

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт автоматик и информационных технологий

УДК 004.72 (043)

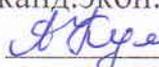
На правах рукописи

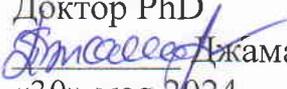
Канатулы Жанибек

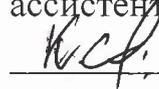
МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации	Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности
Направление подготовки	7M06201 – «Телекоммуникации»

Научный руководитель,
канд.экон.наук, ассоц.проф.
 А.Е.Куттыбаева
«05» 05 2024 г.

Рецензент,
Доктор PhD
 Джамангарин Д.
«30» мая 2024.

Норм контроль:
ассистент, маг.техн.наук
 С.Кенгесбаева
« 30» июнь 2024 г.



Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт автоматик и информационных технологий

Кафедра «Электроник, телекоммуникации и космических технологий»
7M06201 – Телекоммуникации



Магистранту Канатулы Жанибек

Тема: «Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности»

Утверждена приказом по академическим вопросам университета № 1365-М от 31 августа 2023 г. (№ 1365-М от 31 августа 2023 г.)

Срок сдачи законченной диссертации “20”мая 2021 г.

Исходные данные к магистерской диссертации:

а) Алгоритмы выбора головного узла; 2) Обзор систем видеонаблюдения.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

б) Исследование развития системы видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте;

в) Исследование повышения эффективности;

г) Алгоритм работы систем безопасности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

а) структура экосистемы Cybe-RR;

б) Функция автоматического переключения;

в) Отображение местоположения в реальном времени.

Рекомендуемая основная литература:

1 Абакумов, П.А. Алгоритм выбора головного узла кластера сенсорной сети в трехмерном пространстве / П.А. Абакумов// Электросвязь. - 2014. - №4.;

2 Кучерявый, А.Е. Интернет Вещей / А.Е Кучерявый// Электросвязь. -2013. - № 1. - С. 21-24.;

3 Футахи, А.А. LTE и беспроводные сенсорные сети/ А.А. Футахи, Е.А. Кучерявый, А.Е. Кучерявый // Мобильные телекоммуникации. - 2012. - №9. - С 38-41.;

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретическая часть	15.01. 2024 г. - 15.09.2024г.	выполнена
Основная часть	15.09.2024 г. – 15.01.2021 г.	выполнена
Расчетная часть	16.01.2024 г. – 15.05.2024 г.	выполнена

Подписи
консультантов и норм контролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф (ученая степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоретическая часть	Канд. экон.наук, ассоц.проф. Куттыбаева А.Е.	10.05.2024 г.	
Основная часть	Канд.экон.наук, лектор Куттыбаева А.Е.	15.05.2024 г.	
Норм контролер	Маг.техн.наук, ассистент каф. ЭТЖКТ Кенгесбаева С.	01.06.2024 г.	

Научный руководитель



А.Е.Куттыбаева

Задание принял к исполнению обучающийся

Ж.Канатулы

Дата

“05” июня 2024 г.

АННОТАЦИЯ

В данной научно-исследовательской работе рассматривается концепция Интернета вещей, построенная на использовании технологии беспроводной сенсорной сети (WSN). Беспроводные сенсорные сети обладают рядом особенностей в сравнении с традиционными сетями связи. На данный момент беспроводные сенсорные сети применяются почти во всех сферах жизнедеятельности, в связи с чем возникает вопрос увеличения жизненного цикла сенсорных сетей. В ходе данного исследования были проанализированы различные аспекты изучения беспроводных сенсорных сетей, а также систем LTE и систем 5G. В работе был рассмотрен метод применения временных мобильных головных узлов кластеров с целью повышения продолжительности актуального цикла БСС.

АНДАТПА

Бұл алғашқы зерттеу мақаласында Wireless Sensor Network (WSN) технологиясын қолдана отырып, Интернет заттары тұжырымдамасы қарастырылған. Сымсыз сенсорлық желілер дәстүрлі байланыс желілерімен салыстырғанда бірқатар ерекшеліктерге ие. Қазіргі уақытта сымсыз сенсорлық желілер өмірдің барлық салаларында қолданылады, бұл сенсорлық желілердің өмірлік циклін арттыру мәселесін көтереді. Осы зерттеу барысында сымсыз сенсорлық желілер, сондай-ақ ұзақ мерзімді эволюция жүйелері мен бесінші буын жүйелері саласындағы зерттеу бағыттарына талдау жасалды. Жұмыста сымсыз сенсорлық желілердің қол жетімділігі мен өмірлік циклын арттыру үшін кластерлердің уақытша жылжымалы бас түйіндерін пайдалану әдісі қарастырылды.

ANNOTATION

This research paper explores the concept of the Internet of Things using Wireless Sensor Network (WSN) technology. Wireless sensor networks have a number of features compared to traditional communication networks. At the moment, wireless sensor networks are used in almost all spheres of life, which raises the question of increasing the life cycle of sensor networks. In the course of this study, an analysis was made of research directions in the field of wireless sensor networks, as well as systems of long-term evolution and systems of the fifth generation. The paper considered a method of using temporary mobile head nodes of clusters to increase the availability and life cycle of wireless sensor networks.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	1
1 Проблемы железнодорожной безопасности	2
1.1 Решение	5
1.2 Безопасность	5
1.3 Преимущества	6
1.4 Система управления радиосвязью – Гео-сервер	7
1.4.1 Автоматическое определение местоположения радиостанции	8
2 АРМ Диспетчер Cybe-RR	10
2.1 Подключение к существующей системе профессиональной радиосвязи	10
2.2 Пользовательский интерфейс	11
2.3 Поддержка всех типов звонков	11
2.4 Объединить вызов /переадресация вызова /удержание вызова	13
3 Система оповещения	17
3.1 Оповещения в зонах ответственности	17
3.2 Система контроля рабочего инвентаря	18
3.3 «Cybe-БРТ»	18
3.3.1 Консоль	19
3.3.2 Радиоблок TETRA	20
3.4 Системные требования экосистемы «Cybe-RR»	21
3.4.1 Результаты научной и (или) научно-технической деятельности, предлагаемые к коммерциализации	21
3.5 Система контроля рабочего инвентаря	26
4 Сравнительный анализ радиостандартов железнодорожного транспорта в странах АТР	39
4.1 Результаты исследования	51
4.2 Заключение сравнительного анализа радиостандартов железнодорожного транспорта в странах АТР	53
4.3 Сравнительное описание предлагаемого работа с существующими аналогами или заменителями на рынке с указанием технических характеристик	61
Заключение	73
Термины и определения	74
Список использованных источников	75

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время «Национальная компания «Казахстан Темир Жолы» реализует госпрограмму по внедрению цифровой радиосвязи «Цифровая железная дорога». «Стратегия «Цифровая железная дорога» предусматривает цифровизацию бизнес-модели компании и внедрение новых технологий во все ключевые операционные сегменты – грузовые и пассажирские перевозки, инфраструктура и транспортная логистика», – отметил вице-президент компании АО «НК «КТЖ» ([ссылка на источник](#)). Также цифровизация транспортно-логистического комплекса обеспечит прозрачность процессов организации перевозок, повысит эффективность и снизит операционные расходы.

Протяжённость магистральных железнодорожных путей Казахстана составляет более 14 тысяч км, основная часть, около 97,5%, железнодорожной сети проходит по территории Казахстана, 2,5 % — по территории приграничных районов России и Кыргызстана. Вдоль дороги расположено 720 станций и разъездных пунктов. Парк грузовых вагонов — более 120 000 единиц, парк локомотивов — более 1200 единиц, 609 из которых обновлены и модернизированы. Железная дорога является стратегически важным объектом для Казахстана. В год по территории Казахстана через железнодорожные пути следует более 7000 контейнерных поездов, в том числе в направлении «Китай – Европа» и «Россия - Центральная Азия» – около 6200 контейнерных поездов.

Увеличению грузопотока по железнодорожным путям способствуют: стабильная радиосвязь, интеграция интервального регулирования движения поездов, системы безопасности и др. Для интеграции данных систем требуется цифровая среда передачи данных, централизованное управление. Интеграцией данных систем занимается ТОО «RTEL Group».

На сегодняшний день в сфере железнодорожной безопасности и оптимизации АО «НК «КТЖ» существует ряд значительных проблем, решением которых компания ТОО «RTEL Group» видит разработку и внедрение экосистемы «Cybe-RR», которая поможет минимизировать существующие риски для сотрудников и компании или устранить их. Экосистема включает в себя основные цифровые функции и системы, востребованные на железной дороге.

1 Проблемы железнодорожной безопасности

Проблемы железнодорожной безопасности заключаются в следующем:

1) Общая поездная группа.

Нашей компанией был произведен анализ использования общей поездной группы на участке «Жетыген - Алтынколь» Алматинского отделения ГП. На данном участке располагается 15 станций, эксплуатирующие одну поездную группу во время переговоров. Общая группа должна использоваться лишь в экстренных ситуациях для уведомления всех участников сети TETRA данного участка. Использование общей поездной группы создавало ряд помех в технологическом процессе движения поездов: переговоры одной станции слышал весь участок, что создавало неудобства для ведения переговоров всеми остальными станциями на данном участке во время рабочего процесса. Команды поездных диспетчеров или дежурных по станциям вместо целевых адресатов могли быть восприняты другими участниками железнодорожной магистрали или машинистами, тем самым создавалась угроза безопасности движения поездов. Внедрение наших локомотивно-бортовых терминалов первой версии «Cybe-БРТ» позволило разделить участок «Жетыген - Алтынколь» на местные поездные группы.

2) Проблемы с инициацией вызова с рабочего места поездного диспетчера (ДНЦ).

Поездной диспетчер — ответственный работник хозяйства перевозок железнодорожного транспорта, который единолично руководит движением поездов на своём участке (диспетчерском круге) и несет за это полную ответственность. Поездные диспетчеры используют для связи с машинистами локомотивов находящиеся на участках автоматические телефонные станции (далее АТС). АТС – это оборудование в виде телефонного аппарата, подключенного к сети TETRA с помощью IP-соединения. Существует проблема: локомотивные парки пополняются локомотивами, оборудованными ЛБТ, тем самым затрудняя процесс вызова машинистов, так как количество индивидуальных номеров увеличивается, что затрудняет процесс набора в ручном режиме. В свою очередь, это влияет на оперативность работы поездного диспетчера. Также существует проблема, что при экстренных ситуациях поездной диспетчер имеет возможность вызова только одного участника сети TETRA, что ограничивает поездных диспетчеров и подвергает опасности всех участников чрезвычайной ситуации. Для решения данных проблем нашей компанией было разработано одно из составляющих экосистемы – АРМ ДНЦ «Cybe-RR».



Рисунок 1.1 – Автоматическая телефонная станция (АТС)

3) Тормозные башмаки – инвентарь строгого учета.

Тормозной башмак — приспособление для уменьшения скорости или остановки движущихся групп вагонов (отцепов) и других видов подвижного состава, а также закрепления стоящего подвижного состава от самопроизвольного и несанкционированного движения. Башмаки являются инвентарем строгого учета и находятся под контролем Комитета Национальной Безопасности, имеют номера и хранятся в местах, определенных ТРА станции.



Рисунок 1.2 – Тормозной башмак

Тормозной башмак нуждается в постоянном контроле его местоположения, что является одной из существенных, ресурсозатратных проблем АО «НК «КТЖ». Экосистема «Cybe-RR» имеет один из сервисов «Smart tools», который позволяет отслеживать местоположение башмака автоматически.

4) Железнодорожные переезды.

Железнодорожный переезд — место одноуровневого пересечения железнодорожных путей и автомобильной дороги, либо велосипедной или пешеходной дорожки. Железнодорожный переезд — объект повышенной опасности, нуждающийся в непрерывном контроле. Наша экосистема имеет

функцию непрерывного контроля железнодорожного переезда с возможностью уведомления приближающегося поезда о возможной опасности или помехе на железнодорожном переезде.

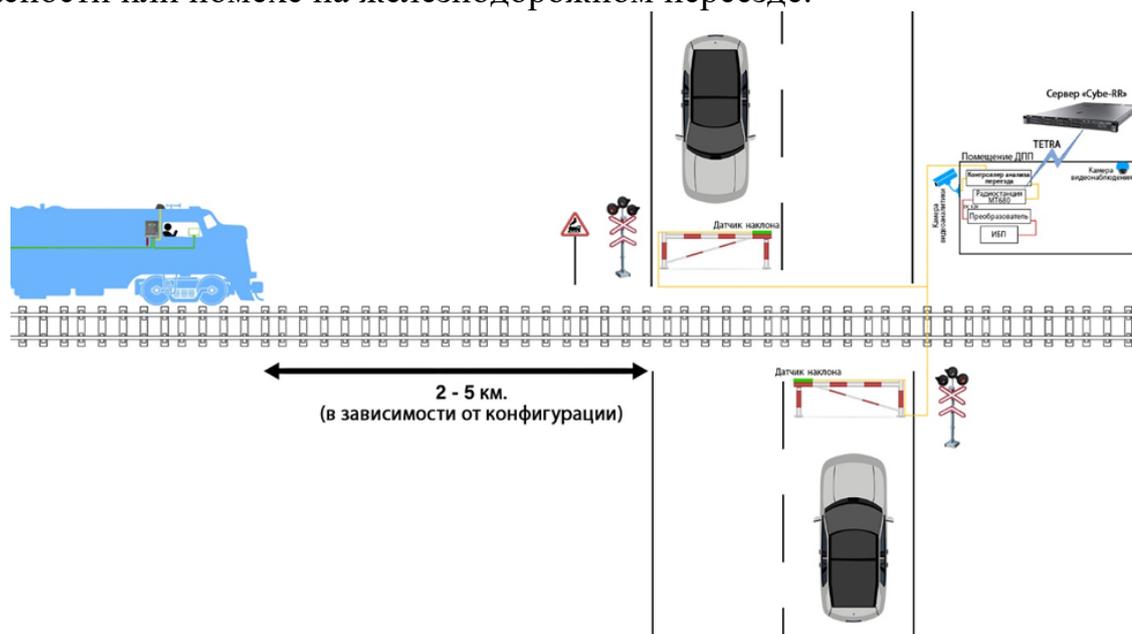


Рисунок 1.3 – Железнодорожный переезд с системой Smart переезд

5) Оповещения о приближений локомотива.

Железная дорога – зона повышенной опасности, поэтому все сотрудники должны быть всегда осведомлены о каких-либо действиях на путях. Несвоевременное предупреждение участников процессов является одной из основных причин возникающих чрезвычайных ситуаций. АО «НК «КТЖ» ставит безопасность своих сотрудников превыше всего, что вызывает необходимость в принятии решений о внедрении дополнительных систем безопасности. В нашем пакете экосистемы «Cybe-RR» имеется обширная вариация уведомлений на радиостанции. Один из сервисов, благодаря радиостанциям, оборудованным GPS-модулями, может отслеживать местоположения работника, и, в зависимости от его местонахождения, уведомлять о входе в зону повышенной опасности, либо о приближении локомотива к данной зоне.

б) Локомотивно-бортовые терминалы.

В настоящее время существует проблема несогласованности стандартов радиосвязи: использование локомотивов, оборудованных только КВ-радиостанциями, накладывает ограничение движения составов только на определенных участках железнодорожных путей; некоторые локомотивы дополнительно оборудованы цифровыми радиостанциями стандарта TETRA, что зачастую затрудняет работу машинистов, так как переходы между участками требуют использование разных систем связи, а вместе с тем и оборудования. При переключении возможны ошибки и сбои, в том числе

возникающие по вине машинистов, что влечет за собой угрозу безопасности движения поездов.

У компании ТОО «RTEL Group» есть решение данной проблемы: необходимо разработать новый вид ЛБТ – «Cybe-БРТ». Терминал «Cybe-БРТ» будет включать в себя все функциональные возможности экосистемы «Cybe-RR», а также возможность работать сразу с несколькими стандартами связи для снятия текущих ограничений.

1.1 Решение

В Казахстане в сфере железных дорог участки, оборудованные стандартом связи TETRA, используются как аналоговый вид связи, что не раскрывает весь потенциал цифровой радиосвязи TETRA. ТОО «RTEL Group» предлагает к рассмотрению разработанную экосистему диспетчерской централизации «Cybe-RR».

«Cybe-RR» – это экосистема, созданная по стандартам профессиональной радиосвязи TETRA и разработанная для обработки цифровых данных и интеграции требуемых сервисов. Благодаря архитектуре клиент-сервер, модульной конструкции и поддержке передачи данных и голоса, система «Cybe-RR» предлагает почти все современные функции диспетчеризации в одном пакете программного и аппаратного обеспечения.

На сегодняшний день экосистема завершила эксплуатационные испытания в АО «НК «КТЖ» с составленным по окончании испытаний итоговым отчетом с результатами испытаний. Система показала отличный результат и определила возможность устранения существующих проблем на железнодорожной магистрали.

Экосистема включает в себя:

- Гео-сервер – система управления радиосвязью;
- АРМ Диспетчер «Cybe-RR»;
- Система оповещения в зонах ответственности;
- Система оповещения о состоянии зон повышенной опасности;
- Система контроля инвентаря «Smart tools»;
- Локомотивная радиостанция «Cybe-БРТ».

ТОО «RTEL Group» занимается разработкой единого решения ЛБТ «Cybe-БРТ» для полного завершения пакета экосистемы «Cybe-RR».

1.2 Безопасность

Сервисы и функции, реализованные в экосистеме «Cybe-RR» могут быть использованы как вспомогательные системы безопасности. Данный пакет экосистемы может использоваться в различных видах деятельности с

использованием различных технических решений на базе экосистемы «Cybe-RR».

На сегодняшний день данная система прошла эксплуатационные испытания на железной дороге АО «НК «КТЖ», показав хороший результат и возможность использования всей экосистемы в целях повышения безопасности.

1.3 Преимущества

Экосистема «Cybe-RR» включает в себя полный пакет функциональных возможностей в цифровой радиосвязи и среде передачи данных. Данная система включает в себя несколько вспомогательных сервисов: сервис по отслеживанию местоположения, сервисы анализа состояния и оповещения, ЛБТ «Cybe-БРТ», автоматизированное рабочее место диспетчер «Cybe-RR», различные решения систем ИОТ и возможность интеграции различных сервисов в цифровой радиосвязи. Наше решение позволяет использовать цифровую радиосвязь в полной мере.

Дополнительный модуль также позволяет централизованно управлять всеми географическими данными, связанными с использованием автопарков с GPS. Пользовательский интерфейс клиента «Cybe-RR» поддерживает функции управления и связи в сети цифровой радиосвязи. Управление простое, а элементы управления четко расположены. Пользовательский интерфейс оптимизирован для использования сенсорного экрана и в то же время поддерживает использование двух экранов.

Особенности экосистемы «Cybe-RR»:

- Многостанционная диспетчерская система со структурой клиент-сервер;
- Имеется возможность использования в различных видах деятельности;
- Может использоваться как центр логистики и оперативного управления для контроля и управления радиоабонентами, а также как центр сигнализации для функций мониторинга, сигнализации и управления;
- Автономная диспетчерская система подключается с помощью сетевого подключения по IP;
- Пользовательский интерфейс оптимизирован для использования с сенсорным экраном, а также используется стандартная компьютерная клавиатура и мышь;
- Гибкий дизайн для индивидуальной конфигурации пользователя. Имеется возможность индивидуальной настройки пользовательского интерфейса;
- Функции основаны на голосовой связи, статусе и коротких телеграммных данных;
- Модульная конструкция с возможностью расширения за счет различных модулей или других приложений;

- Функции импорта существующей базы абонентов;
- Резервное копирование и восстановление;
- Архитектура резервирования (резервирование соединения и сервера).

1.4 Система управления радиосвязью – Гео-сервер

Система управления радиосвязи позволяет централизованно разделить зону покрытия на местные зоны ответственности в режиме реального времени, отслеживая местоположение абонентов посредством GPS-позиционирования.

