

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет транспорта»
РУТ (МИИТ)

На правах рукописи



ЛЫСОВ ГЕОРГИЙ МИХАЙЛОВИЧ

**ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
АНАЛИЗА СЛУЖЕБНЫХ ПЕРЕГОВОРОВ ПО ОПЕРАЦИЯМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ЛИНЕЙНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее
регионов и городов, организация производства на транспорте

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель

Кандидат технических наук

Чернышев Константин Александрович

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ЗАРУБЕЖОМ И НА СМЕЖНЫХ ВИДАХ ТРАНСПОРТА	10
1.1 Эволюция форм и методов контроля обеспечения безопасности движения.....	10
1.2 Анализ причин возникновения транспортных происшествий на сети железнодорожного транспорта.....	14
1.3 Прогнозирование показателей безопасности движения на сети железных дорог Российской Федерации.....	20
1.4 Анализ инновационного уровня развития и технических показателей работы железнодорожного транспорта в мире.....	25
1.5 Анализ технологии, методов и технических средств Японии, Китая и Соединенного Королевства.....	28
1.5.1 Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Японии.....	28
1.5.2 Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Китае.....	32
1.5.3 Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Соединенном Королевстве Великобритании	36
1.6 Анализ технических средств обеспечения безопасности движения на смежных видах транспорта.....	40
1.6.1 Автомобильный транспорт.....	40
1.6.2 Воздушный транспорт	44

1.6.3 Водный транспорт	48
1.7 Выводы по 1 главе	49
ГЛАВА 2 СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ПО КОНТРОЛЮ ЗА ИНФОРМАЦИОННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ	51
2.1 Описание структурной модели.....	51
2.2 Сравнение методов транскрибации	53
2.3 Описание метода WhisperAI	56
2.4 Методика выделения паттернов в регламенте служебных переговоров	58
2.5 Графический интерфейс	65
2.6 Выводы по 2 главе	69
ГЛАВА 3 МЕТОДИКА СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И АПРОБАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	70
3.1 Рекомендации по внедрению структурной модели цифровой системы	86
3.2 Критерии оценки ведения регламента служебных переговоров на линейных предприятиях железнодорожного транспорта.....	89
3.3 Управление транспортным производством на основе разработанных решений.....	99
3.4 Выводы по 3 главе	104
ГЛАВА 4 ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ ПО КОНТРОЛЮ ЗА ИНФОРМАЦИОННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ	105
4.1 Существующая система контроля и методов предотвращения нарушений регламента служебных переговоров	105
4.2 Методика применения процессного подхода для внедрения интеллектуальной системы	115

4.3 Оценка эффекта.....	121
4.4 Выводы по главе 4.....	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	145
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	148
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	171
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	172

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации акцентирует внимание на необходимости цифровизации и внедрения современных информационных технологий для совершенствования железнодорожной системы. В рамках реализации данной стратегии ОАО «РЖД» детализирует эти задачи через программу «Цифровая трансформация железнодорожной отрасли», в которой приоритетное внимание уделяется внедрению цифровых решений на всех уровнях управления транспортным производством.

Организация работы железнодорожных станций тесно связана с эффективным радиообменом, являющимся ключевым средством координации действий, обеспечивающим безопасность и бесперебойность движения поездов. Радиосвязь между поездными диспетчерами, машинистами и работниками станций позволяет принимать порядка 70% оперативных решений на железнодорожных станциях, представляя собой один из основополагающих элементов управления перевозочным процессом. Тем не менее существующая технология и технологический процесс контроля за мониторингом радиообмена не совершенны, поскольку анализ служебных переговоров проводится органолептически, что не дает возможности объективной оценки, сбора показателей, а также процесс не регламентирован. Развитие технологии мониторинга радиообмена должно повысить безопасность перевозочного процесса, совершенствовать существующий технологический процесс и повысить компетенции работников железнодорожного транспорта.

Для обеспечения результатов необходимо использовать современные подходы, связанные с разработкой новых интеллектуальных систем анализа переговоров, уходя от органолептического сбора информации. Расчет и оценку ведения служебных переговоров необходимо определять не только для работников, но и для станции в целом, учитывая также нарушения в динамике для более детальной оценки изменений и новых условий работы.

Цифровизация будет неразрывно связана с необходимостью разработки новых алгоритмов действий работников, а также необходимостью полного пересмотра существующего технологического процесса.

Степень разработанности темы исследования. Диссертационное исследование основано на результатах трудов научных и практических работников в области организации производства и эксплуатации железнодорожного транспорта, в том числе:

- в области функциональной надежности и безопасности движения на железнодорожном транспорте: Ш.Н. Шайдуллин, А.Ф. Бородин, Б.М. Лapidус, В.Е. Гозбенко и др.
- в области организации и управления производственными процессами на железнодорожном транспорте: Б.А. Лёвин, В.И. Апатцев, П.В. Куренков, Э.А. Мамаев, Г.В. Бубнова, В.А. Кобзев.
- в области применения цифровых технологий на транспорте: А.А. Карпов, С.В. Малинский, Синдзи Ватанабэ и др.

Но вместе с тем вопросы организации мониторинга и интеллектуального анализа служебных переговоров не нашли должного отражения в трудах ученых и требуют дальнейшего изучения.

Объект исследования – линейные предприятия железнодорожного транспорта.

Предмет диссертационного исследования – методы управления технологическим процессом по контролю за информационным взаимодействием работников линейных предприятий железнодорожного транспорта.

Цель диссертационного исследования - совершенствование системы организации мониторинга служебных переговоров.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи диссертационного исследования**:

- выполнить анализ тенденций развития и текущего уровня безопасности движения на Российских железных дорогах с целью

определения факторов, влияющих на необходимость совершенствования технологического процесса по контролю за информационным взаимодействием;

- разработать структурную модель цифровой системы потоковой обработки служебных переговоров работников линейных предприятий железнодорожного транспорта, включающую в себя алгоритмы выделения ключевых слов среди речевых команд и принятия управленческих решений по предотвращению транспортных происшествий;
- разработать методику оценки ведения служебных переговоров, включающую в себя критерии оценки;
- разработать процессную модель мониторинга служебных переговоров;
- выполнить оценку эффектов от совершенствования организации и технологии мониторинга служебных переговоров работников железнодорожного транспорта;

Научная новизна

- Сформирован перечень факторов, влияющих на необходимость совершенствования технологического процесса по контролю за информационным взаимодействием;
- Разработан алгоритм выделения ключевых слов среди речевых команд работников железнодорожных станций, позволяющий в рамках программного комплекса определить соответствие команд установленным правилам;
- Разработан алгоритм принятия управленческих решений по предотвращению транспортных происшествий, связанных с нарушением регламента служебных переговоров;
- Впервые предложены критерии оценки ведения регламента служебных переговоров на железнодорожных станциях. Создание показателей обусловлено возможностью, с внедрением программного

комплекса, осуществлять полный анализ всех речевых команд, что физически не представлялось возможным при органолептическом сборе информации;

- Разработана процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров, отличающаяся от существующей сокращением процессов и участников посредством интеллектуального алгоритма.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в следующем.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке новой научной базы в области организации и технологии мониторинга служебных переговоров, которая может стать основой для дальнейших научных исследований.

Практическая значимость полученных в работе результатов заключается в том, что в процессе выполнения работы разработана и апробирована структурная модель цифровой системы, которая может быть использована в качестве прикладного решения для контроля за информационным взаимодействием работников железнодорожных станций, участвующих в оперативной работе. Полученные в ходе исследования научно-практические результаты и рекомендации могут быть использованы на смежных видах транспорта и производствах для осуществления контроля за регламентом служебных переговоров.

Методология и методы исследования. Теоретическую и методологическую основу составили исследования зарубежных и отечественных ученых в области теории организации транспортного производства, системного анализа, принятия решения, обработки естественного языка. Проведенные методы исследований основаны на структурном программировании, процессном подходе, базовых положениях теории вероятностей и математической статистики, теории нейронных сетей.

Задачи решались в компьютерных средствах Microsoft Visual Studio, Code Blocks, Microsoft Excel и др.

Положения, выносимые на защиту

- Обоснование перечня факторов, влияющих на необходимость совершенствования технологического процесса по контролю за информационным взаимодействием;
- Структурная модель цифровой системы по контролю за информационным взаимодействием;
- Оригинальная методика содержательной оценки информационного взаимодействия;
- Процессная модель по контролю за информационным взаимодействием работников линейных предприятий железнодорожного транспорта;

Степень достоверности. Достоверность научных результатов обусловлена корректностью использования математического аппарата, обоснованностью принятых допущений, подтверждена результатами апробации на записях регламента служебных переговоров и известными результатами измерений в условиях эксплуатации. Полученные результаты исследования не противоречат исследованиям других авторов.

Результаты, полученные в диссертационной работе, подтверждены актом внедрения.

Апробация результатов. Основные положения работы были доложены и одобрены на заседаниях кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» (ЖДСТУ) РУТ (МИИТ) в 2020–2024 гг., на II международной научно-практической конференции «Кочневские чтения – 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог», на международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию РУТ (МИИТ) «Академик Владимир Николаевич Образцов – основоположник транспортной науки», а также на III международной научно-практической конференции «Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы».

ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ЗАРУБЕЖОМ И НА СМЕЖНЫХ ВИДАХ ТРАНСПОРТА

1.1 Эволюция форм и методов контроля обеспечения безопасности движения

Вопросом обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте начали задаваться с момента его появления, закрепляя понятия в различных правилах, которые впоследствии встраивались в должностные инструкции работников. Такая система возлагала всю ответственность на персонал станций и базировалась на самоконтроле, что сводило уровень безопасности производственных процессов к уровню компетентности самого некомпетентного работника.

Создавшийся вакуум отсутствия управленческого персонала, ответственного за работу отдельных линейных предприятий транспортной инфраструктуры, стал причиной крушения двух поездов в 1840 году на Царскосельской железной дороге, в результате которой появились первые признаки, как внешнего (правительственные инспекции), так и внутреннего контроля (появление профессии дежурный по железнодорожной станции).

В СССР подход к организации безопасности движения продолжил изменяться, но происходил он в результате резкого скачка транспортных происшествий, первый из которых отмечен в 1924 – 1926 годах. Быстрая индустриализация привела к резкому скачку транспортных происшествий, что затронуло смежные отрасли хозяйства, а количество крушений составляло порядка 8 тысяч в год. Автор А.Ф. Зауэр в книге «Происшествия на железных дорогах, их причины и меры предупреждения» [1] называл ситуацию

катастрофической и приводил следующие статистические данные, представленные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Динамика транспортных происшествий на сети железных дорог в СССР в период с 1923 года по 1931 год

Год	Крушений всего	На 100 тыс. поездо-км
1923	8,976	6,02
1924	13,541	7,71
1925	14,069	6,50
1926	19,135	6,61
1927	19,734	6,27
1928	16,007	4,80
1929	20,783	5,28
1930	32,323	7,72
1931	43,015	10,09

Черета транспортных происшествий привлекла внимание властей СССР [2], поскольку ситуация начала напрямую угрожать дестабилизацией положения в промышленности. Но издаваемые в тот период времени приказы народного комиссариата путей сообщения не повлияли на ситуацию, а привели к случаям скрывания транспортных происшествий.

Первыми мерами, позволившими оказать влияние на ситуацию с транспортными происшествиями, стал образованный в 1937 году аппарат главных ревизоров, который позволил формализовать проверки и более структурно подходить к оценке деятельности работников станций. Но данная форма контроля не подразумевала выявления причин происходящего, что не позволяло решать саму причину возникновения и транспортных происшествий.

Вопросы обеспечения безопасности движения не потеряли своей актуальности и сегодня - об этом свидетельствует транспортная стратегия

Российской Федерации до 2030 года, в которой одной из основных целей устанавливается обеспечение гражданам страны повышение качества жизни в части, зависящей от транспортного комплекса, за счет повышения качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок [3]. Такую же позицию транслируют главы компании ОАО «РЖД», так у генерального директора регулярно проходят оперативные совещания на тему обеспечения безопасности движения, а сформулированные результаты рефлексии зачастую «ложатся на бумагу», что демонстрирует следующий ряд публикаций высшего руководства компании [4;5;6;7].

При этом история совершенствования транспортного производства не была связана только с регулированием и организационным реформированием, важную роль сыграло развитие технических средств, которые позволили не только повысить безопасность производственных процессов, но и повысить производительность труда.

Чтобы подтвердить данный тезис о влиянии технических средств на безопасность движения необходимо обратиться к показателям. Одним из важнейших показателей безопасности движения, исходя из отчетов ОАО «РЖД» [8], является количество нарушений безопасности на инфраструктуре, важнейшими из которых является количество крушений. Исходя из статистических данных, представленных на рисунке 1.1, за последние 70 лет количество подобных транспортных происшествий снижается, но остается реальной опасностью для безопасности движения.

Анализируя график можно утверждать, что одним из важнейших этапов в истории железнодорожного транспорта России являлся период с 1950 по 2000 год, именно в это время число крушений снижалось наиболее интенсивно. Причиной этого стало совпадение массы исторических этапов развития человечества: третья промышленная революция, выход человека в открытый космос, переход человечества в постиндустриальное общество. . Все эти события затронули массу отраслей производства и, в частности,

железнодорожный транспорт. Характерным направлением, позволившим сократить число транспортных происшествий и повысить пропускную способность на сети железных дорог, стал переход от электрожелезнодорожной системы к автоблокировке, от неё к диспетчерской и релейной централизации и внедрению автоматизированных систем управления. Эти преобразования в совокупности с переходом от паровозной на тепловозную и электрическую тягу, реконструкцией железнодорожных путей, внедрением маршрутизации перевозок позволили минимизировать количество транспортных происшествий по вине технических средств. Для сопоставления описанных тезисов на рисунке 1.2 представлен график количества крушений в период с 1950 по 2000 год с наложением основных этапов внедрения технических средств.

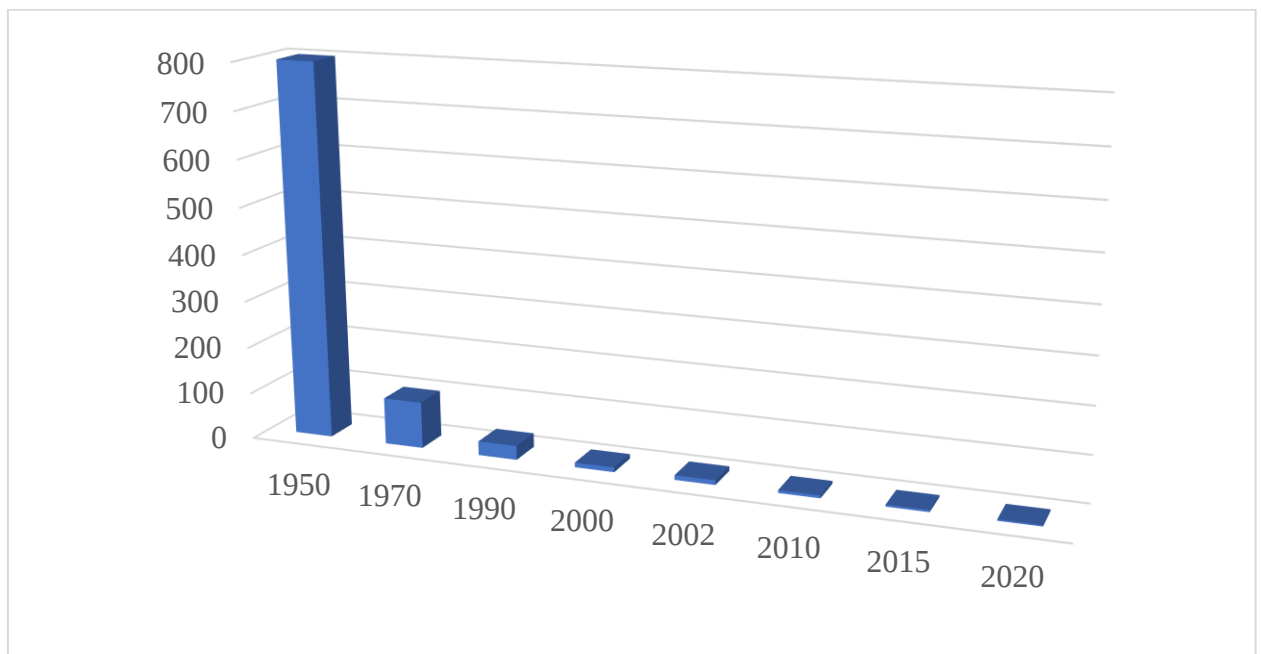


Рисунок 1.1 – Количество крушений на сети железных дорог России за период с 1950 года

Описанный подход позволил свести к минимуму количество транспортных происшествий по причинам отказа технических средств, но не решил проблему полностью.

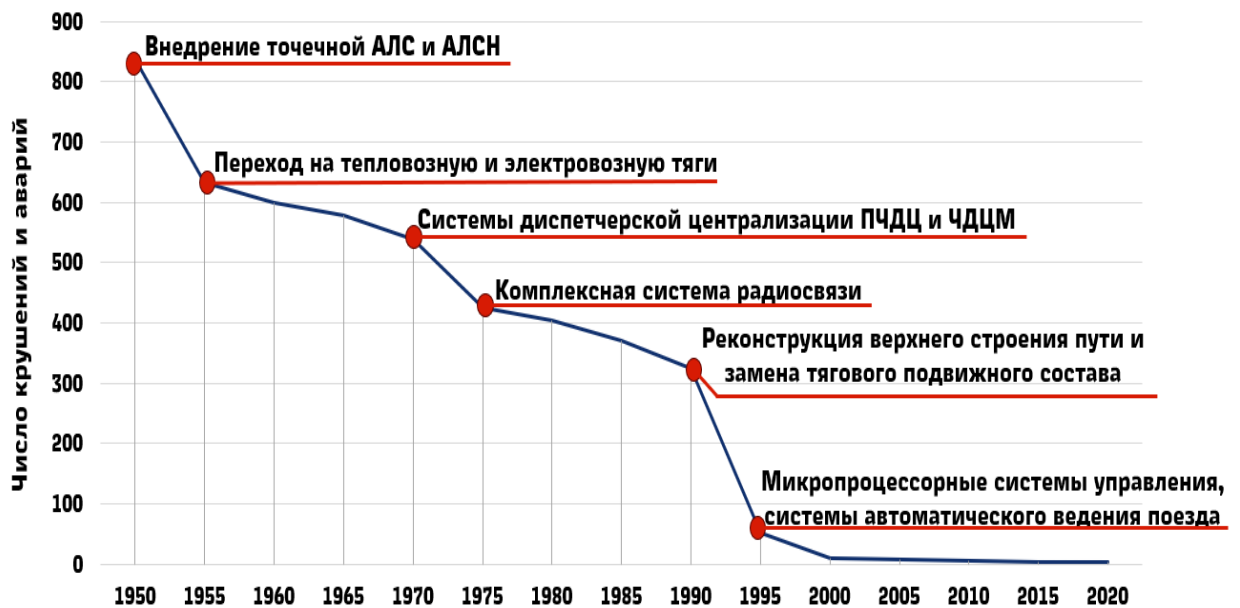


Рисунок 1.2 – Сопоставление транспортных происшествий с внедрением новых технических средств

1.2 Анализ причин возникновения транспортных происшествий на сети железнодорожного транспорта

Безопасность движения является интегральным понятием и не может быть измерена, под ней обычно понимают исключение опасностей, а под опасностью понимают любые ситуации, в перспективе ведущие к транспортным происшествиям, причинению вреда здоровью людей или нанесение материального ущерба. Человеческий фактор в этом играет большую роль и чем сложнее производственные процессы, тем сложнее поддается описанию взаимодействие в системе «человек – машина – производственная среда». Исследования на тему снижения влияния человеческого фактора на железнодорожном транспорте проводятся и сегодня, а наиболее изученными областями являются процессы взаимодействия локомотивных бригад с локомотивом и транспортной средой. Выбор и концентрация на одном из аспектов, приводящих к транспортным

происшествиям, не может характеризоваться научным подходом, поэтому необходимо анализировать ситуацию в общем и искать первопричины нарушений.

Для поиска источников транспортных происшествий на сети железных дорог Российской Федерации разобраны технические заключения по всем случаям с 2014 года по 2020 год, в которых наблюдается преобладающее количество сходов (61,33%) и столкновений подвижного состава (19,47 %) над всеми остальными событиями (рисунок 1.3). По результатам составлена диаграмма Парето (рисунок 1.4), отражающая, что работа со сходами и столкновениями может предупредить 80% транспортных происшествий.

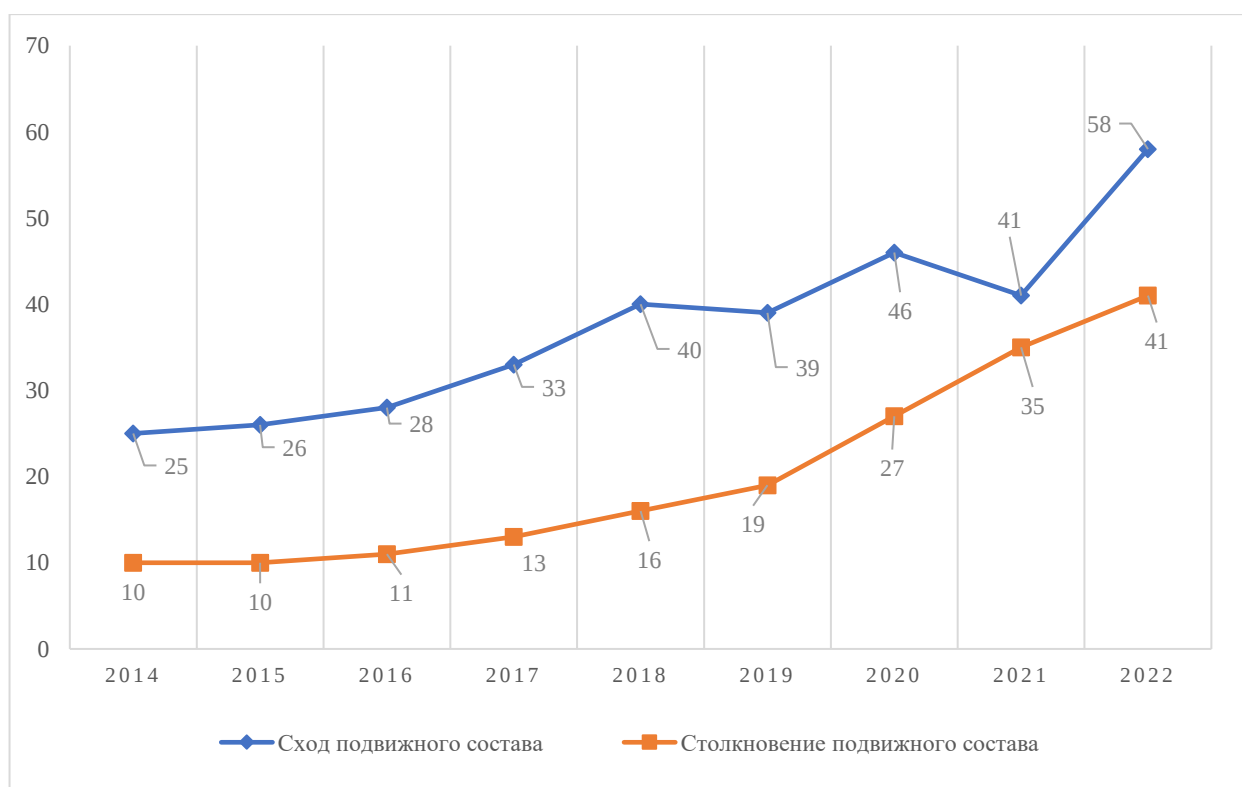


Рисунок 1.3 – Диаграмма транспортных происшествий по сходам и столкновениям подвижного состава

Описанные транспортные происшествия имеют сходство по причинам возникновения и их возможно структурировать в отдельные категории, для этого на рисунке 1.5 представлена диаграмма Исикавы.

Результаты анализа диаграммы Исикавы показывают, что основным фактором, вызывающим транспортные происшествия, с точки зрения обеспечения безопасности движения, является несоблюдение регламента служебных переговоров, несогласованность действий, стаж в работе менее 3 лет.

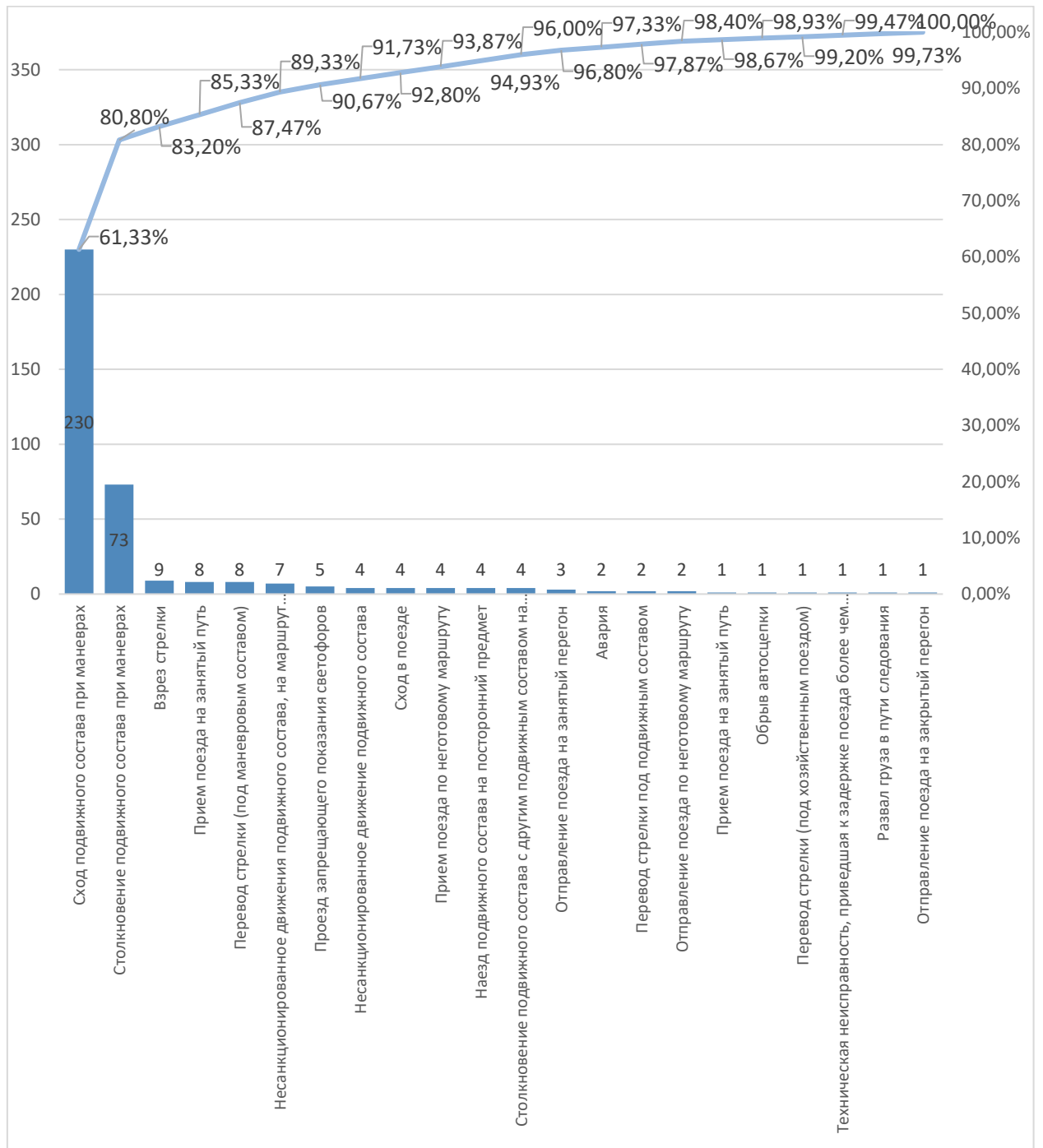


Рисунок 1.4 – Влияние каждого из видов транспортных происшествий на общесетевую статистику



Рисунок 1.5 – Диаграмма поиска корневых причин транспортного происшествия, связанного со сходом подвижного состава

Исходя из вышесказанного необходимо совершенствовать существующую систему информационного взаимодействия между работниками, снижая тем самым риски негативных последствий для производства и повышая безопасность функционирования. Оценка результативности мероприятий должна явно отражаться на показателях транспортных происшествий и числе выявленных нарушений регламента, но при этом важно рационально расходовать существующие ресурсы компании.

