульдерінің ішінде орталық процессор модулі негізгі қызмет атқарады. Ол бастапқы берілген басқару сигналын тиісті.



2.12 - сурет – Логикалық бұғаттау блогының құрылу сұлбасы

Модульдер атауы:

- ① қоректендіру модулі;
- ② орталық процессор модулі;
- ③ интерфейс модулі;
- ④ сандық кіріс модулі;
- ⑤ сандық шығыс модулі;
- ⑥ бағыттама бұрмасының модулі;
- ⑦ түйін модулі.

2.6 Бұғаттаудың логикалық сұлбасын қоректендіру модулі

Электрмен жабдықтау модулі қосымша блоктың қосымша блогының ішіндегі әр модульді электрмен жабдықтау үшін қолданылады, қосымша блоктың әр бірлігіне орнатылады.

Техникалық сипаттамалары:

- электр тогын енгізу кернеуі-DC 24V;
- кіріс электр кернеуінің рұқсат етілген нормалары - $\pm 20\%$ -дан астам;
- электр тогының кернеуі және электр тогы- + 5V/20A, +12V/1.0 A, - 12V/1.0 A;
- кіріс электр кернеуі кезіндегі шығу қауіпсіздігінің деңгейі (желідегі шығу кернеуінің тұрақсыздығы) – шығу электр кернеуінің белгіленген шегінің 0.5% шегінде;
- шығу кернеуі кезіндегі шығу қауіпсіздігінің деңгейі (жүктеме бойынша

шығу кернеуінің тұрақсыздығы) – шығу электр кернеуінің белгіленген шегінің 0.5% шегінде;

- импульстердің қайталану жиілігі және пайда болған шудың электр кернеуі – номиналды шығу электр кернеуінің 1% шегінде есептік көрсеткіштерден кем (ең жоғары және ең төмен көрсеткіштер арасында);

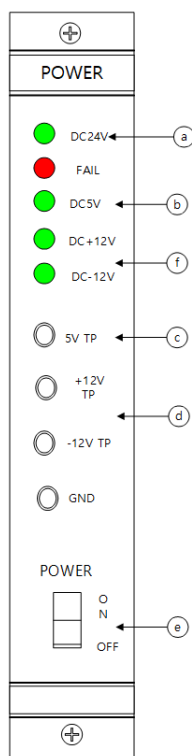
- электр шығу кернеуі. Кернеуді реттеу. Номиналды шығу электр кернеуі $\pm 10\%$;

- тиімділік-80-нен астам%;

- сигнал шамы және қуат қосқышы -24V кіріс (жасыл), 5V Шығыс (Жасыл), +12V Шығыс (Жасыл), - 12V Шығыс (Жасыл), сыну (қызыл), 24V кіріс қуат қосқыштары, электр кернеуін өлшеу қосқышы.

1.1-1.2 есе жүктеме кезінде токтың номиналды мәндерінен асатын шектерде іске қосылатын энергияны қайта жүктеуден қорғау функциясы бар. Қорғау функциясын іске қосу кезінде

Қорғаныс блогын іске қосу кезінде кіріс электр кернеуі номиналды параметрлердің 10% шегінде өзгереді, кіріс қуаты номиналды мәндердің 30% шегінде азаяды, жүйенің энергия беру себебі жойылғаннан кейін ол қалыпты жұмыс режиміне өтеді.



2.13 - сурет – Электрмен қоректендіру модулінің алдыңғы бөлігі сұлбасы

Қорғаныс блогын іске қосу және қалпына келтіру уақыты шамамен 2 секундты алады.

Электрмен жабдықтау құрылғысы DC/DC түрлендіргіш режимінде жұмыс істейді және 1 сатыдан туындаған электр кернеуінің әсеріне

ұшырамайды.

Электрлік сипаттамалары:

- номиналды кернеу: +24V DC

- кіріс кернеуінің рұқсат етілген деңгейі: +19-28 V DC

Номиналды шығу кернеуі және максималды шығу тогы.

Номиналды шығу кернеуі және электр құрылғыларының әрқайсысының максималды шығу тогы 1-кестеде келтірілген.

Бұл жүйенің тиімділігі кіріс электр кернеуі мен максималды шығу тогы шегінде 100% жүктеме кезінде 80% болуы керек.

Кіріс электр кернеуінің өзгеруіне қатысты шығу электр кернеуінің өзгеру коэффициенті ең жоғары шығу электр тогының 10-100% шегінде ауытқуы және 0.5% - дан аспауы тиіс.

Кесте 2.1 – Номиналды электр шығу кернеуі және электр құрылғыларының әрқайсысының максималды шығу тогы

	Жүктеменің минималды тогы	Жүктемедегі номиналды ток	Жүктемедегі максималды ток	Ескерту
+5V	0.2A	10.0A	20.0A	
+12V	0.1A	0.5A	1.0A	
-12V	0.1A	0.5A	1.0A	

Кіріс электр кернеуінің өзгеруіне қатысты шығыс электр кернеуінің өзгеру коэффициенті максималды шығу тогының 10%-нан 100%-ға дейін өзгеруі керек және 0,5%-дан аспауы керек.

Жүктеме кезінде электр кернеуінің өзгеруіне қатысты шығу электр кернеуінің өзгеру коэффициенті кіріс электр кернеуі шегінде тербелуі және 0.5%-дан аспауы тиіс.