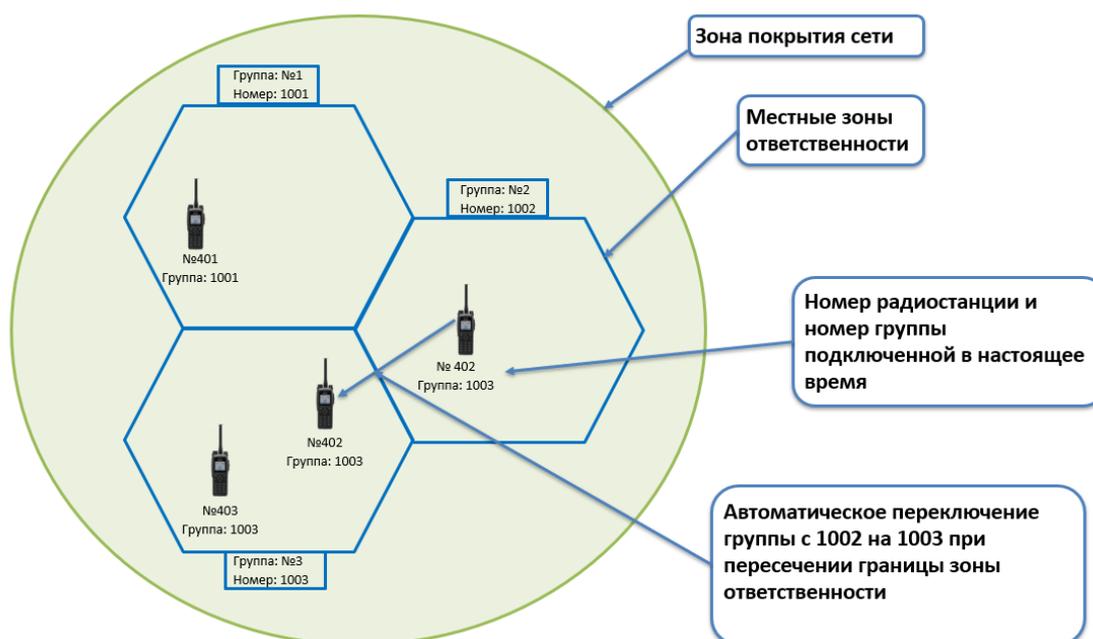


Рисунок 1.4 – Функция автоматического переключения

Функция «Гео-сервер» устанавливается в виде отдельного программного обеспечения (далее ПО) на сервере «Cybe-RR». В данном ПО производятся работы с географической частью системы, что дает возможность выделения зоны ответственности в виде гео-зоны на карте и присваивать функцию при взаимодействии с которой радиостанции выполняют определенный ряд действий.

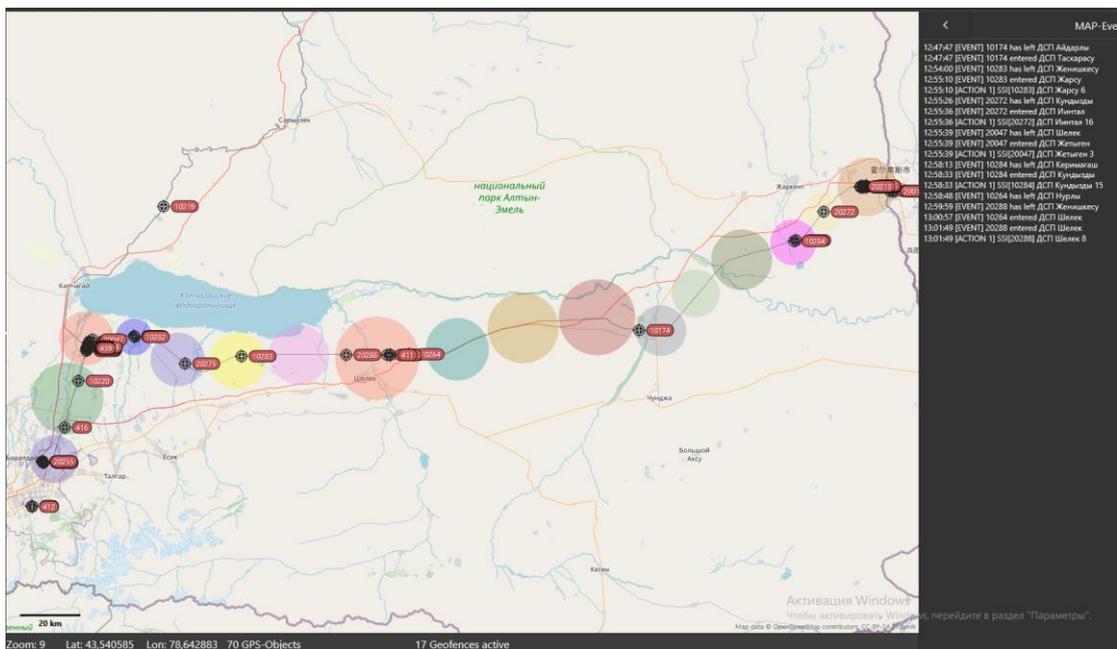


Рисунок 1.5 – Гео-зоны

Функции, используемые в гео-зонах:

- Автоматическое переключение групп. Данная функция позволяет переключать автоматически группу на радиостанции при въезде в зону ответственности, отмеченную на карте в виде гео-зоны;
- Создание динамической группы и присвоение всем участникам сети TETRA, входящим в зону ответственности. Данная функция позволяет создавать рабочую группу в месте работ или зоне ЧС.
- Оповещения о входе в зону ответственности нового абонента. Данная функция оповещает всех участников, находящихся в зоне ответственности о входе/выходе в зону нового абонента;
- Оповещения диспетчера «Cybe-RR» о входе\выходе из зоны ответственности абонента;
- Отправка статусного/текстового сообщения всем абонентам входящим в зону ответственности.

1.4.1 Автоматическое определение местоположения радиостанции

Одна из основных задач центра управления – управление задачами автопарка и других радио-абонентов. Этот сложный процесс включает в себя определение местоположения и доступности транспортного средства / терминала. Используя цифровую радиосвязь, этот процесс можно запустить автоматически. Используемое конечное оборудование цифровой радиосвязи периодически передает данные о своем местоположении клиенту «Cybe-RR». Данные, полученные «Cybe-RR», отображаются на мониторе. Таким образом, персонал центра управления всегда получает правильную информацию и может выбрать транспортное средство с наилучшим расположением. С одной

стороны, это приводит к повышению эффективности и, в долгосрочной перспективе, к снижению затрат для автопарка. Это преимущество может помочь организациям общественной безопасности повысить уровень безопасности, а также снизить затраты.

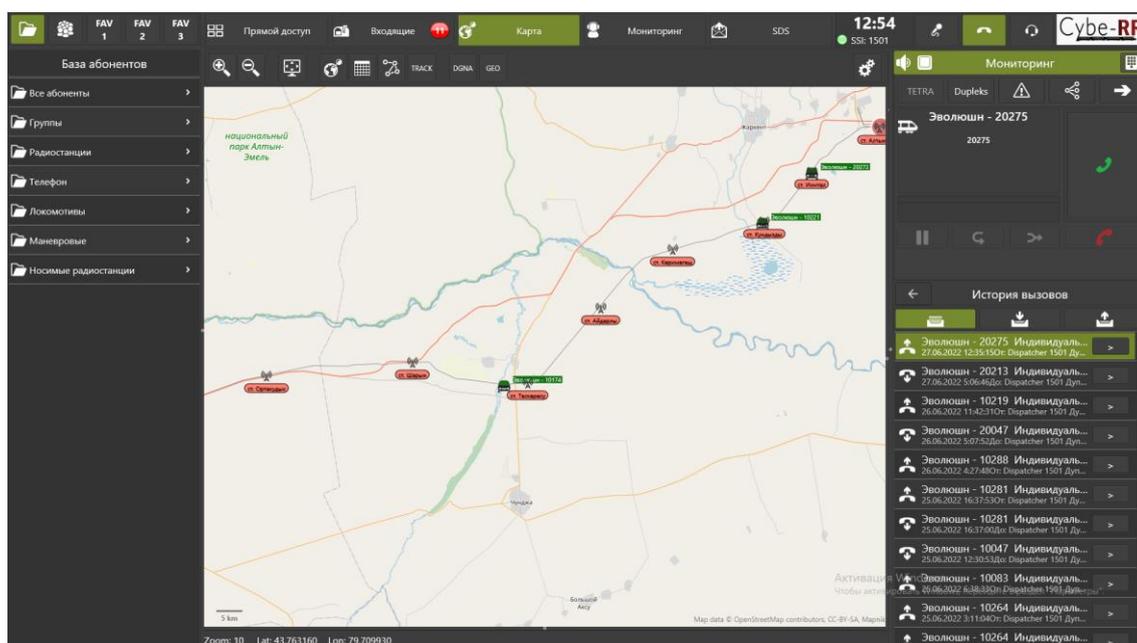


Рисунок 1.6 – Отображение местоположения в реальном времени

Дополнительный модуль добавляет в клиент «Cybe-RR» следующие функции: визуализацию и управление данными GPS-положения. В модуле используется векторизованный картографический материал (онлайн или офлайн).

Данные о местоположении GPS принимаются, оцениваются и передаются через встроенный коммуникационный модуль в «Cybe-RR». Пользовательский интерфейс и представление, которые очень удобны, дают оптимальное представление о местонахождении транспортных средств:

- Запрос позиции вручную;
- Отображение позиции на карте;
- Отображение всего автопарка на карте;
- Отображение данных о местоположении в виде списка;
- Информация о транспортном средстве;
- Управление радиостанциями с помощью сообщений;
- Аварийная сигнализация;
- Настройка пользовательских точек интереса и положения базовых станций;
- Инструмент загрузки карты.

Стандартный картографический сервис системы Cybe-RR - Open Street Map (OSM).

2 АРМ Диспетчер Cybe-RR

АРМ Диспетчер Cybe-RR — это автономная диспетчерская система по стандартам цифровой радиосвязи. Система отвечает всем требованиям работы существующей системы связи, имеет все функции и качественно выполняет диспетчерские задачи в системе. Cybe-RR Диспетчер осуществляет контроль передачи данных, а также управляет организацией взаимосвязи всех абонентов в сети, и помогает с организацией и администрированием при помощи радио-абонентской связи.

Рабочая станция единой диспетчерской системы «Cybe-RR» состоит из Windows PC с установленным программным обеспечением Cybe-RR Диспетчер и сервера, подключенным к существующей системе радиосвязи с установленным серверным программным обеспечением.

2.1 Подключение к существующей системе профессиональной радиосвязи

Сетевое подключение. Однолинейный Cybe-RR Диспетчер имеет возможность подключения к линии с помощью подключения IP к сети цифровой радиосвязи. Cybe-RR Диспетчер (LAN) укомплектован дополнительным модулем «мониторинг», с помощью которого система определяет местоположение абонентов, совершает контроль всех аудио-видео соединений. Для управленческого контроля существует возможность удаленного совершения\подключения аудио-видео соединении в одностороннем порядке.

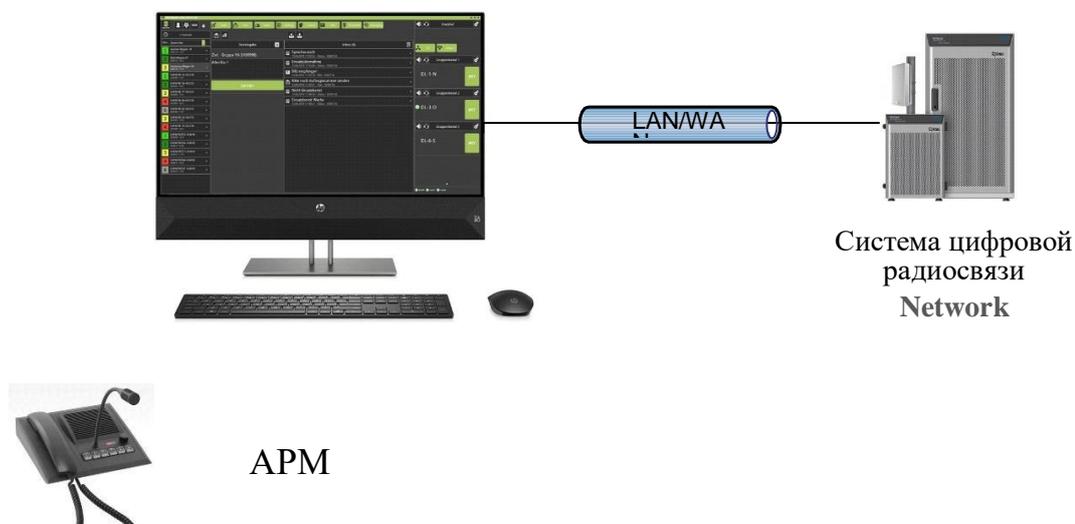


Рисунок 2.1 – Cybe-RR Диспетчер (LAN)

2.2 Пользовательский интерфейс

В этой главе представлен обзор пользовательского интерфейса АРМ диспетчер «Cybe-RR» и описаны функциональные элементы главного экрана.

На следующем рисунке показан главный экран «Cybe-RR» и его функциональные области.

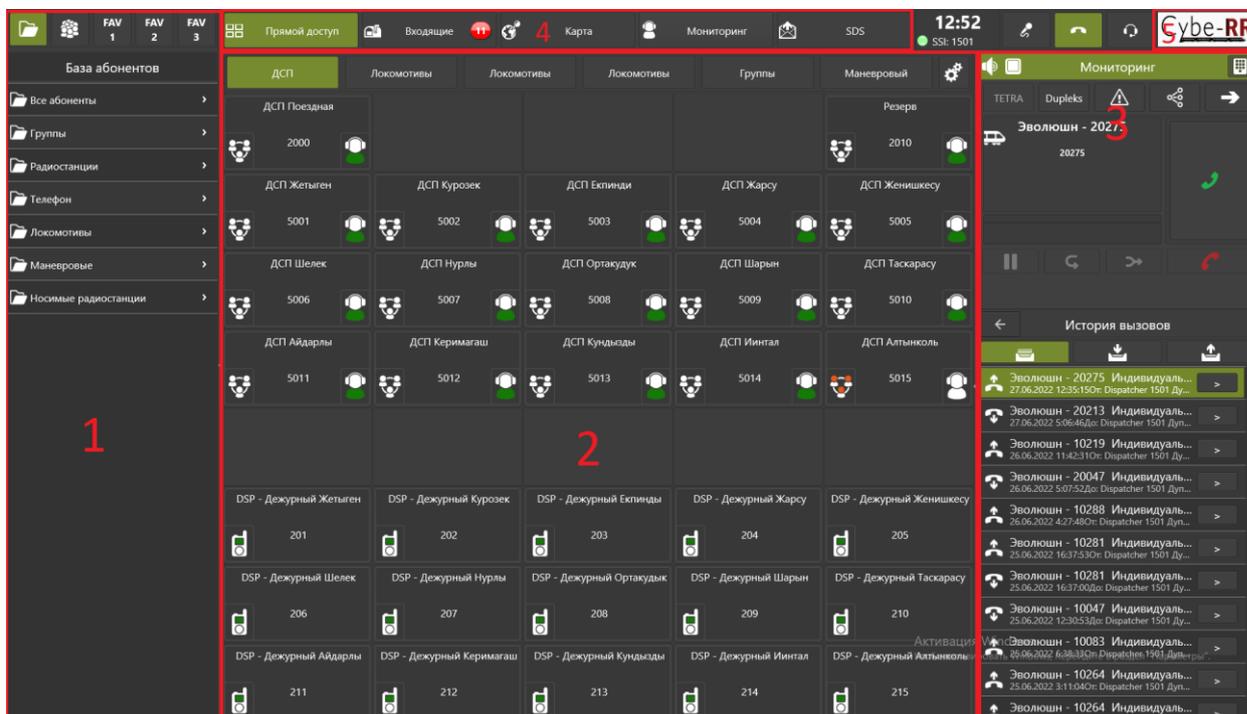


Рисунок 2.2 – Пользовательский интерфейс

Главное окно состоит из пяти функциональных областей:

- 1 = каталог абонентов;
- 2 = функциональная область / функциональная панель;
- 3 = управление вызовами / панель вызова;
- 4 = Выбор функциональной области / отображения событий;
- 5 = Системная кнопка для настроек и системной информации.

2.3 Поддержка всех типов звонков

Cybe-RR Диспетчер поддерживает аудио и видео соединения: индивидуально и для группы абонентов. Абоненты Cybe-RR Диспетчера могут использовать до 10 голосовых каналов:

- Групповой вызов;
- Односторонний / дуплексный вызов;
- Экстренный вызов;
- Приоритетный вызов;

- Трансляция звонка;
- Звуковой вызов;
- Переадресация вызовов;
- Мульти вызов.

Список пропущенных звонков:

Пропущенный вызов [11]		Входящие звонки, которые не были приняты, либо отклонены абонентом попадают в отдельный список
	Эволюшн - 10266 10:33:43 - 10266 - Дуплекс	
	Эволюшн - 20213 5:09:59 - 20213 - Дуплекс	
	Эволюшн - 10217 1:56:19 - 10217 - Дуплекс	
	Эволюшн - 10268 1:52:12 - 10268 - Дуплекс	

Рисунок 2.3 – Пропущенные вызовы

Переадресация вызова

Функция переадресации вызовов для абонентов сети и АТС. Параметры переадресации вызовов указаны в телефонной книге. Список абонентов отображает полную информацию о абонентах.

Переадресация вызовов возможны при:

- Занятости диспетчера;
- При отсутствии ответа от диспетчера;
- Недоступности диспетчера.

Запросы вызова

Субе-RR Диспетчер использует функцию выделения статусного сообщения и запрос обратного вызова. Функция показывает запрос на вызов от других абонентов. Запрос может совершаться в стандартном звуковом режиме, а также с использованием экстренного звукового вызова.

Выделение статусного сообщений и запрос вызова могут использоваться в системе Субе-RR Диспетчера. Они используются, чтобы указать, что Субе-RR Диспетчер должен сделать звонок отправителю запроса. Запросы на звонки можно отправлять как обычный запрос или с приоритетом экстренной помощи. Звуковой сигнал экстренного вызова отличается от тонального сигнала для обычных запросов вызова.

Очередь вызовов



Рисунок 2.4 – Очередь вызовов

2.4 Объединить вызов /переадресация вызова /удержание вызова

Функции «Объединить» вызов, «Переслать» и «Удержать» также доступны в Cybe-RR Диспетчере.

Функция «Объединить» позволяет ввести третьего абонента в существующий звонок. Однако поведение этих функций отличается между дуплексными и симплексными вызовами. Клиент Cybe-RR Диспетчер может либо поддерживать существующий вызов, либо переключать на других абонентов вызова без прерывания. В симплексных вызовах функция включения предлагает возможность конференцсвязи. Клиент Cybe-RR Диспетчер также имеет возможность включать дополнительных абонентов в существующий групповой вызов, диспетчер является инициатором группового вызова. Функцию пересылки можно использовать для всех индивидуальных вызовов. Клиент Cybe-RR Диспетчер может переадресовать звонок другому абоненту (TETRA или ATC). Таким образом, диспетчер может совмещать разные виды соединения.

Групповой вызов / Multi-call

С функцией Multi-call могут быть подключены несколько абонентов (индивидуальные и групповые абоненты) на основе выбора абонентов перед установкой соединения. Этот тип вызова похож на конференцсвязь, с той разницей, что желаемые участники выбираются перед установкой вызова.



Рисунок 2.5 – Функция multi-call

Прямой доступ

Прямой доступ осуществляется путем использования кнопок прямого доступа – позволяет оперативно управлять абонентами, как индивидуально, так и в групповом варианте быстрого доступа или быстрого набора. Описание функциональной панели прямого доступа состоит из шести страниц, каждая из которых содержит 40 кнопок прямого доступа.