«Так формализация задачи будет сведена к поиску тангенса угла отклонения и постановке цели его максимизации или же минимизации для чего составлены графики числа транспортных происшествий (рисунок 1.6) и числа выявленных нарушений регламента служебных переговоров с демонстрацией на них кумулятивных кривых. График, выявленных нарушений регламента служебных переговоров, представленные на рисунке 1.7, показывает явную тенденцию к росту числа транспортных происшествий после 2016 года, что можно связать с введением в действие» [9] распоряжение ОАО «РЖД» от 30.09.2016 № 2006р «Об утверждении Правил реализации в холдинге «РЖД» системных мер, направленных на обеспечение безопасности

движения поездов» [10]. В документе в качестве основных положений выносятся меры по созданию и поддержанию функционирования системы менеджмента безопасности движения, а также правила проведения комиссионных осмотров.



Рисунок 1.6 – Кумулятивная кривая выявленных транспортных происшествий на сети железнодорожного транспорта РФ

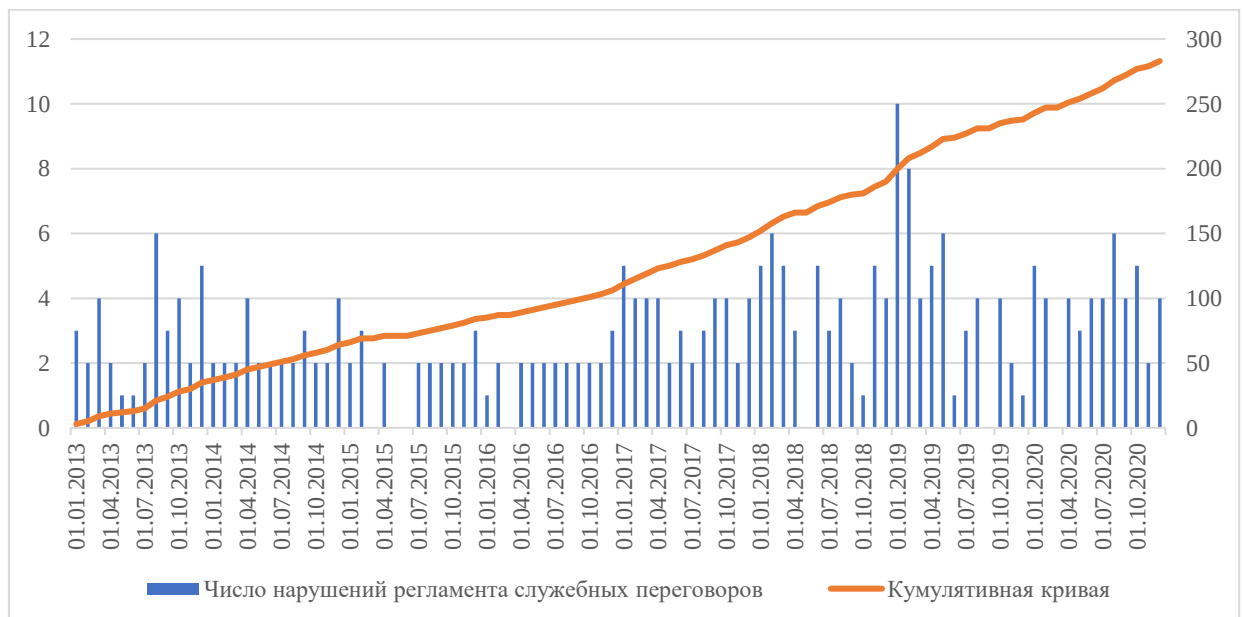


Рисунок 1.7 – Кумулятивная кривая выявленных нарушений регламента служебных переговоров на сети железнодорожного транспорта РФ

График числа транспортных происшествий, представленный на рисунке 1.7 более явно демонстрирует нарастание накопления в 2016 году.

Для описания графиков используется период после 2016 года, как наиболее значимый, и на этой основе определяются их линейные функции формулой 1.1 число транспортных происшествий и 1.2 числа выявленных нарушений регламента служебных переговоров:

$$y = 10,812t_1 + 195,03 \quad (1.1)$$

$$y = 3,7152t_2 + 105,66 \quad (1.2)$$

Для нахождения тангенса угла отклонения взята производная от функций, что представлено формулами (1.3 и 1.4):

$$f(t_1) = 10,812 = tg10,812 \quad (1.3)$$

$$f(t_2) = 3,7152 = tg3,7152 \quad (1.4)$$

Таким образом задача по совершенствованию существующей системы информационного взаимодействия между работниками должна ставить своей целью сокращение числа транспортных происшествий и выявление большего числа нарушений регламента служебных переговоров, что возможно определить по значениям тангенса угла отклонения. При этом в задаче по совершенствованию информационного взаимодействия важно рационально расходовать ресурсы и организовывать производство, поэтому важно не

увеличивать число участников производственного процесса и число взаимодействий между ними, а сокращать.

Представленный аналитический обзор указывает на необходимость системной проработки вопросов, связанных с взаимодействием работников железнодорожных станций в части выполнения ими маневровых операций и при осуществлении в то же время регламента служебных переговоров.

1.3 Прогнозирование показателей безопасности движения на сети железных дорог Российской Федерации

Представленная статистика о динамике транспортных происшествий на сети в период с 1950 годов до 2000 годов свидетельствует о снижении показателей, а последние данные не позволяют четко сформулировать актуальность исследуемой темы. Поэтому с целью описания необходимости исследования составлен прогноз на период до 2030 года с использованием метода прогнозирования временных рядов.

Такой метод позволяет проводить анализ параметров за равные промежутки времени и прогнозировать его поведение с целью принятия наиболее эффективных решений. Помимо этого, временные ряды способствуют выявлению зависимостей таких как:

Тренд (A) – общее направление всех исследуемых параметров;

Сезонные колебания (B) – изменение за определенный период исследуемого параметра;

Случайные отклонения (C) – компонента, показывающая влияние случайных факторов.

В общем виде модель временного ряда представляют как адаптивную $V=A+B+C$, использующуюся для рядов с сезонными колебаниями, или как

мультипликативную $V=A \times B \times C$ для рядов с изменяющейся амплитудой сезонных колебаний. Для дальнейшей проработки будет выбрана мультипликативная модель, поскольку количество транспортных происшествий постоянно изменяется, как и их амплитуда.

Помимо простейших моделей прогнозирования существуют методы прогнозирования, то есть, более сложный математический аппарат, положенный в основу модели как средство более точных вычисления прогнозных значений, учитывающее ту или иную специфику.

Существует довольно большое количество методов прогнозирования временных рядов, но для прогнозирования транспортных происшествий возможно выделить три основных:

- Регрессионные методы;
- Нейросетевые методы;
- Методы Хольта-Винтерсона.

С целью подтверждения актуальности исследования разработана программа на основе модели Хольта-Винтерса на языке Python. Модель Хольта-Винтерса использует идеи модели экспоненциального сглаживания, но является более сложной и подходит для применения к рядам, содержащим тенденцию и сезонность [11].

Экспоненциальное сглаживание или убывание в геометрической прогрессии в данном случае представляется по формуле (1.5) [12]:

При $S_0 = X_0$

$$S_t = \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha) S_{t-1} \quad (1.5)$$

Определение локального значения тренда в таком случае возможно представить как разницу между смежными значениями (1.6):

$$y_t - y_{t-1} = (a + bt) - (a + b(t - 1)) \quad (1.6)$$

Таким образом, для описания тренда возможно фиксировать показатель b , а при фиксировании его по времени b_t – текущее значение тренда.

Общее уравнение текущего значения тренда будет представлять собой один способ вычисления тренда (разница между текущим и предыдущим значениями на коэффициент дисконтирования данных, лежащем в границах от 0 до 1 и отражающим степень доверия к более ранним данным), суммируя со средним взвешенным на предыдущее значение тренда, представленное формулой (1.7):

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (1.7)$$

В таком случае уравнение для уровня ряда (необходимое для прогнозирования последующих значений) представляется по формуле (1.5), но с добавлением уровня тренда. Таким образом, уравнение для уровня ряда представлено следующей формулой (1.8):

$$S_t = \alpha X_{t-1} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1.8)$$

Определение сезонной составляющей представляется формулой (1.9):

$$S_t = \gamma(X_t - S_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)S_{t-T} \quad (1.9)$$

где $\bar{Y}$ – взвешенное среднее;

T – период сезонных отклонений;

S_{t-T} – Значение тренда за предыдущий отчетный период.

На основе данных о транспортных происшествиях на сети железнодорожного транспорта на первом этапе составлена мультипликативная модель и кумулятивная кривая, которые позволяют описать сглаженный ряд, оценить локальную тенденцию и сезонность транспортных происшествий. На рисунке 1.8 представлена мультипликативная модель, построенная методом экспоненциального сглаживания и кумулятивная кривая.

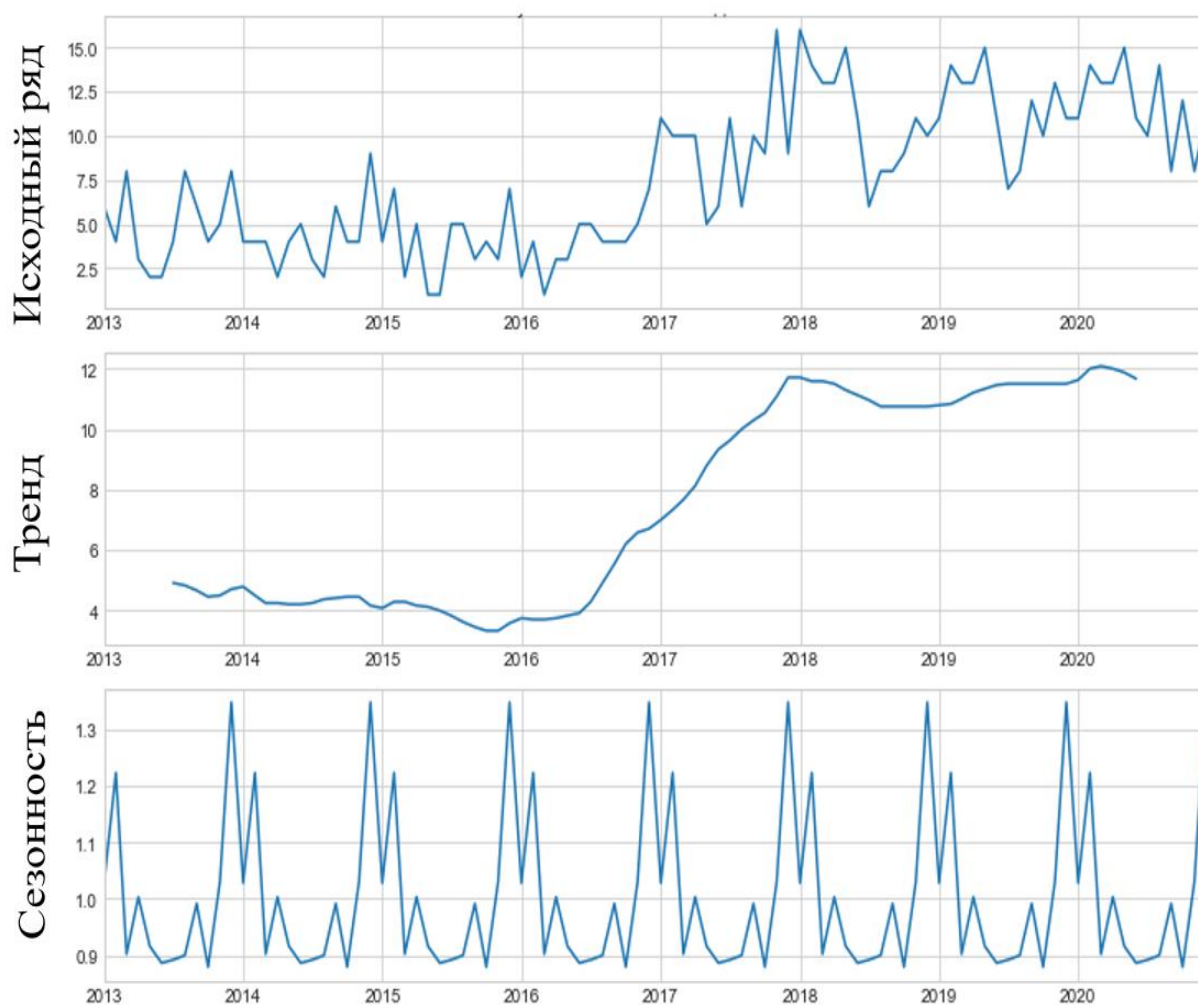


Рисунок 1.8 – Мультипликативная модель транспортных происшествий на сети железных дорог Российской Федерации в период с 2013 г. по 2020 г.

Представленные результаты позволяют утверждать о восходящей тенденции, начиная с 2016 года, и явной сезонности, которая совпадает с началом зимнего периода.

Прогнозирование методом Хольта-Винтерсона значений транспортных происшествий на сети на период до 2025 года. Модель, получившая на вход данные, анализирует предыдущий период (красная штрихпунктирная линия) и строит прогнозные значения (зеленая штрихпунктирная линия). На рисунке 1.9 представлены прогнозируемые значения транспортных происшествий на период до 2025 года.



Рисунок 1.9 – Прогнозируемые значения транспортных происшествий на сети железных дорог до 2025 года

Оценить динамику транспортных происшествий помимо графического метода возможно и количественно посредством определения годовой скорости прироста формула (1.10):

$$T_{\text{прироста}} = \left(\left(\frac{f}{s} \right)^{\frac{1}{y}} - 1 \right) * 100\% \quad (1.10)$$

где f – число транспортных происшествий за последний анализируемый год;

s - число транспортных происшествий за первый анализируемый год;

y – количество лет в оцениваемом периоде.

«Актуальности исследования данного вопроса, поскольку, количество транспортных происшествий на сети железных дорог РФ, начиная с 2017 года, имеет тенденцию к росту, что подтверждают прогнозные значения и кумулятивная кривая, а годовой темп прироста составляет 10,6%» [9].

1.4 Анализ инновационного уровня развития и технических показателей работы железнодорожного транспорта в мире

Железнодорожный транспорт представлен в 139 странах мира [13] и в каждой стране имеет свой уровень развития технических средств и методов управления. Сравнение показателей всех стран является трудоемкой задачей, важно сравнивать отечественную сеть со схожими или превосходящими по технической оснащенности, уровню безопасности и показателям работы странами.

Поскольку конечной целью является поиск инновационных решений в области управления железнодорожным транспортом, в первую очередь стоит обратить внимание на глобальный инновационный индекс. Так, в 2022 году согласно отчету всемирной организации интеллектуальной собственности [14] лидерами инновационного развития стали страны, указанные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Рейтинг глобального инновационного индекса

Рейтинг в ГИИ	Экономика	Баллы
1	Швейцария	64,6
2	Соединенные Штаты Америки	61,8

Продолжение таблицы 1.3

Рейтинг в ГИИ	Экономика	Баллы
3	Швеция	61,6
4	Соединенное Королевство	59,7
5	Нидерланды	58,0
6	Республика Корея	57,8
7	Сингапур	57,3
8	Германия	57,2
9	Финляндия	56,9
10	Дания	55,9
11	Китай	55,3
12	Франция	55,0
13	Япония	53,6
15	Канада	50,8

Вклад каждой страны в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы ежегодно стимулирует развитие всех отраслей экономики стран, что, как было описано в 1 главе исследования, может существенно повлиять на внедрение новых технологий на производстве и позволит повысить показатели безопасности движения.

Определив страны с высоким уровнем инновационного развития, необходимо определить уровень их транспортной безопасности и показателей работы.

Основными показателями при оценке станут:

- Количество транспортных происшествий в год;
- Пассажирооборот, млрд пассажиро-км;
- Грузооборот, млрд тонн-км;
- Кол-во транспортных происшествий на 1 млрд пассажиро-км.

Общая таблица сравнения стран по указанным критериям представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Сравнение уровня безопасности движения и грузооборота на железнодорожном транспорте со странами – лидерами инновационного развития

Показатель	Россия	Швейцария	США	Швеция	Соединенное Королевство	Нидерланды	Республика Корея	Сингапур	Германия	Финляндия	Дания	Китай	Франция	Япония	Канада
Количество транспортных происшествий в год	53,5	41,3 [15]	1204 [16,17]	39,9 [15]	52 [15]	26,7 [15]	94,2 [18]	0,23 [19]	301,6 [15]	16,2 [15]	12,5 [15]	713 [20]	139 [15]	14,1 [21]	1260 [22,23, 24]
Пассажирооборот, млрд пассажиро-км	122,8 [25]	19,2 [26]	24,8 [27]	13 [26]	67,3 [26]	5,47 [26]	29 [28]	0,04 [29]	94,4 [26]	4,23 [26]	6,36 [26]	1231 [30]	92,3 [26]	425,7 [31]	61,7 [32]
Грузооборот, млрд. тонн-км	1,37 [33]	0,012 [34]	2,61 [35]	0,022 [36]	0,18 [36]	0,006 [36]	0,03 [37]	Н/Д*	0,12 [36]	0,01 [36]	0,002 [36]	2,84 [38]	0,033 [36]	1,8 [39]	0,44 [40]
Кол-во транспортных происшествий на 1 млрд пассажиро-км	0,43	2,15	48,5	3,06	0,77	4,88	3,24	5,75	3,19	3,82	1,96	0,57	1,50	0,03	20,42
Кол-во транспортных происшествий на 1 млрд. тонн-км	39	3441	461,3	1813	288	4450	3140	Н/Д*	2513	1620	6250	251	4212	7	2863

* Примечание: в Сингапуре отсутствует грузовое движение

Проведенный анализ дает понимание, что для дальнейшей проработки необходимо анализировать работу железнодорожного транспорта Японии, Китая и Великобритании, поскольку их показатели транспортных происшествий в соотношении с пассажирооборотом ниже, чем отечественные.

1.5 Анализ технологии, методов и технических средств Японии, Китая и Соединенного Королевства

1.5.1 Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Японии

Железнодорожный транспорт Японии вторым в мире открывает скоростное движение и является лидером в регионе по уровню развития отрасли. На 2023 год протяженность сети составляет 27 тысяч км, за год Японские компании перевозят в среднем 23 млрд. пассажиров, а высокоскоростные поезда движутся со скоростью до 320 км/ч.

Министерство земли, инфраструктуры, транспорта и туризма является государственным органом в Японии и отвечает, в частности, за продвижение и развитие транспортной отрасли. Этот государственный орган регламентирует работу железнодорожного транспорта в Японии. Непосредственное регулирование работы производит структурное подразделение министерства – Железнодорожное бюро, которое выделяет ряд законов, постановлений, стандартов, указов, которые призваны обеспечивать работу транспорта. Одним из основополагающих документов, аналог отечественного ПТЭ, в Японии являются Технические нормативные стандарты на Японских железных дорогах [41].

Само же руководство оперативной работой на железнодорожном транспорте, начиная с 1987 года, после приватизации, осуществляется группой компании Japan Railwais (JR), которая контролирует деятельность 6

пассажирских операторов и одной общенациональной грузовой компании. На рисунке 1.10 представлена схема реструктуризации.



Рисунок 1.10 – Схема реструктуризации Японских национальных железных дорог

Аналогично отечественному холдингу ОАО «РЖД» группа компании JR делит всю деятельность между территориальными филиалами, на рисунке 1.11 представлена схема расположения территориальных филиалов.



Рисунок 1.11 – Территориальные филиалы Японских национальных железных дорог

Филиалы дорог в свою очередь руководят транспортными процессами на местах.

Технические средства обеспечения безопасности на сети в Японии во многом аналогичны отечественным. Так, системы обеспечения безопасности движения (Системы СЦБ), представленные на отечественном железнодорожном транспорте: блочной маршрутно-релейной централизацией (БМРЦ), релейно-процессорной централизацией (РПЦ), микропроцессорными системами централизации (МПЦ), также используются и в Японии, а система автоматической блокировки установлена на всех двухпутных участках железнодорожной линии.

Технические средства безопасности на тяговом подвижном составе аналогичны отечественным системам автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) и системе автоматического управления торможением (САУТ-ЦМ), которые представлены в Японии одной общей и непрерывно развивающейся системой ATS – автоматического управления поездом. Имея фундаментально схожую архитектуру работы, система претерпела множество изменений. Начинаясь с системы ATS-S, которая появилась в 1962 году после Микавасимской аварии и была разработана с целью обеспечить предупреждения машиниста о сигналах остановки, до систем ATS-S – система предупреждения об остановке и включении автостопа, CATS – система, в основном используемая в метрополитенах, делящаяся на два типа и призванная осуществлять поэтапное регулирование скорости или же превышать разрешенную скорость на участке в ситуации, когда поезд возможно остановить до запрещающего сигнала. Поскольку система CATS, призванная работать в сложных условиях, несла в себе еще и высокие затраты на обслуживание. Так в 1995 году инженеры приступили к внедрению новой системы CARAT, которая использовала бортовое оборудование ПС и радиопередатчики для сокращения издержек за счет снижения количества путевого оборудования. Последней разработкой в этом направлении стала

система ATACS, которая в основном применяется при высокоскоростном движении на линиях Синкасе. Основной особенностью этой системы является отказ от привычных блок участков и контроль за положением подвижного состава в реальном времени на линии посредством путевого наземного оборудования и базовых радиостанций. Так, система позволяет автоматически вести поезд, контролируя позиции остальных поездов на перегоне, обеспечивая наилучшую эффективность перевозок [42].

Таким образом, при схожем техническом оснащении и структуре организации, количество транспортных происшествий на сети в сравнении с отечественным опытом в десятки раз ниже, что обусловлено двумя факторами.

Во-первых, каждое транспортное происшествие поддается детальному анализу и на основе полученных данных проводятся мероприятия по недопущению таких случаев. В основном контрмеры направлены на развитие технических средств, повышающих безопасность. Так, в исследовании Акиры Мацумото из национальной лаборатории безопасности и охраны окружающей среды приводятся данные о сравнении числа транспортных происшествий и исследованиях, проводимых в качестве контрмер, которые говорят о положительном влиянии технического развития на число транспортных происшествий, но невозможности обеспечения полного контроля за человеческим фактором [43].

Во-вторых, это методики работы на транспорте, которые позволяют сокращать влияние человеческого фактора. Одной из таких является методика «Указание и вызов», которую начали применять ещё в 1950-х годах. Принцип этого метода в области охраны труда позволяет избежать большинства ошибок, указывая на важные показатели: будь то индикаторы или же отсутствие людей у края платформы, проговаривание этой информации вслух позволяет работникам концентрировать внимание на работе. Эту методику внедрил один из машинистов Японских железных дорог, ещё не зная, что

проведенные спустя пол века в 1994 году исследования докажут, что этот метод позволяет сократить число ошибок при выполнении работ на 85% [44].

Резюмируя опыт Японии в управлении железнодорожным транспортом, стоит отметить, что при наличии на отечественной сети всех тех же методов управления важно уделять внимание на области охраны труда, которые способны существенно повлиять на уровень безопасности, снижая влияние «человеческого» фактора, и необходимости постоянной модернизации технических средств обеспечения безопасности движения.

1.5.2 Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Китае

Первая железнодорожная линия в Китае была построена в 1876 году и стала символом начала развития современного транспорта. На 2022 год протяженность сети составляет 155 тысяч км, из которых порядка 16 тысяч км — это высокосортные магистрали. Китай имеет вторую в мире после США протяженность железных дорог, а доля пассажирских перевозок составляет 45%.

Структура управления железнодорожным транспортом в Китае — трехуровневая и состоит на первом уровне из Министерства железных дорог. На втором уровне находится Национальная железнодорожная администрация, осуществляющая надзор за деятельностью. На третьем уровне находится аналогичная отечественной компании ОАО «РЖД» — компания Китайская Государственная Железнодорожная Группа, в структуру которой входит 18 территориальных филиалов, 2 группы компании и ряд местных железнодорожных линий, которые эксплуатируются местными государственными компаниями. На рисунке 1.12 представлена структура управления железнодорожным транспортом в Китае.



Рисунок 1.12 – Структура управления на железнодорожном транспорте в Китае

China National Railway Group Co., Ltd. рассматривает железнодорожные пассажирские и грузовые перевозки в качестве своей основной отрасли и осуществляет диверсифицированные операции. Отвечает за единую диспетчеризацию и управление железнодорожным транспортом, общую организацию распределения пропускной способности и ресурсов дорожной сети, выполняет задачи общественного транспорта, предусмотренные государством, и управляет распределением доходов в железнодорожной отрасли [45].

Системы управления и технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте Китая претерпевали множество изменений ввиду разных подходов к организации движения. Так, до 2002 года насчитывалось порядка 6 различных систем железнодорожной сигнализации, пока не была представлена концепция CTCs – Китайская система управления поездами. Эта система была призвана стать общим стандартом и обеспечить

качественно новый уровень безопасности движения. Сама система CTCS не является принципиально новой, а основана на Европейской системе ETCS подсистемы ERTMS – Европейская система управления железнодорожным транспортом. Система CTCS очень важна для железнодорожного транспорта Китая, поскольку помогает ей связать воедино всю разрозненную систему сигнализации и связи на транспорте, а также увеличить пропускную способность [46].