Кіріс арасындағы оқшаулау кедергісі – CASE, GND (жерге қосу шинасы) – CASE DC 500V кезінде 100м артық болуы керек.

Энергияны қайта жүктеуден қорғау функциясы электр тогының номиналды мәндері 110-120% номиналды кіріс және шығыс жағдайларында жұмыс істей бастауы керек. (Энергия жүктемесінің себебін жойған кезде жүйе қалыпты жұмыс режиміне өтеді.)

Төмен шығу кернеуінен қорғау функциясы номиналды кіріс және шығыс жағдайында 75-95% номиналды мәндермен электр кернеуін төмендету арқылы жұмыс істей бастауы керек.

Пойыздың қозғалысы кезінде деректердің шығуы/жабылуы кезінде электр тогы FEED BACK режиміне өтіп, жүйенің толық қорғанысы қосылуы керек, тұйықталу себебін жойғаннан кейін жүйе қалыпты жұмыс режиміне оралуы керек.

Жүйеге BACK RIPPLE және электрмен қоректендіру қосқышын қосқан

кезде енгізудің электр қозғаушы күшіне қарсы тұру үшін электрмен қоректендіру сүзгісі және басқа жүйелер мен кернеу тұрақтандырғышының қуатты қосу және өшіру (POWER ON/OFF) сәтіндегі әсеріне қарсы тұру үшін электрмен қоректендіру сүзгісі ендірілуі тиіс.

Энергияны жүктеуден қорғау функциясы мен төмен кернеуден қорғау функциясы іске қосылған кезде және кіріс сақтандырғышын ажырату кезінде алдыңғы панельде FAIL LED жұмыс істеуі керек, қалыпты уақытта сыртқы ортаға берілетін дабылдар ашық күйде болуы керек, ал FAIL GND беруі керек.

Қуат көзінің қосқышын (OFF) өшіру кезінде MPF LED жануы керек.

2.7 Логикалық бұғаттау сұлбасының CPU модулі

CPU модулі кірістірілген DB негізінде Fail-safe өндеген деректерді шығарады және сыртқы жүйелерге беруді жүзеге асырады.

CPU модулі негізінен 32 биттік бір чипті контроллерден (MC68040), жады картасынан, нақты уақыт сағаттарынан, автобус драйверлерінен тұрады. Кірістірілген бағдарламаларды қолдана отырып, ол деректерді басқарады, жүйенің шиналары арқылы деректерді енгізу және шығару модулін басқарады.

CPU модулі-қоршаған жүйелермен байланысты жүзеге асыратын және I/O модулін басқаруды өңдеуді жүзеге асыратын, басқару комбинациясы бар өзін-өзі диагностикалау функциясын қамтитын өңдеу процесін жүзеге асыратын электрондық блоктау жүйесінің негізгі модульдерінің бірі. CPU модулі кіріс деректерін 100 секундтық бірліктерде сканерлейді.

Бұл модуль EPROM қоспағанда, әртүрлі функциялармен үйлесімді.

Атқаратын қызметтері:

- блоктау деректерін жүктеу
- io блогымен деректерді енгізу және шығару
- өзін-өзі диагностикалау функциясы
- DB құлыптауды өңдеу
- деректерді сыртқы жүйелерге беруді өңдеу

DB құлпын жүктеу (жүктеу-жүктеу)

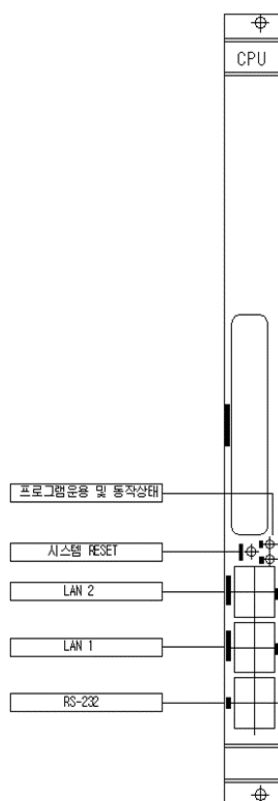
DB құлпы әр техникалық қызмет көрсету компьютерінде CPU және ROM модулімен бірге қол жетімді, сондықтан жедел жадқа жүктеу екі жолмен жүзеге асырылады.

Бірінші әдіс-жүйені іске қосу кезінде жедел жадқа жүктеу және CPU Модулінің ROM-да орналасқан DB құлпын автоматты түрде оқу.

Екінші әдіс-DB құлпын түзету кезінде техникалық қызмет көрсету компьютерінде пайдаланушы жасаған DB құлпының байланыс желісі арқылы CPU Модулінің жедел жадына тікелей жүктеу. Алайда, электр қуатының үзілуі кезінде жүктелген деректер сақталмайды.

Егер екі бөліктен тұратын электрондық блоктау жүйесі бір-бірімен жұмыс істесе, онда деректерді өңдеу кезінде қателіктер пайда болуы мүмкін. Осыны ескере отырып, екі бөлік бөлек жұмыс істейді. Жүйенің жұмыс бөлігін таңдау:

егер жүйені таңдау кезінде VRD үшін пайдаланылатын деректерді енгізу модулінде жүйені таңдаудың байт жүйесін таңдау биттеріне электр қуаты жіберілсе, онда негізгі бөлік (1 бөлім), Егер жоқ болса, қосалқы бөлік (2 бөлім) орнатылады.