Рисунок 2.6 – Прямой доступ

Кнопка прямого доступа для группы имеет следующие характеристики:

- Отображение статуса соединения;
- Отображение активности группы;
- Активация функции прослушивания группы;
- Выбор группы для настройки вызова;
- Выбор информации и настроек для каждого абонента.

Кнопка прямого доступа для абонента имеет следующие характеристики:

- Отображение статуса регистрации;
- Отображение активности отдельного вызова;
- Выбор абонента для настройки;
- Выбор информации и настроек.

Текстовые сообщения

Функция текстовых сообщений Cybe-RR Диспетчер работает в стандартах передачи текстовых сообщений системы TETRA. Рассылка текстовых сообщений осуществляется индивидуально и для групп. Текстовые сообщения можно увидеть в блоке события интерфейса. Все входящие и исходящие текстовые сообщения хранятся в Cybe-RR Диспетчер во вкладки История SDS.

История звонков и сообщений

Аудио-видео соединения любого характера сохраняются в истории блока событий, сообщения сохраняются в истории SDS, время хранения истории звонков и сообщений, настраивается по требованию.

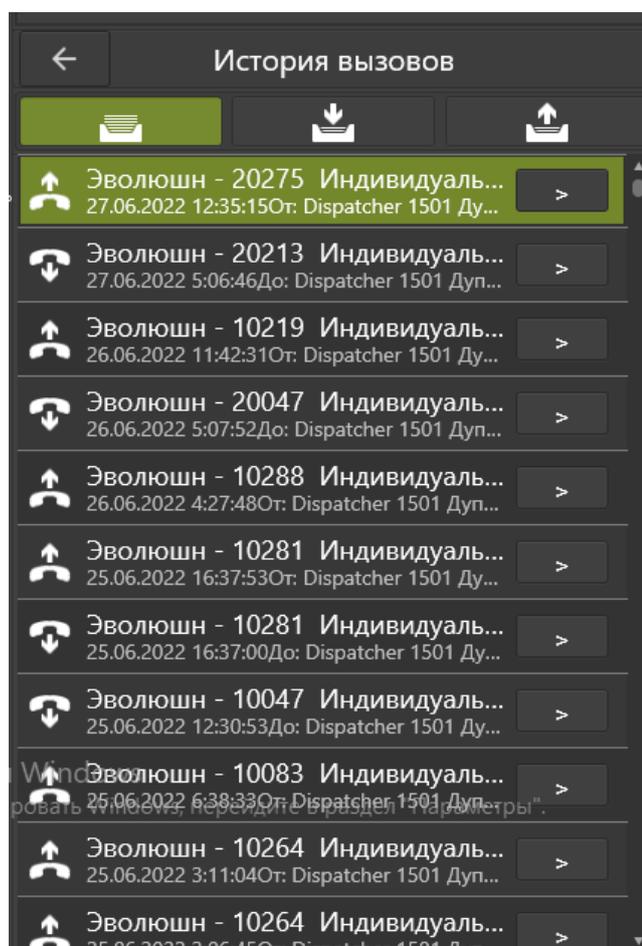


Рисунок 2.7 – История вызовов

Включение и выключение радиостанции

Радиоустройства можно включать и отключать из центра управления с помощью «Cybe-RR», например, если радио потеряно или украдено. Хотя отключенное радио все еще можно включить, оно больше не может регистрироваться в радиосети и, следовательно, больше не может звонить или отправлять текстовые сообщения.

Запрос доступности радиостанции

Радиостанции в системе TETRA можно настроить на периодическую и автоматическую отправку своего статуса в «Cybe-RR». Обладая этой информацией, «Cybe-RR» может отслеживать онлайн или офлайн статус каждого участника радиосистемы. При необходимости запрос статуса также можно выполнить вручную через клиент «Cybe-RR».

Аварийная тревога

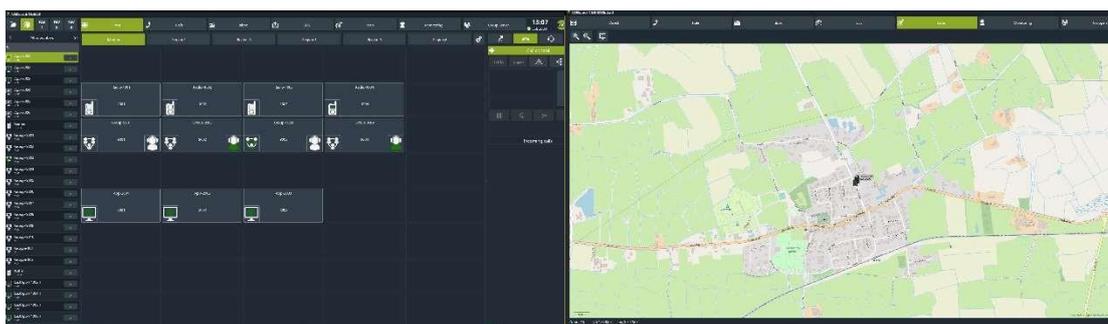
При чрезвычайных ситуациях, Диспетчер автоматически уведомляет всех абонентов посредством аудиосвязи или оповещением в виде текстового сообщения, любой абонент, используя модуль GPS на радиоустройстве может получить уведомление о входе в зону ЧС.

Автоматический импорт каталога абонента

Система Cybe-RR Диспетчер поддерживает автоматический импорт абонентов из существующей системы. После того, как абоненты были успешно импортированы, они могут быть назначены пользовательским каталогам, кнопкам прямого доступа и спискам избранного.

Поддержка второго монитора

Для повышения контроля существует возможность подключения второго монитора.



Монитор 1

Монитор 2

Рисунок 2.8 – Поддержка двух мониторов

Индикаторы статуса диспетчерской системы

Клиент «Cybe-RR» предоставляет компактную информационную панель для обзора всех компонентов диспетчерской системы. Пользователь и администраторы получают быстрый обзор и информацию о неисправности в системе.



Рисунок 2.9 – Индикатор статуса

3 Система оповещения

Экосистема «Cybe-RR» при помощи GPS-позиционирования имеет возможность отображать местоположение в режиме реального времени. С помощью получения данных о местоположении и передвижений абонента, система имеет возможность выделить определенную «Гео-зону» на карте и включить один из вариантов оповещения в данную зону.

3.1 Оповещения в зонах ответственности

При чрезвычайных ситуациях (далее ЧС) данная система позволяет нам в режиме реального времени выделить зону ЧС и система автоматически уведомляет всех абонентов посредством заранее записанных предупреждающих голосовых уведомлений или оповещением в виде текстового сообщения, любой абонент, используя модуль GPS на радиоустройстве может получить соответствующее уведомление при входе в зону ЧС.

Нами были проведены испытания данной функции совместно АО «НК «КТЖ». Функция включает в себя возможность уведомить всех абонентов, находящихся на станции о приближающемся поезде в зону ответственности станции. Система позиционируется как вспомогательная система безопасности.

Оповещения о состоянии зон повышенной опасности (Smart переезд)

Система Smart-переезд обеспечивает непрерывную оценку состояния зоны ответственности благодаря камерам видеоаналитики, осуществляет непрерывный контроль и видеозапись событий в контролируемой зоне. Система отслеживает и оповещает о состоянии участка входящего в обзор видеокамеры с возможностью фиксации объекта и его определения. После чего система непрерывно (имеется возможность изменения частоту отправки данных) посылает полученные данные на серверную часть «Cybe-RR», где данная информация проходит анализ и обработку этих данных. Далее экосистема «Cybe-RR» посылает голосовое, либо текстовое оповещение на радиостанции, оборудованные модулем GPS и находящихся в зоне ответственности. Данная система определяется как вспомогательная система контроля состояния зон повышенной опасности.

Данная система в настоящее время проходит эксплуатационные испытания на участке АО «НК «КТЖ». Нашей компанией оборудован железнодорожный переезд, где установлена камера видеоаналитики, ведущая непрерывный контроль состояния ЖД переезда: она определяет помехи для приближающегося состава. При приближении поезда к ЖД переезду машинист получает голосовое уведомление о наличии преграды (автомобиль, грузовой транспорт, человек, животное и т.д.), после чего действует согласно инструкции и совершает экстренное торможение.

3.2 Система контроля рабочего инвентаря

Создание цифровой платформы – это комплексное решение, позволяющее оперативно оповещать специализированные службы о состоянии и местоположении рабочего инвентаря с помощью антивандальных ИОТ-датчиков с GPS-модулем, что даст возможность быстрее перейти к централизованному контролю процессов эксплуатации.

Система контроля рабочего инвентаря построена на базе ИОТ-датчиков, установленных на рабочем инвентаре. Одно из наших решений проходит эксплуатационные испытания в АО «НК «КТЖ» – это оснащение тормозных башмаков датчиками GPS для отслеживания и фиксации местоположения для ведения учета инвентаря.

Тормозной башмак – одно из важнейших технических устройств, которое применяется для закрепления как отдельных вагонов, так и всего подвижного состава. Сам тормозной башмак – тяжелый металлический инструмент, что часто становится объектом хищения с целью дальнейшего сбыта. Состав или отдельный вагон без удерживающего устройства может в любой момент начать произвольное движение. При установке башмака на Сухой контакт в автоматическом порядке ИОТ-GPS-Датчик отправляет на Центральный сервер обработки данных «Cybe-RR» свои координаты с пометкой режим 3 (в рабочем состоянии). Тем самым подтверждает, что работы ведутся.

3.3 «Cybe-БРТ»

«Cybe-БРТ» – это решение нашей компании для улучшения работы поездной радиосвязи в АО «НК «КТЖ». Данный ЛБТ будет входить в экосистему и интегрироваться со всеми дополнительными сервисами «Cybe-RR».

Наша консоль будет интегрирована сразу в несколько стандартов связи, таких как КВ, УКВ, TETRA и GSM. Данное решение исключит необходимость установки нескольких видов радиостанций, так как объединит все необходимые функции, используемые в работе движения поездов, а также предоставит возможность использования всего функционала сервисов экосистемы «Cybe-RR».

Поддерживаемые функциональные возможности «Cybe-RR»:

- GPS-позиционирование, автоматическое отображение местоположения в режиме реального времени в системе «Cybe-RR»;
- Автоматическое переключение поездных групп в зависимости от местоположения;

- Оповещение при приближении локомотива в зоны повышенной опасности;
- Оповещение о состоянии железнодорожных переездов при приближении локомотива;
- Оповещение всех работников станции о приближении локомотива оборудованного «Cybe-БРТ»;

Наше решение в виде ЛБТ нуждается в массовом производстве: требуется произвести работы по разработке консоли, радиоблока и всех прилагающихся к ним модулей. Помимо прочего, необходимо разработать подходящее программное обеспечение.

3.3.1 Консоль

Консоль – это лицевая часть радиооборудования с которой будут работать непосредственно машинисты локомотивов. В данном случае мы разработали предварительный вид данной консоли, ссылаясь на требования машинистов для оптимального, интуитивно понятного эксплуатации. На рисунке ниже визуализирован будущий вид консоли. На лицевой стороне консоли мы расположили необходимые кнопки на, индивидуальное регулирование параметров будет располагаться непосредственно в настройках программного обеспечения.

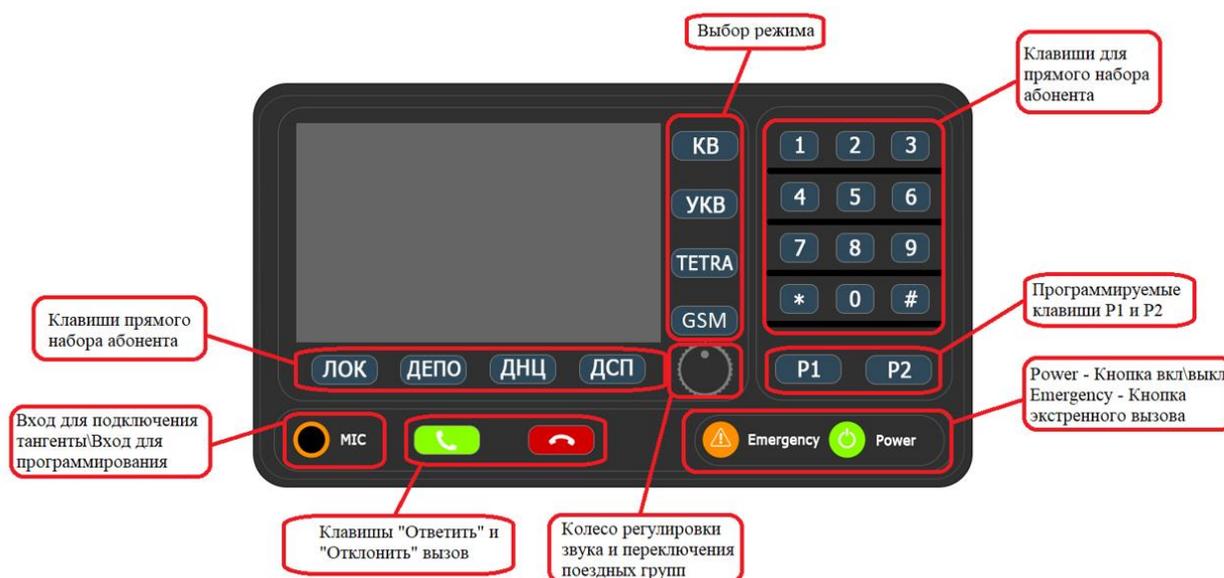


Рисунок 3.1 – Передняя часть консоли

Выбор режима работы:

- «KB» – включение режима работы в KB диапазоне;
- «УКВ» – включение режима работы в УКВ диапазоне;
- «TETRA» - включение режима работы в стандарте TETRA;
- «GSM» - включение режима работы в сети GSM.

Клавиши прямого набора абонента:

- «ДЕП» - для соединения с дежурным по депо;
- «ЛОК» - для связи с соседним локомотивом;
- «ДНЦ» - для связи с поездным диспетчером;
- «ДСП» - для соединения с дежурным по станции.

Задняя часть консоли

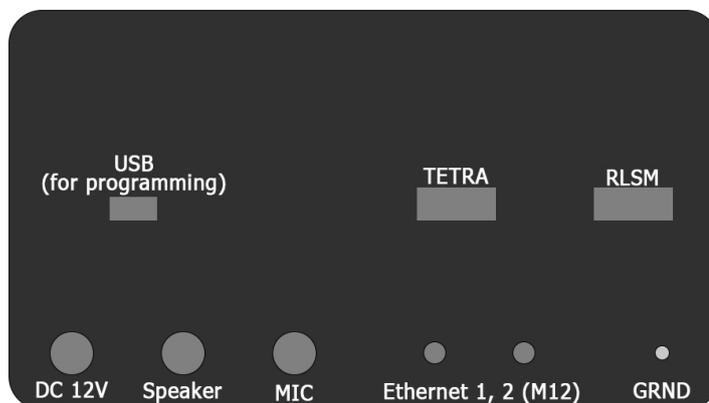


Рисунок 3.2 – Задняя часть консоли

Задняя часть консоли состоит из:

USB (for programming) – разъем для подключения кабеля программирования;

TETRA— разъем для подключения радиоблока стандарта TETRA;

RLSM – разъем для подключения радиоблока КВ, УКВ диапазона;

DC 12V – разъем питания 12V;

Speaker – разъем для подключения динамиков;

Mic – разъем для подключения дополнительной тангенты;

Ethernet 1,2 (M12) – интерфейсы;

GRND – разъем подключения заземления.

3.3.2 Радиоблок TETRA

Радиоблок стандарта TETRA подключается к основной консоли. На передней части радиоблока располагается панель режимов работы. При выборе блока TETRA, консоль переключается на режим работы в сети цифрового стандарта TETRA. Данный радиоблок состоит из блока размерами 70x184x201 мм и работает в диапазонах 380–430 МГц, 405–475 МГц. Рабочая температура радиоблока составляет от –30 °С до +60 °С, напряжение питания – 13,2 В. Радиоблок оборудован передатчиком с выходной мощностью 10 Вт и шириной канала 25 кГц., а также приёмником системы навигации GPS.

Радиоблок КВ, УКВ диапазона

Радиоблок также подключается к консоли и дает возможность подключения к диапазонам КВ, УКВ и стандарту связи LTE. На основной

части консоли будет располагаться панель с возможностью выбора режима работы. Радиоблок работает в диапазоне 136...174 МГц и 2,130; 2,150, 2,444; 2,464 МГц. Максимальная мощность несущей частоты передатчика на нагрузке – 50 Ом; Вт составляет 1, 5, 10, 15, 20, 25

3.4 Системные требования экосистемы «Cybe-RR»

Клиент «Cybe-RR»:

Операционная система Windows 10

Процессор: минимум 1,5 ГГц, 4 ГБ ОЗУ

Графическая карта: DirectX 9 или выше

Жесткий диск: мин. 120 ГБ

Экран: разрешение 1920 x 1080 пикселей

Сервер «Cybe-RR»:

Операционная система Windows 10 или Windows Server 2019

Выделенный или виртуальный сервер

Количество ядер: 2

РАМ мин. 8 ГБ

Место на жестком диске: мин. 120 ГБ.

3.4.1 Результаты научной и (или) научно-технической деятельности, предлагаемые к коммерциализации

В Послании Главы Государства Касым-Жомарт Токаева “Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность” поставлена задача разработать и принять отдельную программу “Цифровой Казахстан”. Государственная программа «Цифровая железная дорога» в настоящее время реализуется компанией «Национальная компания «Казахстан Темир Жолы». Она направлена на цифровизацию бизнес-модели компании и внедрение новых цифровых технологий во все области деятельности, включая грузоперевозки, пассажирский транспорт, инфраструктуру и логистику. Цифровизация также поможет увеличить прозрачность процессов, повысить эффективность и снизить операционные расходы. Однако, для этого необходимо создать цифровую среду передачи данных и интегрировать различные системы, чем и занимается ТОО «RTEL Mobility». Идея программы основана на улучшении радиосвязи, внедрении систем безопасности и управления движением поездов, что поможет увеличить грузопоток на железнодорожных путях. Анализы цифровой радиосвязи, проведенные в АО «НК «КТЖ», выявили, что на определенных участках использование цифровой радиосвязи не достигает своего полного потенциала, что указывает на необходимость оптимизации технологических процессов [5].

В современном мире цифровизация железнодорожной отрасли является неотъемлемой частью повышения эффективности, безопасности и надежности

транспортных систем. В этом контексте экосистема “Cybe-RR”, разработанная ТОО «RTEL Mobility», представляет собой передовое решение, направленное на цифровую трансформацию железнодорожной связи в Казахстане, эта система объединяет в себе различные аспекты цифровой связи и управления, включая локомотивно-бортовые терминалы, системы мониторинга и оповещения, а также интегрированные управленческие функции. Основываясь на стандартах профессиональной радиосвязи, “Cybe-RR” интегрирует в себя множество функций и сервисов, необходимых для современной железнодорожной инфраструктуры.

Основная цель “Cybe-RR” заключается в создании надежной, многофункциональной и гибко адаптируемой экосистемы, которая способна удовлетворить текущие и будущие потребности железнодорожной отрасли. Система предлагает улучшенное управление радиосвязью, повышенную безопасность на железнодорожных путях и оптимизацию рабочих процессов. Важность “Cybe-RR” заключается в её способности интегрировать различные аспекты железнодорожной радиосвязи в единую экосистему, что делает её уникальной на рынке.