Существует 5 различных уровней CTCS (от уровня 0 до уровня 4), в которых CTCS-2 и CTCS-3 разработаны для высокоскоростных железных дорог, а CTCS-4 (аналог ETCS-3) в настоящее время еще не применяется. В этой системе собраны все аналогичные отечественным системы обеспечения безопасности, в таблице 1.4 представлены уровни системы CTCS и характеристики [47].

Таблица 1.4 – Характеристики системы CTCS

Уровень системы CTCS	Путевая часть	Бортовая часть	Описание системы
0	Рельсовая цепь	Система сигнализации Устройство наблюдения и регистрации работы поездов Интерфейс машиниста	Система, использующаяся на линиях со скоростями до 120 км/ч
1	Рельсовая цепь Евромаяк ¹	Устройство сигнализации в кабине машиниста Устройство наблюдения и регистрации работы поездов (усовершенствованная) Модуль передачи данных с Евромаяка Блок регистрации данных	Система, использующаяся на линиях со скоростями до 160 км/ч, имеющая средства передачи данных машинисту о показаниях светофоров и передающая данные о местоположении состава.
2	Рельсовая цепь Евромаяк Поездная контрольная система Ограничитель скоростного режима	Бортовой компьютер Модуль передачи данных с рельсовых цепей Блок контроля скорости Блок регистрации данных	Система, использующаяся на линиях со скоростями от 200 до 250 км/ч. На основе получаемых и передаваемых данных машинист может руководствоваться бортовыми показаниями

¹ Евромаяк - транспондер, передающий информацию о местонахождении поезда, устанавливается на шпалах.

Продолжение таблицы 1.4

Уровень системы CTCs	Путевая часть	Бортовая часть	Описание системы
3	Рельсовая цепь Евромаяк Радиоблочный центр	Система виртуальной автосцепки Блок радиосвязи по стандарту GSM-R RTU Блок контроля скорости Блок регистрации данных	Система, использующаяся на линиях со скоростями от 300 до 350 км/ч. Позволяющая благодаря новым стандартам радиосвязи двигаться на высоких скоростях до 500 км/ч.
4	Радиоблочный центр	Система виртуальной автосцепки Блок радиосвязи по стандарту GSM-R RTU Блок контроля скорости Блок регистрации данных Система позиционирования состава по GPS Система контроля за целостностью поезда	Бортовое оборудование и блок радиосвязи позволяет устанавливать позицию поезда на линии без сигнального оборудования. Система проходит тестирование и не внедрена на транспорте.

Помимо технических систем значимой особенностью Китайской сети является высокие темпы строительства новых участков и их оснащённость, на рисунке 1.13 представлены данные о протяженности железных дорог Китая с 2010 год по 2021 год.



Рисунок 1.13 – Темпы строительства железнодорожной инфраструктуры в Китае

Так, в среднем в год Китай строит 6 тысяч км железнодорожных линий, из которых чуть менее половины – это высокоскоростные магистрали. Техническое оснащение новых линий всегда сопровождается электрификацией участков и установкой системы автоматического регулирования интервалов между железнодорожными поездами – автоматической блокировкой.

Таким образом, анализ показал, что Европейские системы, использованные Китаем, позволили решить проблемы стандартизации систем на транспорте, увеличили показатели работы и обеспечили высокий уровень безопасности перевозок. Но при превышающих в 2 раза показателях грузооборота и в 10 раз пассажирооборота Китай организует работу по обеспечению безопасности движения поездов успешнее отечественного транспорта только в части пассажирских перевозок. При одинаковой структуре управления на транспорте и технических средствах обеспечения безопасности причиной таких результатов может стать основательный подход Китая в строительстве новых и реконструкции уже существующих объектов инфраструктуры.

1.5.3 Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Соединенном Королевстве Великобритании

Великобритания является родоначальником железнодорожного транспорта в мире, с открытием в 1825 году линии между Стоктоном и Дарлингом протяженностью 40 км. На момент 2022 года в Великобритании 17 в списке стран по протяженности сети и имеет порядка 18 тысяч км железнодорожных путей по всей стране. Железнодорожная сеть Великобритании одна из самых загруженных в Евросоюзе наряду с Германией и Францией.

Структура работы и управления железнодорожным транспортом Великобритании заметно отличается от описанных ранее подходов и отечественного опыта. Начиная с реформ приватизации, обусловленных стагнацией отрасли, проводимых в стране с 1984 года по 1987 год, система железных дорог была из одной государственной компании «British Rail» поделена и распродана. Ввиду этого к 1997 году в стране насчитывалось порядка 100 частных операторов. На рисунке 1.14 представлена схема организации железнодорожного транспорта в Великобритании.

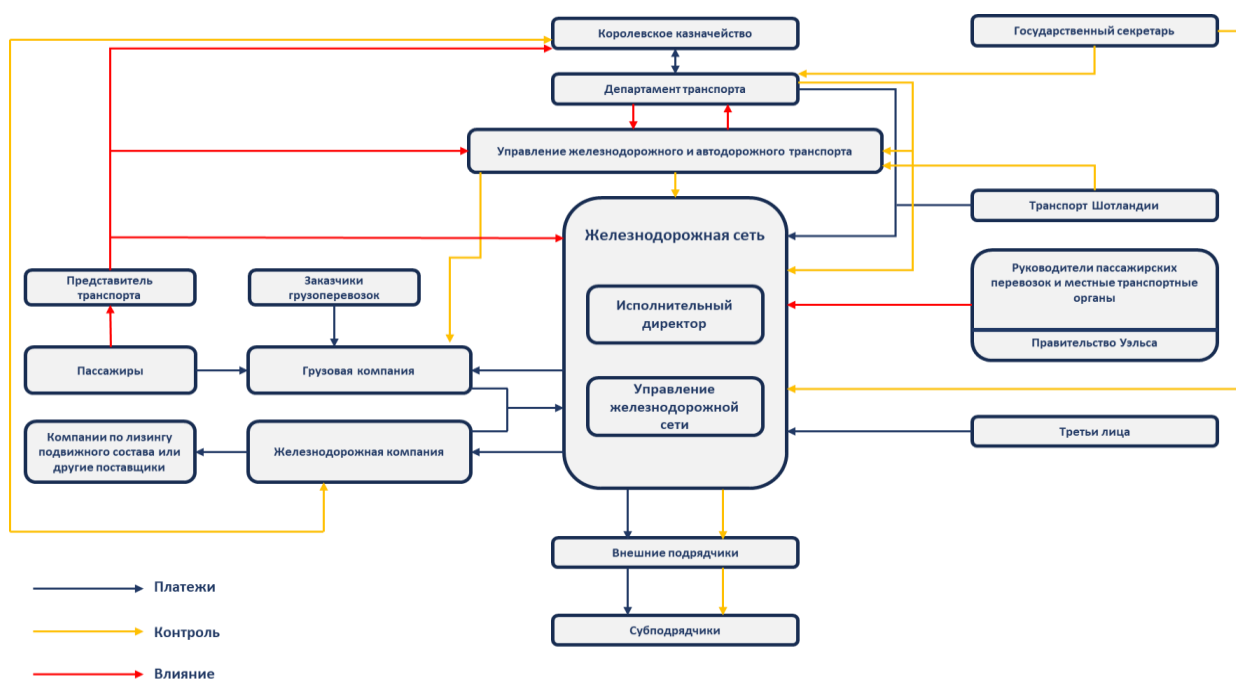


Рисунок 1.14 – Схема приватизации железных дорог Великобритании

В этой системе Railtrack играл роль владельца инфраструктуры и основных станций, на условиях франчайзинга действовали 25 пассажирских перевозчика (TOCs), 3 компании осуществляли все грузовые перевозки и 3 компании осуществляли функции оператора подвижного состава (ROSCOs.) В этой системе регулятором пассажирских перевозок выступал директор по франчайзингу (OPRAF), а грузовых перевозок – регулятор железнодорожного транспорта (ORR) [48].

Результат проведенных реформ оказался неоднозначным и на момент 2022 года железнодорожный транспорт является одним из самых дотационных в Европе. Структура при этом существенно не изменилась.

Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте в Великобритании, касающиеся безопасности на тяговом подвижном составе, во многом аналогичны отечественным системам, в таблице 1.5 представлены отечественные системы с аналогами, использующимися в Великобритании.

Таблица 1.5 – Технические средства обеспечения безопасности на железных дорогах Великобритании и России

Технические средства обеспечения безопасности	Великобритания	Россия
ТС безопасности на тяговом подвижном составе	Автоматическая система предупреждения (AWS)	Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) с автостопом
	Автоматическая защита поездов (ATP)	Система автоматического управления торможением (САУТ-ЦМ)
	Устройство контроля бдительности машиниста (DVD)	Техническая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ)
	Устройство безопасности машиниста (DSD)	

Что касается комплексной системы обеспечения безопасности, то она подчинена единым стандартам, разработанным в рамках международного сотрудничества во всём Европейском союзе. Так, Европейская система управления движением поездов (далее – ETCS) объединяет в себе комплекс оборудования автоматики, телемеханики, связи и диспетчерского контроля. ETCS призвана обеспечивать согласованность во всех системах СЦБ

Европейских стран и обеспечивать безопасность движения. Сама система состоит из двух частей – напольного оборудования и оборудования на подвижном составе.

Система имеет 4 уровня, каждый из которых обеспечивает свой потребный уровень безопасности движения на конкретном участке железной дороги. Краткая характеристика каждого из уровней:

- Нулевой уровень – призван контролировать скоростной режим и используется исключительно внутри стран на малодеятельных линиях;
- Первый уровень – призван на участках с автоматической блокировкой, аналогично отечественной системе АЛС, контролировать наличие подвижного состава на определенном участке, передавать информацию со светофоров на бортовой компьютер, рассчитывая оптимальную скорость движения или кривую торможения.
- Второй уровень – позволяет сокращать интервалы между поездами и обеспечивать работу на участках без использования светофоров. Работа системы заключается в передаче показаний о местоположении состава через Евробализы и отправку их по двухстороннему цифровому радиоканалу, который проходит анализ и передается на вслед идущий состав, сокращая при этом интервал движения.
- Третий уровень – позволяет отказаться от блок-участков и напольного оборудования, используя цифровой канал, все данные о целостности состава и его местоположении передаются на центральный пост. Полученная информация проходит обработку и сообщает на поезда, находящиеся на перегоне, информацию об оптимальном маршруте следования.

Внедрение системы положительно сказалось на число транспортных происшествий на сети железнодорожного транспорта Европейского союза. Так, по данным, представленным на рисунке 1.15, число инцидентов на транспорте имеет нисходящую тенденцию.

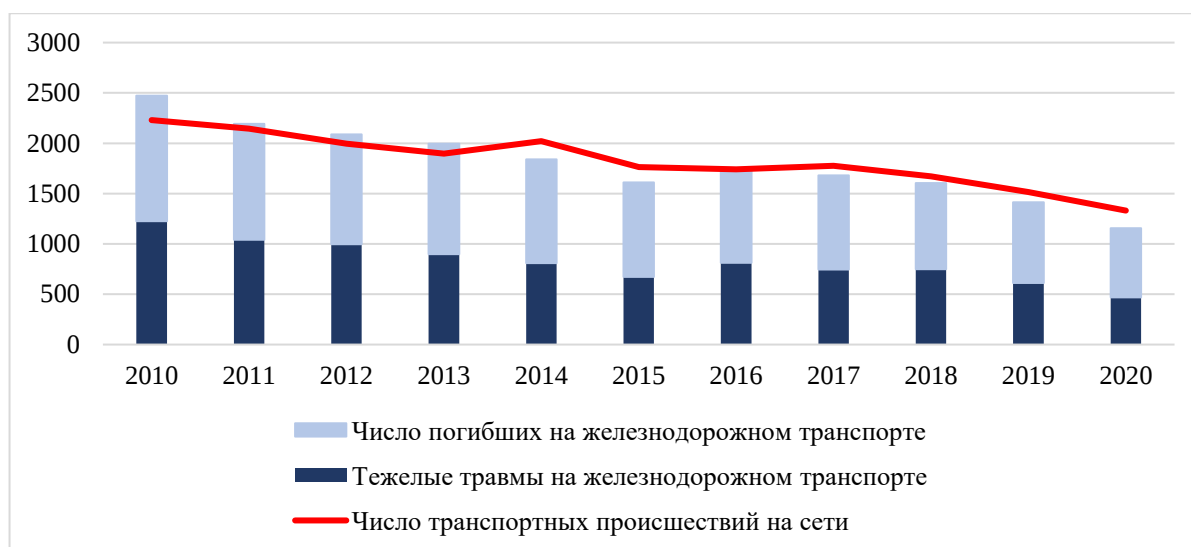


Рисунок 1.15 – Данные о происшествиях на сети железных дорог ЕС

Опыт организации работы железнодорожного транспорта в Великобритании показал, что влияние структуры управления на транспорте оказывает не существенное влияние на число транспортных происшествий. Претерпевшая структурное реформирования сеть, имеющая различные системы, способы и методы управления, смогла достичь лучших показателей в Европейском союзе благодаря использованию единых систем и средств безопасности.

1.6 Анализ технических средств обеспечения безопасности движения на смежных видах транспорта

1.6.1 Автомобильный транспорт

Регулирование работы автомобильных перевозок в Российской Федерации осуществляет Министерство транспорта, основываясь на Конституции, федеральных законах, актах Президента и Правительства РФ, международных договорах.

Единого органа управления, как это осуществлено в сфере железнодорожного транспорта (ОАО «РЖД»), в автомобильном транспорте нет. Перевозки пассажиров или грузов осуществляются частными операторами подвижного состава и управляются за счет внутренних средств. Личный транспорт в Российской Федерации, согласно данным Федеральной службы статистики, на протяжении 20 лет неуклонно растет, график числа собственных легковых авто на 1000 человек населения приведен на рисунке 1.16.

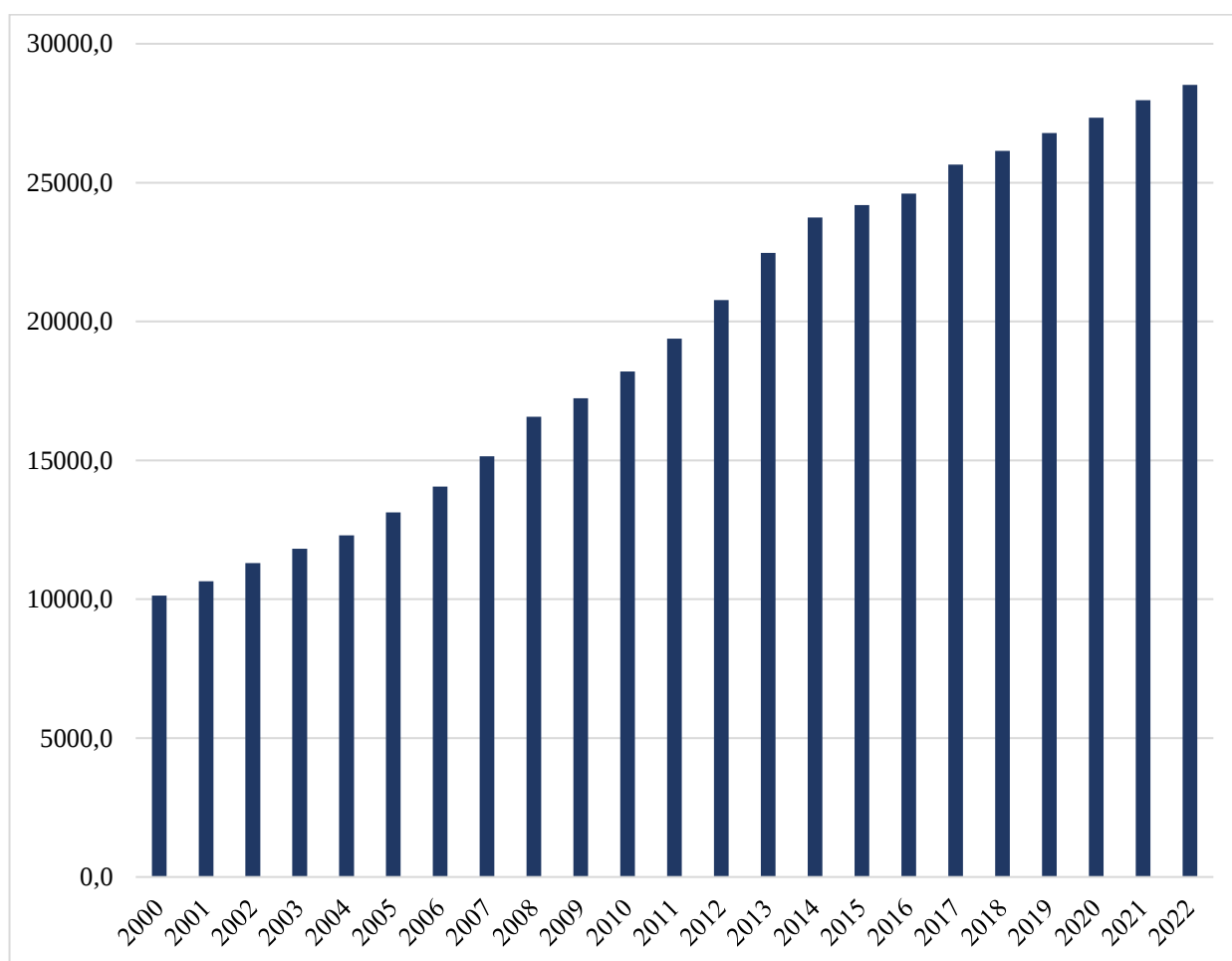


Рисунок 1.16 – Количество собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения с 2000 года по 2022 год

Число транспортных происшествий является наибольшим из группы, но имеет тенденцию на постепенное сокращение. Данные о числе погибших в происшествиях с транспортными средствами в Российской Федерации приведены на рисунке 1.17.

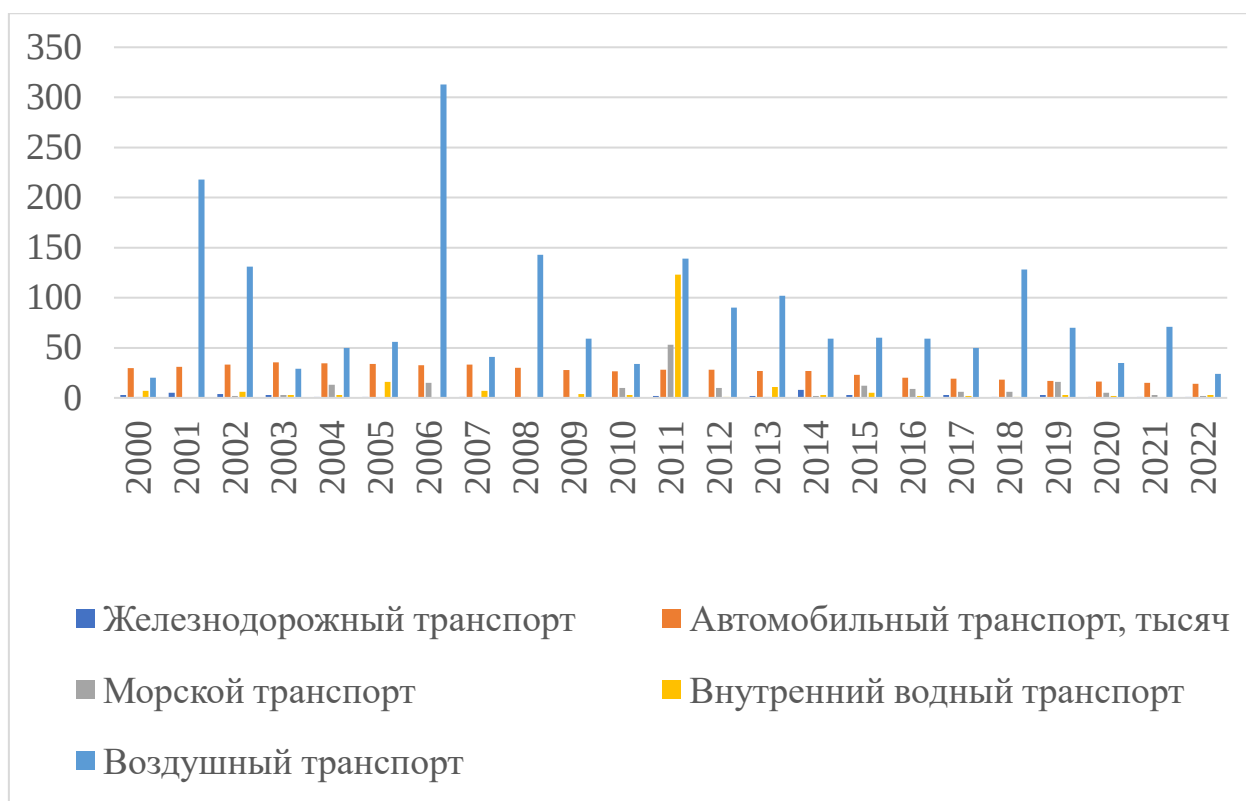


Рисунок 1.17 – Число погибших в происшествиях с транспортными средствами в Российской Федерации с 2000 года по 2022 год

Снижение числа транспортных происшествий можно связывать с появлением новых технических средств и реализацией национальных программ, таких как:

- 1) Стационарные камеры фотовидеофиксации (далее – ФВФ);

Внедрение камер, согласно исследованиям Высшей школы экономики (ВШЭ), позволили существенно повлиять на число ДТП и сделать следующие выводы:

- «В зонах влияния стационарных камер вероятность возникновения ДТП в 2 раза меньше, в зоне влияния передвижных — на 37% меньше. Использование комплексов ФВФ – как стационарных, так и передвижных – показывает высокую эффективность в снижении количества ДТП» [45];
- Камеры ФВФ эффективны в борьбе с ДТП, причиной которых является скорость.

На рисунке 1.18 представлена статистика ВШЭ о сокращении ДТП с введением стационарных камер фотовидеофиксации (ФВФ).



Рисунок 1.18 – Статистика ДТП после внедрения стационарных камер ФВФ

2) Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [47] (далее – БКАД).

Влияние неудовлетворительного состояния дорожного полотна на безопасность движения существенно и составляет порядка 32% от общего числа ДТП, что подтверждается исследованиями [46]. Для сокращения этого фактора в период с 2017 года по 2030 год реализуется национальная программа БКАД. Результаты её промежуточных итогов по состоянию на 2023 год представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Промежуточные итоги реализации национального проекта БКАД

Наименование показателя	Данные на момент старта проекта в 2017 году	Промежуточные итоги на 2023 год
Доля автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, соответствующих нормативным требованиям	43,1%	51%

Продолжение таблицы 1.6

Наименование показателя	Данные на момент страта проекта в 2017 году	Промежуточные итоги на 2023 год
Доля дорожной сети городских агломераций, находящихся в нормативном состоянии	42%	81%
Удовлетворенность качеством и доступностью автомобильных дорог (показатель общественно значимого результата)	41%	47%
Снижение смертности в результате дорожно- транспортных происшествий (количество погибших на 100 тыс. населения)	13%	8,9%

Вышесказанное позволяет сделать объективное заключение о том, что структура автомобильного транспорта в РФ, при отсутствии общего органа управления, развивается и успешно производит внедрение новых технических систем, а также проводит комплекс мероприятий по ремонту, реконструкции дорожного полотна, результатом которого становится сокращение числа ДТП.

1.6.2 Воздушный транспорт

Деятельность воздушного транспорта общего назначения в Российской Федерации регламентируется международными нормами, правовыми актами РФ, а также административными регламентами. Основным документом, регламентирующим правила работы воздушного транспорта, является воздушный кодекс Российской Федерации, являющийся основным

источником, регулирующим отношения в сфере использования воздушного пространства Российской Федерации и деятельности в области авиации.

Воздушный транспорт во всем мире и в том числе России является одним из самых безопасных видов транспорта, о чем свидетельствует статистика, приведенная ранее на рисунке 1.17. Система организации работы и структура управления во многом аналогична железнодорожному транспорту, на рисунке 1.19 представлена структура оперативного управления перевозочным процессом.



Рисунок 1.19 – Система организации оперативной работы на воздушном транспорте

На оперативном уровне управления структура организации воздушных перевозок аналогична работе крупной железнодорожной станции, разбитой на районы управления, на которой действует несколько дежурных по железнодорожной станции, так и в аэропорте есть несколько диспетчеров, отвечающих за определенные взаимодействия с воздушными судами:

- Диспетчер по рулению – контролирует движение самолета по территории аэродрома, выдает разрешения на запуск двигателей и руление;

- Диспетчер аэродромного диспетчерского пункта – составляет суточный план вылетов и прилетов. Дает разрешение на вылет;
- Диспетчер старта – контролирует движение по взлётно-посадочной полосе, ведёт разрешение на взлёт;
- Диспетчер пункта «круг» – руководит движением воздушного судна в области воздушного пространства от 0,2 до 2 км и в радиусе 50 км от аэродрома. Выдает показания о первоначальном наборе высоты;
- Диспетчер пункта «подход» – руководит движением самолёта на высотах от 2 до 6 км и удалением до 90 – 120 км. Контролирует набор высоты.

Организует работу старший авиадиспетчер, в задачи которого входит руководство дежурной сменой управления воздушным движением.

Важнейшей задачами диспетчерского обслуживания является:

- Полетно-информационное обслуживание (далее – ПИО);
- Аварийное обслуживание (далее – АО).

В задачи ПИО входит сопровождение всех судов, следующих в районе управления, сообщение экипажам информации о движении, погоде, активности опасных зон и зон ограничения полетов, об условиях использования воздушных трасс и состоянии радионавигационных средств. Аварийное обслуживание в свою очередь призывает диспетчерский аппарат оказывать помощь в сложных и аварийных ситуациях и проводить мероприятия по поиску и спасению всех воздушных судов.

Основными техническими средствами, позволяющими обеспечивать диспетчерскому аппарату безопасность перевозок, являются:

- Бортовая система предупреждения столкновений (далее – БСПС);
- Автоматическая зависящее наблюдение-вещание (далее – АЗН-В);
- Автоматизированная система управления воздушным пространством (далее – АС ОрВД).

Система предотвращения столкновений в воздушном пространстве (БСПС) предназначена для предоставления пилотам рекомендаций о том, как избежать столкновений в случае возникновения потенциальной опасности.

АЗН-В – автоматическое зависимое наблюдение радиовещательного типа, при котором осуществляется периодическая (один раз в секунду) передача собственных координат и других данных с борта воздушного судна по принципу «всё для всех» в радиовещательном режиме любым заинтересованным наземным службам и/или бортовым пользователям, имеющим соответствующее оборудование [48].

АС ОрВД — представляет собой комплекс средств, предназначенный для автоматизации планирования использования воздушного пространства. Она создана для обслуживания воздушного движения в различных зонах: укрупненных, аэродромно-районных и районных центрах в рамках Европейской системы управления воздушным движением (ЕС ОрВД) [49].

Помимо технических средств обеспечения безопасности, воздушный транспорт по аналогии с железнодорожным имеет свой чётко установленный регламент служебных переговоров.