2.14 - сурет – Модуль құрылымының алдыңғы бөлігінің сұлбасы

Егер электрмен жабдықтауға жүйеге рұқсат етілсе, 1 және 2 бөлімдер деректерді енгізу арқылы бір-біріне берілген орнату байттарын оқиды. Егер олардың ешқайсысы негізгі ретінде анықталмаса, олардың біреуі негізгі болып тағайындалады және өз функцияларын орындай бастайды.

Егер жүйенің негізгі бөлігінде ақаулық болса және ол жұмыс істей алмаса, ол өзінің байттарын қосалқы жүйеге ауыстырып, басқа бөлікке өткізеді. Қосалқы бөлік негізгі бөліктің қайта өңделген байттарын оқиды, ал егер негізгі бөліктің орнату байттары таза болса, ол бірден қосалқы бөліктен негізгі бөлікке қайта құрылып, негізгі бөлік ретінде жұмыс істей бастайды.

Негізгі бөліктің жұмыс күйінің индикаторлары VRD-де қолданылатын деректерді шығару Модулінің негізгі жүйесінің күйін көрсететін жарықдиодты шамдар арқылы көрсетіледі. Егер төменгі регистрдің 2 биті «ON» болса, онда бұл Негізгі бөлік, егер «OFF» болса, онда бұл қосалқы бөлік.

Алғашқы іске қосу кезінде жүйе алдымен өзін-өзі диагностикалауды орындайды. Диагностика объектілері RAM, DB блоктау, жүйе модулі болып табылады. Қате табылған жағдайда fault хабары көрсетіледі. Бұл құлыптау схемаларын, әртүрлі құлыптар мен құлыптар, қосылыстар және т.б. туралы

деректер кестелерін талдағаннан кейін DB құлыптау нәтижелеріне қатысты елеулі қате анықталғанын білдіреді.

Сонымен қатар, егер жүйе жұмыс істеп тұрған кезде деректер дұрыс енгізілмесе, тексеру жүргізіледі. Егер нәтижесінде алынған деректерді енгізу туралы ақпарат дұрыс емес екендігі расталса, деректерді шығару автоматты түрде бұғатталады, содан кейін қауіпсіз, сенімді режимде жұмыс істей бастайтын қосалқы жүйе қосылады.

CPU модулі кірістірілген DB құлпына сәйкес деректерді шығару есептеулерін жүргізеді. Сонымен қатар, жүктелген DB қауіпсіздігі Fail-safe өзін-өзі өңдеу арқылы тексеріледі.

2.8 Логикалық бұғаттау сұлбасының өзара әрекеттесу модулі

Өзара әрекеттесу модулі жүйенің бірінші және екінші бөліктері ақпарат алмасуы үшін магистральдық желіге қосылу функциясын орындайды. Логикалық бұғаттау сұлбасының өзара әрекеттесу модулінің сұлбасы 2.15 суретте көрсетілген.



2.15 - сурет – Өзара әрекеттесу модулі алдыңғы бөлігінің құрылымдық сұлбасы

Өзара әрекеттесу модулі келесі қызметтерді атқарады:

- деректерді енгізу және шығару ақпаратымен және жүйенің жай-күйі туралы ақпаратпен алмасу

- жүйенің екі бөлігін бір мезгілде өңдеу.

Параллель іске қосу кезінде негізгі және қосалқы жүйе синхрондалады. Және Task іске қосылады. Бұл жағдайда сіз негізгі және қосалқы жүйенің деректерін енгізу және шығару туралы ақпаратты салыстырмалы түрде өңдей аласыз және пойыздың уақытты кідіріссіз үздіксіз қозғалысы мүмкін. Негізгі және қосалқы жүйелерді бір уақытта өңдеуді IF модулінің көмегімен жүзеге асыруға болады, негізгі жүйенің Clock қосалқы жүйеге өткізіп, синхрондауға болады. Функцияларға байланысты өзара алмасу.

Параметрлері

- Dual Port Ram: 128Кб

- Оптикалық байланыс жылдамдығы: 10 Мб/сек астам (Макс. 35 Мб/сек)

- Оптикалық кабель ұзындығы: Макс. 500м

- Адресі: A16, A24, A32

2.9 Логикалық бұғаттау сұлбасының мәліметтерді енгізу модулі

Деректерді енгізу модулі реле блогы арқылы жұмыс алаңының жай-күйі туралы ақпарат алады және ақпаратты CPU модуліне беруге жауапты. Басқаша айтқанда, деректерді енгізу модулі сыртқы құрылғылардан ON/OFF деректерін енгізу үшін қолданылады. Бір модульде ол 32Point ақпаратын өңдей алады.

Деректерді енгізу модулінде бір-бірін алмастыратын функциялар бар, ол үшін бағыттау параметрлерін орнату қажет.