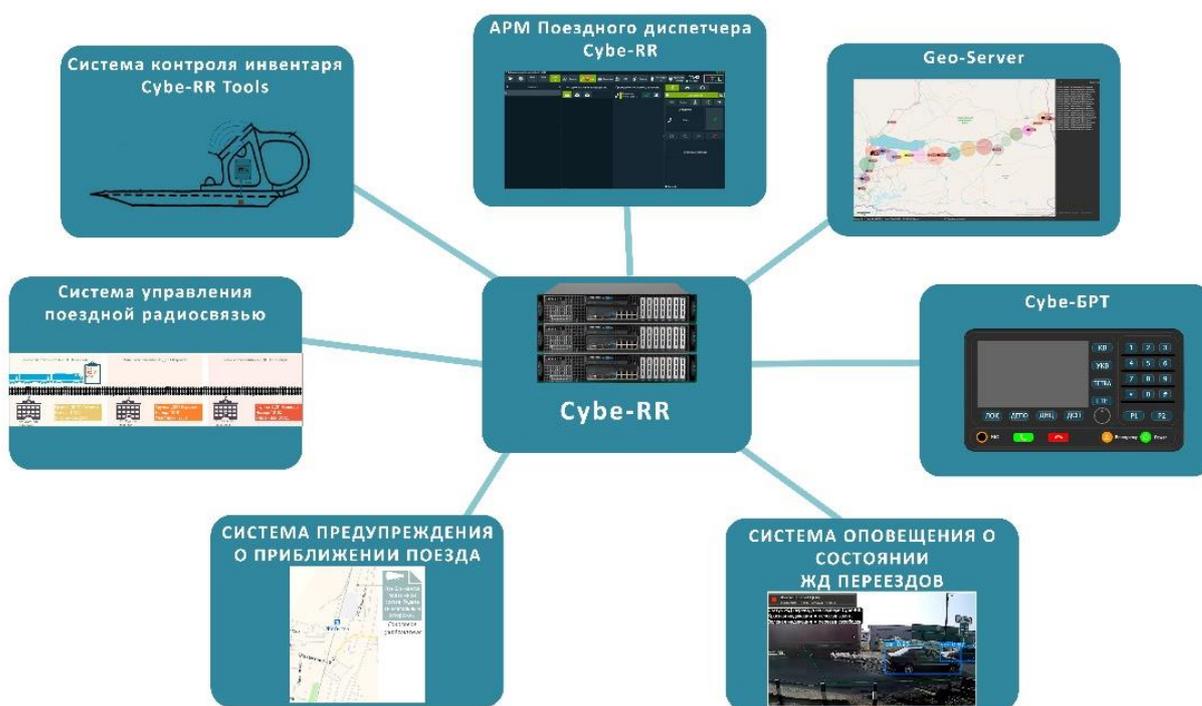


Рисунок 3.3 – Структура экосистемы Cybe-RR

Экосистема “Cybe-RR” завершила эксплуатационные испытания в АО «НК «КТЖ», по окончании которых был подписан итоговый отчет и на сегодняшний день успешно введена в эксплуатацию на участке Жетыген – Алтынколь. Система показала отличный результат и определила возможность устранения существующих проблем на железнодорожной магистрали.

Экосистема включает в себя:

- Гео-сервер – система управления радиосвязью;
- АРМ Диспетчер “Cybe-RR”;
- Система оповещения в зонах ответственности;
- Система оповещения о состоянии зон повышенной опасности;
- Система контроля инвентаря «Smart tools»;
- Локомотивно-бортовой терминал «Cybe-БРТ».

Гео-Сервер - Система управления радиосвязью

Система управления радиосвязи позволяет централизованно разделить зону покрытия на местные зоны ответственности в режиме реального времени, отслеживая местоположение абонентов посредством GPS-позиционирования.



Рисунок 3.4 – Система управления радиосвязью



Рисунок 1.5 – Функция автоматического переключения

В экосистеме "Cybe-RR" гео-сервер играет важную роль в координации радиосвязи, обеспечивая точное отслеживание местоположения радиоабонентов и транспортных средств с помощью технологий GPS-

позиционирования, это важно в условиях железнодорожной сети, где местоположение подвижного состава постоянно меняется, и требуется моментальная реакция на эти изменения для поддержания эффективной и безопасной связи. Точное определение местоположения локомотивов позволяет своевременно реагировать на потенциальные опасности, предотвращать задержки в движении и оптимизировать технологические процессы.

Этот компонент позволяет создавать и управлять "Гео-зонами", обеспечивая адаптивную настройку связи и автоматическое переключение радиосигналов в зависимости от местоположения локомотива, что способствует улучшению управления связью и повышает безопасность движения по железной дороге.

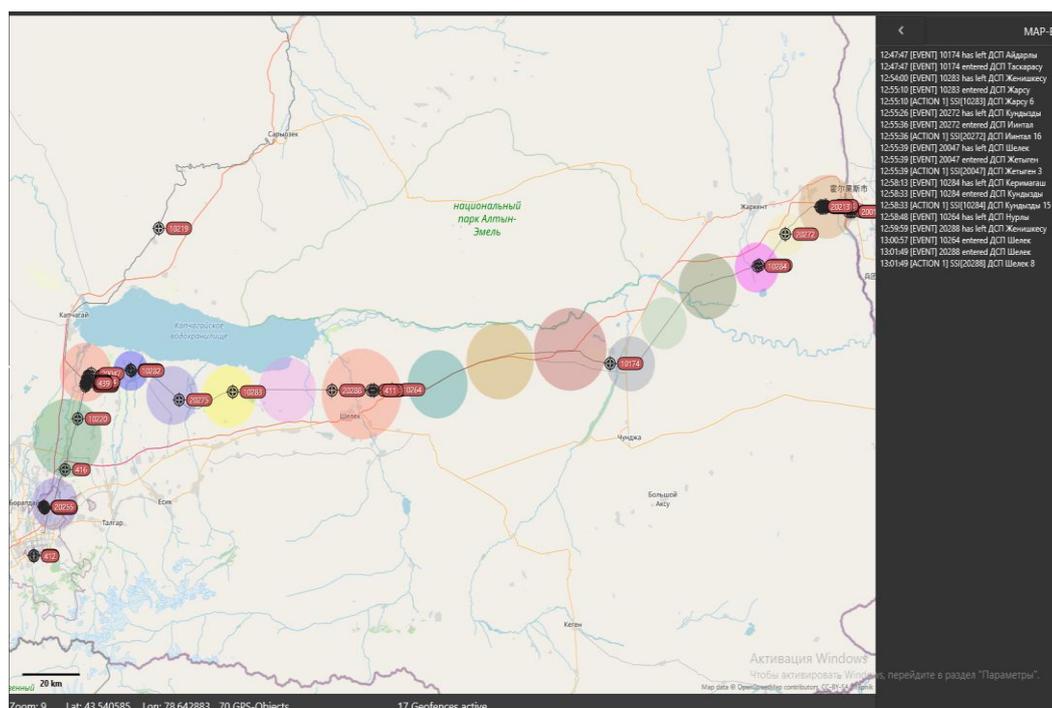


Рисунок 3.6 – Гео-зоны

Оповещения в Зонах Ответственности

Одной из ключевых функций экосистемы “Cybe-RR” является способность оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации и повышать уровень безопасности на железнодорожных путях. Система оповещения активно использует данные гео-позиционирования для определения зон ответственности и чрезвычайных ситуаций (ЧС). В случае возникновения ЧС, “Cybe-RR” автоматически определяет зону ЧС и эффективно уведомляет все соответствующие абоненты, используя заранее записанные голосовые сообщения или текстовые оповещения. Это обеспечивает быструю и точную передачу критически важной информации всем участникам движения.

Оповещения о Состоянии Зон Повышенной Опасности (Smart-переезд)

Система "Smart-переезд" в экосистеме "Cybe-RR" представляет собой продвинутое решение для мониторинга и оценки состояния зон повышенной опасности, таких как железнодорожные переезды. Она использует технологии видеоаналитики для непрерывного контроля и оповещения о состоянии этих зон. Система способна отслеживать и фиксировать объекты, попадающие в зону видимости камер, анализировать полученные данные и автоматически отправлять оповещения на радиостанции и мобильные устройства персонала.

Система способна распознать человека, машину, автобус, грузовик, поезд, велосипед, мотоцикл и диких/домашних животных. Это повышает безопасность на переездах и предупреждает возможные происшествия.

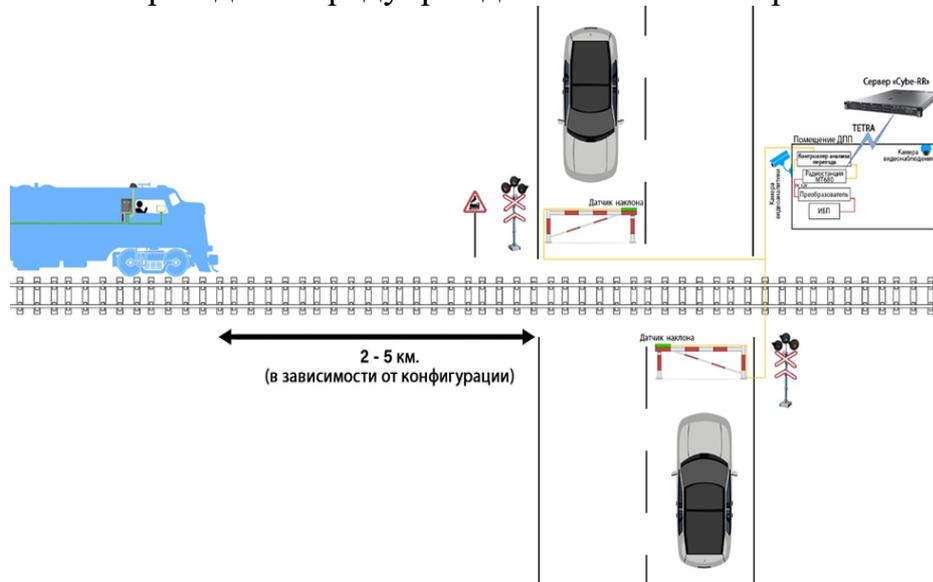


Рисунок 3.7 – Железнодорожный переезд с системой Smart переезд



Рисунок 3.8 – Работа системы Smart-переезд в реальной жизни

АРМ Диспетчер “Cybe-RR”

Автоматизированное рабочее место диспетчера (АРМ) в экосистеме “Cybe-RR” представляет собой ключевой элемент для управления и координации железнодорожной радиосвязи. Этот компонент системы обладает широким спектром функций, необходимых для эффективного и надежного управления связью на железных дорогах. АРМ диспетчера позволяет:

- Контролировать передачу данных и обеспечивать взаимосвязь между всеми абонентами в сети.
- Администрировать и организовывать радио-абонентскую связь.
- Управлять групповыми и индивидуальными вызовами, а также экстренными оповещениями.

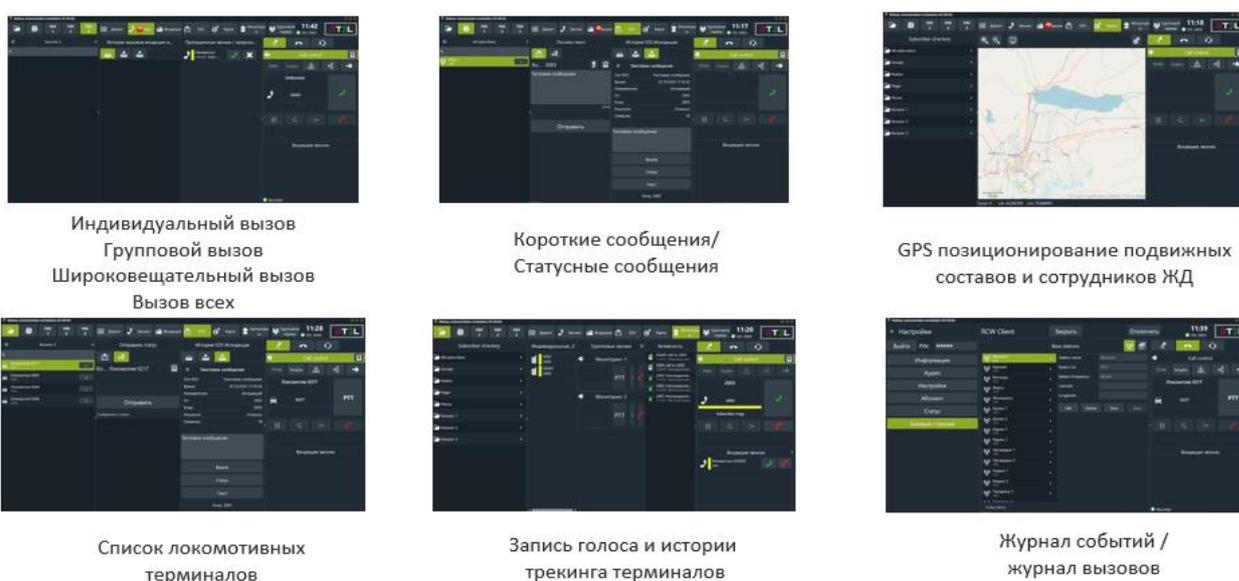


Рисунок 3.9 – Автоматизированное рабочее место диспетчера

АРМ Диспетчер “Cybe-RR” спроектирован для легкой интеграции с существующими системами радиосвязи. С помощью сетевого подключения через IP, он может быть подключен к различным линиям цифровой радиосвязи. Дополнительный модуль мониторинга расширяет функционал системы, позволяя контролировать местоположение абонентов и управлять аудио-видео соединениями, что обеспечивает дополнительный уровень управленческого контроля.

3.5 Система контроля рабочего инвентаря

В рамках экосистемы “Cybe-RR” внедрена передовая система контроля рабочего инвентаря, основанная на использовании инновационных IoT-датчиков с GPS-модулями. Эта система позволяет реализовать

централизованный мониторинг и управление инвентарем, что существенно повышает эффективность работы и обеспечивает дополнительный уровень безопасности. ИОТ-датчики фиксируют и передают данные о местоположении и состоянии инвентаря, позволяя оперативно реагировать на любые изменения.

Один из ярких примеров применения системы контроля инвентаря в “Cybe-RR” - использование датчиков GPS для мониторинга тормозных башмаков. Эти устройства критически важны для безопасности движения поездов, и их отслеживание с помощью GPS позволяет точно контролировать их местоположение и предотвращать потери или хищения. Такое решение не только повышает уровень безопасности, но и способствует оптимизации учета и использования инвентаря.

Локомотивно-Бортовой Терминал "Cybe-БРТ"

Локомотивно-бортовой терминал "Cybe-БРТ" является одним из ключевых компонентов экосистемы “Cybe-RR”. Он представляет собой высокотехнологичное устройство, специально разработанное для удовлетворения потребностей современной железнодорожной радиосвязи. "Cybe-БРТ" интегрирует в себе несколько видов радиосвязи, включая КВ, УКВ, TETRA/DMR и GSM-R, что обеспечивает его универсальность и гибкость в использовании. Оснащенный современными технологиями GPS-позиционирования и автоматического переключения между различными сетями связи, "Cybe-БРТ" способен адаптироваться к различным сценариям эксплуатации.

Локомотивно-бортовой терминал "Cybe-БРТ" обеспечивает бесперебойную и многофункциональную связь между локомотивами, диспетчерскими центрами, эксплуатационными ДЕПО и другими службами железной дороги. Он обеспечивает критически важную связь для безопасности движения, позволяя оперативно передавать информацию о текущих условиях на путях, аварийных ситуациях и других важных аспектах эксплуатации железнодорожного транспорта. “Cybe-БРТ” способен работать в различных частотных диапазонах и поддерживать множество стандартов радиосвязи, что позволяет использовать его в различных географических и операционных условиях. Это увеличивает гибкость системы и позволяет легко адаптироваться к изменяющимся требованиям и условиям эксплуатации.

б) Динамики: разработаны для воспроизведения звука с высокой акустической ясностью, способны функционировать эффективно в разнообразных условиях железнодорожной эксплуатации.

В центре системы находится консоль, которая выступает в качестве мультимодального интерфейса, позволяя машинистам легко манипулировать различными режимами связи. Эта консоль обеспечивает бесперебойную переключаемость между стандартами связи и предоставляет доступ к широкому спектру функций.

Следующий важный элемент — модульный блок радиоборудования, который функционирует как центральный узел системы, интегрируя множество радиостандартов и позволяя адаптироваться к технологическим изменениям. МБР обеспечивает поддержку радиостанций КВ, УКВ и GSM-R, что делает систему не только многофункциональной, но и готовой к будущим обновлениям.

Радиоблок TETRA в системе отвечает за работу в стандарте TETRA, предлагая высококачественную цифровую радиосвязь с превосходной четкостью передачи данных и голоса, что особенно важно для критически важных операций и экстренной связи.

Антенно-фидерные устройства (АФУ) обеспечивают широкий охват сигналов и высокую чувствительность приема, позволяя терминалу улавливать и отправлять сигналы через различные радиосистемы, включая спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС.

Микрофоны или тангенты, расположенные в доступных местах кабины машиниста, спроектированы для надежной аудиосвязи, позволяя операторам отправлять четкие голосовые команды и сообщения даже в условиях высокого уровня шума.

И наконец, динамики системы приспособлены для работы в шумовой железнодорожной среде, предоставляя чистое воспроизведение звука и гарантируя, что никакие сообщения или сигналы не будут упущены в процессе эксплуатации.



Рисунок 3.11 – Передняя часть консоли терминала

Передняя часть интегрированной консоли управления поясняется чертежом на Рисунке 3.11, включающего:

- 1 – Кнопки для выбора режима;
- 2 – Клавиши для прямого набора абонента;
- 3 – Программируемые клавиши P1 и P2;
- 4 – Кнопка включения/выключения и экстренного вызова;
- 5 – Колесо регулировки звука и переключения поездных групп;
- 6 – Клавиши «Ответить» и «Отклонить» вызов;
- 7 – Вход для подключения тангенты/Вход для программирования;
- 8 – Клавиши прямого набора абонента;
- 9 – Экран/Дисплей.

На лицевой стороне локомотивно-бортового терминала “Cybe-БРТ” представлен широкий спектр элементов управления, разработанных для обеспечения максимальной функциональности и удобства использования. В верхней части панели расположен блок с четырьмя кнопками для выбора режима связи: КВ, УКВ, TETRA/DMR и GSM-R. Этот блок позволяет машинисту легко переключаться между различными стандартами и диапазонами связи, обеспечивая непрерывную коммуникацию в любых условиях.

Радиоблок стандарта TETRA подключается к основной консоли. На передней части радиоблока располагается панель режимов работы. При выборе блока TETRA, консоль переключается на режим работы в сети цифрового стандарта TETRA. Данный радиоблок состоит из блока размерами 60x162x264 мм и работает в диапазонах 380–430 МГц, 405–475 МГц. Рабочая температура радиоблока составляет от –30 °С до +60 °С, напряжение питания – 13,2 В. Радиоблок оборудован передатчиком с выходной мощностью 10 Вт и шириной канала 25 кГц., а также приёмником системы навигации GPS.

Радиоблок МБР также подключается к консоли и дает возможность подключения к диапазонам КВ, УКВ и стандарту связи GSM-R. На основной части консоли будет располагаться панель с возможностью выбора режима работы. Радиоблок работает в диапазоне 136...174 МГц и 2,130; 2,150, 2,444; 2,464 МГц, а также GSM-R 876...880 и 921...925 МГц и GSM 900 B8 (880...915 и 925...960 МГц). Максимальная мощность несущей частоты передатчика на нагрузке – 50 Ом составляет 1, 5, 10, 15, 20, 25 Вт.

Клавиши для прямого набора абонента, которая используется для набора номеров абонентов, облегчая процесс установления связи с определенными лицами или службами. Это удобно для создания быстрых и эффективных коммуникационных каналов без необходимости просматривать сложные меню или использовать внешние устройства. Клавиши «Ответить» и «Отклонить» вызов, которые используются для ответа на вызовы или их отклонения, что позволяет машинисту локомотива управлять входящими звонками без отвлечения от основных задач. Также присутствует колесо регулировки звука и переключения поездных групп, которое позволяет

пользователю легко настраивать громкость сигналов или переговорного устройства, а также для легкого переключения между поездными группами.