Радиообмен в сфере воздушного транспорта значительно отличается от подхода железнодорожного транспорта, поскольку аэропорты обслуживают не только внутренние рейсы, но международные и транзитные. Именно поэтому Международной организацией гражданской авиации был создан специальный язык-код, представленный стандартной фразеологией, учитывающей узкопрофессиональную направленность дискурса [50]. Основными отличиями этого подхода можно считать следующее:

- Фонетические особенности [51];
- Грамматические особенности [52];
- Лексические особенности [51];

Подводя итог, необходимо сказать, что воздушный транспорт являющийся самым безопасным видом транспорта, как в России так и в мире, получил такие показатели благодаря четко организованной структуре управления перевозочным процессом на оперативном уровне, смог сократить практически до минимума влияние «человеческого фактора» за счет

внедрения технических средств обеспечения безопасности, а построенная система регламента служебных переговоров позволила четко выстроить взаимодействие между работниками на оперативном уровне.

1.6.3 Водный транспорт

Оперативная структура управления в портах схожа с подходом, организованным на железнодорожном транспорте, но представляет из себя на верхнем уровне более автономную структуру со своим бухгалтером, отделом кадров и юристами. Оперативный уровень возглавляет заместитель по эксплуатации, который занят непосредственно организацией работы и взаимодействием со всеми причастными службами. На рисунке 1.20 представлена принципиальная схема структуры управления морского порта.

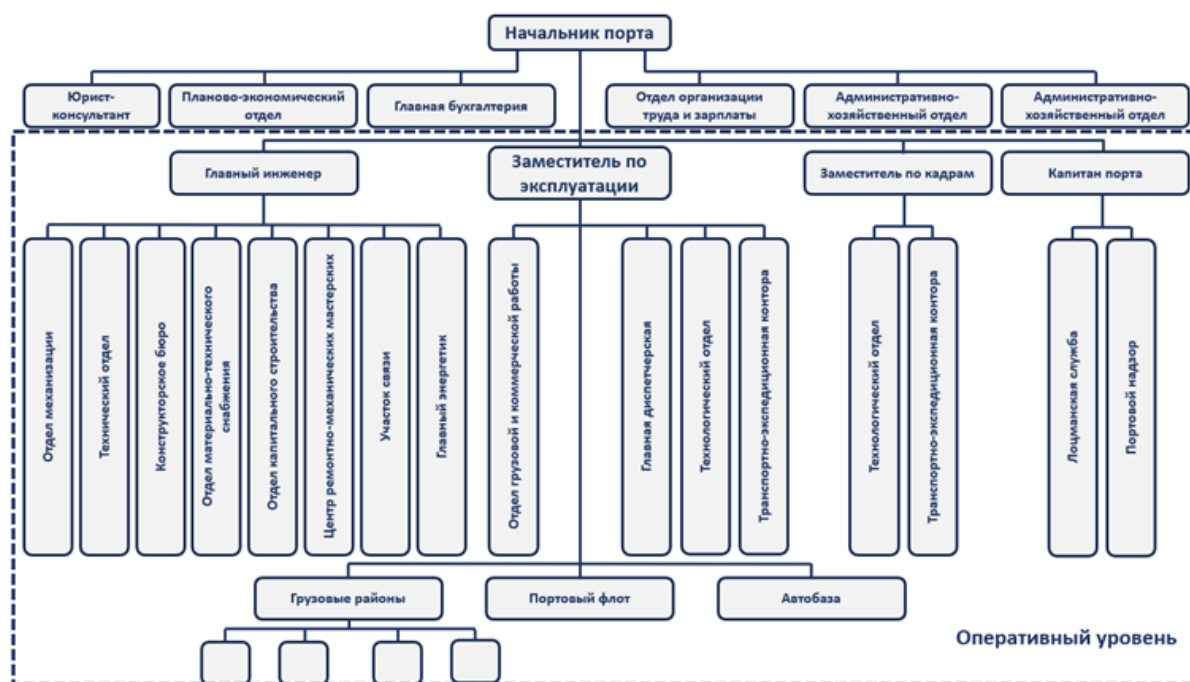


Рисунок 1.20 – Принципиальная схема структуры управления морского порта

Технические средства обеспечения безопасности в морском порту играют важную роль в обеспечении безопасности мореплавания и защите от актов незаконного вмешательства. Одним из основных требований является

их способность контролировать и обнаруживать нелегальную доставку на борт судна грузов. Это позволяет предотвращать возможные террористические акты и другие преступления на море. К таким системам относят: системы видеонаблюдения, системы контроля доступа, патрульные и контрольные посты, системы обнаружения взрывчатых веществ и радиационного излучения, радиочастотная идентификация (RFID),

Что касается обеспечения безопасности на судах то здесь акцент ставится на следующих системах: системы аварийной сигнализации и оповещения, системы противопожарной защиты, системы спасательных шлюпок и плотов, системы подавления пожара в машинном отделении, системы автоматического и ручного управления шлюзами и дверями, системы обнаружения и локализации людей в воде.

1.7 Выводы по 1 главе

Выполнен анализ состояния безопасности производственных транспортных процессов. Обоснован перечень факторов, влияющих на необходимость совершенствования технологического процесса по контролю за информационным взаимодействием.

1. Фактор высокого влияния транспортных происшествий связанный со сходами (61,33%) и столкновения подвижного состава (19,47%) основными причинами которых являются нарушения информационного взаимодействия и регламента служебных переговоров;

2. Фактор возрастающих транспортных происшествий (порядка 10,6% в год) ведущий к росту непроизводственных расходов на устранение последствий транспортных происшествий;

3. Фактор несовершенства производственного процесса мониторинга регламента служебных переговоров снижающий

производительность труда работников линейных предприятий железнодорожного транспорта;

4. Фактор развития новых интеллектуальных систем на смежных видах транспорта и железнодорожном транспорте в других странах мира, что дает новые возможности по обработке больших данных связанных с мониторингом регламента служебных переговоров.

5. Прогнозируемые значения уровня безопасности движения поездов на сети железных дорог РФ показывают возрастающую тенденцию. Ежегодные темпы прироста транспортных происшествий составляют 10,6%.

ГЛАВА 2 СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ПО КОНТРОЛЮ ЗА ИНФОРМАЦИОННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Определенная в первой главе возможность решения задачи сокращения влияния «человеческого» фактора может быть реализована посредством интеллектуальной системы. Представленное решение должно совмещать в себе положительный опыт внедрения рассмотренных технических средств обеспечения безопасности и методов охраны труда, уже доказавших свою эффективность. Цель системы заключается в устранении влияния двух главных причин транспортных происшествий, определённых в 1 главе исследования, а именно:

- Несогласованность действий работников, выполняющих работу на оперативном уровне;
- Нарушение регламента служебных переговоров.

Реализация такой цели посредством интеллектуальной системы позволит существенно снизить влияние «человеческого» фактора и положительно отразится на общем состоянии безопасности движения.

2.1 Описание структурной модели

Несогласованность действий и нарушение регламента служебных переговоров имеют много общего и одну важную точку пересечения, при контроле которой возможно исключать нарушения – это регистратор служебных переговоров. Главной его задачей является запись всех служебных переговоров на станции, но его использование несовершенно, поскольку осуществляется только в ситуациях расследования причин транспортных происшествий и периодическом контроле ревизорами или начальником станции регламента служебных переговоров. Для осуществления оперативного

контроля работникам необходимо в режиме реального времени осуществлять прослушивание великого множества записей, что не представляется возможным. Внедрение на этом уровне системы обеспечения безопасности, позволяющей осуществлять автоматический контроль за соблюдением регламента служебных переговоров, могло бы позволить высвободить значительную часть времени, занятого на осуществление проверок, под более важные задачи. Для достижения этой цели к интеллектуальной системе выдвинуты следующие требования:

- Перевод аналогового сигнала в цифровой формат - транскрибация;
- Определение тематики служебных переговоров;
- Определение порядка и структуры переговоров, а также выделять нарушения при ведении служебных переговоров;
- Передача данных о нарушениях ответственным работникам;
- На основе допущенных нарушений автоматически формировать заявку на проведение переаттестации работников.
- Осуществлять потоковую обработку данных;
- Возможность автономной работы без доступа к сети интернет;
- Открытый исходный код метода транскрибации;
- Минимальные системные требования;
- Визуализация данных.

Разработанная структурная модель состоит из трех подсистем, обеспечивающих функциональную совместимость с существующей организационно-технической системой мониторинга служебных переговоров на железнодорожном транспорте:

1. Подсистема автоматического распознавания речи (АРР).
2. Подсистема интеллектуального анализа (ИА).
3. Подсистемы поддержки и поиска решений (ППР).

Структурная модель цифровой системы по контролю за информационным взаимодействием представлена на рисунке 2.1.

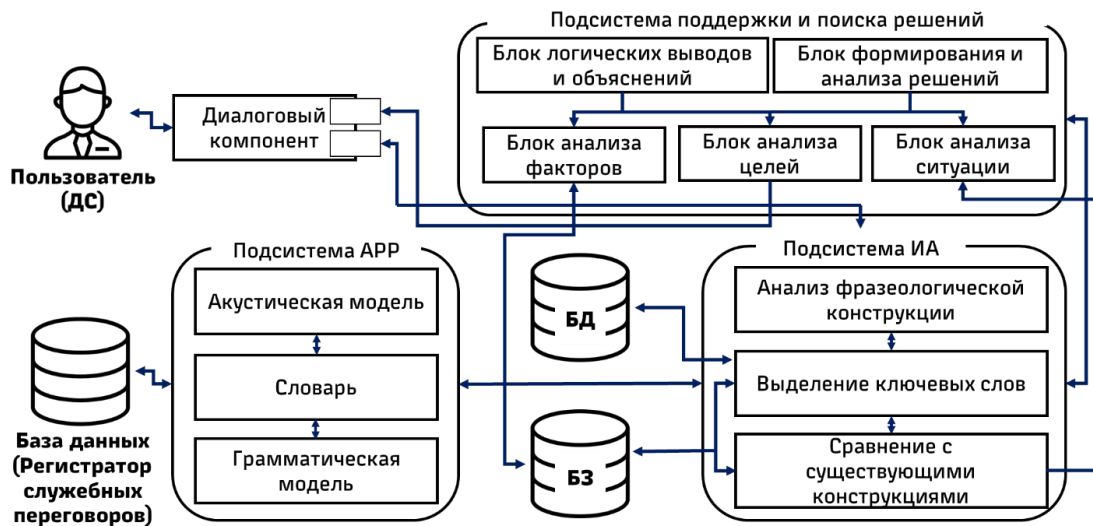


Рисунок 2.1 – Структурная модель цифровой системы по контролю за информационным взаимодействием

2.2 Сравнение методов транскрибации

На первом этапе разработки интеллектуальной системы стоит задача перевода аналогового сигнала – записей служебных переговоров работников станции, в цифровой формат – стенограммы. Эту задачу возможно реализовать посредством уже существующих решений – автоматического распознавания речи (Automatic Speech Recognition, ASR) или транскрибации. Типовой алгоритм распознавания речи представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Процесс распознавания речи

«Автоматическое распознавание речи (ASR) – это область исследования, целью которой является преобразование необработанного звука, часто

называемого речевым сигналом или просто речью, в последовательность соответствующих слов для дальнейшего преобразования в цифровую информацию» [53].

«С упрощенной точки зрения механизмы распознавания речи обрабатывают входящую речь и преобразуют ее в фонемы. Затем фонемы сначала сопоставляются со словами, и наконец, слова объединяются в предложения. Обычно в этом процессе используются три логические части моделей, которые являются «черными ящиками». Принцип «черного ящика» в науке об искусственном интеллекте полагает, что нет никакого значения в том, как ИИ обрабатывает данные, на основании каких алгоритмов строит свое мышление – зачастую это неизвестно. Важно то, чтобы ИИ на заданные входные значения выдавал результаты, которые были бы подобны результатам, полученным от человеческого мозга» [54].

Существующие модели распознавания речи должны отвечать в первую очередь вопросам обеспечения безопасности, то есть иметь открытый исходный код и позволять производить автономную работу без передачи данных на сторонние сервера. Также, ввиду нетривиальности задачи и необходимости решать задачу в непрерывном формате, важными показателями являются наличие глубокого обучения и потоковой обработки. Так, по описанным критериям разработана таблица 2.1.

Таблица 2.1 – Сравнение методов распознавания речи

Наименование метода	Наличие открытого исходного кода	Автономность	Глубокое обучение	Потоковая обработка
PocketSphinx (cmusphinx-ru-5.2)	+	+	-	-
VOSK (vosk model-ru-0.22)	+	+	+	+

Продолжение таблицы 2.1

Наименование метода	Наличие открытого исходного кода	Автономность	Глубокое обучение	Потоковая обработка
WhisperAI	+	+	+	+
OpenAI API	-	-	+	+
Yandex API	-	-	+	+
Google speech to text	+	-	+	-

Исходя из анализа таблицы, для дальнейшей проработки необходимо использовать модели VOSK и OpenAI (large-v2), поскольку только они соответствуют всем предъявленным требованиям.

Библиотека **VOSK** предоставляет методы и инструменты для транскрибации. Использование предварительно обученных моделей, акустические признаки, языковые модели, алгоритмы декодирования, оптимизация и распараллеливание, интеграция в приложения, поддержка различных языков и диалектов [55].

Библиотека Whisper AI – разработка компании OpenAI. Метод, имеющий исходный код в открытом доступе, так и возможность в облачном сервисе или же в платном приложении на серверах компании осуществлять распознавание речи. Методы, представленные компанией, обучены на 680 тысячах часах многоязычных и многозадачных данных, имеют высокую точность, широкий языковой охват, быстрый и эффективный, гибкость, интеграцию с другими системами [56].

Выбор метода распознавания речи будет основан на сравнении. Оценка основывается на двух критериях: времени распознавания речи и частоте ошибки. В сравнении участвуют два вида аудиозаписей в двух вариациях с шумами и без них. Учитываются и диалекты России. Так, у каждой аудиозаписи есть три вариации, записанные с учетом северного, южного и среднерусского диалектов. Сами аудиозаписи представлены в 2 вариантах:

произвольная аудиозапись длиной 30 секунд и набор команд длиной в 5 секунд. Результаты обработки аудиозаписей представлены в приложении А. Результаты распознавания текста представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты сравнения методов WhisperAI и VOSK

Метод		WhisperAI	VOSK	Среднее время распознавания текста 3 диалектов методом WhisperAI, с	Среднее время распознавания текста 3 диалектов методом VOSK, с
Частота ошибки					
Произвольный текст	Слова	2	1	10/30	6/30
	Окончания	3	3		
Произвольный текст с шумами	Слова	2	1	8/30	7/30
	Окончания	3	5		
Команды	Слова	0	0	4/5	2/5
	Окончания	0	0		
Команды с шумами	Слова	1	4	3/5	2/5
	Окончания	0	1		
Итог		11	15	25/70	17/70

Согласно полученным результатам, частота ошибок в методе WhisperAI меньше. Но в тоже время обработка данных занимает больше времени, этим возможно пренебречь, поскольку в обоих случаях затраты времени в несколько раз меньше и удовлетворяет требованиям. Таким образом, для дальнейшей проработки будет выбран метод WhisperAI.

2.3 Описание метода WhisperAI

Метод WhisperAI является продолжением нейросети Transformer и имеет открытый исходный код [57]. Важным аспектом системы является обучение её на, сравнительно с другими методами, большом объеме данных – датасете. Такой объем данных был получен путем парсинга данных, а также заимствования датасетов из уже существующих моделей распознавания речи. Состав датасета, опубликованный компанией, указывает на наличие 117 тысяч



Архитектура сети для многоязычного варианта распознавания речи представляет из себя следующую последовательность. На первом этапе входящие аудиозаписи разбиваются на 30 секундные отрывки и преобразовываются в логарифмическую спектрограмму Мела, это происходит при помощи извлекателя признаков. Далее заимствованный из нейросети Transformer кодировщик кодирует спектрограмму, формируя последовательность. Декодер на следующем этапе, используя авторегрессионную модель временных рядов, предсказывает декодированную последовательность текстовых токенов. На рисунке 2.4 представлена вышеописанная архитектура [58,59,60].

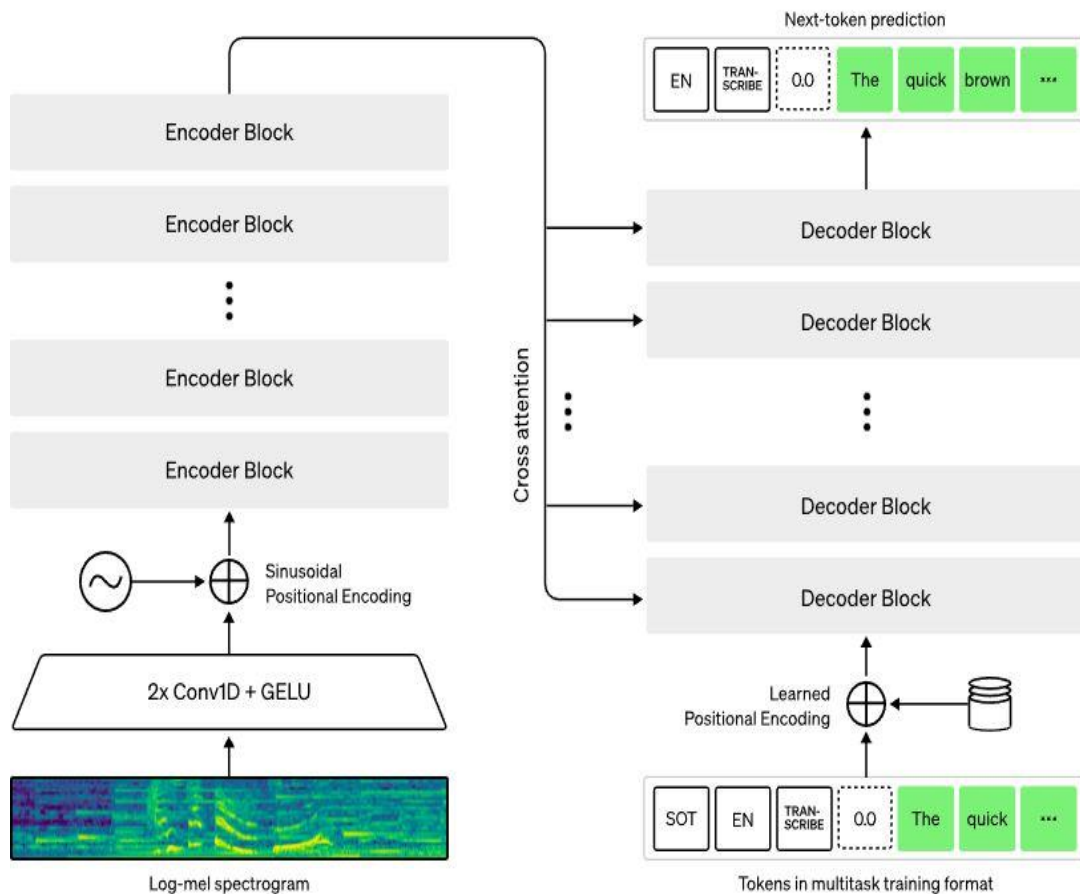


Рисунок 2.4 – Схема архитектуры метода WhisperAI

Текстовые токены в свою очередь смешаны в части многозначного формата обучения со специальными токенами, позволяющими в общем виде производить определение языка говорящего, транскрипцию речи, хронологию произношения и перевод. [61].

2.4 Методика выделения паттернов в регламенте служебных переговоров

Получив текстовый формат выражения, перейдем к задаче сравнения с эталоном (нормами ПТЭ). Согласно правилам эксплуатации, работники

станции могут отходить от стандартных реплик, но должны четко, кратко и доходчиво доносить информацию.

Соответственно стоит обратить внимание на ключевые фразы – паттерны. Так, на примере фрагмента записи переговоров машиниста маневрового локомотива (ТЧМ) и дежурного по железнодорожной станции (ДСП) в ситуации по переезду с пути на путь, рассмотрим процесс выделения паттернов.

Методика выделения паттернов основана на действующей нормативной документации, а именно Приложении 20 к ПТЭ «Типовой регламент служебных переговоров». Проводится детальный анализ каждой фразеологической конструкции и выявляются ключевые слова и словосочетания, на основе которых формируются паттерны. К ключевым словам в данном случае относят: номера пути, фамилии, номер локомотива (при наличии), сигналы и его показания и т.д. Так, для каждой фразеологической конструкции выделяется свой набор ключевых слов и их порядок, на основе которых формируется паттерн.

В ситуации переезда с пути на путь работники станции действуют по следующему регламенту, представленному в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Регламент переговоров ДСП и ТЧМ при переезде с пути на путь

Работники	Примерное содержание реплики
ДСП	(вызов локомотива) с (номер пути) пути будете переезжать по направлению (номер пути) за (литер светофора), далее на (номер пути) ДСП (фамилия ДСП).
ТЧМ	Понятно, с (номер пути) пути будете переезжать по направлению (номер пути) за (литер светофора), далее на (номер пути) Машинист (фамилия ТЧМ).
ДСП	Верно, выполняйте.

Регламент переговоров в данном случае имеет вид распоряжения и повторения команды с целью определения правильности восприятия команды.

Основными паттернами в данном случае должны стать данные о номере локомотива, путях, литерах светофоров и фамилиях работников. Так, для визуализации выделения паттернов составлена схема на рисунке 2.5.

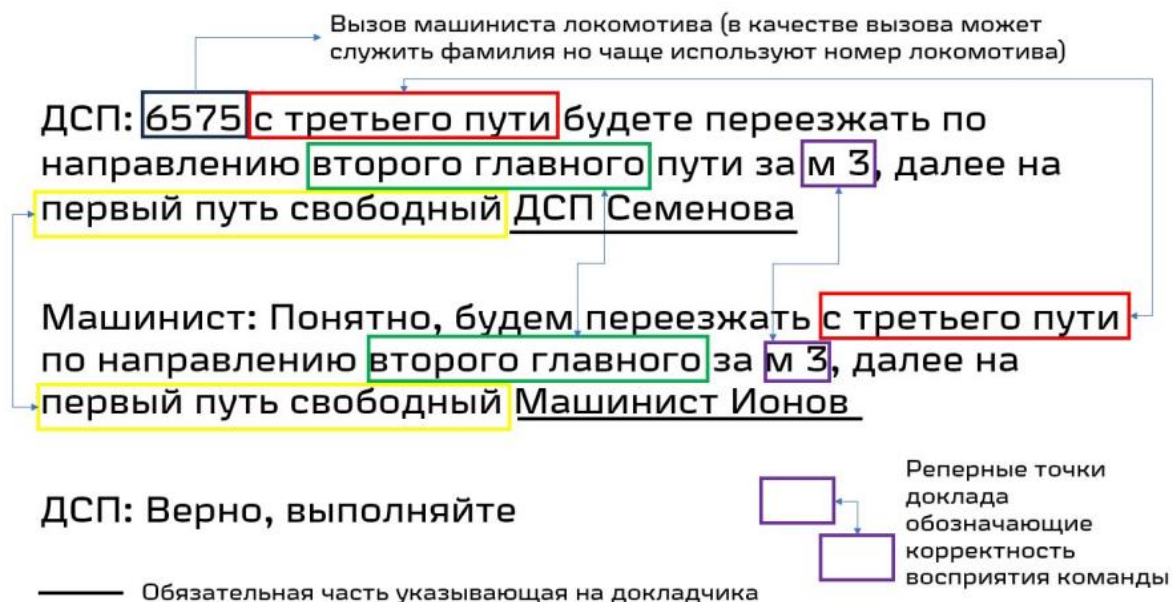


Рисунок 2.5. – Выделение паттернов регламента служебных переговоров ДСП и ТЧМ в ситуации переезда с пути на путь

Описанный метод выделения ключевых слов в тексте реализуется с помощью инструмента регулярные выражения. В задаче выделения ключевых слов из регламентированной речевой конструкции регулярные выражения могут быть использованы для поиска и извлечения определенных шаблонов или словосочетаний. Работа с регулярными выражениями сравнима с функциями поиска и замены, которые существуют во всех текстовых процессорах, но дополняется ещё и возможностью сочетания с обычным кодом, возможностью создания шаблонов и перемещением строк местами. В качестве команд для создания регулярных выражений выступают специальные – метасимволы. В их задачу входит поиск символов, редактирование текста, группировка символов, обозначение количества

символов. В таблице 2.4 представлен перечень метасимволов, использующихся для создания регулярных выражений.

Таблица 2.4 – Метасимволы регулярных выражений

Метасимвол	Назначение
Метасимволы для поиска символов	
\d	Цифровой символ
\D	Нецифровой символ
\s	Символ пробела
\S	Не пробельный символ
\w	Буквенно-цифровой символ или знак подчеркивания
\W	Любой символ, кроме буквенного, цифрового или знака подчеркивания
.	Любой символ
Метасимволы для группировки символов	
[абв]	Любой из перечисленных
[^абв]	Любой, кроме перечисленных
[a-z]	Все латинские символы (с учетом регистра)
[A-z]	Все латинские символы (без учета регистра)
(+7 8)	Организация группы. Найдёт +7 или 8
Метасимволы для обозначения количества слов	
?	Количество символов 0 или 1
*	Количество символов 0 или более
+	Количество символов 1 или более
{n}	n – символов
{n,}	n и более символов
{n,m}	Количество символов от n до m

Для демонстрации работы регулярных выражений опишем их работу на вышеописанном примере диалога между ДСП и ТЧМ в ситуации переезда с пути на путь. Основными данными, которые требуется определить, это номер локомотива, путь, с которого будет осуществляться движение, за какой

светофор оно происходит, в каком направлении, на какой путь и фамилию ДСП. Такое регулярное выражение будет иметь следующий вид:

- `pattern = r'(машинист поезда |машинист |)(\d+) (.*) (с| со) (.*) (пути) (.*) (по направлению) (.*) (|)(пути | главного | главного пути) (|) (за) ( сигнал|) (м\d+) (далее на) (.*) путь свободный (дежурный по станции | ДСП | дежурный) (.*)'`

Из данного выражения возможно будет вернуть в качестве ключевых данных необходимые для сравнения паттерны. Так, на рисунке 2.6 представлена блок-схема функции анализа приказа ДСП.