Параметрлері:

- енгізу ақпаратының саны – 32 дана;

- номиналды кіріс кернеуі-DC +24 В;

- ең жоғары рұқсат етілген кернеу – +30 В астам;

- кіріске жауап кернеуі-төмен. → жоғары. +18в ± 2в өзгерісі жоғары. → өзгерісі төмен: +14в астам өзгерту;

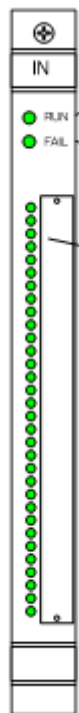
- кіріске жауап тогы – кіріске номиналды кернеуге қатысты:2ма ± 20%;

- қозғалыс индикаторлық шамы (сары), зақымдану индикаторы(қызыл), кіріс индикаторы (жасыл 32 дана), әрбір деректерді енгізу туралы хабарламаның мақсатын көрсету, кіріс коннекторына енгізу сигналдарына қатысты бағыт өткізетін диодтарды орнату, логикалық блок (5V) және деректерді енгізу және шығару блогы (24V) – электрлік оқшаулау.

32 нүктедегі ақпарат (нүкте) 8 нүктедегі бірлікпен 4 топқа бөлінеді. Өңдеу кезінде әрбір деректерді енгізу блогы Кедергі мен диодтардың арқасында электр қозғаушы күшінен қорғалады, жарық оқшаулау муфтасы (Photo-isolator coupler) жүргізген электр оқшаулауының арқасында сыртқы құрылғыларға ұшырамайды.

Декодер мекен-жайы. Әр енгізу модулінің өзіндік мекен-жайы (Address) бар. Модульдің мекен-жайы модульдің алдыңғы бетіне жоғарғы регистрдің 4

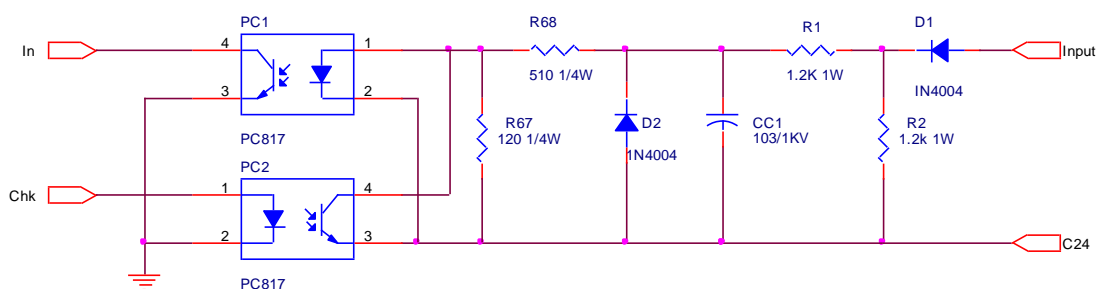
битімен және төменгі регистрдің 4 битімен біріктіріледі. Деректерді енгізу қауіпсіздікті ескере отырып, 2 бірлік жарық оқшаулағыш муфтасын (Photo-isolator coupler) пайдаланады. Point жұмыс алаңының ақпараты PC1-ді D1 арқылы іске қосады және ақпаратты In («Н») -ге жібереді. Бұл сигнал CPU модуліне буфер арқылы жіберіледі.



2.16 - сурет – Деректерді енгізу модулі алдыңғы бөлігінің құрылымдық сұлбасы

CPU модулі жұмыс алаңынан алынған Point деректерін енгізудің дәлдігін тексереді, Chk деректерін шығарады, PC2 іске қосады, PC1 электр тогын блоктайды, IN («L») буфері арқылы модульдің CPU-дан сигнал алады, сигналдың өзгеруіне сәйкес ақпараттың дәлдігін тексереді.

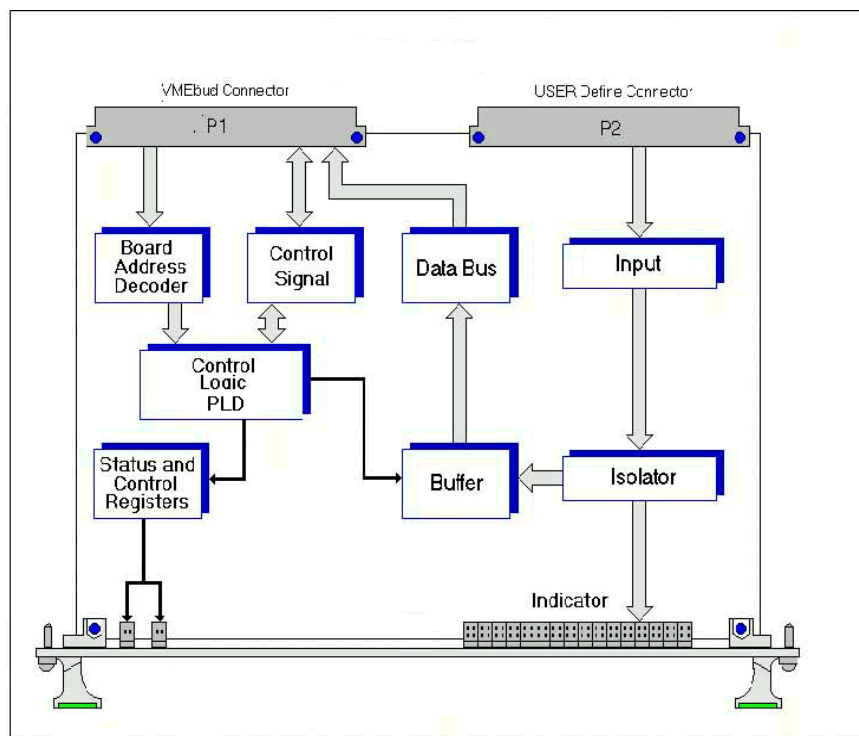
Деректерді енгізу блогының электрлік сұлбасы 2.17 суретте көрсетілген.