В левом нижнем углу находятся входы для подключения тангенты (ручного микрофона/громкоговорителя) и для программирования устройства, что делает его гибким в плане настройки и обслуживания. Это обеспечивает техническим специалистам удобный доступ для обновлений программного обеспечения или изменений в конфигурации системы. Снизу расположены специальные программируемые клавиши, обозначенные как P1 и P2, которые могут быть настроены на выполнение определенных функций или макрокоманд в зависимости от потребностей оператора. Это дает дополнительную гибкость в использовании, позволяя адаптировать терминал под специфические операционные процедуры, также расположены кнопки управления питанием и экстренного вызова. Кнопка питания используется для включения или выключения устройства, в то время как кнопка экстренного вызова обеспечивает мгновенный доступ к системам экстренной связи, что критически важно в случае возникновения нештатных ситуаций.

Клавиши прямого набора абонента на переднем корпусе локомотивно-бортового терминала "Cybe-БРТ" представляют собой интуитивно понятные и быстродействующие элементы управления, разработанные для максимального удобства машинистов при осуществлении связи в условиях железнодорожной эксплуатации. Каждая из этих клавиш имеет predetermined функцию, позволяющую мгновенно установить связь с ключевым персоналом или службами, что является критически важным для оперативного реагирования и коммуникации.

Клавиша "ДЕП" предназначена для немедленного соединения с дежурным по депо, что обеспечивает прямую линию коммуникации с техническими и эксплуатационными службами, ответственными за обслуживание и ремонт локомотивов.

Клавиша "ЛОК" используется для быстрой связи с соседними локомотивами. Это особенно полезно для координации маневров, передачи важной оперативной информации или в случаях, когда необходимо срочно связаться с коллегами на соседних путях.

Клавиша "ДНЦ" предоставляет машинисту возможность мгновенно связаться с поездным диспетчером. Это канал для передачи информации о расписании, маршрутах, а также для получения инструкций или сообщений о чрезвычайных ситуациях на линии.

Наконец, клавиша "ДСП" позволяет установить связь с дежурным по станции, что необходимо для обсуждения вопросов, связанных с прибытием, отправлением и стоянками поезда, а также для координации загрузки или выгрузки грузов.

Эти клавиши обеспечивают оперативную связь и позволяют машинистам и персоналу локомотива поддерживать важные коммуникационные каналы без необходимости прохождения

многоступенчатых процедур набора номера, что существенно повышает эффективность рабочих процессов на железной дороге.

В центре находится большой экран/дисплей, который служит для отображения информации об уровне сигнала, даты, время, текущий режим связи, индивидуальный номер локомотива, текущая группа разговора, возможность набора индивидуального номера, возможность вывода гео-позиции в режиме реального времени.

Все эти элементы вместе создают интуитивно понятную и функциональную панель управления, которая обеспечивает машинисту все необходимые инструменты для эффективной и безопасной работы на железнодорожном транспорте.

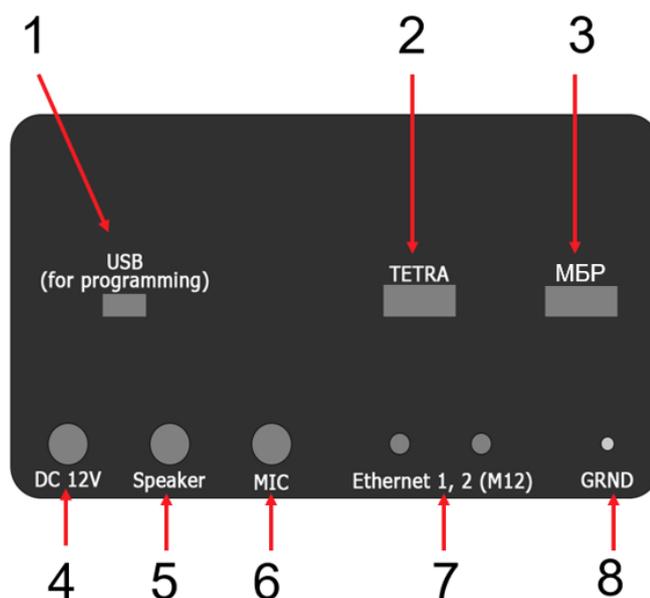


Рисунок 3.12 – Задняя часть консоли терминала

На Рисунке 3.12 приведена схема задней части интегрированной консоли управления локомотивно-бортового терминала “Cybe-БРТ”, которая предназначена для обеспечения широкого спектра подключений, что делает устройство универсальным решением для различных задач связи на железнодорожном транспорте, включающий:

- 1 – USB (for programming);
- 2 – TETRA;
- 3 – МБР;
- 4 – DC 12V;
- 5 – Speaker;
- 6 – Mic;
- 7 – Ethernet 1,2 (M12);
- 8 – GRND.

Центральным элементом является USB-порт, который используется для программирования терминала, позволяя техническим специалистам загружать

обновления ПО или изменять параметры системы в соответствии с необходимыми требованиями эксплуатации.

Слева от USB-порта находится разъем для подключения радиоблока стандарта TETRA, который обеспечивает интеграцию с сетями профессиональной цифровой радиосвязи, используемой службами экстренного реагирования и другими профессиональными пользователями. На противоположной стороне расположен разъем МБР для подключения радиоблоков КВ и УКВ диапазонов, расширяя возможности связи терминала и обеспечивая подключение к более традиционным аналоговым и цифровым радиосетям.

Питание терминала осуществляется через разъем DC 12V, который подключается к бортовой электросети локомотива, обеспечивая надежное и стабильное электроснабжение всех компонентов системы. Важными элементами являются также разъемы для динамиков speaker и дополнительной тангенты mic, которые позволяют подключать внешние устройства вывода звука и управления для более эффективной аудиосвязи.

Дополняют конфигурацию задней панели пара Ethernet-портов, обозначенных как Ethernet 1,2 (M12), которые предоставляют интерфейсы для подключения к бортовым сетям или внешним устройствам, участвующим в управлении движением и других операциях. Эти порты могут использоваться для передачи данных, управления и мониторинга системы.

Последним, но не менее важным, является разъем GRND, который обеспечивает заземление устройства, повышая его безопасность и устойчивость к электрическим помехам. Заземление критически важно для предотвращения электромагнитных помех и повреждений от статического электричества, что особенно актуально в условиях железнодорожных перевозок.

В целом, задняя панель интегрированной консоли управления локомотивно-бортового терминала “Cybe-БРТ” спроектирована таким образом, чтобы предоставить все необходимые соединения для обеспечения функциональности терминала, одновременно поддерживая его надежность, удобство обслуживания и гибкость в различных сценариях использования на железнодорожном транспорте.



Рисунок 3.13 – Прототип Cybe-BRT

В рамках текущего проекта был разработан прототип локомотивно-бортового терминала "Cybe-BRT". Несмотря на значительные успехи в его создании, предстоит проведение дополнительных работ по модернизации и усовершенствованию устройства. Основной акцент в этой фазе разработки будет сделан на повышение технических характеристик, улучшение надежности и расширение функционала терминала, чтобы соответствовать возрастающим требованиям отрасли и обеспечить более высокий уровень интеграции с существующими и будущими технологиями железнодорожной связи.

Эксплуатационные испытания экосистемы "Cybe-RR"

В рамках комплексного тестирования экосистемы "Cybe-RR", проведены эксплуатационные испытания, что позволило в реальных условиях оценить эффективность и надежность системы. Испытания были выполнены с целью проверки и подтверждения работоспособности всех элементов системы, включая прототип локомотивно-бортового терминала "Cybe-BRT", в

реальных операционных условиях железнодорожной магистрали АО “НК “КТЖ”.

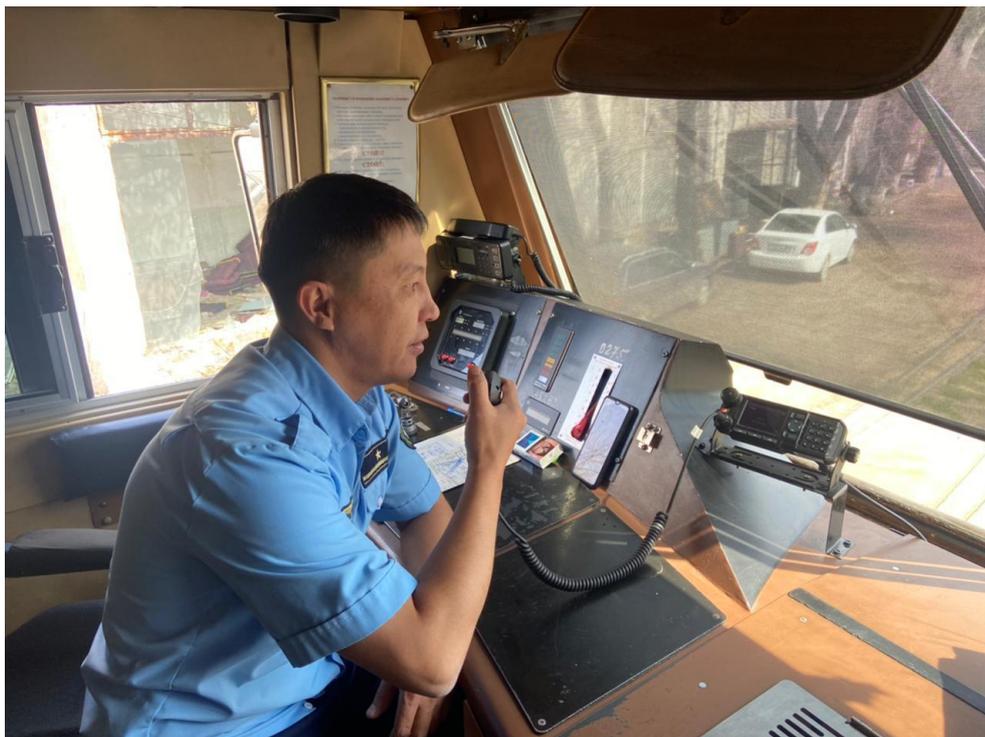


Рисунок 3.14 – Прототип локомотивно-бортового терминала в кабине локомотива

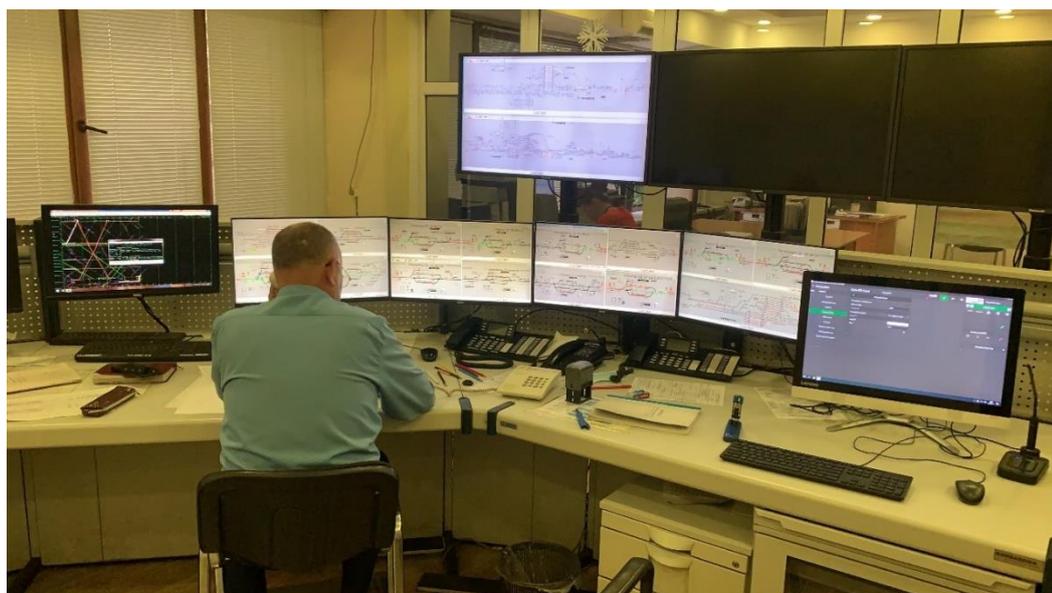


Рисунок 3.15 – АРМ поездного диспетчера "Cybe-RR" участка Жетиген - Алтынколь

В ходе испытаний были тщательно изучены и проанализированы все аспекты работы экосистемы, включая стабильность связи, точность

геолокационных данных, отзывчивость системы оповещения и взаимодействие между компонентами системы. Особое внимание уделялось возможности "Cybe-RR" устранять существующие операционные проблемы, повышать общую безопасность движения и оптимизировать процессы управления транспортными потоками.

По завершении эксплуатационных испытаний был составлен итоговый отчет и акт от АО "НК "КТЖ", который подтвердил высокие технические характеристики и функциональную готовность экосистемы "Cybe-RR" к широкомасштабному внедрению. Также было выдано разрешение от АО "НК "КТЖ" под регистрационным номером №2 ТЦ/002 на «Система интервального регулирования движения поездов с передачей данных по каналу цифровой радиосвязи стандарта TETRA с использованием базовых станции HYTERA и диспетчерской системы «Cybe-RR».

Производственная площадка

На территории ТОО "RTEL Mobility" успешно производственная линия, которая организована в соответствии с принципами промышленной инженерии и оптимизации процессов.



Рисунок 3.16 – Входная зона RTEL



Рисунок 3.17 – Зона сборки печатных плат

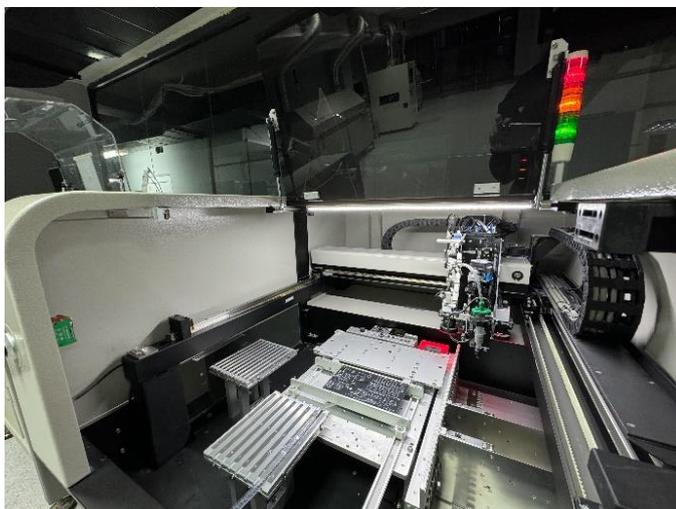


Рисунок 3.18 – Процесс печати платы

Ключевыми элементами производства являются:

1) Зона входного контроля: этот этап критически важен для обеспечения качества входящих материалов и компонентов. Процессы включают проверку комплектности, контроль качества, документацию и претензионную работу.

2) Склад: ключевой элемент в цепи поставок, обеспечивающий централизованное хранение материалов. Включает климатический контроль, организацию пространства, инвентаризацию и учет, а также меры безопасности.

3) Изолятор брака: специализированное пространство для управления бракованными материалами и компонентами. Основные аспекты включают изоляцию, организацию, процедуры обработки, контроль и анализ, а также корректирующие действия.

4) Зона сборки печатных плат: оснащена современным оборудованием для эффективного производства печатных плат. Процессы включают подготовку и дизайн, нанесение паяльной пасты, установку компонентов, пайку, контроль качества, дополнительные процессы и инспекцию.

5) Сборочный участок: место, где собирается конечный продукт. Оборудован всем необходимым для монтажных работ и обеспечения безопасности сотрудников.

6) Зона тестирования: каждый продукт проходит строгие тесты качества и функциональности. Включает инспекцию первого образца, функциональное тестирование, визуальную инспекцию, документацию и корректирующие меры.

7) Зона упаковки: здесь готовые изделия готовятся к отгрузке. Включает выбор материалов для упаковки, технику упаковки, маркировку, учет и документацию.

4 Сравнительный анализ радиостандартов железнодорожного транспорта в странах АТР

В рамках разработки экосистемы “Cybe-RR”, одним из ключевых аспектов является понимание и анализ стандартов радиосвязи, используемых в различных странах. Цель сравнительного анализа - получить глубокое представление о разнообразии и особенностях коммуникационных технологий в железнодорожной отрасли на международном уровне. Это позволяет не только адаптировать систему под конкретные технические и операционные требования разных стран, но и предложить гибкое и универсальное решение, которое может быть эффективно интегрировано в существующие железнодорожные системы.

На текущий момент многие страны активно занимаются вопросом цифровизации железнодорожной инфраструктуры, что подчеркивает глобальную актуальность данной темы. Для полного понимания текущей ситуации был проведен опрос для исследования текущего состояния радиосвязи используемых в Азиатско-Тихоокеанском Регионе (АТР) в рамках проекта для Международного Союза Железных Дорог.

1. Корея

Железнодорожная система в Республике Корея (Южная Корея) хорошо развита и является одной из самых современных и эффективных в мире. Корея имеет разветвленную сеть железных дорог, охватывающую всю страну. Общая протяженность железных дорог, включая метро и LRT, в Корее составляет 7956,9 километра. На рисунке 4.1 показана диаграмма радиопокрытия Кореи, где 73.7% составляет аналоговая связь, 14.1% цифровая узкополосная связь, а 12.17% цифровая широкополосная связь.

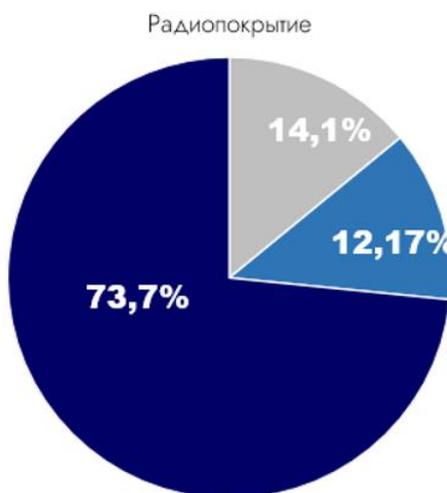


Рисунок 4.1 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Корее

Таблица 4.1 – Результаты опроса Кореи

Вопрос	Описание
Аналоговое радиопокрытие, км	3 045 км (УКВ)
Цифровое радиопокрытие (узкополосная передача данных), км	582 км (TETRA) (ICTX- 300 км/ч)
Зона покрытия цифровой радиосистемы (широкополосная передача данных), км	(Частный) 520.8 км
Перечень услуг по узкополосной передаче данных	Передача малого объема данных для голоса / короткого текста
Цифровое покрытие Широкополосный	Общественный
Используемые полосы частот, Гц	Различные услуги передачи голоса/текста/больших объемов данных
Используемые полосы частот, Гц	УКВ – 153 МГц TETRA – 800 МГц LTE-R – 700 МГц
Охват профессиональными стандартами связи на железной дороге, %	TETRA – 14% LTE-R- 12,6%
С какой цифровой системой радиосвязи используются системы диспетчерской централизации?	- Система СВТС: цифровая радиосвязь с бортовым компьютером для сообщения о местонахождении поезда или управления поездом - KTCS-2 (ETCS L2): также используется цифровая радиосвязь, но односторонняя связь для управления поездом - Другие системы: информация CTC передается и принимается по проводной связи
Какие системы радиосвязи планируется внедрить? - до 2030 года - до 2040 года	2028- LTE-R

2 Китай

Железнодорожный транспорт играет жизненно важную роль для путешествий на дальние расстояния в Китае. По состоянию на 2021 год в стране насчитывалось более 150 000 км железных дорог, что делает ее обладателем второй по длине железнодорожной сети в мире. На рисунке 18 показана диаграмма радиопокрытия Китая, где 30% составляет аналоговая связь, 45% цифровая узкополосная связь, а 25% цифровая широкополосная связь. Что касается стандартов радиосвязи на железных дорогах Китая, то используется стандарт GSM-R (Global System for Mobile Communications – Railway).