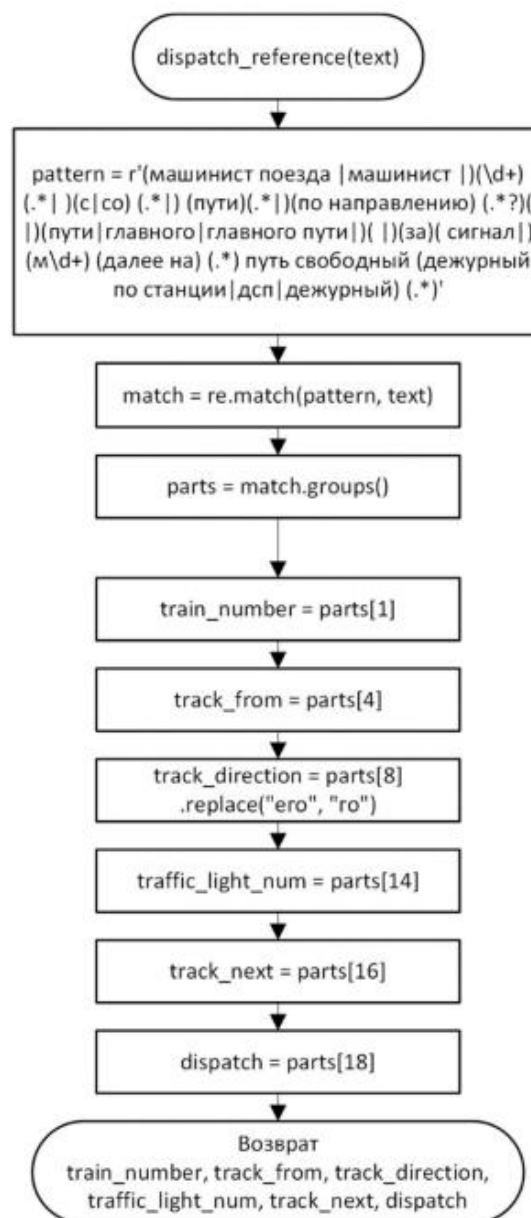


Рисунок 2.6 – Блок-схема функции анализа приказа ДСП

На следующем этапе предстоит определить паттерны в ответе ТЧМ, регулярное выражение и блок схема анализа функции повторения приказа ДСП представлена на рисунке 2.7.

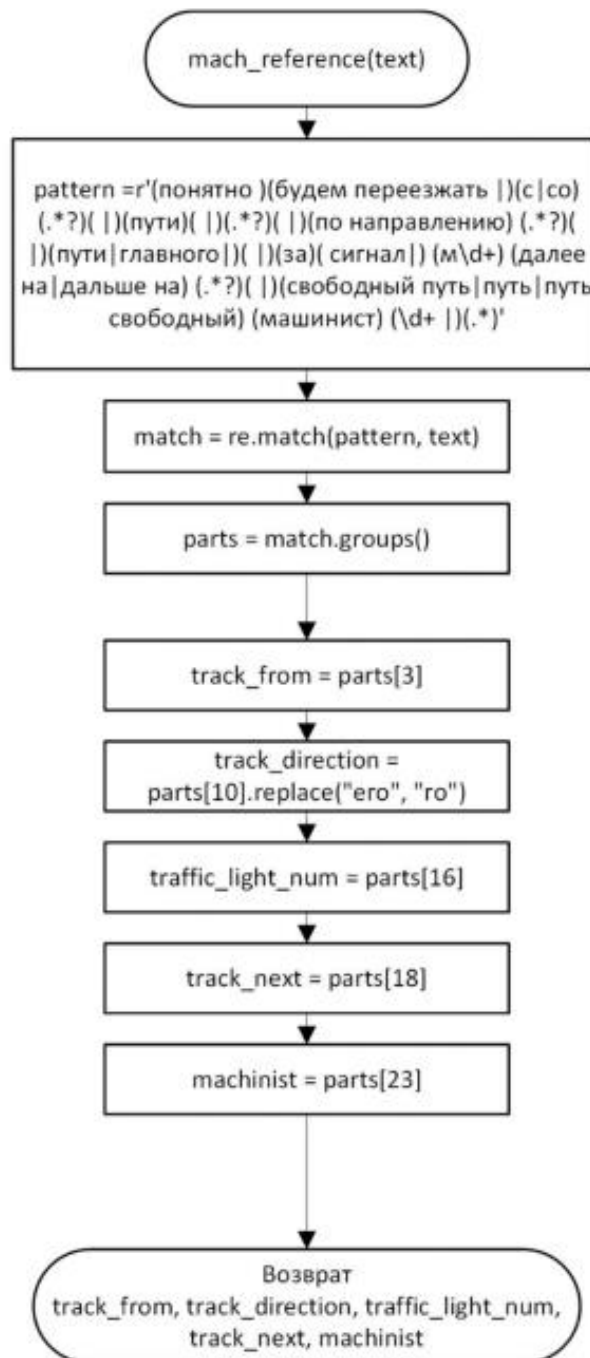


Рисунок 2.7 – Блок-схема функции анализа повтора команды ТЧМ

Заключительный этап — это сравнение доклада по выделенным паттернам и соответственно вывод о корректности восприятия команды машинистом. Эта задача будет решена посредством простейшего сравнения паттернов. На рисунке 2.8 представлена общая блок схема работы программы.

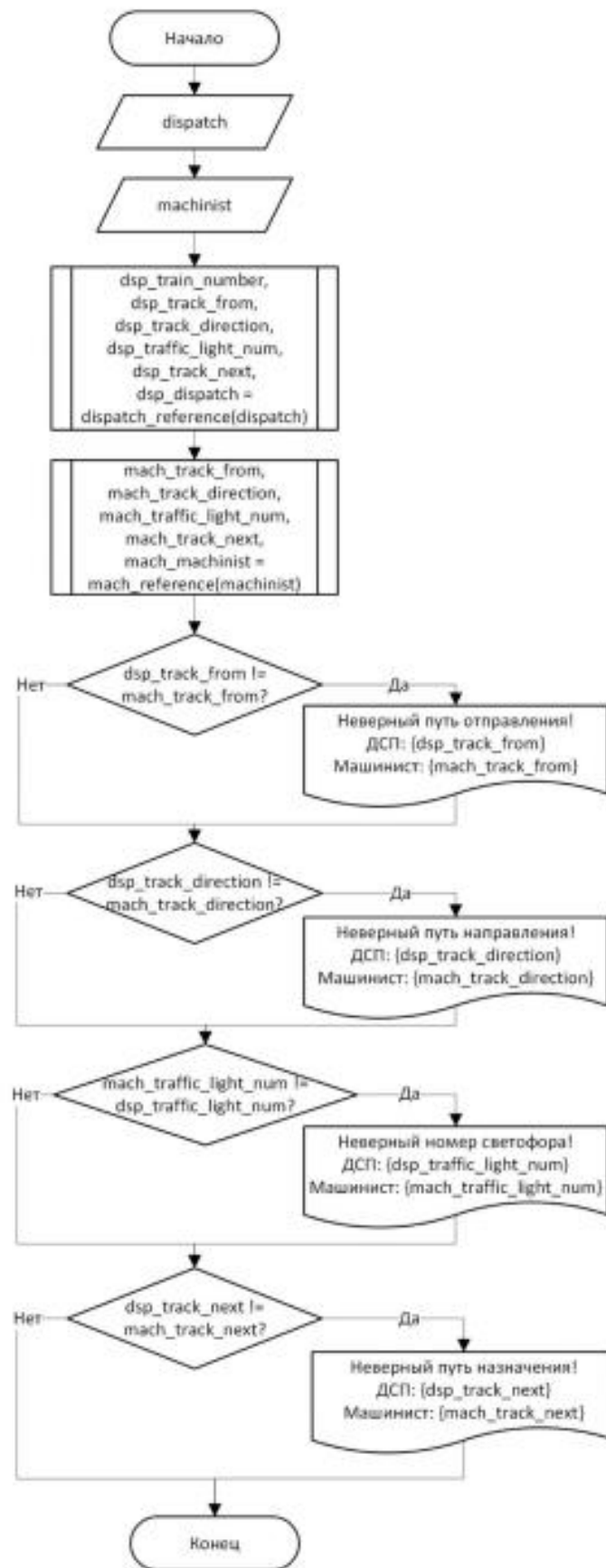


Рисунок 2.8 – Блок-схема сравнения паттернов и вывод о соблюдении регламента служебных переговоров работниками станции

2.5 Графический интерфейс

В рамках исследования разработка интеллектуальной системы осуществлялась с использованием языка программирования Python. Выбор этого инструмента обусловлен его широким применением в области обработки текста, в его библиотека `re` (регулярные выражения) играют важную роль в выделении ключевых слов из регламентированных речевых конструкций. Исходя из этого и начальных требований по работе на любом устройстве, отсутствия привязки к окружению, для создания веб-интерфейса был выбран фреймворк WinForms. Выбор обусловлен проведенным сравнительным анализом.

Руководствуясь требованиями по запуску программы на любом устройстве, без привязки к окружению анализировались три метода построения, являющихся основными для операционных систем Windows. К таким методам относят:

1. WinForms (Windows Forms): WinForms является стандартной библиотекой графического интерфейса для разработки приложений под платформу Windows. Благодаря своей простоте WinForms идеально подходит для быстрого создания простых приложений с небольшими требованиями.

2. WPF (Windows Presentation Foundation): предлагает расширенный набор инструментов для создания интерактивных пользовательских интерфейсов. WPF поддерживает разметку XAML, что позволяет разделять дизайн и логику приложения.

3. Qt – это кроссплатформенная библиотека разработки графического интерфейса. Она предоставляет широкий набор инструментов и элементов управления для создания интерактивных приложений. Qt также поддерживает разметку QML, что упрощает разработку пользовательского интерфейса.

При сравнительном анализе этих библиотек можно увидеть следующие преимущества выбора WinForms: простота использования, интеграция с платформой Windows, быстрое развертывание.

Сравнительная характеристика вышеперечисленных библиотек для разработки графического интерфейса пользователя представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Сравнительная характеристика фреймворков

Наименование	Интеграция с Windows	Скорость развертывания
WinForms	10/10	Высокая
WPF	8/10	Низкая
Qt	7/10	Удовлетворительная

Спроектированная, отлаженная и протестированная информационно поисковая система позволяет автоматически анализировать и классифицировать образцы голоса. Она может предоставляет следующие возможности:

- Загрузка и хранение образцов в базе данных;
- Извлечение характеристик с использованием методов обработки аудиодорожек и алгоритмов машинного обучения;
- Визуализация результатов идентификации и предоставление информации о полноценности описанной информации;
- Интерфейс пользователя для загрузки образцов голоса и получения результатов.

Интеллектуальная система имеет возможность автоматизации процесса определения полноценности описания внесенного образца переговоров для автоматизированной загрузки новых образцов голоса, для получения результатов определения в интерактивной форме и для редактирования имеющихся аудиозаписей. Графический интерфейс главного меню пользователя представлен на рисунке 2.9.

ID	Editor	File	Data	Text
1	Фролова	Record (online-voice-recorder.c...	02.11.2023	
2	Фролова	Record (online-voice-recorder.c...	02.11.2023	
3	Фролова	Record (online-voice-recorder.c...	02.11.2023	
4	Шевченко	Record (online-voice-recorder.c...	01.11.2023	

Рисунок 2.9 – Графический интерфейс главного меню пользователя

Пользователь может использовать четыре основные операции:

- Загрузка данных об образце голоса: необходимо самостоятельно заполнить данные о добавляемом образце голоса. Сам образец должен быть представлен в виде файла с расширением .mp4. Для добавления – нажать на кнопку «Добавить». Пример операции загрузки данных представлен на рисунке 2.10.

ID	Editor	File	Data	Text
1	Фролова	Record (online-voice-recorder.c...	02.11.2023	
2	Фролова	Record (online-voice-recorder.c...	02.11.2023	
3	Фролова	Record (online-voice-recorder.c...	02.11.2023	
4	Шевченко	Record (online-voice-recorder.c...	01.11.2023	

Рисунок 2.10 – Загрузка данных об образце голоса

- Удаление образца голоса: в представленной таблице необходимо дважды кликнуть на строку с образцом голоса, которую необходимо удалить. Для удаления нажать кнопку «Удалить». Пример операции удаления данных представлен на рисунке 2.11.

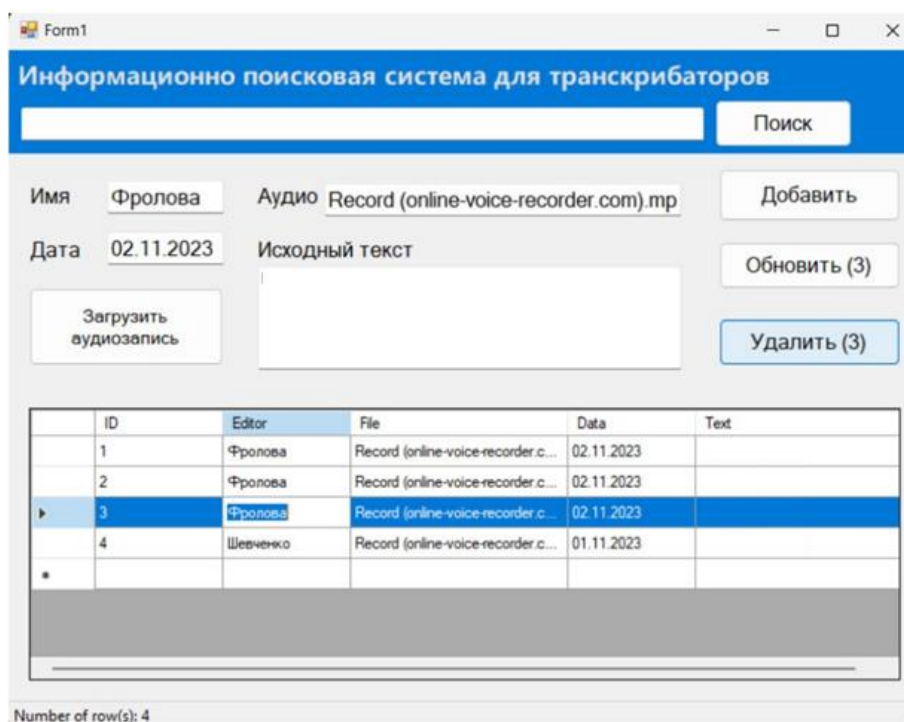


Рисунок 2.11 – Удаление образца голоса

- На рисунке 2.12 представлены всплывающие окна, создаваемые программой при обработке данной операции.

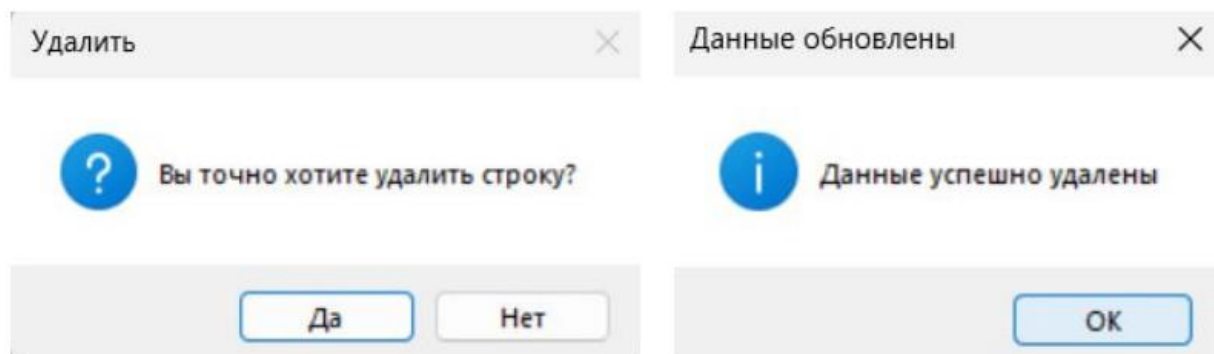


Рисунок 2.12 – Окно подтверждения

- Обновление или поиск образца голоса: в представленной таблице необходимо дважды нажать на строку с образцом голоса, которую необходимо обновить. Для обновления нажать кнопку «Обновить» или «Поиск». Пример операций обновления или поиска представлен на рисунке 2.13.

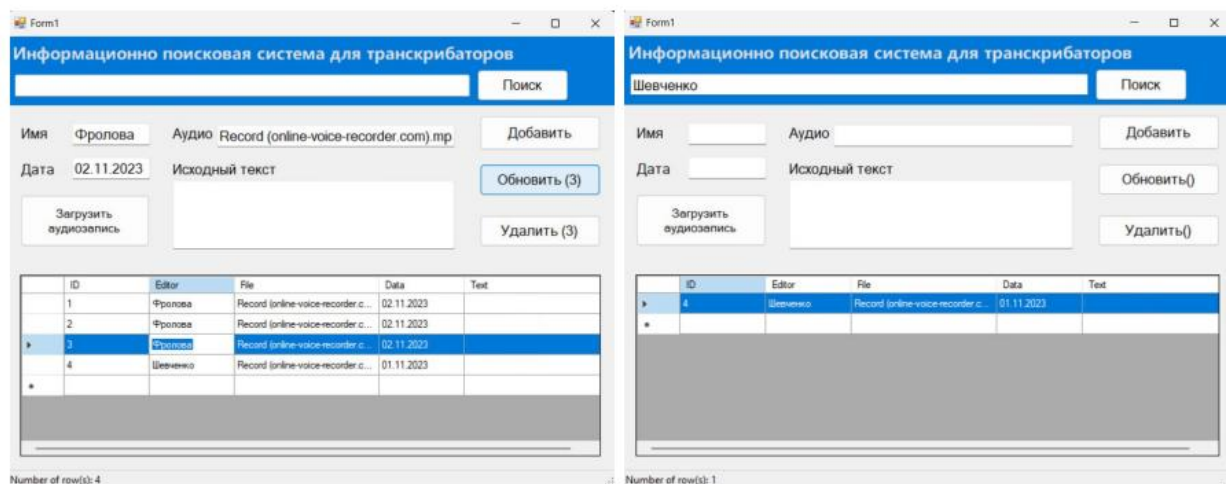


Рисунок 2.13 – Обновление или поиск образца

2.6 Выводы по 2 главе

1. Разработана структурная модель цифровой системы, позволяющая в непрерывном формате производить интеллектуальный анализ регламента служебных переговоров на линейных предприятиях железнодорожного транспорта.
2. Проведенные исследования автоматического распознавания речи позволяют утверждать, что метод Whisper является наилучшим инструментом, поскольку имеет наименьшее число ошибок и сравнительно небольшое время ожидания в процессе транскрибации аудиозаписей.
3. Разработан алгоритм выделения ключевых слов среди речевых команд реализуемый посредством регулярных выражений.
4. Сравнительный анализ методов разработки графического интерфейса интеллектуальной системы показал наилучшую совместимость с фреймворком WinForms.

ГЛАВА 3 МЕТОДИКА СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И АПРОБАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Анализ работы автоматического распознавания речи (далее – АРР) показал, что метод Whisper, как и другие методики, не идеальны, пропуская слова или некорректно их распознавая, возможна потеря важнейших данных о деятельности работников. Установление работоспособности интеллектуальной системы в таких условиях будет оцениваться с учетом показателей работы метода распознавания речи, а также с учетом требований по времени распознавания речи.

В системах АРР основным показателем качества распознавания речи является показатель частоты ошибок в словах Word error rate (WER). Метод базируется на расстоянии Левенштейна и позволяет измерить по модулю разность между двумя последовательностями символов. Вычисление ошибок таким образом может быть рассчитано по формуле 3.1:

$$WER = \frac{S+D+I}{N} = \frac{S+D+I}{S+D+C} \quad (3.1)$$

«где S – число операций ручной замены; D – число операций удаления; I – число вставок; N – количество слов в распознаваемой фразе ($N=S+D+C$), C – количество правильных слов» [62].

«Второй метрикой оценки корректности распознавания является процент корректно распознанных слов Word Correctly Recognized (WCR), который не учитывает ошибочные вставки слов, сделанные системой» [62], он может быть рассчитан по следующей формуле 3.2:

$$WCR = \frac{H}{T} * 100\%, \quad H = N - D - S \quad (3.2)$$

Заключительным показателем станет скорость обработки. «Она вычисляется отношением общего времени обработки, требуемого для анализа всей записанной речи на одном ядре процессора, к длительности исходного анализируемого аудиосигнала» [62].

Апробация, представленная в работе, проводилась с использованием реальных записей служебных переговоров работников железнодорожных станций. Для тестирования были выбраны три станции Московского узла, имеющие разный характер работы. Так апробация проводилась на внеклассной сортировочной станции Люблино-Сортировочное, внеклассной пассажирской станции Москва-Пассажирская-Ярославская, грузовой промежуточной тупиковой станции 3 класса Балашиха.

Анализ работы на станции Балашиха показал, что наиболее частой задачей на станции являлось закрепление подвижного состава. Так для отражения работы программного комплекса на рисунке 3.1 представлена схема выделения паттернов в задаче закрепления подвижного состава, а также примеры апробации автоматического распознавания речи, представленные в таблице 3.1.

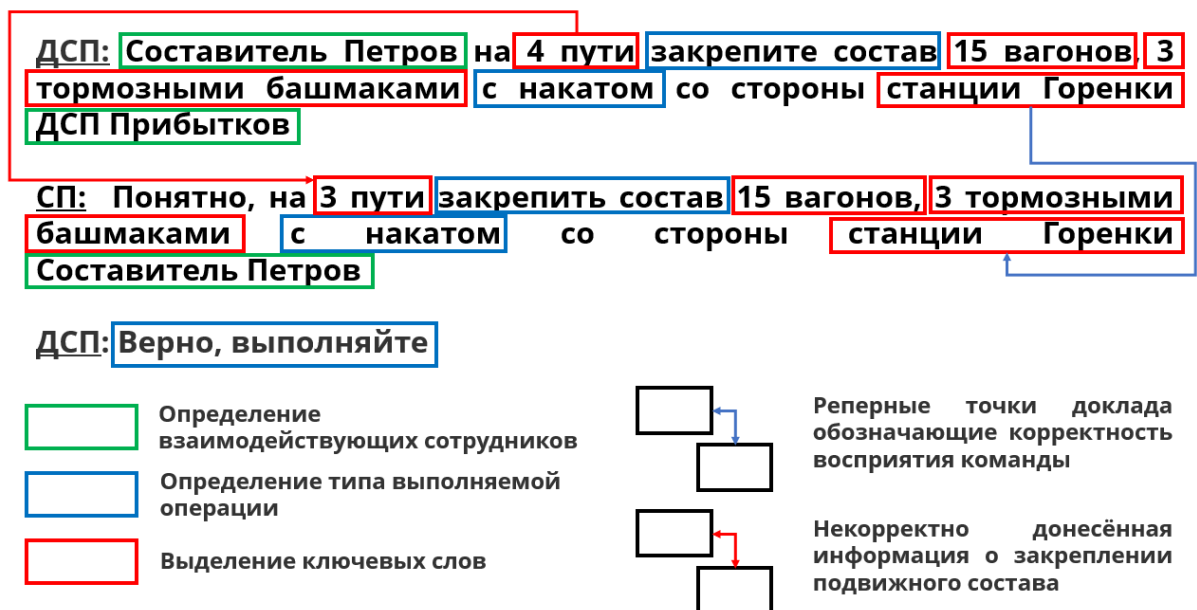


Рисунок 3.1 – Схема выделения паттернов в задаче закрепления железнодорожного подвижного состава и отцепки локомотива

Таблица 3.1 – Результаты апробации работы программного комплекса

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
составитель блохнин на 4 пути закрепите состав 15 вагонов 2 тормозными башмаками с накатом с юга и 1 с севера дсп прибытков понятно на 3 пути закрепить состав 15 вагонов 2 тормозными башмаками с накатом с юга и 1 севера составитель блохнин верно выполняйте	0	0	9,55	Неверно
составитель блохнин на 2 пути закрепить состав 24 вагона 2 тормозными башмаками с накатом с юга и 1 с накатом с севера дсп прибытков понятно на 2 пути закрепить состав 24 вагонов 2 тормозными башмаками с накатом с юга и 1 с накатом с севера составитель блохнин верно выполняйте	0	0	10,23	Верно
составитель блохнин на 1 главном пути закрепите состав 2 вагона 1 тормозным башмаком с юга и 1 с севера дсп прибытков понял дежурный на 1 пути главном закрепить 2 вагона 1 башмаком с юга 1 с севера с накатом составитель блохнин верно выполняйте	0	0	9,47	Неверно
составитель блохнин на 4 пути вагонов закрепите 2 башмаками с юга и 1 с севера с накатом дсп прибытков на 4 пути закрепить 14 вагонов 2 тормозными башмаками с накатом с юга и 1 с север составитель блохнин верно выполняйте	1	0	9,33	Неверно

Продолжение таблицы 3.1

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
составитель леонтьев на 7 пути закрепите состав 3 вагона 1 тормозным башмаком с юга 1 с севера с накатом дсп прибытков ясно дежурный на 7 пути состав 3 вагона закрепить 1 с юга 1 с севера с накатом составитель леонтьев верно выполняйте	0	0	9,87	Верно
составитель леонтьев на 3 пути закрепите состав 16 вагонов 2 башмаками с юга и 1 с севера с накатом дсп прибыток ясно дежурный на 3 пути состав 16 вагонов 2 с юга 1 с севера с накатом составитель леонтьев верно	0	1	9,79	Верно
составитель леонтьев на 3 пути закрепите 15 вагонов на 2 башмака с юга и 1 с севера с накатом дсп прибытков дежурный на 3 пути 15 вагонов закрепить на 2 башмака с юга 2 и 1 с севера с накатом составитель леонтьев верно выполняйте	0	0	9,41	Верно
составитель леонтьев на 2 пути закрепите 20 вагонов на 2 тормозных башмака с юга и 2 башмака с севера с накатом дсп прибытков дежурный на 2 пути необходимо закрепить 20 вагонов на 2 башмака с накатом с юга и 2 с севера составитель поездов леонтьев верно выполняйте	0	0	10,06	Верно

Продолжение таблицы 3.1

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
составитель фоминов на 3 пути закрепите 14 вагонов 1 тормозным башмаком с юга и 1 с севера с накатом дсп прибытков дежурный на 3 пути 14 вагонов закрепить 1 с юга 1 с севера с накатом составитель поездов фоминов выполняйте	0	0	9,29	Верно
составитель фоминов на 4 пути закрепите 7 вагонов с накатом 1 башмаком с юга и 1 с севера дсп прибытков понял дежурный на 7 пути 1 с юга 1 с севера с накатом составитель фоминов верно фоминов выполняйте	0	0	9,44	Верно
составитель фоминов на 6 пути закрепите 2 вагона 1 башмагом с юга 1 с севера дсп прибытков понятно дежурный 6 путь 2 вагона 1 с юга 1 с севера составитель фоминов верно выполняйте	0	0	9,02	Неверно
составитель фоминов на 4 пути закрепите 9 вагонов с накатом 1 с севера 1 с юга дсп прибытков понял дежурный на 4 пути закрепить с накатом 9 вагонов с юга и севера по 1 башмаку составитель фоминов верно выполняйте	0	0	8,89	Верно

Продолжение таблицы 3.1

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
составитель фоминов на 2 буди закрепляем 16 вагонов с накатом на 2 тормозных башмака 1 с юга 1 с севера дсп прибытков дежурный на 2 16 вагонов 1 с юга 1 с севера фоминов верно	2	1	9,76	Верно
составитель мешалкин на 7 пути закрепим 6 вагонов на 1 с юга 1 с севера с накатом дсп прибытков понял дежурный на 7 пути 6 вагонов закрепляем на башмаки 1 с юга 1 с севера с накатом составитель мешалкин верно	0	0	10,23	Верно
составитель мешалкин на 4 пути закрепите 4 вагона на 1 тормозной башмак с юга и 1 с севера с накатом дсп прибытков понял дежурный а 4 пути закрепить 4 вагона 1 с юга 1 севера с накатом составитель мешалкин верно выполняйте	0	1	9,31	Верно
составитель мешалкин на 2 пути 18 вагонов закрепим на 2 башмака с юга 1 с севера с накатом дсп прибытков понял дежурный на 2 пути 18 вагонов закрепить на 2 башмака с юга и 1 с юга с накатом составитель поездов мешалкин верно	0	0	10,12	Верно
составитель мешалкин на 3 пути 20 вагонов закрепите на 2 тормозных башмака с юга и 2 с севера с накатом дсп прибытков дежурный на 3 пути надо закрепить 20 вагонов на 2 башмака с юга и 2 башмака с севера с накатом составитель мешалкин верно составитель выполняйте	0	0	10,62	Верно

По результатам апробации программного комплекса на станции Балашиха составлена таблица 3.2 демонстрирующая эффективность работы программного комплекса на уровне 87,3%.