2.17 - сурет – Деректерді енгізу блогының электрлік сұлбасы

Деректерді қауіпсіз енгізу, деректердің қажетсіз енгізілуін тексеру және кепілдендірілген сенімділік (Fail-safe) функциясы үшін жоғарыда сипатталған Feed-back блогы қолданылады.

Деректерді енгізу, LED деректерін енгізу IN-нен алынған ақпарат деректерді енгізу блогының кедергісіне байланысты қалпына келтіріледі. Ақпарат қабылданбайтын әдеттегі уақытта деңгей High(5V) деңгейінде болады. In-нен ақпарат келгенде, тиісті блоктағы буферде деректерді енгізу деңгейі High(5V). Бұл ақпарат CPU модуліне буфер деректерін шығару арқылы жіберіледі. Сонымен қатар, IN ақпараты жарық диодты шаммен көрсетіледі, сондықтан бұл функцияның іске қосылуын көзбен оңай тануға болады.



2.18 - сурет – Деректерді енгізу модулінің блоктар сұлбасы

Деректерді енгізу модулінің блоктар сұлбасы өзара байланыс сұлбасы негізгі ақпараттарды диспетчерлік орталықтандыру орталығынан берілген ақпаратты объектілерге тарату үшін қолданылады.

2.10 Логикалық бұғаттау сұлбасының деректерін шығару модулі

Логикалық блоктау жүйесіндегі барлық логикалық есептеулерді өңдеу CPU модулінің жауапкершілігінде, түпкілікті бақылау деректерді шығару модулінде жүзеге асырылады. Басқаша айтқанда, деректерді шығару модулі сыртқы құрылғыларға ON/OFF ақпаратын шығару үшін қолданылады және бір модульде 16Point деректерін шығаруды өңдейді.

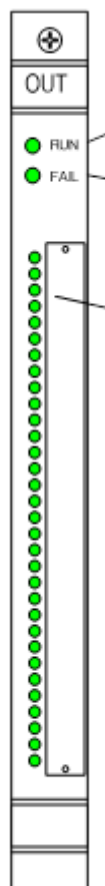
Деректер шығару модулінің параметрлері:

- деректерді шығару туралы ақпарат саны-16 дана.
- номиналды электр кернеуі / электр тогы.DC +24V / 0.5A.

Қозғалыс индикаторы (жасыл), зақымдану индикаторы (қызыл), шығыс

индикаторы (жасыл 16 дана), электр тогын тексеру шамы (сары: 16 дана), әр шығу хабарламасының мақсатын көрсету, шығыс сигналдарына қатысты бағыт беретін диодтарды орнату. Шығыс коннекторына, деректер шығысына қатысты қалыпты қозғалысты тексерудің кіріктірілген блогы деректер шығысын тексеру блогы (Feed-back).

Деректерді шығару модулі сұлбасы 2.19 суретте көрсетілген.



2.19 - сурет – Деректерді шығару модулінің алдыңғы бөлігінің құрылу сұлбасы

Деректерді шығару модулі CPU модулінен қалыпты деректерді шығару сигналы бойынша жұмыс істейді, бұл деректер шығару элементінің және модуль ішіндегі басқа бөліктің дұрыс жұмыс істемеуіне байланысты ақпараттың қажетсіз шығарылуына жол бермейтін құрылым. Сонымен қатар, жүйенің қауіпсіздігі мен сенімділігін арттыру үшін, деректерді шығару модуліне (Feed-back) қосылған, бұрын жіберілген деректерді шығаруды қайта тексеру функциясы бар. Ол алдын-ала шамның шығыс блогына қосылған қысқа тұйықталу салдарынан аномалды әрекетті немесе қате деректерді шығаруды тексере алады.

Қорғаныс блогы 1.1-1.2 а шегінде деректерді шығару портының электр жүктемесінің ауытқуы жағдайында жұмыс істейді, қорғаныс блогын іске қосу кезінде электр кернеуі номиналды параметрлердің 10%-ы шегінде азаяды, энергия беру себебін жойғаннан кейін жүйе автоматты түрде қалпына келеді

және қалыпты жұмыс режиміне өтеді. Қорғаныс блогын іске қосу және қалпына келтіру уақыты 1 секундтан аз.

Деректерді шығару порттарының әрқайсысына ең жоғары номиналды электр тогының үздіксіз ағыны кезінде электр кернеуінің өзгеру коэффициенті номиналды көрсеткіштердің 10%-ынан аспауы тиіс. Электр тоғын тексеру құрылғының номиналды көрсеткіштерінің 80% рұқсат етілген шегінде жүзеге асырылады.

2.11 Логикалық орталықтандыру сұлбасының түзеткіші

Түзеткіш DC24V қуатын логикалық бұғаттау жүйесіне электр энергиясын беру үшін қолданылады, стандартты жүйенің 19 дюймдік блогына бекітілген құрылымға ие. Құрылым жүктемені бөлу үшін еркін қосылу мүмкіндігіне арналған және деректерді шығаруға арналған қос жүйеден тұрады.

Сонымен қатар, энергияны жүктеуден қорғау функциясы бар кірістірілген DC/DC конвертер блогы бар. Энергия жүктемесінің себебін жойған кезде жүйе қалыпты жұмыс режиміне оралады.