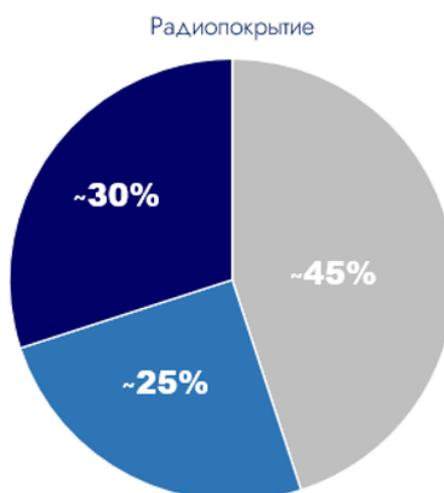


Рисунок 4.2 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Китае

Китайская железная дорога построила около 20 000 километров линий GSM-R, и с быстрым развитием беспроводных технологий стало больше помех со стороны ее собственной сети и государственных операторов.

Китай также использует Китайскую систему управления движением поездов (CTCS), целью которой является определение системы управления движением поездов для китайских железных дорог для реализации функциональной совместимости систем управления движением поездов в железнодорожных сетях

Таблица 4.2 – Текущее состояние ЖД в Китае

Протяженность железных дорог (км)	150 000
Электрифицированная длина (км)	100 000
% от общего количества электрифицированных	66,67%
Площадь (км ²) на маршрут (км)	63,80
Численность населения на километр маршрута	9570
Историческая пиковая длина (км)	150 000
Национализированные или частные	Национализированы

3 Япония

Железнодорожная система Японии характеризуется высокой степенью развития, эффективностью и современностью. Общая протяженность железных дорог в Японии составляет около 27 000 километров, охватывая как крупные магистральные железные дороги, так и местные линии, обслуживающие различные регионы страны. На рисунке 19 показана диаграмма радиопокрытия Японии, где 65% составляет аналоговая связь, 25% цифровая узкополосная связь, а 10% цифровая широкополосная связь.



Рисунок 4.3 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Японии

Таблица 4.3 – Текущее состояние ЖД в Японии

Протяженность железных дорог (км)	27 311
Электрифицированная длина (км)	20 534
% от общего количества электрифицированных	75.19%
Площадь (км ²) на маршрут (км)	16.10
Численность населения на километр маршрута	5451
Историческая пиковая длина (км)	5000
Национализированные или частные	Национализированный, Частный

4 Индия

Индийские железные дороги (IR), управляемые Министерством железных дорог, охватывают сеть протяженностью более 68 000 километров, соединяя более 8 000 станций. Ежедневно курсирует около 21 тыс. пассажирских и грузовых поездов, которые ежегодно перевозят 8 млрд пассажиров и 1 млрд тонн грузов.

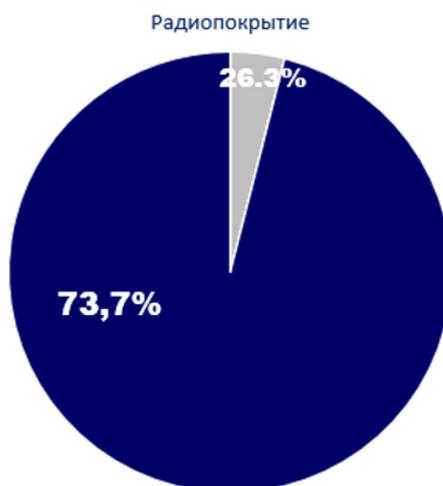


Рисунок 4.4 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Индии

Для связи между поездами и путями Индийские железные дороги в настоящее время используют 2G-версию системы мобильной связи GSM-R, внедренную на 2500 км железнодорожных маршрутов. В остальной части сети RSTT достигается с помощью УКВ комплектов мощностью 5 Вт и 25 Вт. На рисунке 20 показана диаграмма радиопокрытия Индии, где 73.7% составляет аналоговая связь, 26.3% цифровая узкополосная связь.

Таблица 4.4 – Текущее состояние ЖД в Индии

Вопрос	Описание
Длина железной дороги (км)	68 103
Аналоговый охват (км)	68 103
Цифровое покрытие Узкополосная полоса (км)	TETRA: 75 Rkms (400 МГц) * GSM-R: 2728 Rkms (диапазон 900 МГц)* (*оба только для голоса)
Цифровое покрытие Широкополосная связь (км)	--
Услуги, используемые для широкополосного покрытия	--
Частотный диапазон	146–174 МГц (аналоговый)

5 Тайвань

Железные дороги на Тайване являются важнейшей частью транспортной инфраструктуры страны. Железнодорожная администрация Тайваня (TRA) ежедневно обслуживает в среднем более 500 000 пассажиров по сети, протянувшейся на 1 100 км, соединяющей различные города и регионы острова. Эта железнодорожная сеть играет жизненно важную роль в перевозке пассажиров и грузов по всей стране. Для обеспечения эффективной связи и безопасности в железнодорожной отрасли Тайваня используются современные стандарты радиосвязи. Одним из таких стандартов является TETRA (Terrestrial Trunked Radio), который предоставляет цифровую платформу для передачи голоса и данных. На Рисунке 21 показана диаграмма радиопокрытия Тайвани, где 80% составляет аналоговая связь, 20% цифровая узкополосная связь.

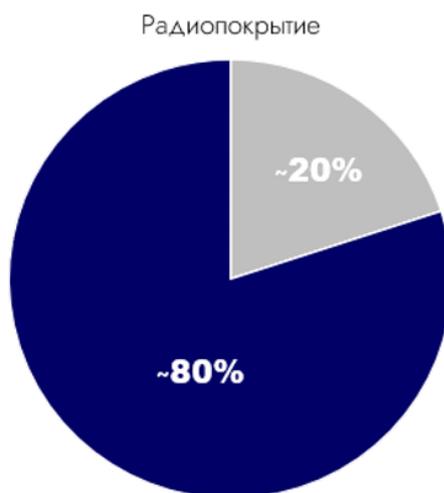


Рисунок 4.5 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Тайвани

Таблица 4.5 – Текущее состояние ЖД в Тайвани

Протяженность железных дорог (км)	1782
Электрифицированная длина (км)	1300
% от общего количества электрифицированных	72.95%
Площадь (км ²) на маршрут (км)	21.25
Численность населения на километр маршрута	13638
Историческая пиковая длина (км)	5000
Национализированные или частные	Национализированная (обычная сеть), частная (высокоскоростная сеть)

6 Малайзия

Железнодорожный транспорт в Малайзии включает в себя различные типы железнодорожных систем, включая тяжелый железный дорогу, легкий скоростной транспорт (LRT), массовый скоростной транспорт (MRT), монорельсовую дорогу, железнодорожное сообщение с аэропортами и фуникулер.

На Рисунке 4.6 показана диаграмма радиопокрытия Малайзии, где 100% составляет цифровая узкополосная связь TETRA.

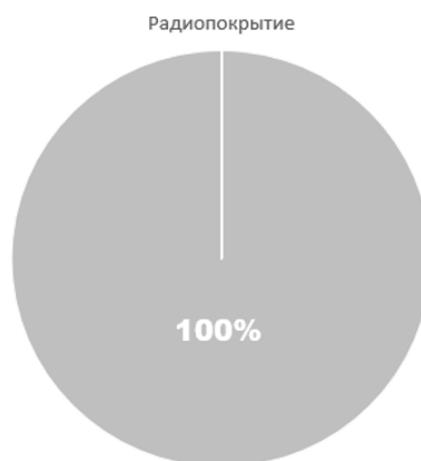


Рисунок 4.6 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Малайзии

Таблица 4.6 – Текущее состояние ЖД в Малайзии

Имя	Описание
Протяженность железных дорог (км)	1700
Аналоговый охват (км)	0
Цифровое покрытие (км) Узкополосный	1700
Узкополосные услуги	Центр связи управления движением поездов ВСЯ ГОЛОСОВАЯ СВЯЗЬ, GPS
Цифровое покрытие (км) Широкополосный	0
Услуги широкополосной связи	Государственные операторы выдают персональные данные через роутеры для пассажиров
Частотный диапазон	410-430ц TETRA

7 Таиланд

Железнодорожный транспорт имеет решающее значение в Таиланде для соединения различных регионов, облегчая как грузовой, так и пассажирский транзит через сочетание междугородних и пригородных поездов, массового скоростного транспорта, монорельсовых дорог и железнодорожного сообщения с аэропортами. Современная железнодорожная сигнализация в Таиланде на магистральной линии использует цветной световой сигнал и компьютерную централизацию, а Государственная железная дорога Таиланда (SRT) в настоящее время внедряет CTC (Централизованное управление движением) для связи всей системы сигнализации страны с помощью волоконно-оптической сети. На Рисунке 23 показана диаграмма радиопокрытия Таиланда, где 93% составляет аналоговая связь, 6% цифровая узкополосная связь, а 1% цифровая широкополосная связь.

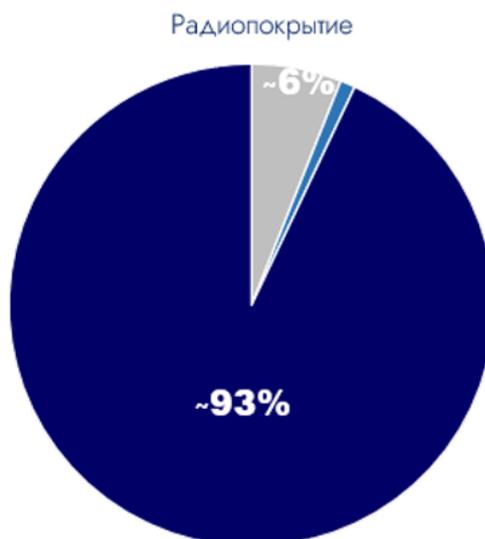


Рисунок 4.7 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Таиланде

Таблица 4.7 – Используемые стандарты радиосвязи в Таиланде

Системы железнодорожной радиосвязи	Используемые частоты	Применяемые стандарты радиосвязи
Наземная подвижная УКВ радиостанция	137–174 МГц	УКВ/ЧМ
Наземная подвижная радиостанция УВЧ	380-510 МГц	УВЧ/ЧМ, ТЕТРА

8 Грузия

В Грузии железнодорожная система является жизненно важной частью инфраструктуры страны, облегчая перемещение как пассажиров, так и грузов. АО «Грузинские железные дороги» является государственной компанией, отвечающей за железные дороги страны. Она управляет сетью, которая покрыта более чем на 1324 километра.

На Рисунке 4.8 показана диаграмма радиопокрытия Грузии, где 100% составляет аналоговая связь.

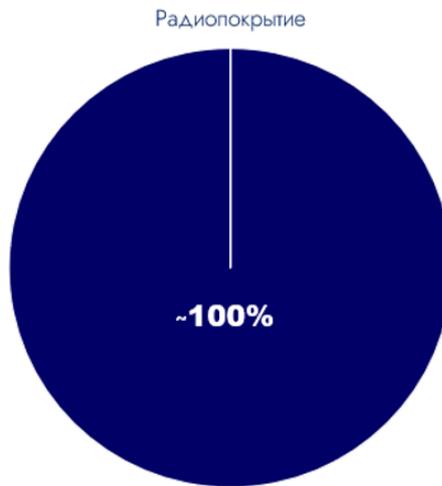


Рисунок 4.8 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Грузии

Таблица 4.8 – Текущее состояние ЖД в Грузии

Вопрос	Описание	Комментарии
Протяженность железных дорог (км)	1569	1114 км под контролем Грузинских железных дорог Строится 183-километровый участок Марабда-Карсак 235 км абхазского участка 37 км туристическая узкая улочка
Аналоговый охват (км)	1114	
Цифровое покрытие (км)	0	
Услуги для широкополосной связи	ГОЛОС	
Частотный диапазон	2,13-2,15 МГц (КВ)	

9 Австралия

Железные дороги в Австралии представляют собой обширную и разветвленную сеть, которая охватывает всю страну. Протяженность австралийской железнодорожной системы превышает 44 000 километров. Эта система играет важную роль в транспортной инфраструктуре Австралии и используется как для обеспечения доступа в отдаленные регионы.

На Рисунке 4.9 показана диаграмма радиопокрытия Австралии, где 70% составляет аналоговая связь, 25% цифровая узкополосная связь, а 5% составляет цифровая широкополосная связь.

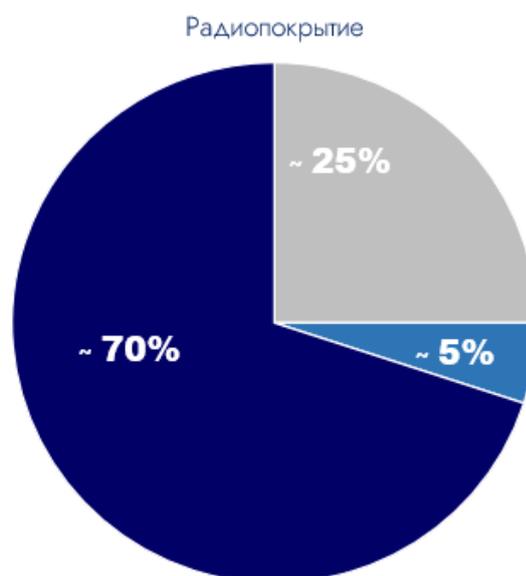


Рисунок 4.9 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Австралии

Таблица 4.9 – Текущее состояние ЖД в Австралии

Вопрос	Ответ
Общая протяженность железной дороги, км	около 1500 километров (Sydney Trains)
Аналоговое радиопокрытие, км	Как и выше, но с некоторыми черными пятнами
Цифровое радиопокрытие (узкополосная передача данных), км	Около 1 455 километров путей, а также 70 километров железнодорожных туннелей по всей столичной железнодорожной сети Сиднея
Зона покрытия цифровой системы радиосвязи (широкополосной передачи данных), км	Широкополосная передача данных по сети Оператора
Перечень услуг при использовании узкополосной передачи данных	Передача голоса и данных (DTRS) Связь точка-точка (СВЧ и УВЧ PtP):
Услуги для широкополосной связи	Службы телеметрии (СТIP – Common Telemetry Infrastructure Platform) Модуль NTCS Cab Radio 3G/4G:
Используемые частотные диапазоны, Гц	DMR – УКВ 420 МГц и 450.05 GSM-R – 1800 МГц
Охват профессиональными стандартами связи на железных дорогах, %	GSM-R УКВ-радио
Применяемые системы интервального управления движением поездов	ATRICS (собственная разработка) Внедряется ETCS L2

Используемые станционные системы: - аналоговые (релейные); - на базе микропроцессора	Радиостанция – аналоговая УВЧ
С какими цифровыми системами радиосвязи используются системы диспетчерской централизации (перечислите системы, работающие в пара)	GSM-R – Радиостанция/диспетчерский терминал кабины
Какие системы радиосвязи планируется внедрить? - до 2030 года - до 2040 года	FRMCS и, возможно, DMR тоже.

10 Текущая ЖД ситуация в Казахстане

Казахстан активно развивает свою железнодорожную инфраструктуру, следуя пути цифровизации. Общая протяженность железных дорог в стране составляет 16 005 км. В настоящее время значительная часть сети, 13 566 км (84,8%), покрыта аналоговым радиопокрытием, а 15,2% покрыта цифровым узкополосным радиопокрытием. В Казахстане используются различные частотные диапазоны для поддержки связи на железных дорогах. ВЧ (2,13-2,15 МГц) и УКВ (136-147 МГц) применяются в разных областях, в то время как система TETRA (410-430 МГц) используется в зонах поездной радиосвязи и для маневровой радиосвязи в отдельных пунктах. КВ-радиосвязь используется на отдельных участках железной дороги, а УКВ-радиосвязь - в специфических точках.

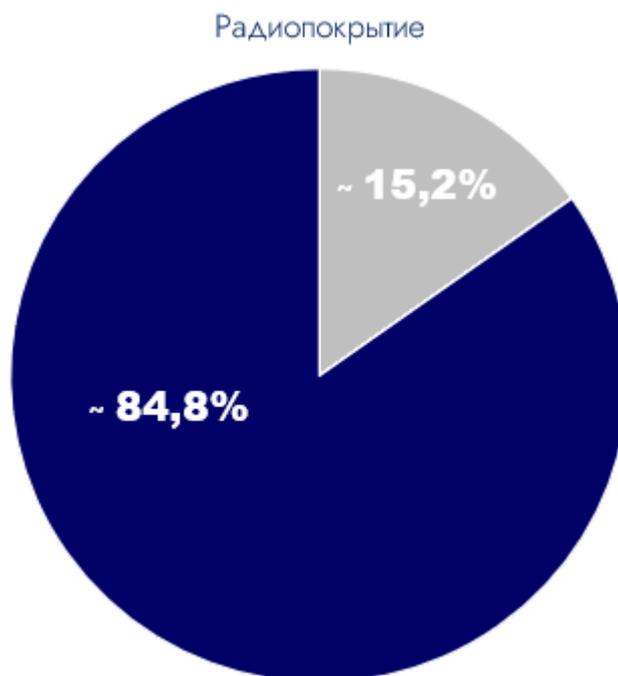


Рисунок 4.10 – Диаграмма радиопокрытия ЖД в Казахстане

Таблица 4.10 – Текущее состояние ЖД в Казахстане

Вопрос	Ответ	Пояснение к ответу
Общая протяженность железной дороги, км	16005	
Аналоговое радиопокрытие, км	13566(84,8%)	
Цифровое радиопокрытие (узкополосная передача данных), км	2439 (15,2 %)	
Перечень услуг при использовании узкополосной передачи данных	<ol style="list-style-type: none"> 1. Передача голоса между ДНЦ, ДСП, машинистом локомотива, а также между другими службами КТЖ. 2. Передача данных посредством радиоканала ТЕТРА о поездной обстановке с бортовой системы безопасности подвижного состава к ДСП, ДНЦ. 3. Передача голосового сообщения локомотиву о состоянии ж.д. переезда. 4. Контроль месторасположения терминального оборудования ТЕТРА (мобильные, носимые) с выдачей информации диспетчеру ПЧ, ШЧ, ЭЧ и др. 5. Оповещение работников КТЖ о приближении поезда ремонтной бригаде, работающей на перегоне и отдельному пункту. 	
Используемые частотные диапазоны, Гц	ВЧ – 2,13-2,15 МГц УКВ – 136-147 МГц ТЕТРА-410-430МГц	КВ – используется на участках поездов УКВ – используется в отдельных точках (с) ТЕТРА – используется в зонах поездной радиосвязи и в отдельных пунктах в качестве маневровой радиосвязи.

Охват профессиональными стандартами связи на железных дорогах, %	КВ (УКВ) - 84,8% TETRA – 15,2%	
Применяемые системы интервального регулирования движения поездов	SIRDP-E уровня 3 по радиоканалу TETRA (2 и более поездов на участке) на участке Жетыген – Алтынколь (286,5 км)	
Применяемые системы станций: - аналоговые (релейные); - микропроцессор	Микропроцессорная система Ebilock на участке Жетыген – Алтынколь (286,5 км)	Например: Система Ebilock
С какими цифровыми системами радиосвязи используются системы диспетчерской централизации (перечислите системы, работающие попарно)	-	
Какие системы радиосвязи планируется внедрить? - до 2030 года - до 2040 года	Планируется до 2030 года внедрить систему радиоблокировки SIRDP-E уровня 3 на базе радиоканала TETRA на участках Аркалык – Шубаркуль, Жезказган – Сексеул, Шалкар – Бейнеу, Узень – Болашак	

4.1 Результаты исследования

Анализ стандартов радиосвязи в странах Азиатско-Тихоокеанского региона показывает значительное разнообразие в выборе технологий. Страны активно используют как цифровые 15%, так и аналоговые системы 85%, что усложняет железнодорожную связь и повышает затраты на оборудование и обслуживание подвижного состава.