Таблица 3.2 – Результаты работы программного комплекса на станции Балашиха

	WER	WCR, %	Время распознавания от длины аудиофайла, %	Ошибочные протоколы, %
Маневровая работа	5	79	34	4
Закрепление ПС	3	85	52	14
Поездная работа	8	76	48	20

Апробация программного комплекса на станции Москва-Пассажирская-Ярославская в основном было связано с маневровыми передвижениями. Для отражения работы комплекса составлена схема выделения паттернов, представленная на рисунке 3.2, а результаты апробации в таблице 3.3.

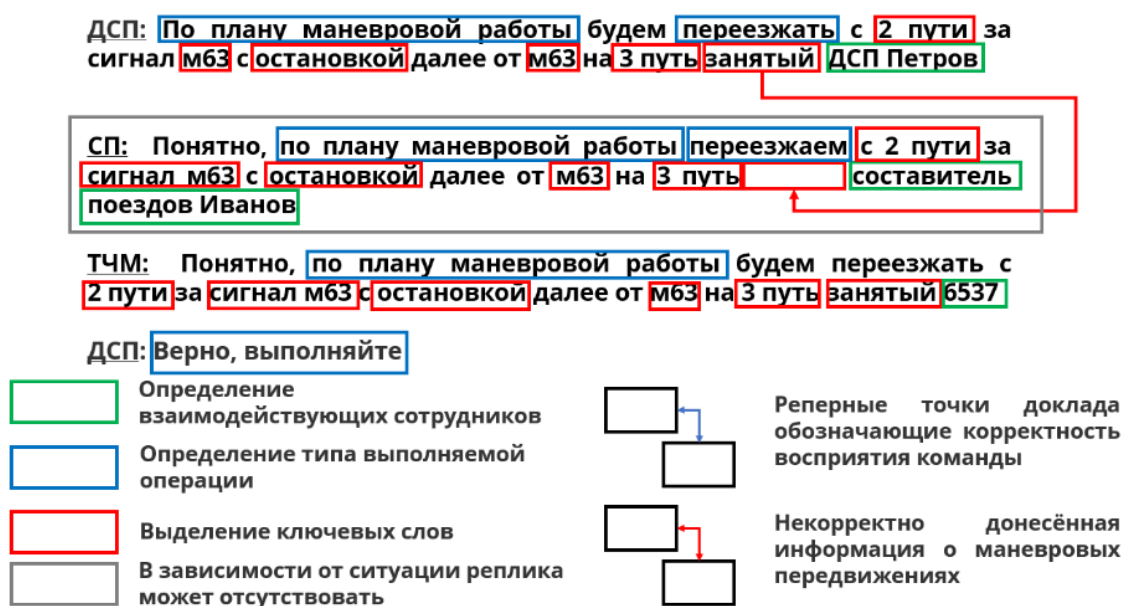


Рисунок 3.2 - Схема выделения паттернов в задаче переезда с пути на путь

Таблица 3.3 - Результаты апробации работы программного комплекса

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
6536 по плану маневровой работы будем переезжать с 44 за м 271 с остановкой от 63 на 41 занятый дсп плахов по плану маневровой работы за м 271 с остановкой на 44 занятый 6536 верно выполняйте	0	0	11,22	Неверно
6536 по плану работы с 49 будем проезжать на 48 а занятый дсп плахов по плану маневровой работы будем переезжать с 49 на 48 а занятый 6536 верно выполняйте	0	0	12,34	Верно
6509 план маневровой работы с 23а будем проезжать на 24 занятый дсп плахов по плану работы переезжаем с 23 на 24 занятый 6509 верно выполняйте	0	0	10,74	Верно
6234 план маневровой работы от м229 за м226 с остановкой от м226 по 46 свободному дсп плахов понятно от м229 до м226 с остановкой от м226 по 46 свободному 6234	0	0	8,34	Верно
составитель марчук 6509 план работы с 41 будем за м270 остановка от м270 на 44 занятый дсп плахов по плану работы с 41 пути за м270 остановка от м270 на 41 с остановкой составитель марчук по плану с 41 за м270 остановка от м270 на 41 остановка 6509 верно выполняйте	0	0	15,07	Верно

Продолжение таблицы 3.3

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
составитель капчук 6509 по плану работы переезжаем с 11 пути за м259 с остановкой от м259 на 6 занятый дсп кугина понял дежурном по плану работы с 11 за м217 с остановкой от м259 на 11 занятый составитель марчук с 11 за м259 с остановкой от м259 на 11 6509 верно выполняйте	2	1	19,42	Неверно
6536 по плану маневровой работы с 25 выезжаем за сигнал м242 с остановкой далее от м242 на 24 путь свободный дсп николаев понял дежурный по плану работы с 25 выезжаем за м242 там остановка далее на 24 свободный 6536 верно выполняйте	0	0	13,14	Верно
6526 по рангу маневровой работы с 16 пути будем выезжать за сигнал м13 далее переедем на 10 путь свободном дсп николаев понял по плану маневровой работы с 16 пути за м13 и на 10 свободный 6526 верно выполняйте	1	1	16,86	Верно
составитель марчук 6526 по плану маневровой работы будете переезжать на на а с 48а пути за сигнал м227 с остановкой дальше на а 46 занятый дсп куклина понял дежурная с 48а будем переезжать за м227 с остановкой далее на 46 занятый составитель поездов сапунов дежурный с 48а за м227 остановка потом на 46 занятый верно выполняйте	0	0	10,91	Неверно

Продолжение таблицы 3.3

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
6555 составитель петросян по плану маневровой работы будем переезжать с 48 пути за сигнал м226 с остановкой от м226 на 46 занятый дсп плахов ясно с 48 пути за сигнал м228 с остановка далее от м226 на 46 понятый составитель петросян с 48 пути за м226 остановка от м226 на 46 занятый 6526 верном выполняйте	3	2	16,80	Неверно
6509 по плану работы будем переезжать с 49 пути за сигнал м20 с остановкой далее на 52 занятый дсп плахов понятно дежурный с 49 за сигнал м204 остановок на 52 занятый 6509 верно выполняйте	1	1	14,18	Неверно
составитель иовлев 6536 по плану маневровой работы выезжайте с 41 пути за сигнал м270 далее от сигнала м270 за сигнал м277 с постановкой от м277 на 10 свободный дсп габитов понял дежурный с 41 пути за м270 от м270 за сигнал м277 с остановкой и от м277 на 10 свободный составитель иовлев с 41 за м270 от м270 за м277 с остановкой и на 10 свободный 6536 верно выполняйте	1	0	19,19	Верно
6506 по плану работы с 55 пути переезжайте за сигнал м256 с остановкой от м256 на 56 свободный дсп габитов понял дежурный с 55 за сигнал м256 остановка от м256 на 56 свободный 6506 верно выполняйте	0	0	16,00	Верно

Продолжение таблицы 3.3

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
6536 составитель иовлев по плану маневровой работы с 53 пути будем переезжать за сигнал м244 с остановкой далее от м24 за сигнал м26 с остановкой и на 26 путь занятый дсп габитов дежурный по плану маневровой работы с 53 пути едем за сигнал м244 с остановкой от м2 за м236 остановка и от м236 на 26 занятый понял дежурный с 53 пути за м244 остановка от м244 за м236 остановка от м236 на 5 занятый 6536 верно выполняйте	4	0	20,10	Неверно
6509 по плану работы будем разъезжать с 52 пути за сигнал м204 с остановкой далее на 57 путь свободном дсп прямоков понял дежурный с 52 пути за м204 остановка и едем на 57 свободный 6509 верно выполняйте	1	1	15,83	Верно
65 пока по плану маневровой работ будем переезжать с пути 21 за сигнал м2 там остановка дсп габитов понял дежурный с 21 пути за сигнал м1 там остановка верно выполняйте	3	1	14,27	Неверно
6526 по плану маневровой работы от сигнала м231 будем переезжать за сигнал м242 с остановкой и на 26 путь свободном дсп габитов понял дежурный от сигнала м231 до м242 с остановкой на 26 путь свободный 6526 верно выполняйте	0	1	14,29	Верно

По результатам апробации программного комплекса на станции Москва-Пассажирская-Ярославская составлена таблица 3.4 демонстрирующая эффективность работы программного комплекса на уровне 67,3%.

Таблица 3.4 – Результаты работы программного комплекса на станции Москва-Пассажирская-Ярославская

	WER	WCR, %	Время распознавания от длины аудиофайла, %	Ошибочные протоколы, %
Маневровая работа	16	60	37	31
Закрепление ПС	9	89	55	28
Поездная работа	12	73	47	39

Апробация программного комплекса на станции Люблино-Сортировочное в основном была связана с надвигом состава поезда на сортировочную горку. Для отражения работы комплекса составлена схема выделения паттернов, представленная на рисунке 3.3, а результаты апробации в таблице 3.5.

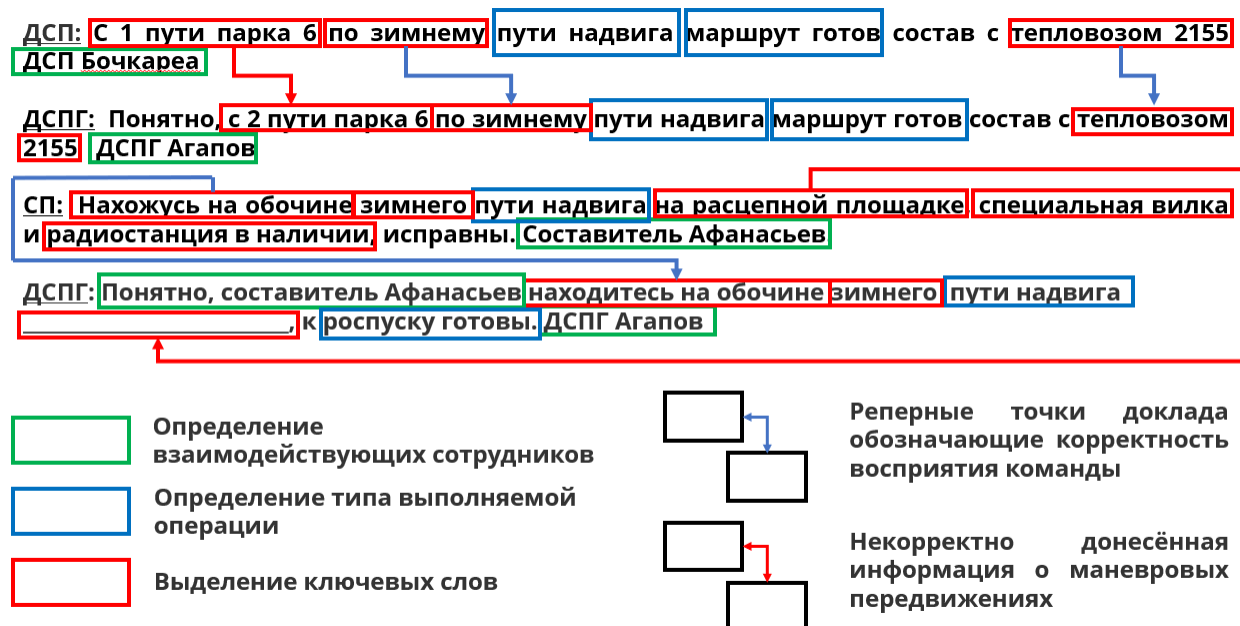


Рисунок 3.3 - Схема выделения паттернов в задаче

Таблица 3.5 - Результаты апробации работы программного комплекса

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
с 8 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2544 дсп бочкарева понятно, с 8 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2544 дспг агапов нахожусь на обочине зимнего пути надвига на расцепной площадке специальная вилка и радиостанция в наличии и исправны составитель афанасьев понятно составитель афанасьев находитесь на обочине зимнего пути надвига на расцепной площадке к роспуску готовы дспг агапов	0	0	26,47	Верно
с 5 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав 2613 дсп бочкарева понятно, с 5 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2613 дспг агапов нахожусь на обочине зимнего пути надвига на расцепной площадке специальная вилка и радиостанция в наличии и исправны составитель афанасьев понятно составитель афанасьев находитесь на обочине зимнего пути надвига к роспуск готовы дспг агапов	2	1	27,60	Неверно

Продолжение таблицы 3.5

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
с 4 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2544 дсп бочкарева понятно, с 4 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2544 дспг агапов нахожусь на обочине зимнего пути надвига на расцепной площадке специальная вилка и радиостанция в наличии и исправны составитель афанасьев понятно составитель афанасьев находитесь на обочине зимнего пути надвига на расцепной площадке к роспуску готовы дспг агапов	0	0	26,12	Верно
с 3 пути парка 6 по летнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2433 дсп игнатов понятно, с 3 пути парка 6 по летнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2433 дспг кириллов нахожусь на обочине летнего пути надвига на расцепной площадке вилка и рация в наличии исправны составитель шевченко понятно составитель шевченко находитесь на обочине летнего пути надвига на расцепной площадке к роспуску готовы дспг кириллов	0	0	25,51	Верно

Продолжение таблицы 3.5

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
с 3 пути парка 6 по летнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2217 дсп игнатова понятно, с пути парка 6 по летнему пути надвига готов состав с тепловозом 2212 дспг кужахметова нахожусь на обочине летнего пути надвига на расцепной площадке вилка и рация при себе составитель свиридов понятно составитель свиридов на обочине летнего пути надвига на расцепной площадке к роспуску готовы дспг кужахметова	3	4	29,11	Неверно
с 2 пути парка 6 по летнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2544 дсп игнатова понятно, с __ пути парка 6 по лето пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2544 дспг кужахметова нахожусь на обочине лето пути надвига на расцеп площадке вилка и радио исправны составитель свиридов понятно составитель свиридов находитесь на обочине летнего пути надвига на расцепной площадке к роспуску готовы дспг кужахметова	1	4	25,41	Неверно

Продолжение таблицы 3.5

Реплика	Число ошибок в распознавании	Ошибок в распознавании окончаний	Время распознавания, секунды	Результат протокола
с 3 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2611 дсп павлов понятно, с 3 пути парка 6 по зимнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 2611 дспг шашков на обочине зимнего пути надвига на расцепной площадке вилка и рация в наличии работают составитель сысоев понятно составитель сысоев находитесь на обочине зимнего пути надвига на площадке к роспуску готовы дспг шашков	0	1	28,31	Верно
с 1 пути парка 6 по летнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 6303 дсп бочкарева понятно, с 1 пути парковка 6 по летнему пути надвига маршрут готов состав с тепловозом 6303 дспг пелипчак нахожусь на обочине летнего пути надвига на площадке вилка и рация при мне составитель борисов понятно составитель борисов находитесь на обочине летнего пути надвига на площадке к роспуску готов дспг пелипчак	1	2	28,54	Верно

По результатам апробации программного комплекса на станции Люблино-Сортировочное составлена таблица 3.6, демонстрирующая эффективность работы программного комплекса на уровне 73,3 %

Таблица 3.6 – Результаты работы программного комплекса на станции Люблино-Сортировочное

	WER	WCR, %	Время распознавания от длины аудиофайла, %	Ошибочные протоколы, %
Маневровая работа	9	73	73	27
Закрепление ПС	5	91	34	19
Поездная работа	14	61	49	34

3.1 Рекомендации по внедрению структурной модели цифровой системы

Полученные результаты демонстрируют различные уровни работоспособности интеллектуальной системы на станциях. Такой результат зависит от двух факторов: территориального расположения станций и уровня шумового загрязнения эфира. Объединяет эти два фактора одна общая проблема — использование аналоговых радиостанций.

Работники железнодорожных станций для осуществления служебных переговоров используют два вида радиостанций по виду размещения — стационарные (устанавливают на локомотивах и постах управления) и портативные (переносные радиостанции, выдаваемые оперативным работникам станции). По виду связи радиостанции аналоговые и цифровые, главной отличительной особенностью которых является метод передачи информации.

Работа по внедрению цифровых радиостанций на сети железных дорог РФ началась с 2010 года.

Для использования в РЖД был выбран стандарт DMR с модуляцией 4 FSK. Этот стандарт регулируется документами ETSI, ГОСТ и другими соответствующими документами, а также ведомственными документами «Правила применения оборудования подсистем базовых станций сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR», «Правила применения абонентских радиостанций с цифровой модуляцией сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR» [63,64].

«Использование цифровой радиосвязи обусловлено рядом существенных преимуществ: время работы цифровой мобильной станции в среднем на 25-35% дольше, чем от аналогичной аккумуляторной батареи аналоговых средств; большая совместимость с аналоговым оборудованием; экономное распределение частотного спектра; обеспечение двух независимых каналов связи на одной частоте; более высокая разборчивость речи в зоне покрытия системы цифровой связи; более надёжный уровень связи; использование различной разрядности шифрования отсылаемой акустической информации; возможность осуществления персональных вызовов» [65].

«Технология организации аналоговой радиосвязи имеет существенные недостатки: информационная перегрузка каналов радиосвязи и персонала из-за наличия группового канала, функционирующего по принципу «один говорит – остальные слушают»; отсутствие избирательного вызова и возможности автоматической идентификации вызывающего или говорящего абонента; недостаточно высокое качество радиосвязи из-за высокого уровня электромагнитных помех; невозможность реализации режимов передачи данных; невозможность организации непрерывных каналов связи с мобильными объектами (режим Хэндовера); низкий уровень информационной безопасности» [66].

При всех вышеописанных положительных качествах цифровой связи на данный момент её использование осуществляется лишь на скоростных линиях. Аналоговые радиостанции имеют наибольшее распространение и, в том числе, использовались на всех станциях, где проводилась апробация.

Таким образом, обеспечение работоспособности интеллектуальной системы с использованием аналоговой радиосвязи невозможно по ряду причин:

- Ограничения скорости передачи данных не позволяют проводить полноценный анализ регламента служебных переговоров;
- Малый диапазон (порядка 1 км) действия связи не позволяет осуществлять контроль за работой на путях необщего пользования;
- В случае отсутствия мер шифрования или применения других методов защиты данных возможны ситуации, где злоумышленники могут осуществить незаконное вмешательство в передаваемую информацию;
- Размещение станций в одной радиозоне может привести к возникновению нестандартных ситуаций.

В качестве мероприятий по повышению безопасности движения, работоспособности интеллектуальной системы, а также в рамках ухода с Российского рынка продукции компании Motorola, на станциях предлагается использование цифровых радиостанций. Для сравнительного анализа взяты цифровые комплексы радиосвязи, применяемые правоохрнительными ведомствами, исключительно отечественного производства, характеристики представлены в таблице 3.7 [67].

Таблица 3.7 – Технические характеристики носимых радиостанций

Модели Радиостанций	Motorola DP2400	Эрика 360	Эрика 360.01	Аргут А- 73	АСТРА DP U2
Диапазон частот, МГц	136-174	136-174, 400-470	136-174, 400-470	446-446,1	400-470

Продолжение таблицы 3.7

Модели Радиостанций	Motorola DP2400	Эрика 360	Эрика 360.01	Аргут А- 73	АСТРА DP U2
Количество каналов	16	32/1024	32	256	32
Мощность передатчика, Вт	5	5 (VHF), 4 (UHF)	5 (VHF), 4 (UHF)	5	1-5
Чувствительность приемника, мкВ	0,16	<0,3	<0,3	0,3	<0,3
Время работы	Не менее 9,5 часов	Не менее 13 часов	Не менее 11 часов	Не менее 11 часов	Не менее 10 часов
Масса, грамм	350	360	290	250	250

Таким образом, для обеспечения наилучшей работоспособности интеллектуальной системы предлагается использование цифровых радиостанций Аргут А-73. Данный тип радиостанций имеет наилучшие технические характеристики согласно сравнительному анализу, а также возможность работы в аналоговом и цифровом режиме. Также важной функцией является возможность активации голосом, что существенно может повлиять на безопасность маневровых передвижений в части работы составителей поездов. Так, внедрение позволит использовать их в различных сценариях на разных уровнях совместимости и положительно повлиять на безопасность при производстве работ.

3.2 Критерии оценки ведения регламента служебных переговоров на линейных предприятиях железнодорожного транспорта

Работа железнодорожных станций во многом зависит от оперативности и точности взаимодействия сотрудников в процессе выполнения ежедневных задач. Радиопереговоры занимают ключевое место в этом процессе, так как обеспечивают координацию действий между различными подразделениями и

работниками. Однако сложность и интенсивность радиообмена могут привести к ошибкам и нарушению регламентов, что повлияет на безопасность и качество работы станции.

В рамках предыдущих исследований была разработана интеллектуальная система, позволяющая в автоматическом режиме анализировать радиопереговоры сотрудников железнодорожных станций. Этот инструмент выявляет нарушения регламента радиообмена, что позволяет осуществлять мониторинг и оценку работы работников. Однако для обеспечения более полной и объективной оценки необходимо внедрение системы количественных и качественных показателей, которые смогут точно отражать как оперативность, так и качество выполняемой работы.

Цель данной методики заключается в разработке системы показателей, которая позволит объективно оценивать работу работников железнодорожных станций с точки зрения осуществления радиопереговоров.

Разработка методики оценки эффективности радиопереговоров на железнодорожных станциях является важной задачей для повышения безопасности и совершенствования работы транспортных систем. Радиопереговоры занимают ключевое место в координации действий персонала, обеспечивая оперативную связь и предотвращение аварийных ситуаций. Однако качество и количество радиообмена напрямую влияют на эффективность работы станции и безопасность перевозок. В данной методике используются количественные и качественные критерии, позволяющие оценить не только объем и интенсивность радиообмена, но и выявить корреляцию между частотой коммуникаций и количеством ошибок или нарушений.

Критерии, такие как общее время радиообмена, количество нарушений, количество происшествий и средняя длительность команд, определены из разработанной ранее интеллектуальной системы. Эта система автоматически собирает данные с радиостанций и анализирует их, предоставляя точные

измерения по каждому из ключевых параметров. Например, система фиксирует и суммирует общее время всех радиопередач за определённый период, отслеживает количество сообщений, содержащих ошибки или нарушения, а также вычисляет среднюю длительность каждой команды. Эти данные являются основой для дальнейшего анализа радиообмена и его влияния на безопасность и оперативность работы железнодорожной станции.

1. Общее время радиообмена:
 - На станции: $T_{\text{общ}}$;
 - По подразделению: $T_{\text{подразд}}$;
 - Конкретного работника: $T_{\text{сотруд}}$.
2. Количество нарушений регламента переговоров:
 - На станции: $N_{\text{общ}}$;
 - По подразделению: $N_{\text{подразд}}$;
 - Конкретного работника: $N_{\text{сотруд}}$.
3. Количество транспортных происшествий:
 - На станции: $P_{\text{общ}}$;
 - По подразделению: $P_{\text{подразд}}$.
4. Количество команд:
 - На станции: $M_{\text{общ}}$;
 - По подразделению: $M_{\text{подразд}}$;
 - Конкретного работника: $M_{\text{сотруд}}$.
5. Средняя длительность команды:
 - На станции: $D_{\text{общ}}$;
 - По подразделению: $D_{\text{подразд}}$;
 - Конкретного работника: $D_{\text{сотруд}}$.

Критерии будут выведены на основе количественных данных, собранных с помощью интеллектуальной системы. Эти критерии, такие как ёмкость радиообмена, частота ошибок и влияние интенсивности радиообмена на количество ошибок, рассчитываются путем анализа и интерпретации

количественных показателей для более глубокого понимания характера и эффективности радиообмена, выявляя скрытые закономерности и тенденции, которые не очевидны при простом анализе количественных данных.

Так, ёмкость радиообмена на станции является важным показателем, который предоставляет информацию о загрузке, эффективности и характере работы станции. Вычисление интенсивности на станции, подразделении или для конкретного сотрудника будет определяться как отношение числа команд к времени радиообмена (3.3):

$$I_{\text{ир}} = \frac{M}{T} \quad (3.3)$$

Частота ошибок позволит выявлять руководству и аналитикам текущую ситуацию, а также проблемные зоны и принять обоснованные решения для повышения качества работы, а её оценка будет определена как отношение числа нарушений к числу радиопередач (3.4):

$$F_{\text{чо}} = \frac{N}{M} \quad (3.4)$$

Зависимость влияния радиообмена на количество ошибок позволит оценить увеличение общего числа радиообмена на ситуацию с нарушениями, что позволит в дальнейшем при накоплении значительного опыта прогнозировать, например, каким образом скажется увеличение объемов работ, а соответственно и переговоров на безопасность на станции (3.5):

$$E_{PO} = \frac{N}{T} \quad (3.5)$$

Оценка интенсивности радиообмена необходима для понимания уровня коммуникации между работниками подразделения. Это позволяет определить насколько эффективно осуществляется обмен информацией в процессе работы (3.6).

$$I_{IP} = \frac{N}{T_{ap}} \quad (3.6)$$

где T_{ap} – продолжительность анализируемого периода, ч.

Измерение частоты ошибок на одного работника помогает выявлять уровень квалификации и профессионализма сотрудников, а также качество системы обучения и поддержки (3.7).

$$B = \frac{N}{U_{яв}} \quad (3.7)$$

где $U_{яв}$ – явочная численность сотрудников станции, подразделения

Важной составляющей анализа является сравнение показателей работы в динамике для составления выводов о трендах в работе транспортного комплекса, оценки эффективности изменений, планировании, анализе аномалий и прогнозировании.