Параметрлері:

- электр тоғын енгізу кернеуі – AC 220V, 60Гц, бір фазалы;
- кіріс электр кернеуінің рұқсат етілген нормалары-AC 176V~264V;
- электр тогының кернеуі және электр тогы-DC 24V/20A;
- кіріс электр кернеуі кезіндегі шығу қауіпсіздігінің деңгейі (желідегі шығу кернеуінің тұрақсыздығы) шығу электр кернеуінің белгіленген шегінің 0.5% шегінде;
- шығу кернеуінің белгіленген шектерінен 1% шегінде шығу кернеуінің электрлік кернеуі кезіндегі шығу қауіпсіздігінің деңгейі (жүктеме бойынша шығу кернеуінің тұрақсыздығы) ;
- импульстардың қайталану жиілігі және келтірілген шудың электр кернеуі номиналды жүктемеден 240 мВ-тан аз шекте (ең жоғары және ең төмен көрсеткіштер арасында);
- электр шығу кернеуі. Реттеу шегі 10-15%

1.1-1.2 есе номиналды көрсеткіштерден асатын электр жүктемесі кезінде жұмыс істей бастайтын блокты энергия жүктемесінен қорғау функциясы бар. Қорғаныс функциясы жұмыс істеп тұрған кезде электрлік шығу кернеуі номиналды көрсеткіштің 10% құрайды, кіріс электр кернеуі номиналды көрсеткіштің 30% шегіне дейін азаяды. Энергия жүктемесінің себебін жойған кезде жүйе қалыпты жұмыс режиміне өтеді.

Қорғаныс блогын іске қосу және қалпына келтіру уақыты 2 секундтан аз.

Электрмен жабдықтау құрылғысы DC/DC түрлендіргіш режимінде жұмыс істейді және 1 сатыдан туындаған электр кернеуінің әсеріне ұшырамайды.

Түзеткіш DC24V қуатын логикалық бұғаттау жүйесіне электр энергиясын беру үшін қолданылады, стандартты жүйенің 19 дюймдік блогына бекітілген

құрылымға ие. Құрылым жүктемені бөлу үшін еркін қосылу мүмкіндігіне арналған және деректерді шығаруға арналған қос жүйеден тұрады.

2.12 Метрополитенде автоматика құрылғыларын электрмен қоректендіру параметрлерін есептеу

Алматы қаласы метрополитенінде қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуде негізгі рөл атқаратын автоматика және телемеханика құрылғыларын электрмен қоректендіру жүйесі 4 фидер арқылы жүзеге асырылады.

Әр фидердің жұмыс көрсеткіші 1700 А-ден болған жағдайда РУ-825 В-ға түсетін жалпы жүктеме есептеледі. Дегенмен, бір түзеткішке түсетін жүктеме мынаған тең:

$$I_T = 1700 \text{ А} \cdot 4 = 6800 \text{ А},$$

$$I_B = 6800 / 3 = 2266,7 \text{ А}$$

Жоғарыда көрсетілген жүктеме мәндерін байланысты В-МППД-2,5к-825 УХЛ4 типті түзеткіш таңдалады, оның сәйкестендіруші мәндері келесідей:

$$I_H = 2500 \text{ А}, U_H = 825 \text{ В}$$

Түрлендіргіш трансформатордың әдеттегі қуатын есептеу үшін келесі формуланы пайдалануға болады:

$$S_T = 1,029 \cdot P_{d0} = 1,029 \cdot U_{d0} \cdot I_{dH} \quad (3.1)$$

мұндағы P_{d0} – түзеткіштің номиналды қуаты, кВт;

U_{d0} – бос кернеу, номиналды 7%;

I_{dH} – түзеткіштің номиналды тогы.

Олай болса, трансформатор түрлендіргішінің типті қуаты келесідей есептеледі:

$$S_T = 1,029 \cdot 1,07 \cdot 825 \cdot 2500 = 2271 \text{ кВА}$$

Түрлендіргіш трансформатордың желі орамасының номиналды қуаты түзеткіштің номиналды қуатының 1,012 есептік қатынасында алынады. Олай болса келесі формуланы қолданамыз:

$$S_{1H} = 1,012 \cdot P_{d0} \quad (3.2)$$

3.2 формуласына сәйкес трансформатор түрлендіргішінің желілік орамасының номиналды қуаты келесідей есептеледі:

$$S_{1H} = 1,012 \cdot 1,07 \cdot 825 \cdot 2500 = 2233,4 \text{ кВА}$$

2.13 Таратқыш құрылғыларға қосылатын электр қабылдағыштары қуатын есептеу

Белсенді есептік қуат мәнінің есебі электр қабылдағышының қуат мәніне жүктеме коэффициентін көбейту арқылы жүргізіледі.

Құрылғылардың реактивті Q_p есептік қуат мәнінің есебі белсенді есептік қуат мәніне реактивті қуат мәнін көбейту арқылы жүргізіледі.

Белсенді активті P_p және реактивті Q_p есептік қуат есептеу үшін осы көрсетілген параметрлер бір уақытты жұмыс коэффициенті K_{op} көбейтіледі.