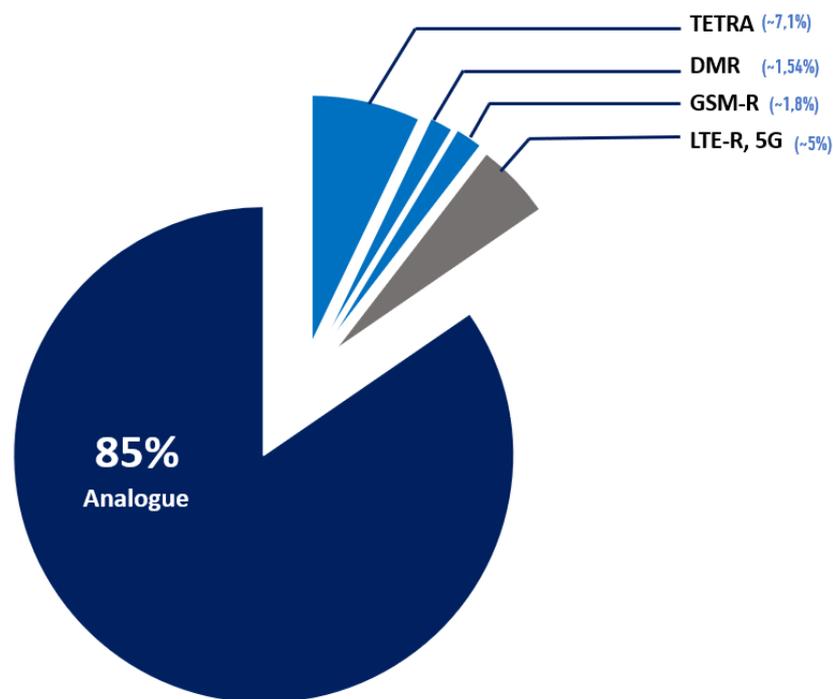


Рисунок 4.11 – Распространение коммуникационных технологий в железнодорожной отрасли АТР

Для иллюстрации разнообразия подходов к выбору стандартов радиосвязи, мы провели анализ, охватывающий ключевые страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Ниже представлена таблица, демонстрирующая используемые цифровые технологии радиосвязи в различных странах. Этот обзор помогает выявить как общие тенденции, так и уникальные решения, принятые в разных государствах.

Таблица 4.11 – Используемые стандарты радиосвязи в различных странах

Страна	Используемые технологии
Япония	УКВ, LTE-R, 5G
Южная Корея	УКВ, TETRA, LTE-R
Австралия	УКВ, DMR, GSM-R
Тайвань	КВ/УКВ, TETRA
Индия	УКВ, TETRA
Малайзия	TETRA
Таиланд	КВ/УКВ, TETRA
Вьетнам	TETRA
Казахстан	КВ, УКВ TETRA, DMR
Индонезия	TETRA
Новая Зеландия	КВ/УКВ, DMR GSM-R
Гонконг	TETRA, LTE-R

4.2 Заключение сравнительного анализа радиостандартов железнодорожного транспорта в странах АТР

Изучение стандартов радиосвязи в государствах Азиатско-Тихоокеанского региона выявило значительное разнообразие в применяемых технологиях. В этих странах активно применяются как современные цифровые, так и традиционные аналоговые системы, что приводит к усложнению системы железнодорожной связи и увеличивает расходы на техническое оснащение и сервисное обслуживание подвижного состава.

В контексте разработки и внедрения проекта “Cybe-RR”, особое внимание уделяется международным тенденциям в области стандартов радиосвязи, применяемых в железнодорожной отрасли. Глубокое понимание глобальной практики позволяет не только адаптировать экосистему “Cybe-RR”, к международным требованиям, но и предлагает возможности для её масштабирования и применения за пределами Казахстана.

Локомотивно-бортовой терминал “Cybe-БРТ” в рамках экосистемы “Cybe-RR” предлагает решение, объединяющее различные стандарты радиосвязи. Способный работать с цифровыми и аналоговыми сигналами, “Cybe-БРТ” обеспечивает надежную и эффективную связь.

“Cybe-БРТ” идеально подходит для современных железнодорожных систем, стремящихся к цифровизации коммуникационных потребностей. Его внедрение повышает безопасность и эффективность железнодорожного транспорта и снижает экономические затраты, обеспечивая унификацию оборудования. “Cybe-БРТ” представляет универсальный и адаптивный подход к интеграции различных стандартов радиосвязи, что делает его ключевым элементом в модернизации железнодорожной связи.

Полученные в ходе исследования данные позволяют оптимизировать функциональность экосистемы “Cybe-RR”, делая его универсальным решением, способным работать в различных коммуникационных средах. Это важно не только для стран АТР, но и для всех остальных стран, где железнодорожная инфраструктура может варьироваться от высокоразвитых технологичных сетей до традиционных систем. Наш подход гарантирует, что “Cybe-БРТ” будет эффективно функционировать в любых условиях, обеспечивая надежную и безопасную радиосвязь, которая является критически важной для железнодорожной отрасли.

Функциональные возможности экосистемы “Cybe-RR”:

1) Интеграция различных стандартов связи: многие текущие системы радиосвязи ограничены одним или небольшим количеством стандартов связи, что снижает их гибкость и функциональность. “Cybe-БРТ” интегрирует в одном устройстве различные стандарты связи, такие как КВ, УКВ, TETRA/DMR И GSM-R, обеспечивая универсальность и гибкость в различных условиях эксплуатации.

2) Повышенная безопасность и надежность: с использованием цифровых технологий, “Cybe-RR” обеспечивает более высокую надежность связи и

защиту данных. цифровые системы менее подвержены помехам и обеспечивают более четкую передачу звука и данных.

3) Улучшения качества и стабильности связи: аналоговые системы и базовые цифровые системы часто сталкиваются с проблемами надежности и четкости связи. “Cybe-RR” и “Cybe-БРТ” обеспечивают улучшенную стабильность связи и высокое качество передачи данных, что критически важно для безопасности железнодорожного транспорта.

4) Расширение функционала: “Cybe-RR” предлагает широкий спектр функций, включая gprs-позиционирование, автоматическое переключение между сетями и интеграцию с системами управления и мониторинга, что делает её подходящей для широкого круга задач в железнодорожной отрасли.

5) Сложность управления и обслуживания: традиционные системы радиосвязи требуют установки и обслуживания множества различных устройств и систем, что ведет к повышению операционных затрат. “Cybe-RR” и “Cybe-БРТ” предлагают более простое и централизованное решение, которое упрощает управление и снижает затраты на обслуживание.

Научная новизна проекта “Cybe-RR” заключается в интеграции различных технологий в единую экосистему. Отличительной особенностью является совмещение различных стандартов радиосвязи (КВ, УКВ, TETRA/DMR, GSM-R) в одной системе, что ранее не находило широкого применения в железнодорожной отрасли. Также важным аспектом является использование GPS-позиционирования и передовых методов обработки данных для повышения эффективности и безопасности движения поездов.

Какую проблему бизнеса решает предлагаемый результат научной и (или) научно-технической деятельности

Железнодорожный транспорт сталкивается с серьезными проблемами, связанными с авариями, нарушениями безопасности, сбоями в системах управления и коммуникации. Эти проблемы могут иметь серьезные последствия, включая риски для жизни, значительные финансовые потери и ущерб репутации железнодорожных компаний. Важность надежной системы связи на железной дороге нельзя недооценивать, поскольку она играет критическую роль в обеспечении безопасности и эффективности всех операций.

На представленной таблице ниже показана справка о допущенных нарушениях безопасности движения за первое полугодие 2022-2023 гг. Информация для данной таблицы были взяты из частной библиотеки КТЖ [4].

Таблица 4.12 – Справка о допущенных нарушениях безопасности движения за первое полугодие 2022-2023 гг.

Нарушения безопасности	Азербайджан		Армения		Беларусь		Казахстан		Кыргызстан		Россия		Узбекистан	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Всего	107	42	19	29	84	93	32	30	23	6	17	16	38	71
Авария							6	2			4	9		
Крушения							6	2			8	9		
Транспортные события и иные события	107	42	19	29	84	93	32	30	23	6	17	16	38	71
Столкновение железнодорожного состава с другим железнодорожным составом	6	8	6	2	23	17	56	55			17	17	19	52
Столкновение железнодорожного состава с транспортным средством на железнодорожном переезде			1	4		1					43	46		
Технические неисправности системы железнодорожного подвижного состава						4					43	51		
Неисправности сигнализации, централизации и блокировки	82	20	9	20	24	27	85	83					1	3

Продолжение таблицы 4.12

Наезд ЖД подвижного состава на механизмы, оборудование и посторонние предметы, включая наезд на диких или домашних животных			2	1			5		22	6	28	30	2	1
Удельное количество наращений безопасности, всего/млн. поездов-км.	31,7 5	11, 7	24,0 2	32,0 9	1,9 8	2,2 6	2, 2	1, 8	53, 6	12,1 7	1,2 5	1,2 1		
Техническая неисправность подвижного состава					4	7	56	58			740	664	6	5

Эти данные выявляют ключевые проблемы, такие как аварии, крушения, технические неисправности, и проблемы с системами сигнализации, связи и подвижного состава. Использование этих данных помогает подчеркнуть критическую необходимость улучшения безопасности и надежности железнодорожной связи.

Сравнение этих данных с общими тенденциями в железнодорожной безопасности, как показано в отчетах UIC (МСЖД - Международный Союз Железных Дорог) и NSC, показывают, что сейчас по всему миру проблемы с нарушениями безопасности, авариями и инцидентами остаются актуальными. Эти данные указывают на необходимость более комплексного подхода к управлению безопасностью в железнодорожной отрасли.

На гистограмме ниже представлены число серьезных аварий на железных дорогах в период с 2017 по 2022 год. Самый низкий показатель был в 2020 году, так как количество эксплуатируемых ЖД было снижено из-за Covid-19. В 2022 году виден снова тренд увеличения числа серьезных аварий.

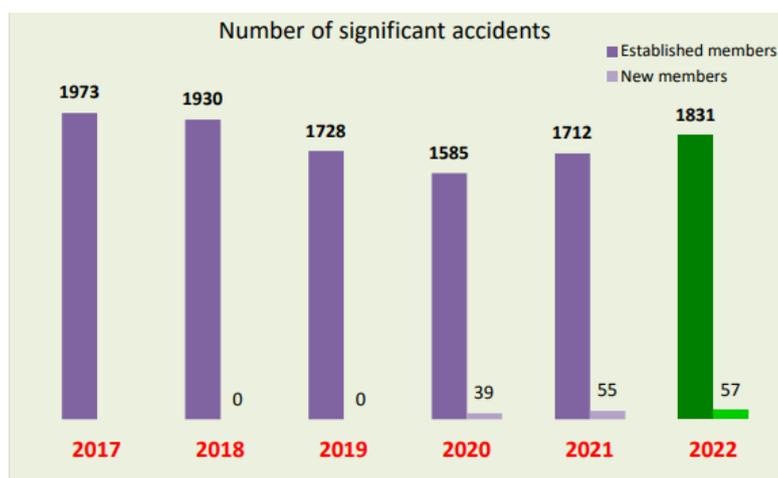


Рисунок 4.12 – Число серьезных аварий на железных дорогах в период с 2017 по 2022 год

Страны, чьи данные по железнодорожной ситуации представлены в таблице, включают: Испанию, Норвегию, Канаду, Люксембург, Румынию, Ирландию, Германию, Финляндию, Хорватию, Бельгию, Косово, Португалию, Южную Корею, Литву, Венгрию, Болгарию, Австрию, Грецию, Польшу, Нидерланды, Иран, Италию, Великобританию, Саудовскую Аравию, Швейцарию, Францию, Словению, Чехию, Турцию, Швецию, Словакию и Латвию.

Таблица 4.13 – Инциденты на железных дорогах в период с 2017 по 2022 год [11]

Все железные дороги	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Количество крупных аварий	1973	1930	1728	1624	1767	1888
Значительное количество аварий на миллион поездо-км	0,42	0,41	0,36	0,38	0,38	0,39
Количество ДТП с пострадавшими	1689	1627	1417	1292	1381	1504
Количество несчастных случаев с пострадавшими на миллион поездо-км	0,36	0,34	0,30	0,30	0,30	0,31
Количество жертв	1920	1915	1625	1433	1510	1734

Число жертв на миллион поездо-км	0,41	0,40	0,34	0,33	0,32	0,36
Количество погибших	1086	1081	966	905	897	1034
Количество смертельных случаев на миллион поездо-км	0,23	0,23	0,20	0,21	0,19	0,21
Количество миллионов поездо-километров	4724	4757	4788	7307	4660	4845

Экосистема "Cybe-RR" с "Cybe-БРТ" предоставляют комплексное решение, устраняя упомянутые проблемы путем создания многофункциональной, интегрированной системы связи, которая обеспечивает:

- Система "Smart-переезд" обладает продвинутыми возможностями распознавания, включая обнаружение человека, велосипеда, автомобиля, мотоцикла, автобуса, грузовика, поезда, а также диких и домашних животных на железнодорожных путях. Эта технология способствует решению проблем, связанных с наездом железнодорожного подвижного состава на различные препятствия, включая посторонние предметы и животных, как указано в соответствующем разделе в Таблице 11.

- Экосистема "Cybe-RR" с "Cybe-БРТ" обеспечивает улучшенный контроль и мониторинг железнодорожного транспорта, что помогает предотвратить различные транспортные происшествия, включая нарушения режима движения и операционные ошибки.

- Экосистема "Cybe-RR" включает функции автоматического мониторинга и предупреждения, которые могут предотвратить столкновения между поездами за счет своевременного информирования машинистов о близости других составов и потенциальных рисках.

- Система "Cybe-RR", включая локомотивно-бортовой терминал "Cybe-БРТ", обеспечивает высокую точность и надежность в отслеживании местоположения локомотивов благодаря внедрению технологии позиционирования. Это позволяет точно определять положение каждого локомотива в реальном времени, что критически важно для управления движением и координации работы железнодорожного транспорта. Точное позиционирование способствует предотвращению столкновений и других инцидентов, улучшает логистику и планирование маршрутов, а также повышает общую безопасность железнодорожных перевозок.

- Система оповещения, встроенная в "Cybe-RR", активно использует данные гео-позиционирования для определения зон ответственности и

чрезвычайных ситуаций (ЧС). В случае возникновения ЧС "Cybe-RR" автоматически идентифицирует зону ЧС и эффективно информирует соответствующих абонентов, используя голосовые сообщения или текстовые оповещения.

- Локомотивно-бортовой терминал "Cybe-БРТ", интегрирующий стандарты радиосвязи КВ, УКВ, TETRA/DMR и GSM-R обеспечивает гладкую интеграцию с разнообразными уже существующими системами и оборудованием на железнодорожном транспорте, что способствует решению задач совместимости и улучшает процессы управления и обслуживания. Эффективное взаимодействие различных стандартов связи в одном устройстве усиливает надежность коммуникаций, упрощает координацию между разными подразделениями и оптимизирует техническое обслуживание и ремонт, что имеет решающее значение для обеспечения непрерывной и безопасной работы железнодорожной системы. В критических ситуациях использование единого устройства, объединяющего несколько стандартов радиосвязи, предоставляет значительные преимущества в плане времени и эффективности, минимизируя риски, связанные с человеческим фактором, и повышая общий уровень безопасности железнодорожных перевозок.

Внедрение экосистемы "Cybe-RR" с "Cybe-БРТ" отвечает на насущную потребность рынка в повышении безопасности железнодорожного транспорта. Это не только снижает риски для пассажиров и грузов, но и способствует улучшению экономической эффективности за счет предотвращения аварий и связанных с ними финансовых потерь.

В Казахстане более 3000 локомотивов, меньше 20% из них оснащены цифровыми локомотивно-бортовыми терминалами, а остальная часть все также пользуется аналоговыми, которые требуют замены. Реализация нашего проекта позволит оснастить большую часть локомотивного парка Казахстана передовыми "Cybe-БРТ", что значительно повысит уровень безопасности и операционной эффективности. Внедрение цифровых технологий не только увеличит безопасность передвижения поездов, но и обеспечит более точный контроль за состоянием подвижного состава, что в свою очередь снизит вероятность возникновения технических неисправностей и аварийных ситуаций.

Цель, задачи и ожидаемые результаты предлагаемого проекта по коммерциализации РННТД

Целью проекта является коммерциализация инновационного локомотивно-бортового терминала "Cybe-БРТ" с внедрением полной экосистемы "Cybe-RR" для улучшения системы управления и связи на железнодорожном транспорте, что приведет к повышению безопасности, эффективности и гибкости операций на железных дорогах.

Задачи Проекта:

1) Модернизация производственной площадки:

- Обновление и оптимизация производственной линии для повышения качества и объемов выпускаемой продукции.

- Внедрение автоматизированных систем управления производственными процессами.

- Создание тестировочного стенда для полноценной проверки финальной продукции, что обеспечит высокий уровень качества и надежности продукции перед её выпуском на рынок.

2) Технологическое усовершенствование "Cybe-БРТ":

- Оптимизация операционной системы для повышения стабильности и безопасности работы устройства;

- Обновление пользовательского интерфейса для обеспечения более интуитивного и удобного управления функциями терминала;

- Внедрение дополнительных алгоритмов шифрования и защиты данных для обеспечения конфиденциальности информации;

- Разработка новых программных модулей для расширения возможностей мониторинга и диагностики оборудования локомотива;

- Модернизация корпуса устройства для улучшения его устойчивости к вибрации, ударам и другим эксплуатационным воздействиям;

- Усовершенствование системы крепления и разъемов для облегчения монтажа и демонтажа устройства, а также для повышения надежности электрических соединений;

- Разработка модельного ряда локомотивно-бортового терминала "Cybe-БРТ" с возможностью выбора требуемых стандартов и диапазонов частот.

2) Повышение устойчивости и надежности экосистемы "Cybe-RR":

- Разработка дополнительных модулей и сервисов, интегрируемых с ЛБТ "Cybe-БРТ", для предоставления расширенных возможностей управления и мониторинга железнодорожного транспорта.

3) Интеграция с существующей инфраструктурой:

- Обеспечение совместимости "Cybe-БРТ" с существующими инфраструктурами и системами управления железнодорожного транспорта.

- Содействие в обновлении и модернизации железнодорожных сетей связи для полной интеграции с экосистемой Cybe-RR.

4) Сотрудничество с производителями локомотивов "Локомотив Құрастыру Зауыты" (ЛКЗ) и "Электровоз Құрастыру Зауыты" (ЭКЗ):

- Осуществление прямой установки локомотивно-бортовых терминалов Cybe-БРТ на заводах-изготовителях, интегрируя их непосредственно в подвижной состав(локомотивы)

Ожидаемые Результаты:

1) Увеличение производственного потенциала:

- Значительное улучшение качественных и количественных показателей выпускаемой продукции за счет модернизации производственной площадки.

- Повышение эффективности производственных процессов благодаря внедрению автоматизированных систем управления.

- Снижение риска выпуска бракованной продукции за счет тестировочного стенда, что обеспечит более высокий уровень качества и надежности каждого изготовленного устройства

2) Расширение функциональности и улучшение производительности "Cybe-БРТ":

- Реализация усовершенствованной операционной системы и пользовательского интерфейса, что обеспечит улучшенное взаимодействие с пользователем и повышенную надежность устройства.

- Внедрение новейших алгоритмов шифрования данных усилит безопасность информационного обмена на железнодорожном транспорте.

- Разработка новых программных модулей для мониторинга и диагностики оборудования локомотива повысит эффективность эксплуатации и уменьшит время реакции на неисправности.

- Реализация новых моделей локомотивно-бортового терминала "Cybe-БРТ". с возможностью выбора требуемых стандартов и диапазонов частот.

3) Завершение разработки и интеграция экосистемы "Cybe-RR":

- Создание полноценной и устойчивой экосистемы управления железнодорожным транспортом, включая все сервисы и модули, для обеспечения высокого уровня координации и контроля движения.