Так, динамика интенсивности радиообмена помогает понять, как меняется объем радиопереговоров с течением времени. Это позволяет выявить изменения в рабочем процессе, которые могут быть вызваны изменениями в

объеме работы, техническими улучшениями или изменениями в организационной структуре. Под динамикой интенсивности подразумевается изменение интенсивности радиообмена во времени. Это изменение можно описать следующим образом (3.8):

$$\frac{\Delta I_{\text{ИР}}(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta M(t)}{\Delta T_{\text{общ}}(t)} \quad (3.8)$$

Динамика частоты ошибок позволяет отслеживать как изменяется частота нарушений регламента в зависимости от времени. Это может помочь определить качество коммуникаций, а также выявить как различные меры и изменения влияют на уровень ошибок. Динамика частоты ошибок может быть определена как изменение частоты ошибок за определённый промежуток времени. Это можно описать следующим образом (3.9):

$$\frac{\Delta F_{\text{ЧО}}(t)}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta N(t)}{\Delta M(t)}}{\Delta t} \quad (3.9)$$

где: $\Delta F_{\text{ЧО}}(t)$ – изменение частоты ошибок за период времени Δt ;

$\Delta N(t)$ – изменение количества нарушений за период времени Δt ;

$\Delta M(t)$ – изменение количества команд за период времени Δt ;

Δt – промежуток времени, за который рассчитывается динамика.

Динамика частоты ошибок в данной методике является определяющим фактором, который в перспективе может отражать качество работы станции в части ведения регламента служебных переговоров.

Разработанные критерии оценки работы железнодорожной станции в части ведения радиообмена могут быть описаны одной общей моделью, демонстрирующей влияние каждого фактора в отдельности и совокупность их воздействия на моделируемый показатель, а именно частоту ошибок. Для

описания влияющих факторов на частоту ошибок предлагается использовать метод множественной линейной регрессии (формула 3.10).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_i X_i + \varepsilon_i \quad (3.10)$$

где: β_0 — свободный член (константа);

$\beta_1, \beta_2, \beta_i$ — коэффициенты регрессии для соответствующих независимых переменных;

X_1, X_2, X_i — объясняющие переменные;

ε_i - случайный член (ошибка регрессии);

Y — зависимая переменная.

Формирование выборки будет включать в себя следующий набор вводных данных:

$N_{\text{общ}}(Y)$ — количество нарушений регламента переговоров (от 0 до 10);

$M_{\text{общ}}(X_1)$ — число передаваемых радиокоманд (от 500 до 2000);

$T_{\text{общ}}(X_2)$ — общее время радиообмена (от 5 до 10 часов);

$P_{\text{общ}}(X_3)$ — количество транспортных происшествий (от 0 до 5).

Основной целью множественной регрессии является оценка коэффициентов β так, чтобы минимизировать ошибку предсказания. Наиболее распространенный метод для этого — метод наименьших квадратов.

Для реализации данного метода необходимо в первую очередь создать матрицу, содержащую значения независимых переменных (факторов), которые используются для предсказания целевой переменной. Включает столбцы с данными по каждой переменной и столбец единиц для учета константы.

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 521 & 1 \\ 1 & 3 & 603 & 2 \\ 1 & 4 & 712 & 2 \\ 1 & 5 & 824 & 3 \\ 1 & 2 & 937 & 1 \\ 1 & 3 & 1051 & 4 \\ 1 & 4 & 1165 & 3 \\ 1 & 5 & 1272 & 4 \\ 1 & 2 & 1383 & 2 \\ 1 & 3 & 1496 & 1 \\ 1 & 4 & 1610 & 3 \\ 1 & 5 & 1724 & 2 \\ 1 & 2 & 1835 & 4 \\ 1 & 3 & 1942 & 3 \end{pmatrix}$$

А также вектор Y , содержащий значения целевой переменной (то, что мы хотим предсказать), основанные на данных независимых переменных. Эти данные позволяют вычислить коэффициенты модели, которые показывают как независимые переменные влияют на целевую переменную.

$$Y = \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \\ 6 \\ 10 \\ 8 \\ 11 \\ 9 \\ 12 \\ 6 \\ 8 \\ 9 \\ 13 \\ 7 \\ 11 \end{pmatrix}$$

После подготовки матриц необходимо вычислить транспонированную матрицу X^T и умножить её X с целью определения взаимосвязей между независимыми переменными.

$$X^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 2 & 3 & 4 & 5 & 2 & 3 & 4 & 5 & 2 & 3 \\ 521 & 603 & 712 & 824 & 937 & 1051 & 1165 & 1272 & 1383 & 1496 & 1610 & 1724 & 1835 & 1942 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 1 & 4 & 3 & 4 & 2 & 1 & 3 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

Теперь вычислим $X^T X$:

$$X^T X = \begin{pmatrix} 14 & 42 & 20088 & 42 \\ 42 & 136 & 62256 & 110 \\ 20088 & 62256 & 93591646 & 124902 \\ 42 & 110 & 124902 & 58 \end{pmatrix}$$

Далее необходимо определить вектор умножением X^T на Y , который связывает независимые переменные с зависимой переменной.

$$X^T Y = \begin{pmatrix} \sum Y \\ \sum (X_1 * Y) \\ \sum (X_2 * Y) \\ \sum (X_3 * Y) \end{pmatrix}$$

$$X^T Y = \begin{pmatrix} 122 \\ 402 \\ 150584 \\ 130 \end{pmatrix}$$

Перед нахождением коэффициентов необходимо вычислить обратную матрицу $(X^T X)^{-1}$, которая используется для корректировки влияния независимых переменных на зависимую переменную.

$$(X^T X)^{-1} = \begin{pmatrix} 0,58 & -0,015 & -0,00002 & -0,04 \\ -0,015 & 0,03 & -0,00001 & -0,02 \\ -0,00002 & 0,00001 & 0,0000006 & 0,00002 \\ -0,04 & -0,02 & 0,00002 & 0,09 \end{pmatrix}$$

Для определения коэффициентов регрессии β для соответствующих независимых переменных необходимо произвести умножение $(X^T X)^{-1}$ на $X^T Y$ (формула 3.11).

$$\beta = (X^T X)^{-1} \times X^T Y \quad (3.11)$$

Выполнив вычисления запишем модель полученного регрессионного уравнения (формула 3.12):

$$Y = 2,78 + 0,64X_1 + 0,04X_2 + 0,11X_3 \quad (3.12)$$

По данному уравнению (формула 10) можно дать следующие выводы:

- Число радиокоманд (X_1) оказывает положительное влияние на количество нарушений $\beta_1=0.64$. Это указывает на то, что с увеличением числа радиокоманд количество нарушений также увеличивается. Высокое значение коэффициента демонстрирует значимость данного фактора.
- Общее время радиообмена (X_2) имеет относительно небольшое положительное влияние. Коэффициент $\beta_2=0.04$ показывает слабую зависимость между временем радиообмена и количеством нарушений. Это означает, что влияние общего времени радиообмена на количество нарушений присутствует, но оно невелико.
- Увеличение происшествий (X_3) оказывает положительное влияние на количество нарушений, так как коэффициент $\beta_3=0.11$. Это указывает на то, что при увеличении числа происшествий может наблюдаться рост нарушений, что, вероятно, связано с тем, что в период после происшествий возрастает сложность управления процессами.

Результаты вычисления коэффициентов β могут применяться для качественной оценки работы железнодорожных станций в части ведения радиообмена. Так, для каждого из коэффициентов возможно определить диапазон допустимых значений, который будет указывать на качественные изменения и указывать тем самым на работу железнодорожной станции.

Разработанная методика мониторинга и оценки радиопереговоров на железнодорожных станциях позволяет повысить безопасность и оптимизировать рабочие процессы, выявляя узкие места в коммуникации. Она способствует обучению и развитию персонала, выявляя потребности в повышении квалификации. Методика также улучшает планирование и управление ресурсами, анализируя динамику радиообмена и частоту ошибок. Это помогает в анализе и улучшении регламентов, предсказании и предотвращении происшествий, а также в стратегическом планировании, обеспечивая более эффективное развитие и модернизацию станции.

3.3 Управление транспортным производством на основе разработанных решений

Определив этапы внедрения интеллектуальной системы на производство, стоит перейти к заключительному этапу, описывающему принципиальный алгоритм действий руководящего звена железнодорожной станции в ситуации с нестандартными значениями качественных и количественных показателей.

Стоит отметить, что под нестандартными ситуациями стоит понимать возникновение неестественно высоких показателей. В качестве примера подобной нестандартной ситуации возможно привести уже доказанную в методике оценки качественных и количественных показателей взаимосвязь числа команд и количества нарушений регламента служебных приговоров.

Взаимосвязь этих показателей, продемонстрированная в модели множественной регрессии, оказала наибольшее положительное влияние на частоту ошибок. Так, в стандартной ситуации ведения радиообмена предполагается, что каждая команда сотрудника в среднем вызывает β_1 нарушения. Таким образом, отклонение в графиках числа нарушений возможно описать следующим образом:

- Нормальная ситуация: $M_{\text{общ}}/N_{\text{общ}} = \beta_1$. Это ситуация, когда на каждую команду приходится в среднем β_1 нарушения.
- Допустимая ситуация: $0 \leq M_{\text{общ}}/N_{\text{общ}} < \beta_1$. Любое значение отношения N/C , которое меньше β_1 , считается допустимым и не требует вмешательства. Это может указывать на улучшение качества работы или эффективность принятых мер.
- Нестандартная ситуация (требующая принятия мер): $M_{\text{общ}}/N_{\text{общ}} > \beta_1$. Если отношение $M_{\text{общ}}/N_{\text{общ}}$ превышает β_1 , то это указывает на ситуацию, где количество нарушений на одну команду превышает ожидаемое значение. В этом случае необходимо принять меры для выяснения причин и корректировки ситуации.

Описать данную ситуацию возможно посредством неравенств (формулы 3.13, 3.14, 3.15), которые позволяют указать на графике (рисунок 3.4) моменты существенного прироста нарушений регламента, что потребует от руководства принятия управленческих решений.

$$\frac{N_{n+1} - N_n}{\beta_1} \times N_{n+1} \leq N_{n+1} \quad (3.13)$$

$$\frac{N_{n+1} - N_n}{\beta_2} \times N_{n+1} \leq N_{n+1} \quad (3.14)$$

$$\frac{N_{n+1} - N_n}{\beta_3} \times N_{n+1} \leq N_{n+1} \quad (3.15)$$

где N_n , N_{n+1} – нарушение регламента переговоров работников железнодорожной станции;

β_1 – коэффициент частоты возникновения ошибки на 1 команду;

β_2 – коэффициент частоты возникновения ошибки на 1 час ведения радиообмена;

β_3 – коэффициент частоты возникновения ошибки на 1 транспортное происшествие.

Принятие на данной основе управленческих решений предлагается алгоритмизировать и представить в виде алгоритма аналогичного тем, что используют ДСП при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций.

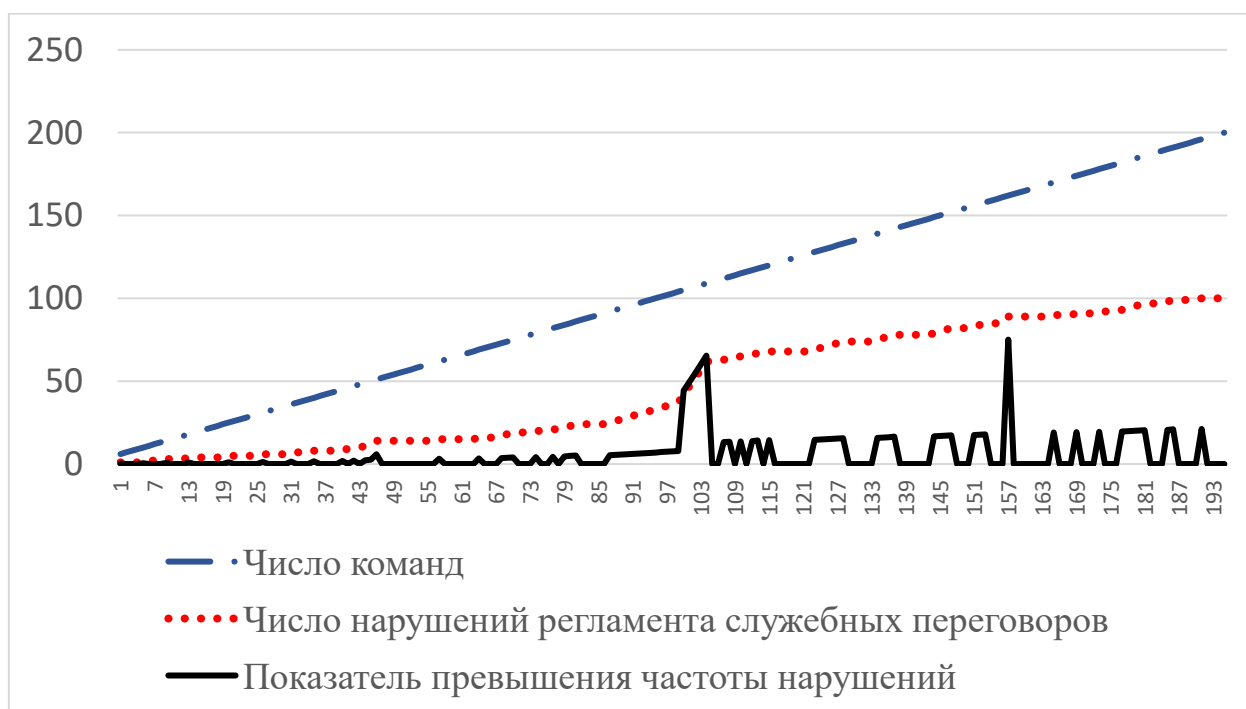


Рисунок 3.4 – Вариант оценки нестандартной ситуации по числу возникающих нарушений регламента служебных переговоров

Алгоритм представляет собой алгоритм принятия решений для предотвращения транспортных происшествий, основанный на анализе

нарушений регламента служебных переговоров. Процесс начинается с выявления аномально высоких показателей нарушений регламента переговоров. В случае возникновения нарушения впервые, информация передается ДСП для дальнейшего анализа причин и разбора ситуации в рабочем порядке с нарушившим регламент работником. В случае же повторных нарушений организуется оперативный вызов сотрудника, но к взаимодействию привлекается начальник станции или же его заместитель по оперативной работе.

После анализируется, связаны ли нарушения с внешними факторами (погодные условия, несанкционированный доступ третьих лиц и т.п.) или ситуациями, представляющими угрозу безопасности движения. Если такие факторы присутствуют, то принимаются меры по переходу к заранее подготовленным процедурам работы в аварийных и нестандартных ситуациях. В случае, если эти предположения не верны, проводится дальнейший анализ, включая рассмотрение вопроса о возможной некомпетентности сотрудника. Если установлено, что нарушения вызваны недостаточной квалификацией работника, предпринимаются меры по направлению его для повышения квалификации (техническая учеба).

Если нарушения угрожают безопасности движения может быть принято решение об остановке производственного процесса для выяснения причин и обстоятельств с возможным привлечением дополнительного персонала для устранения последствий. В случае необходимости командирования дополнительного персонала ДСП получает указания от ДС или ДСЗ об обеспечении явки работников на рабочие места

Если нарушения не связаны с угрозами безопасности движения ДС или ДСЗ составляет отчет, а сотрудник может быть направлен на дополнительное обучение.

Таким образом, алгоритм последовательно охватывает этапы выявления, анализа и устранения нарушений, что помогает предотвратить транспортные

происшествия и повысить безопасность выполнения производственных процессов (рисунок 3.5).

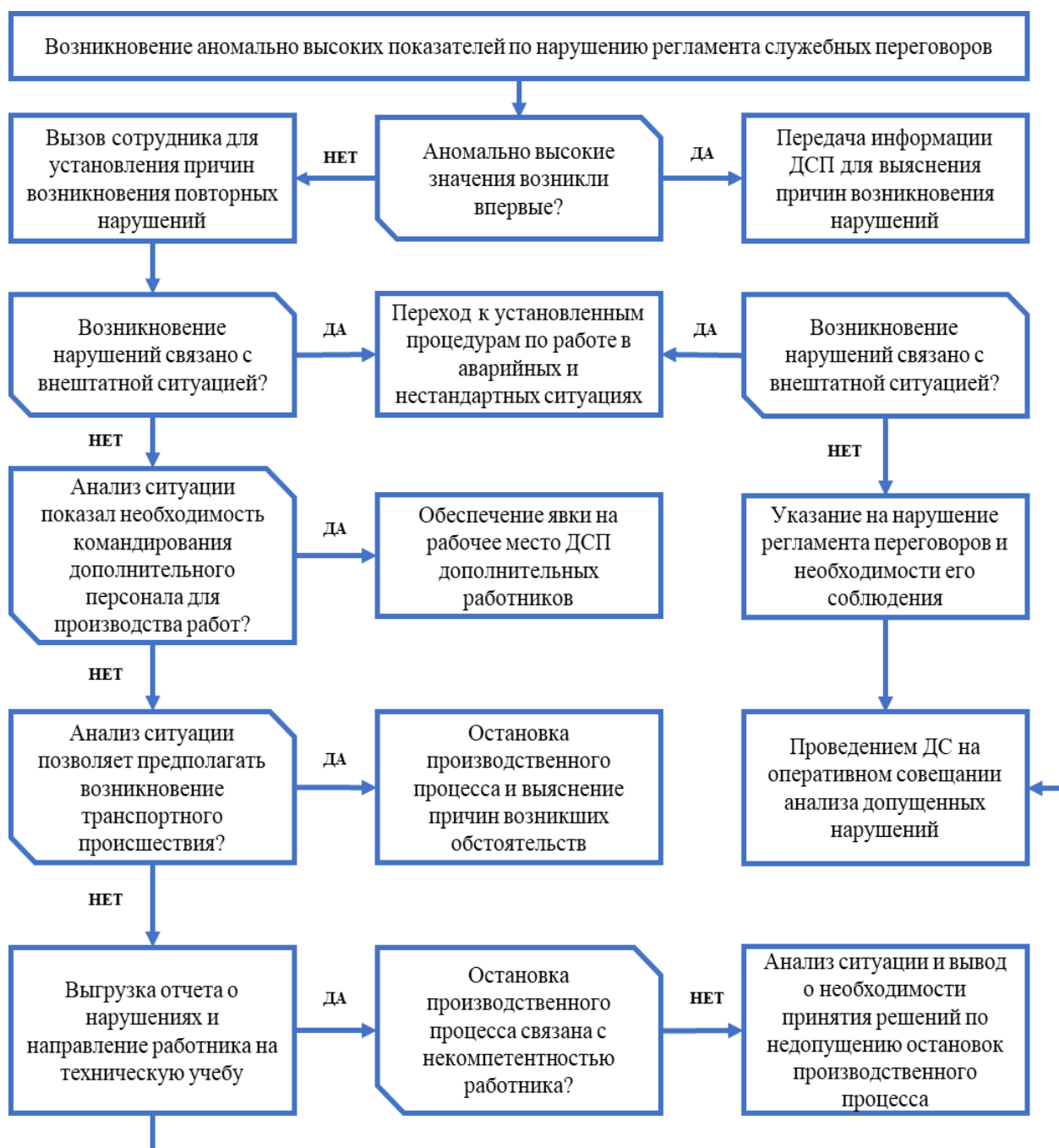


Рисунок 3.5 – Алгоритм принятия решений по предотвращению возникновения транспортных происшествий, основанный на данных о нарушениях регламента служебных переговоров

3.4 Выводы по 3 главе

1. Результаты апробации продемонстрировали эффективность в части распознавания слов на уровне 85%, частоты ошибок на уровне 76,3%, а также скорости распознавания на уровне 0,53. Общий уровень работоспособности интеллектуальной системы составил 76%.

2. Разработана методика оценки ведения служебных переговоров, включающую в себя критерии оценки критерии безопасности ведения служебных переговоров на железнодорожных станциях.

3. Разработан алгоритм принятия управленческих решений в ситуации регистрирования аномально высоких показателей нарушения регламента служебных переговоров.

4. Проведенное аналитическое исследование подтвердило взаимосвязь между снижением эффективности в работе интеллектуальной системы и расположением в радиусе покрытия радиостанций нескольких железнодорожных станций. Также наличие в таких условиях большего числа выявленных фактов несогласованности действий работников и задержек производственных процессов.

5. Повышение качества работы интеллектуальной системы возможно за счет замены аналоговых переносных радиостанций на новое поколение многоканальных цифровых радиостанций.

6. Рекомендуется применение разработанной структурной модели цифровой системы в совокупности с переходом на цифровые радиостанции, так как это позволит предотвратить несанкционированный доступ к радиоэффиру, различного рода вмешательства и воздействия, а также повысить работоспособность разработанной системы.

ГЛАВА 4 ПРОЦЕССНАЯ МОДЕЛЬ ПО КОНТРОЛЮ ЗА ИНФОРМАЦИОННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

4.1 Существующая система контроля и методов предотвращения нарушений регламента служебных переговоров

Работа по контролю за регламентом служебных переговоров работников осуществляется на трех уровнях управления:

- 1 уровень – начальники железнодорожных станций, их заместители, главные инженеры, машинисты-инструкторы (ТЧМИ). На рисунке 4.1 представлена схема по контролю за регламентом на 1 уровне.

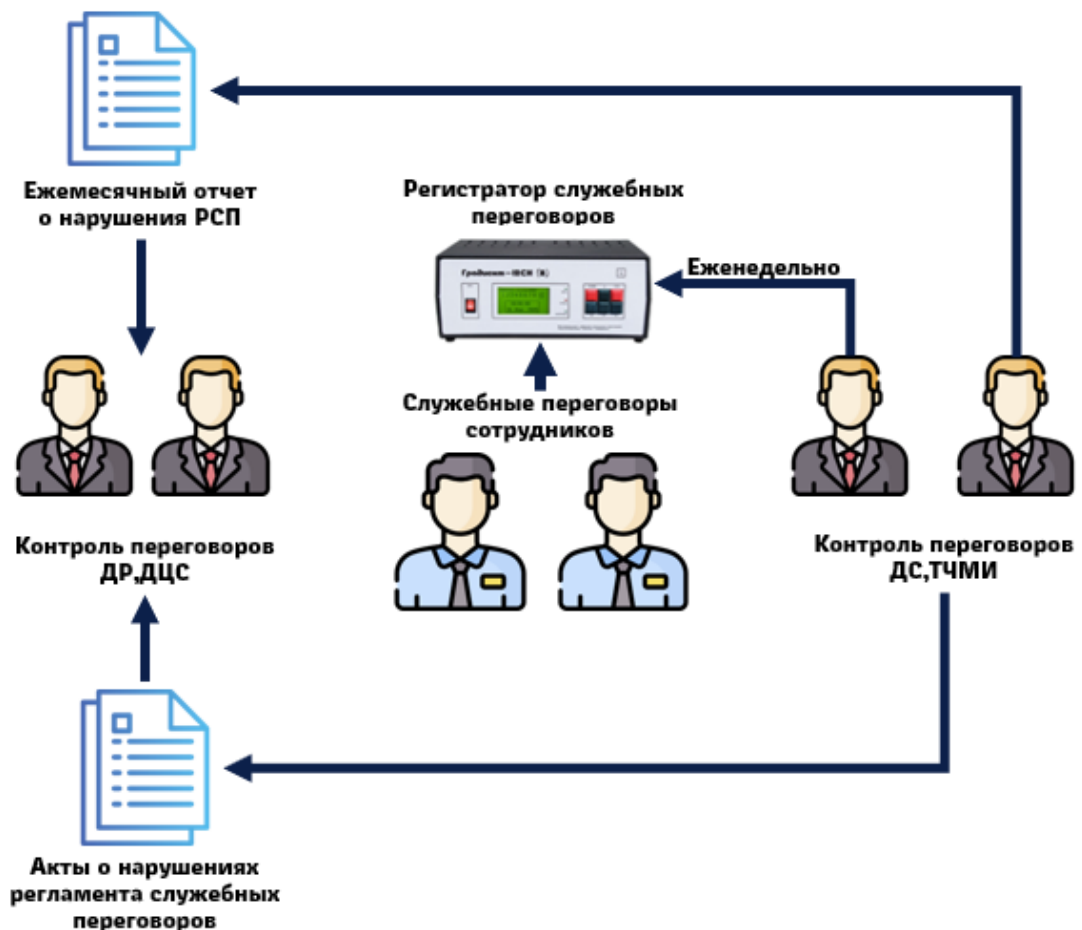


Рисунок 4.1 – Схема по контролю за регламентом служебных переговоров

1 уровня

- 2 уровень – начальники отделов безопасности движения и охраны труда центров организации работы железнодорожных станций (ДЦС), ревизоры движения (ДНЧ), начальники ДЦС и их заместитель. На рисунке 4.2 представлена схема по контролю 2 уровня.

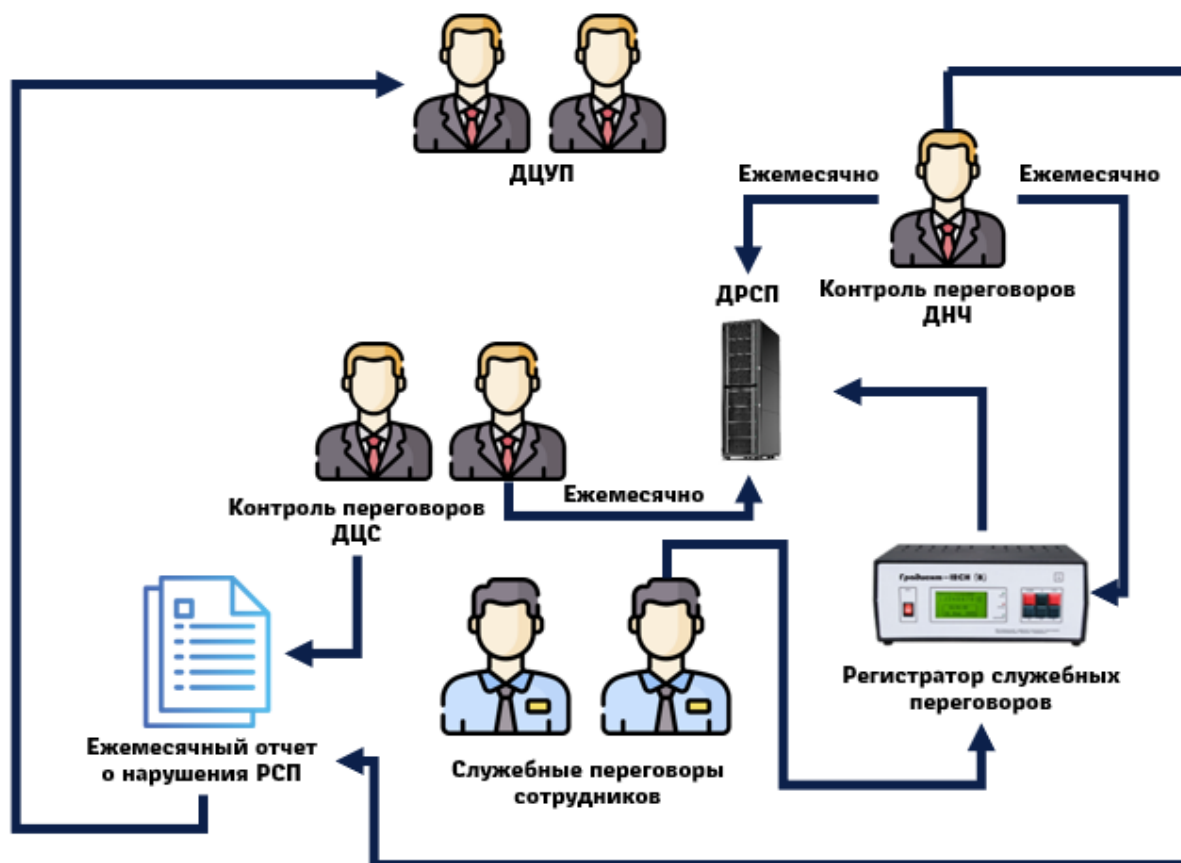


Рисунок 4.2 – Схема по контролю за регламентом служебных переговоров
2 уровня

- 3 уровень – старшие ревизоры службы перевозок (ДР), руководители дирекции, диспетчерские центры управления перевозками (ДЦУП). На рисунке 4.3 представлена схема по контролю 3 уровня.