K_{op} мәндері келесі алынуы қажет:

- желдеткіш қондырғылар үздіксіз жұмыс істеуіне байланысты, тоннелді желдеткіш үшін $K_{op}=0,8$, ал жергілік желдету үшін – $0,4$;

- сорғы құрылғылары циклды графикпен жұмыс істейді, сондықтан $K_{op}=0,4$;

- электрлік құрылғылар циклы тұрғыда жұмыс істейді, сондықтан $K_{op}=0,5$, егер электр сымдары қолданылған блоктар үшін $K_{op}=0,8$;

- біркелкі режимі жоқ көтеру құрылғылары үшін $K_{op}=1$ және $K_{op}=0,2$ -ге тең;

- басқа құрылғылар мен қондырғылар үшін $K_{op}=0,3$ -ке тең.

Таратушы трансформаторға қосылатын электр қабылдағыштары үшін есептік толық қуат активті және реактивті қуаттар қосындысының түбіріне тең.

$$P_p = P_H \cdot K_3 \cdot K_{op}, \quad (3.3)$$

$$Q_p = P_p \cdot K_3 \cdot K_{op} \cdot \text{tga}, \quad (3.4)$$

$$S_p = \sqrt{(P_p)^2 + (Q_p)^2} \quad (3.5)$$

Таратқыш трансформаторында реактивті қуатты компенсациялау үшін РУ-1 шинасының бірінші және екінші секцияларына қуаттылығы 500 кВАр болатын конденсаторлар орналастырылады.

Бұл конденсаторлық қондырғылар реактивті тоқтың тұтынылуын қадағалау үшін қосылады. Егер, автоматты режимде олардың тұтынылуы көп болса, онла олар тек бастапқы орнатылған $\cos \varphi$ қуатын компенсациялау үшін керек.

Конденсаторлық құрылғылардың компенсациялық есебі келесідей есептеледі:

$$\text{tga}_p = \frac{\sum Q_p}{\sum P_p}, \quad (3.6)$$

$$\sum Q_{p\text{КОМП}}^* = \sum P_p^* \cdot (\text{tg}\varphi_p - \text{tg}\varphi_3) \quad (3.7)$$

мұндағы $tg \varphi_{\Sigma}$ – энергожүйе арқылы берілген бастапқы коэффициент, ол 0,4-ке тең.

Олай болса:

$$tg \varphi_p = \frac{323,56}{674,67} = 0,48$$

$$\sum Q_{\text{РКОМП}}^* = 674,67 \cdot (0,48 - 0,4) = 53,69 \text{ кВАр}$$

Автоматика құрылғыларын электрмен қоректендіруде трансформаторлық таратқыштың реактивті қуатын компенсациялау мәні 53,69 кВАр тең болды.

2.14 Таратқыш трансформаторы үшін ажыратқыш таңдау есебі

Қолданылатын автоматты ажыратқыштар олардың номиналды мәніне сәйкес таңдалады. Таратқыш трансформаторы РУ-20 кВ үшін автоматты ажыратқышты таңдау келесідей жүргізіледі:

$$U_{\text{УСТ}} \leq U_{\text{Н}},$$

$$I_{\text{Рmax}} \leq I_{\text{Н}}$$

мұндағы $U_{\text{УСТ}}$ – таратқыш трансформаторының номиналды кернеуі;

$U_{\text{Н}}$ – негізгі тарату аппаратының номиналды кернеуі;

$I_{\text{Рmax}}$ – элементтің максималды жұмыс тоғы

$I_{\text{Н}}$ – аппараттың номиналды тоғы.

Сәйкес сөндіргіштің сыйымдылығын тексеру кезінде номиналды үзілу тогы, периодтық токты бұзу мүмкіндігінің шарты сақталуы керек:

$$I_{\text{Пт}} \leq I_{\text{Ноткл}}$$

мұндағы $I_{\text{Пт}}$ – қысқа тұйықталу кезіндегі ток.

Ажырату моменті келесі формуламен анықталады:

$$\tau = t_{\text{ЗАЩmin}} + t_{\text{СВ}} \quad (3.8)$$

мұндағы $t_{\text{ЗАЩmin}}$ – релелік қорғаныстың минималды уақыты

$t_{\text{СВ}}$ – ажыратқыштың іске қосылуының өзіндік уақыты.

Таратқыш трансформаторының ВВ/ТЕЛ ажыратқыш кіреді. Оның сыртқы бейнесі 3.1 суретте көрсетілген.



3.1 - сурет – ВВ/ТЕL ажыратқышының бейнесі

Жоғарыдағы есептеулер нәтижесінде ВВ/ТЕL-20-20/800 У3 таңдалған:

$$U_H = 20 \text{ кВ}, I_H = 800 \text{ А}$$

$$\tau = 0,01 + 0,065 = 0,075 \text{ с}$$

$$4,6 \text{ кА} \leq 16 \text{ кА}$$

$$11,7 \leq 41 \text{ кА}$$

$$i_{aH} = \sqrt{2} \cdot 20 \cdot \frac{41}{100} = 11,6 \text{ кА}$$

$$i_{ar} = \sqrt{2} \cdot 4,6 \cdot e^{\frac{0,075}{0,05}} = 1,45 \text{ кА}$$

$$B_K = 4,6^2 \cdot (0,11 + 0,065) = 3,703 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$I_T^2 \cdot t_T = 16^2 \cdot 3 = 768 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобаны қорытындылай келе, келесідей атқарылған жұмыстар мен нәтижелерді атап өтуге болады:

- метрополитеннің тағайындалуы мен әлемдегі метрополитен жүйесінің дамуына аналитикалық шолу жасалды.