- Повышение надежности и стабильности связи, а также упрощение процессов управления благодаря интеграции с "Cybe-БРТ".

4) Совместимость и интеграция с инфраструктурой:

- Полная совместимость "Cybe-БРТ" с существующей инфраструктурой железнодорожного транспорта, что упростит процесс интеграции и снизит затраты на модернизацию.

5) Серийное производство и выход на международный рынок:

- Начало серийного производства "Cybe-БРТ" по завершении всех этапов разработки и тестирования, что обеспечит наличие продукта для внутреннего и международного рынка.

- Выход на рынки стран Азиатско-Тихоокеанского Региона, стран Центральной Азии, ЕАЭС и Гвинейской Республики с целью расширения сферы влияния и увеличения доли рынка.

6) Успешное сотрудничество с ЛКЗ и ЭКЗ:

- Развитие партнерских отношений с производителями локомотивов для внедрения "Cybe-БРТ" в их продукцию, что позволит расширить рынок и повысить безопасность и эффективность железнодорожного транспорта.

4.3 Сравнительное описание предлагаемого работа с существующими аналогами или заменителями на рынке с указанием технических характеристик

Локомотивно-бортовой терминал "Cybe-БРТ" предлагает широкий диапазон стандартов радиосвязи (КВ, УКВ, TETRA/DMR, GSM-R) в одном устройстве, что обеспечивает гибкость и универсальность использования. Cybe-БРТ имеет встроенный мощный динамик 4 Вт, выходную мощность 10

Вт, цифровой режим передачи голоса, встроенную функцию Bluetooth и GPS. Благодаря этому она сможет по-настоящему расширить возможности связи.

"Cybe-БРТ" имеет высокий уровень защиты IP67 и спроектирован для работы в условиях высокого уровня шума, что делает его идеальным для эксплуатации в жестких условиях железнодорожной индустрии. Корпус из АБС-пластика обеспечивает ударопрочность и устойчивость к коррозии. Предоставляет гибкие возможности монтажа, а также удобный пользовательский интерфейс, что позволяет оптимизировать рабочее пространство и облегчает управление устройством.

Таблица 4.14 – Технические характеристики

Общее	
Диапазон частот	380–430 МГц, 405–475 МГц; 136–174 МГц, 2,130; 2,150; 2,444; 2,464 МГц 876-880, 921-925 МГц.
Размеры (В×Ш×Г) мм	60×162×264 мм
Вес	1.7кг
Рабочее напряжение	13.2В (10.8В~15.6В)
Номинальная выходная мощность звука (внутренняя)	4Вт
Рабочая температура	от –30 °С до +70 °С
Пользовательский интерфейс	
Дисплей	Цветной TFT LCD дисплей 5,6 дюймов, 640 * 480 пикселей
Кол-во разговорных групп (ТМО)	6000
Разговорные группы (ДМО)	4000
Телефонная книга	2000

Надежность конструкции:

- Литой алюминиевый корпус с крышкой изготовленной из АБС-пластика
- Передняя панель изготовлена из АБС-пластика
- Защита от различных внешних воздействий: MIL-STD-810 С/D/E/F/G
- Пыле и влагозащита: IP67

Основные функции:

- Встроенный модуль Bluetooth
- Транкинговый режим работы (ТМО)
- Прямой режим работы (ДМО)
- ДМО репитер
- ТМО/ДМО шлюз

- Стандартный групповой вызов
- Приоритетный вызов
- Экстренный вызов
- Широковещательный вызов
- Позднее вхождение в группу
- Идентификация вызывающего абонента
- Динамическое присвоение группы
- Полудуплексный индивидуальный вызов
- Дуплексный индивидуальный вызов
- Вытесняющий приоритетный вызов
- Дуплексный телефонный вызов
- Полудуплексный телефонный вызов
- DTMF
- Короткие сообщения (SDS)
- Статусные сообщения
- Уведомление о новых сообщениях во время вызова
- Пакетная передача данных (Single-slot, Multi-slot)
- Канальная передача данных (CMD)
- Интерфейс периферийного оборудования (PEI)
- Аутентификация
- Шифрование радиointерфейса AIE
- Поддержка алгоритмов шифрования TEA
- Сквозное шифрование (E2EE)
- Прослушивание окружающей обстановки
- Защита конфигурации терминала
- Отдельная кнопка экстренного вызова
- Автоматический выбор соты без прерывания вызова (хэндовер)
- Программирование нескольких выбираемых сетей (TMO, DMO)
- Программирование нескольких выбираемых телефонных шлюзов
- Удаленное программирование через радиointерфейс (OTAP).

Таблица 4.15 – Сравнительная таблица характеристик

Характеристика	Суве-БРТ	Sepura SRG3900	РВС-1
Тип устройства	Локомотивно-бортовой терминал	Мобильная радиостанция TETRA	Локомотивно-стационарная радиостанция
Поддерживаемые стандарты	КВ, УКВ, TETRA/DMR, GSM-R	УКВ, TETRA	КВ, УКВ
Частотные диапазоны	TETRA: 380–430 МГц, 405–475 МГц; КВ, УКВ: 136–174 МГц, 2,130; 2,150; 2,444; 2,464 МГц GSM-R: 876-880, 921-925 МГц	344 - 400МГц, 380 - 430МГц, 407 - 473МГц, 806 - 870МГц	КВ: 2.130 и 2.150 МГц УКВ: 151.725-156.0 МГц

Позиционирование	GPS, ГЛОНАСС и BDS.	GPS, ГЛОНАСС	GPS, ГЛОНАСС
Мощность	TETRA 10 Вт, DMR 25 Вт КВ/УКВ 15 Вт GSM-R 8Вт	10 Вт (Class 2)	КВ 12 ±2 Вт УКВ 9 ±1 Вт
Безопасность	Аутентификация, AIE, сквозное шифрование, защита ключевых данных Шифрование радиointерфейса (AIE): TEA1, TEA2, TEA3, TEA4	Шифрование данных, режимы экстренной связи Алгоритмы – TEA1, TEA2, TEA3 и TEA4 (есть ограничения на экспорт и импорт) Модуль шифрования E2E	_____
Надежность	IP67, спроектирована для работы в условиях высокого уровня шума Крышка корпуса консоли выполнена из АБС-пластика (акрилонитрилбутадиенстирола), который отличается высокой ударпрочностью, хорошими изоляционными свойствами и устойчивостью к коррозии	Прочный дизайн, IP54/IP67	_____
Совместимость и интеграция	Полная совместимость с экосистемой “Cyber-RR”, поддержка различных систем и протоколов	Поддержка различных систем и протоколов	Совместимость с аппаратурой по каналам НЧ и ТЧ с такими станциями как: СР-234М, СР34, КСМ-400, "Обь-128", DX-500ЖТ
Технологические инновации	Поддерживает стандарты радиосвязи КВ, УКВ, TETRA/DMR, GSM-R в одном устройстве	Расширенные функции связи и управления	_____

<p>Простота использования и удобство интерфейса</p>	<p>Терминал имеет гибкие возможности для монтажа. Переднюю консоль можно установить отдельно в том месте, где это вам необходимо для доступа к органам управления. Передняя консоль соответствует стандарту IP67, что дает вам возможность обеспечивать надежную работу в экстремальных условиях.</p>	<p>Поддержка различных режимов дисплея, высокое разрешение экрана, настраиваемые клавиши</p>	
<p>Возможности пользовательского интерфейса</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Выполнять быстрый набор для соединения с определенными абонентами или службами - Быстрое переключение между стандартами KB, UKB, TETRA/ DMR, GSM-R. - Экстренный вызов с помощью одной кнопки - Настраиваемые звуковые сигналы оповещения - Вызов функций нажатием одной кнопки на панели терминала - Защита данных конфигурации пользователя - Множество методов набора номера: набор прокруткой, прямой набор, поиск по алфавиту, повторный набор 	<ul style="list-style-type: none"> - Поиск абонентских групп по алфавитно-цифровым идентификаторам - Переключение между громким и конфиденциальным режимами приёма - Включение/отключение озвучивания нажатия кнопок тастатуры - Включение/отключение предупредительных сигналов - Настраиваемые звуковые сигналы оповещения - Редактирование списка сканирования с тастатуры - Редактирование адресной книги с тастатуры - Стандартные языки интерфейса (русский, английский и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Установление соединений и ведение переговоров с помощью пультов - Управления пу, технологической трубки мтт и дополнительных пультов пд; - подключение магнитофона или регистратора переговоров; - подключение и взаимодействие с аппаратурой ту-тс и речевыми Информаторами; - подключение внешнего громкоговорителя (для локомотивного Варианта); - Сопряжение по стыку rs-232 с тестовым оборудованием (персональная эвм)

Энергоэффективность и потребление энергии	Мощность передачи 10 Вт, эффективно расширяя рабочую зону покрытия	Способность устройства работать в различных режимах с адаптивным контролем мощности	Не указано
---	--	---	------------

В сравнении с аналогами, такими как Sepura SRG3900 и PBC-1, "Cybe-БРТ" выделяется своей интегрированной поддержкой различных стандартов радиосвязи, высокой устойчивостью к экстремальным условиям и улучшенными функциями безопасности.

Sepura SRG3900:

1) Специализированная радиостанция: данная мобильная радиостанция TETRA, ограничена в плане поддержки различных стандартов радиосвязи.

2) Шифрование и безопасность: предлагает шифрование данных и режимы экстренной связи.

3) Прочный дизайн: хотя обеспечивает хорошую защиту (IP54/IP67), она может быть менее адаптирована для работы в условиях высокого уровня шума, чем "Cybe-БРТ".

Sepura SRG390 имеет мощность 10 Вт и предлагает различные функции безопасности и управления. Она характеризуется прочным дизайном с защитой и предоставляет расширенные возможности связи. Однако она ограничена в плане поддержки различных стандартов радиосвязи в одном устройстве [13].

PBC-1:

1) Локомотивно-стационарная радиостанция: предназначена для КВ и УКВ, предлагая различные мощности передачи, но ограничена в плане гибкости стандартов связи по сравнению с "Cybe-БРТ".

2) Совместимость: хотя имеет широкую совместимость с другими системами, она может быть менее гибкой в условиях быстро меняющихся технологических требований.

3) Функциональность: предлагает различные функции управления и связи, однако может быть менее удобной в быстром переключении между различными стандартами связи.

4) Шифрование и безопасность: данные пользователей никак не шифруются.

PBC-1 обеспечивает разнообразные функции управления и связи, однако в плане универсальности, гибкости монтажа и безопасности она уступает "Cybe-БРТ" [12].

Как показано на Рисунке 29 многие существующие устройства поддерживают различные стандарты радиосвязи, но ни одно из них не обеспечивает полной интеграции всех ключевых стандартов, таких как КВ,

УКВ, DMR, GSM-R и TETRA, в одном устройстве. В отличие от этих устройств, "Cybe-БРТ" выступает как всеобъемлющее решение, предоставляя поддержку всех этих стандартов радиосвязи в едином локомотивно-бортовом терминале. Это обеспечивает беспрецедентный уровень универсальности и гибкости, который может значительно повысить эффективность и безопасность железнодорожных операций."

Наименование	Диапазон					Питание, В	Количество пультов (кабин)	Встроенный регистратор переговоров	Встроенный GPS/ГЛОНАСС
	КВ	УКВ аналог	DMR	GSM-R	TETRA				
PBC-1-01	+	+	-	-	-	35-155	2	-	-
PBC-1-02	+	+	-	-	-	35-155	1	-	-
PBC-1-04	+	+	-	-	-	10-32	2	-	-
PBC-1-05	+	+	-	-	-	10-32	1	-	-
PBC-1-21	+	+	+	-	-	35-155	2	+	+
PBC-1-22	+	+	+	-	-	35-155	1	+	+
PBC-1-24	+	+	+	-	-	10-32	2	+	+
PBC-1-25	+	+	+	-	-	10-32	1	+	+
PBC-1-28	+	+	-	+	-	35-155/10-32	1/2	-	-
PBC-1-38	+	+	+	+	-	35-155/10-32	1/2	+	+
PBC-1-08	+	+	-	-	+	35-155/10-32	1/2	-	-

Рисунок 4.13 – Наименование устройств и их рабочий диапазон

"Cybe-БРТ" выделяется своей универсальностью и многофункциональностью, предлагая поддержку различных стандартов радиосвязи в одном устройстве и обеспечивая гибкие возможности для монтажа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполненного анализа цифровой радиосвязи в АО «НК «КТЖ» была выявлена необходимость в оптимизации технологических процессов. В настоящее время участки, оснащенные цифровой радиосвязью используются не в полной мере. Внедрение экосистемы «Cybe-RR» устранил ряд существующих проблем в части безопасности и оптимизации движения поездных составов АО «НК «КТЖ».

Мы считаем необходимым внедрение экосистемы «Cybe-RR» для использования всего потенциала цифровой радиосвязи, что благоприятно отразится на оптимизации и безопасности движения поездов.

Экосистема «Cybe-RR» и первая версия «Cybe-БРТ» прошли эксплуатационные испытания в АО «НК «КТЖ», по результатам которых составлен итоговый отчет. Данная система подтвердила заявленные технические характеристики и показала отличный результат. С внедрением второй версии «Cybe-БРТ» устраняется необходимость в установке двух или более радиостанций в локомотивах. В свою очередь, это создает экономическую и стратегическую выгоду для АО «НК «КТЖ», а также упрощает работу поездных машинистов.

Инновационная экосистема «Cybe-RR» включает в себя полный ряд функций, востребованных в сфере движения поездов и на сегодняшний день в мире не имеет более укомплектованных аналогов.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

АО «НК «КТЖ» – Акционерное общество «Национальная компания «Казахстан Темир Жолы»;

ДНЦ – поездной диспетчер;

TETRA – TETRA (TErrestrial Trunked RAdio) — открытый стандарт цифровой транкинговой радиосвязи, разработанный европейским институтом телекоммуникационных стандартов ETSI (European Telecommunications Standards Institute) для замены морально устаревшего стандарта MPT 1327;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

ЛБТ – локомотивно-бортовой терминал;

АТС – автоматическая телефонная станция;

GPS – спутниковая система навигации;

GSM – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи с разделением каналов по времени и частоте;

КВ – короткие волны (также декаметровые волны) — диапазон радиоволн с частотой от 3 МГц (длина волны 100 м) до 30 МГц (длина волны 10 м);

УКВ – ультракороткие волны: традиционное в СССР название диапазона радиоволн, объединяющего метровые, дециметровые, сантиметровые и миллиметровые волны (или диапазоны очень высоких частот — ОВЧ, ультравысоких частот — УВЧ, сверхвысоких частот — СВЧ и крайне высоких частот — КВЧ);

ЧС – чрезвычайная ситуация;

LAN – локальная вычислительная сеть (ЛВС, *локальная сеть*; англ. *local area network, LAN*) — компьютерная сеть, покрывающая обычно относительно небольшую территорию или небольшую группу зданий.

SDS – служба коротких сообщений;

ИОТ – интернет вещей (англ. *internet of things, IoT*) — концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой;

ТРА – техническо-распорядительный акт железнодорожной станции (ТРА) является нормативным актом станции, регламентирующим обеспечение безопасности движения в местных условиях, и его требования являются обязательными для работников всех служб железных дорог.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Радиосвязь с подвижными объектами железнодорожного транспорта Горелов Г.В. , Таныгин Ю.И. -2006.

2 Правила технической эксплуатации железнодорожного транспорта утвержденная приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 апреля 2015 года № 544.

3 ТОО «КТЖ — Грузовые перевозки» URL: <https://www.ktzh-gp.kz/ru/>

4 АО "Национальная компания "Қазақстан темір жолы" URL: <https://railways.kz>

5 Программу "Цифровая железная дорога" в АО "НК "КТЖ" URL: https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/programmu-tsifrovaya-jeleznaya-doroga-realizuyut-v-ao-nk-ktj-340878/

6 Научные основы техногенной безопасности железнодорожного транспорта, Акимов В.А., Аггев А. И., Абросимов Н. В. -2020.

7 Системы цифровой радиосвязи, Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. -2005.

8 Европейский институт телекоммуникационных стандартов URL: <https://www.etsi.org/technologies/tetra>

9 Основы радиотехники и связи, П. П. Березовский. -2017.

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на магистерскую диссертацию

Канатулы Жанибека

7M06201 – Телекоммуникации

Тема: «Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности»

Магистерская диссертация построена следующим образом: введение, обзор существующих систем управления радиосвязью и выбор элементной базы, принципы работы радиоблоков, разработка структуры Суве-БРТ, оповещения в зонах ответственности, выводы, список литературы.

Идея основана на улучшении радиосвязи, внедрении систем безопасности и управления движением поездов, что поможет увеличить грузопоток на железнодорожных путях. Анализы цифровой радиосвязи, проведенные в АО «НК «КТЖ», выявили, что на определенных участках использование цифровой радиосвязи не достигает своего полного потенциала, что указывает на необходимость оптимизации технологических процессов.

В рамках работы был проведен обзор и анализ существующих систем видеонаблюдения, анализ принципов их функционирования, анализ основной информации об основных элементах, показана система управления радиосвязью – Гео-сервер.

Основные выводы содержатся в заключении.

Диссертационная работа Канатулы Жанибека может быть рекомендована к защите с присвоением ему академической степени магистра технических наук по образовательной программе 7M06201 Телекоммуникации и оценивается на оценку 95 (отлично).

Научный руководитель,
ассоц-профессор, к.э.н.



Куттыбаева А.Е.

« 05 » 06 2024 г.

РЕЦЕНЗИЯ

На магистерскую работу
Канатулы Жанибек

7M06201– Телекоммуникация

На тему: «Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности»

ЗАМЕЧАНИЕ К РАБОТЕ

В работе магистранта Канатулы Жанибек описываются систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности.

Первая глава включает в себя теоретические аспекты системы управления радиосвязью - Гео-сервер и автоматическое определение местоположения радиостанции.

Во второй главе подробно рассматривается методология исследования, включая выбор и обоснование методов, планирование экспериментальных исследований, описание экспериментальной установки и используемого оборудования.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию методов подключения к существующей системе профессиональной радиосвязи, оповещения о состоянии зон повышенной опасности (Smart переезд).

В заключительной части работы представлены результаты радиоблока КВ, УКВ диапазона, системного требования экосистемы «Cybe-RR» и оценка эффективности разработанных методов.

Оценка работы

Магистрант Канатулы Жанибек демонстрирует высокий уровень теоретических знаний и практических навыков в области мобильных сетей. Работа выполнена согласно техническому заданию, и все стандарт университета по написанию дипломных работ соблюдены.

Магистерская работа имеет высокую научную и практическую значимость, что подтверждается глубоким анализом и экспериментальными исследованиями.

Диссертационная работа Канатулы Жанибека может быть рекомендована к защите с присвоением ему академической степени магистра технических наук по образовательной программе 7M06201 Телекоммуникации и оценивается на оценку 95 (отлично).

Рецензент:

Доктор PhD, проректор по науке
Казахского университета
технологии и бизнеса

« 4 » _____ 06 _____ 2024 г.

Жамангарин Д.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Канатулы Жанибек

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 6

Коэффициент Подобия 2: 2.4

Микропробелы: 8

Знаки из здругих алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 398

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Канатулы Жанибек

Тақырыбы: Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности

Жетекшісі: Айнур Куттыбаева

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2.4

Дәйексөз (35): 4.2

Әріптерді ауыстыру: 4

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 8

Ақ белгілер: 398

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Канатулы Жанибек

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Исследование систем видеонаблюдения безопасности движения на железнодорожном транспорте и повышение их эффективности

Научный руководитель: Айнур Куттыбаева

Коэффициент Подобия 1: 6

Коэффициент Подобия 2: 2.4

Микропробелы: 8

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 398

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата


проверяющий эксперт