- Алматы қаласы метрополитенінің құрылымы, ерекшеліктері және перспективті даму бағыттары қарастырылды;

- әлемдік метрополитенде қолданылатын СВТС жүйесін өндіруші компанияларға және олардың қолданылу аймағына талдау жасалды;

- Алматы қаласы метрополитенінде қолданылатын Hyundai Rotem компаниясының СВТС жүйесінің ерекшеліктері мен жұмыс істеу принципі, құрылымдық сұлбасы зерттелді;

- метрополитенде СВТС жүйесінің электронды блоктау ЕІЕ жүйешесінің қолданылу ерекшеліктері, құрылымы, құрама аппаратураларының тағайындалуы мен ерекшеліктері талданды;

- СВТС жүйесінің электронды блоктау ЕІЕ жүйешесінің алаңдық объектілерді басқару мен бақылауда қатысатын құрама аппаратураларының тағайындалуы қарастырылды.

- метрополитенде автоматика құрылғыларын электрмен қоректендіру параметрлері есептелді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кульбаев М.Н. Строительство первой очереди метрополитена в г. Алматы // Метро и тоннели. 2006. № 3. С. 20-23.
- 2 Логинов Г.И. Устройства автоматики, телемеханики движения поездов на метрополитене (Устройства сигнализации, централизации и блокировки). Учебно-производственный центр ГИП «Московский метрополитен». Москва, 2006. – 144 с.
- 3 Укшебаев М.Т., Коротков В.Л. Современное оборудование, технологии при строительстве метрополитена в г. Алматы // Метро и тоннели. 2007. № 5. С. 14-16.
- 4 Щепилов И.А. Метрополитен как защитное сооружение. особенности строения метрополитена // Материалы II международной научно-практической конференции, посвящённой Всемирному дню гражданской обороны. 2018. С. 279-284.
- 5 Шенгерей М.С. Элементная база преобразователя собственных нужд вагона метрополитена // Материалов VII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 214-217.
- 6 Голынский А.П. О повышении пропускной способности и привлекательности метрополитена // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 4 (47). С. 34.
- 7 Казанина И.В., Разбицкий Е.В. Автоматизация систем управления метрополитена г. Алматы // Актуальные научные исследования в современном мире. 2019. № 12-1 (56). С. 96-101.
- 8 Керимбай Е. Лазерные технологии в предоставлении транспортных услуг (на примере метрополитена г. Алматы) // В сборнике: Перспективы развития науки и образования. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции [Электронный ресурс]. Под общей редакцией А.И. Вострецова. 2016. С. 23-31.
- 9 Тойгожинова А.Ж., Сұлтанқұлов Е.Қ., Калиев Ж.Ж. Разработка алгоритма действий при сбойных ситуациях в метрополитене г. Алматы // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2020. № 4 (115). С. 199-207.
- 10 Тойгожинова А.Ж., Сұлтанқұлов Е.Қ., Калиев Ж.Ж. Алгоритм действий работника метрополитена при возникновении внештатных ситуаций во время движения поездов в режиме СВТС // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2020. № 4 (115). С. 192-199.
- 11 Султанкулов Е.К., Нурланбек А.Д. Перепланирование графика движения поездов метрополитена при сбойных ситуациях // В сборнике: Комплексное взаимодействие лингвистических и выпускающих кафедр в техническом вузе. Международная научно-практическая конференция посвященная 125-летию РУТ (МИИТ). Москва, 2021. С. 293-296.
- 12 Нурланбек А.Д. Система автоматического контроля поездов алматинского метрополитена // В сборнике: Сборник научных трудов

«Транспорт: наука, образование, производство». Труды Международной научно-практической конференции. 2020. С. 106-109.

13 Гамолина С.С., Бадябина К.Ю. Анализ маршрутной сети города Алматы по организации пассажиропотока // В сборнике: Логистика - евразийский мост. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2019. С. 510-513.

14 Исмагулова С.О., Апшикур Б., Алияскарова А. Особенности проектирования метро в г.Алматы // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2008. № 4 (53). С. 39-44.

15 Баранов Л.А. Оценка интервала попутного следования метропоездов для систем безопасности на базе радиоканала // Мир транспорта. 2015. Т. 13. № 2 (57). С. 6-19.

16 Маргарян С. Радиосети перспективных автоматизированных систем управления поездами // Беспроводные технологии. 2015. № 2 (39). С. 34-38.

17 Сурикова О.Д., Сошников А.В., Шило Д.С. Автоматическое метро: характеристики и перспективы // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. 2015. № 3 (31). С. 44-52.

18 Юницкий А.Э., Сорокин Ю.А. Реализация СВТС функций определения местоположения в UST транспортных системах // В сборнике: проблемы безопасности на транспорте. материалы XI международной научно-практической конференции. В 2 частях. Гомель, 2021. С. 83-84.

19 Кузнецов С. В., Зименков О. А. Синтез и реализация оптимальной структуры комплекса автоматики, сигнализации, связи и безопасности линии метрополитена. — СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2018. – 476 с.

20 Самарская Н.А., Ильин С.М. Исследование условий труда и разработка предложений по регламентации требований безопасности при проведении работ в метрополитене: монография – М.: Первое экономическое издательство, 2020. – 288 с.