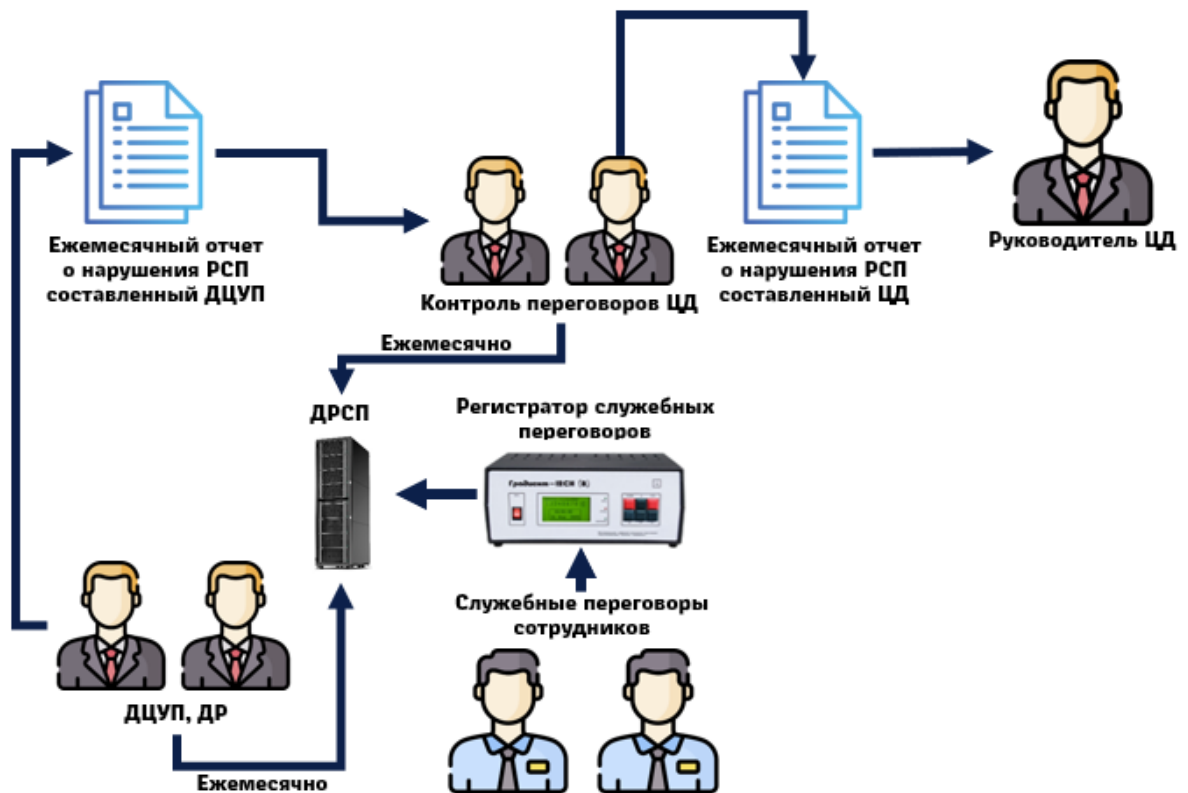


Рисунок 4.3 - Схема по контролю за регламентом служебных переговоров
3 уровня

Непосредственно контроль осуществляется 2 способами:

- С использованием записей системы документирования служебных переговоров (ДРСП) [68].

Такой метод предполагает дистанционный контроль. Работники, имеющие доступ к системе, случайным образом прослушивают записи переговоров за любой период времени без необходимости посещения станции.

- С помощью прослушивания переговоров в режиме реального времени.

Такой вариант контроля предполагает личное присутствие у регистратора. Сам метод контроля не отличается от предыдущего и имеет 2 варианта. Работник, находясь у регистратора, открывает диалоговое окно и случайным образом прослушивает записи. Либо ДС в режиме реального времени слушает эфир, находясь на рабочем месте.

Оба варианта, предполагающие удаленное или личное присутствие, имеют ряд существенных недостатков:

- Время на проверку записей не регламентировано;
- Случайная выборка записей не дает гарантированного результата отсутствия нарушений;
- Отсутствие физической возможности прослушивания всех записей;
- Контроль, производимый в рамках комиссионных осмотров, выборочный для станций;
- Высокая загрузка ДС и его заместителей (при наличии) не позволяет полноценно контролировать эфир.

Периодичность проверки регламента служебных переговоров строго регламентирована. «Для начальников ДЦУП и территориальных филиалов Дирекции скоростного сообщения (ДОСС), Трансэнерго (ТЭ), Центральной Дирекции управления движением (ЦД), Центральной дирекции инфраструктуры (ЦДИ), Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава (ЦДМВ), Центральной дирекции по ремонту пути (ЦДРП), Дирекции тяги (ЦТ) осуществляется ежемесячно» [69]. На оперативном уровне руководители железнодорожных станций совместно с руководителями эксплуатационных локомотивных и моторвагонных депо осуществляют проверки по соблюдению регламента еженедельно согласно разработанному ими же ежеквартальному графику.

Результаты проверки регламента служебных переговоров всегда оформляются актами. Каждый из актов проходит проверку и всегда распространяется на все три уровня управления. Так, составленный акт на железнодорожной станции и утвержденный лично её начальником передается ДНЧ и в ДЦС для принятия решения о наличии нарушения. С момента установления факта не позднее 3 суток акт с указанием даты, времени, обстоятельства нарушения, должности и фамилии работника, выявившего нарушение, «канала связи и времени начала и окончания прослушивания

канала передается в ДЦУП или территориальные подразделения. ДЦУП в течение 3 суток проводит своё расследование и разбор указанных нарушений с определением ответственности работников, а в течение 5 суток с момента получения» [69] акта извещает высланных материалы работников о принятых мерах.

В качестве методов предотвращения нарушений регламента служебных переговоров существует:

- Мера по изъятию предупредительных талонов.

«Предупредительные талоны предназначены для повышения персональной ответственности работников, участвующих в перевозочном процессе, за нарушения нормативных правовых или иных актов. Устанавливаются три категории предупредительных талонов по охране труда» [69]: № 1, № 2, № 3. Каждый из талонов влечет определенные последствия от внепланового инструктажа по охране труда и снижения премии с изъятием талона № 1, до выговора и внеочередной проверки знаний по охране труда в комиссии региональной дирекции с изъятием талона № 3 [70].

- Направление работников на переаттестацию.

Направление на переаттестацию – это, как правило, последствия изъятия талонов. «Сама аттестация представляет проверку необходимого объема знаний ПТЭ работниками, подтверждения соответствия занимаемых должностей требованиям законодательства и нормативных актов, определения потребности в совершенствовании профессиональных навыков и повышении квалификации работников» [71].

- Устные беседы с работниками.

Представляет из себя персональную или групповую дискуссию на тему последних транспортных происшествий, новых регламентов, актов и т.п., направленную на повышение осознанного и ответственного отношения к вопросам обеспечения безопасности движения.

Каждый из уровней управления ежемесячно проводит работу по недопущению случаев нарушения регламента. «Так начальники

территориальных подразделений ДОСС, ТЭ, ЦД, ЦДИ, ЦДМВ, ЦДРП, ЦТ ежемесячно заслушивают причастных руководителей, ревизоров движения, машинистов-инструкторов о проводимой ими профилактической работе, направленной на недопущение случаев нарушений регламента переговоров» [69].

Как результат проделанной работы каждый уровень управления ежемесячно формирует отчет, который передается руководителям. Итоговый отчет, сформированный ДЦУП, предоставляется начальнику дирекции управления движением.

С целью формирования более наглядного представления о существующей схеме контроля за регламентом служебных переговоров составлен рисунок 4.4.

4.2 Этапность внедрения на производство

Анализ и учет в интеллектуальной системе осуществляется непрерывно, что обеспечивает оперативный контроль за регламентом служебных переговоров на железнодорожных станциях. Постоянный мониторинг позволяет в реальном времени фиксировать и документировать все аудиозаписи переговоров, что делает возможным мгновенное реагирование на нарушения регламента. Интеллектуальная система интегрирована с устройствами регистрации служебных переговоров, что гарантирует непрерывный поток данных и их немедленный анализ. Такая система обеспечивает высокую степень актуальности и достоверности информации, что является ключевым фактором для предотвращения потенциальных нарушений и аварийных ситуаций.

Эффективность системы обеспечивается за счет потоковой обработки данных, что позволяет непрерывно отслеживать регламент служебных переговоров и сразу выявлять отклонения от установленных норм.

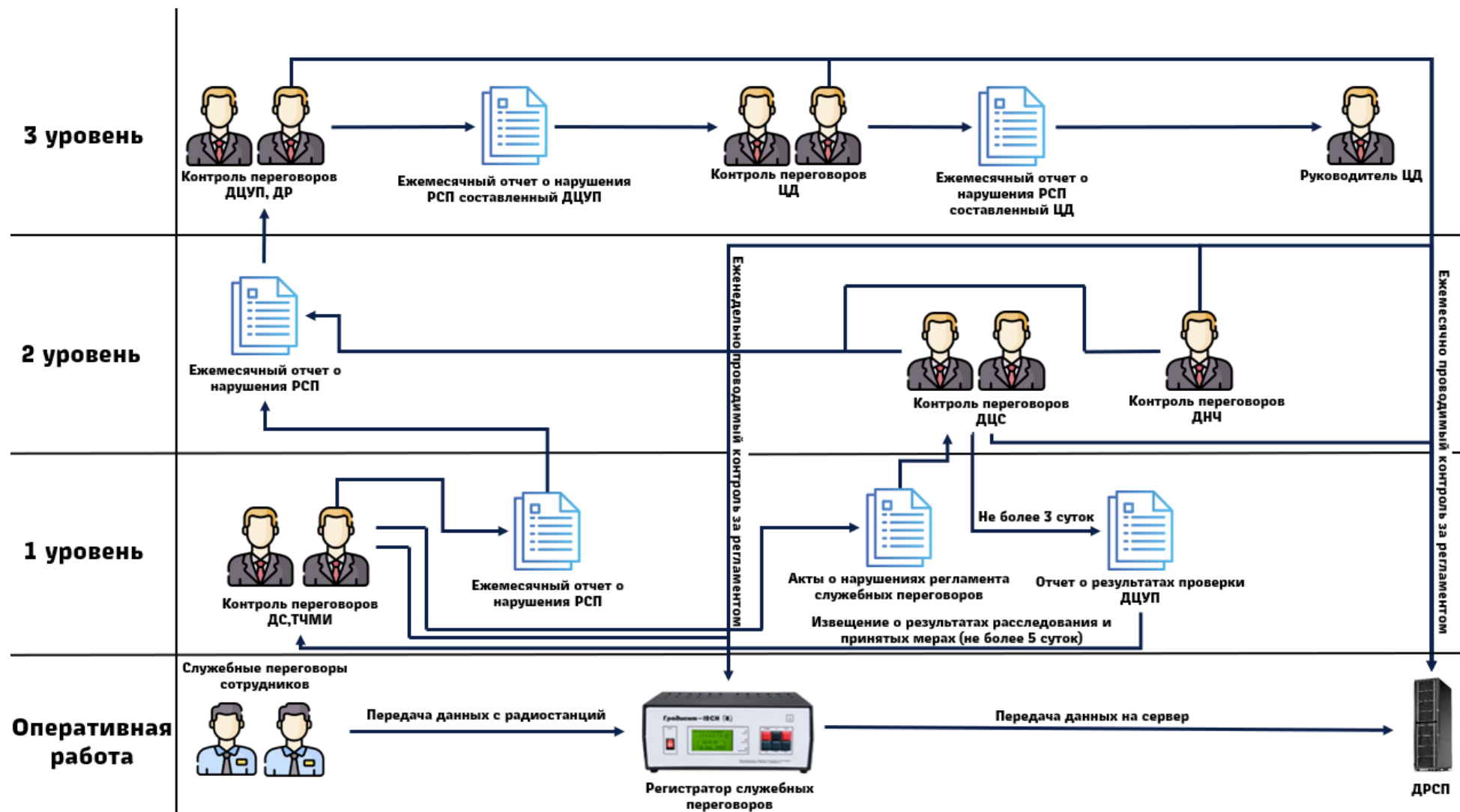


Рисунок 4.4 – Существующая схема контроля регламента служебных переговоров

Программное обеспечение осуществляет автоматизированный анализ содержания переговоров, что позволяет сократить время на обработку информации и повысить точность обнаружения нарушений. Непрерывный анализ обеспечивает возможность быстрого реагирования на возникшие проблемы и оперативного принятия необходимых мер для устранения нарушений.

Автономная работа системы позволяет избежать зависимостей от внешних факторов, таких как сбои в работе оборудования или сетевых соединений, что дополнительно повышает надежность контроля. Интеграция с существующими системами и использование открытого исходного кода обеспечивают высокую степень адаптивности и гибкости интеллектуальной системы, что позволяет легко адаптировать его под изменяющиеся условия эксплуатации и регламентации.

Для достижения наилучших результатов система регулярно обновляется с учетом новых данных и требований, что позволяет поддерживать ее эффективность на высоком уровне. Самообучающиеся алгоритмы, используемые в интеллектуальной системе, адаптируются к изменениям в регламенте служебных переговоров и улучшают свою способность выявлять нарушения, что обеспечивает стабильную работу системы на протяжении всего времени эксплуатации.

Кроме того, интеллектуальная система обеспечивает визуализацию данных, что упрощает анализ и интерпретацию информации. Пользовательский интерфейс разработан таким образом, чтобы пользователи могли легко взаимодействовать с системой, получать актуальные отчеты и проводить детальный анализ выявленных нарушений. Это значительно упрощает процесс контроля и повышения эффективности работы железнодорожных станций.

Внедрение нового программного решения представляет собой трехступенчатый процесс (рисунок 4.5):

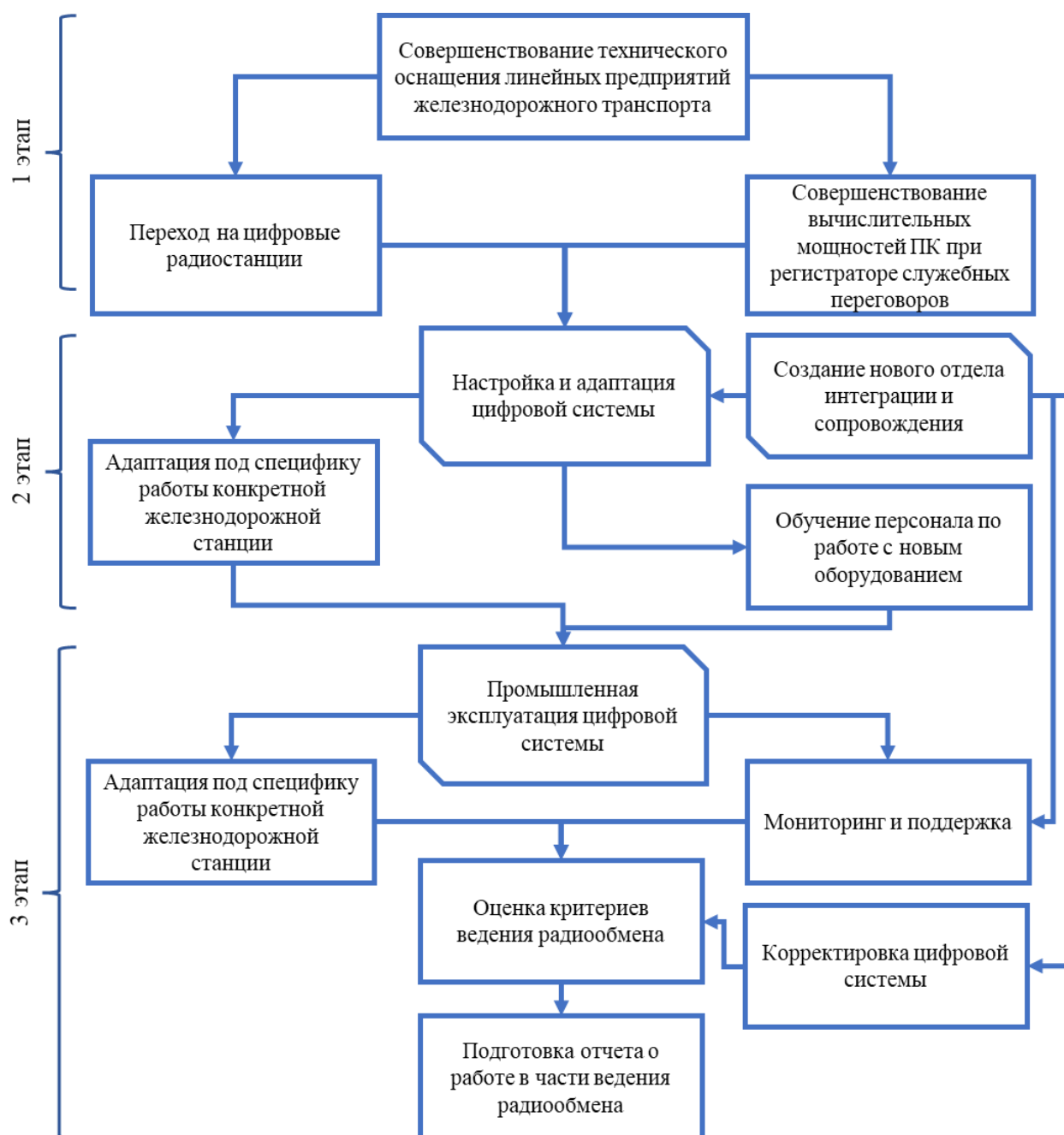


Рисунок 4.5 – Этапы внедрения интеллектуальной системы в технологию мониторинга радиообмена

Интеграция программного обеспечения связана с подключением к нескольким ключевым компонентам инфраструктуры, таким как: радиостанции и передатчики, сетевые устройства (передача данных на сервера), серверы хранения данных, регистратор служебных переговоров и устройства вывода (персональный компьютер). Совершенствование

технического оснащения в данном случае требует лишь два элемента – переносные радиостанции, ввиду необходимости перехода на более качественный уровень передачи информации и сокращения помех радиозэфира, а также персональные компьютеры, необходимые для анализа радиообмена в непрерывном формате.

Следующий этап — это настройка и адаптация интеллектуальной системы под специфические условия работы железнодорожной станции, а также обучение персонала. Этот этап включает:

- Настройку интеллектуальной системы: конфигурацию программного обеспечения в соответствии с местными условиями и требованиями нормативно технической документации. Включает настройку алгоритмов анализа, интеграцию с новыми устройствами и тестирование функциональности.
- Адаптацию под специфику работы: корректировку параметров системы для учета специфических условий и особенностей работы конкретной станции.
- Обучение персонала: проведение тренингов для сотрудников по работе с новым оборудованием и интеллектуальной системой. Включает обучение по управлению интерфейсом системы, интерпретации отчетов и действиям при обнаружении нарушений.

Заключительный этап включает промышленную эксплуатацию системы, что позволяет оценить её эффективность в реальных условиях работы станции. Этот этап включает:

- Запуск в эксплуатацию: окончательная настройка системы и переход к полноценному использованию в режиме реального времени.
- Мониторинг и поддержку: постоянный контроль за работой системы, оперативное устранение возникающих технических проблем и обеспечение её бесперебойной работы. Для осуществления поддержки

предлагается введения на уровне центра организации работы железнодорожных станций нового отдела.

- Качественную и количественную оценку радиообмена: проведение оценки качества и объема радиообмена для анализа эффективности работы системы, включая сбор статистических данных, анализ точности и полноты регистрации переговоров, а также мониторинг выявленных нарушений.
- Отчеты и корректировки: подготовку отчетов по результатам эксплуатации и внесение необходимых корректировок для повышения эффективности системы и устранения выявленных проблем.

4.2 Методика применения процессного подхода для внедрения интеллектуальной системы

Внедрение использования процессного подхода в управлении транспортным комплексом ОАО «РЖД» начато с 2007 года в рамках функциональной стратегии управления качеством [72]. Такой вариант управления пришел в качестве дополнения к существующему функциональному подходу, рассматривающему управление как набор функций. Суть процессного подхода состоит в применении для управления деятельностью и ресурсами организации системы взаимосвязанных процессов [73]. Проводимые исследования отмечают положительное влияние применения процессного подхода и выделяют следующие дополнительные возможности метода [74,75,76,77,78,79]:

- учитывать такие важные моменты, как ориентация на конечный результат, заинтересованность каждого исполнителя в повышении качества не только конечного продукта, но и своей работы;

- оперативно реагировать на изменения условий внешних и внутренних обстоятельств;
- оптимизировать обмен информацией между центрами ответственности.

Учитывая положительный опыт внедрения процессного подхода, в работе будет использован именно он для отражения ключевых преобразований в процессах по обеспечению контроля за регламентом служебных переговоров. В качестве инструмента описания будет использован подход, описанный в книге «Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов» [80].

Согласно методике, на первом этапе необходимо определить внешних клиентов организации (потребители услуг или продукции, поставщики, государственные органы и т.д.) и входы/выходы (материальные потоки, посредством которых организация взаимодействует с окружением) для организации в целом. На рисунке 4.6 представлен первый этап определения окружения организации и внешних входов/выходов.



Рисунок 4.6 – Определение окружения организации и внешних входов/выходов

Вторым шагом является составление основных процессов организации. Для реализации шага будут рассмотрены именно те процессы, которые

связанны с обеспечением безопасности движения поездов. «В качестве таких процессов компания ОАО «РЖД» согласно распоряжению от 30.09.2016 года № 2006р выделяет следующие мероприятия: создание и поддержание функционирования системы менеджмента безопасности движения; применение общих методов оценки уровней безопасности движения на основе методов оценивания и оценки риска; развитие стратегического управления безопасностью движения; организация взаимодействия функциональных филиалов и их структурных подразделений, действующих на инфраструктуре ОАО «РЖД»; проведение внутренних проверок состояния безопасности движения и аудитов систем менеджмента безопасности движения; проведение комиссионных осмотров объектов инфраструктуры и железнодорожного подвижного состава» [81].

На рисунке 4.7 представлена схема производственных процессов компании ОАО «РЖД» в части обеспечения безопасности движения поездов.

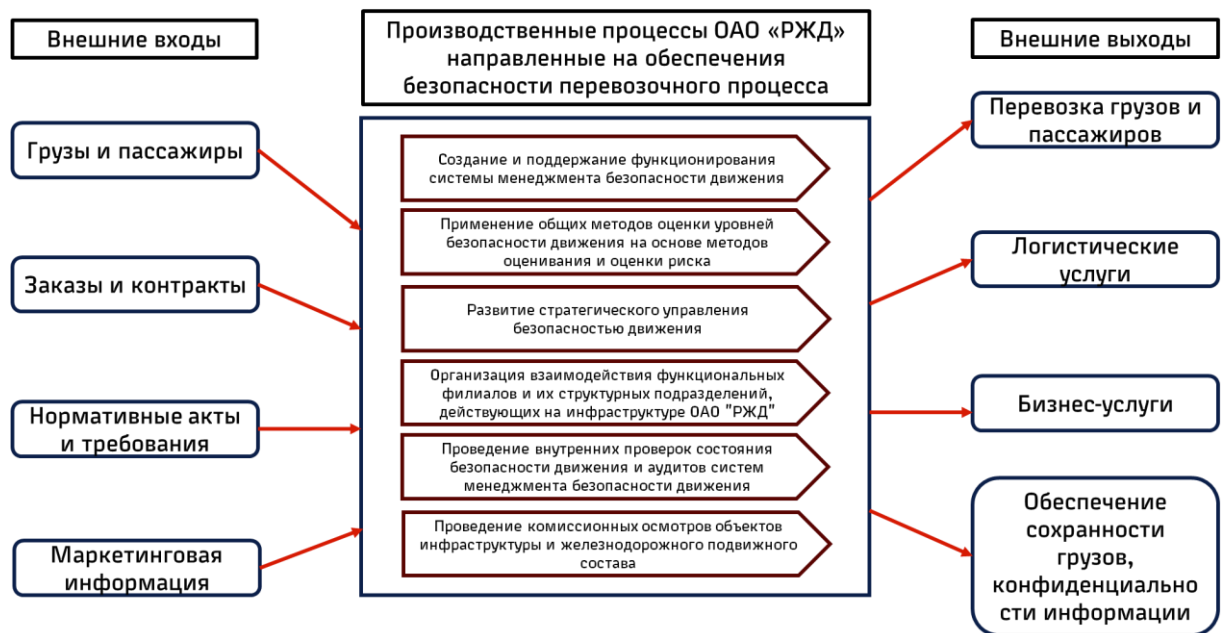


Рисунок 4.7 – Процессы компании ОАО «РЖД» в части обеспечения безопасности движения поездов

Третьим этапом является более детальное приближение и заключается в выделении каждого процесса в виде набора подпроцессов. Для дальнейшей проработки будут выбраны два процесса по проведению внутренних проверок

состояния безопасности и комиссионных осмотров, так как именно они имеют непосредственное отношение к внедрению интеллектуальной системы.

«Оба процесса тесно взаимосвязаны и в качестве основных задач выделяют: осмотр инфраструктуры, подвижного состава, учет и регистрацию, мониторинг и контроль, проверку соблюдения норм и требований. Это необходимо для обеспечения безопасности и качества железнодорожных перевозок» [81].

На рисунке 4.8 представлена разбивка подпроцессов по проведению комиссионных осмотров и внутренних проверок состояния безопасности движения.



Рисунок 4.8 – Описание процессов по проведению комиссионных осмотров и внутренних проверок состояния безопасности движения

Четвертый шаг описания ставит задачей детальное описание процессов по контролю за регламентом переговоров. Для реализации задачи будет использован аналогичный используемому в ОАО «РЖД» метод – диаграммы потоков данных (DFD). DFD – это методология графического структурного анализа, описывающего все логические функции и потоки в

компании. На рисунке 4.9 представлена процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров по методу DFD.

Описанные процессы по контролю за регламентом служебных переговоров показали наличие существенных недостатков, которые в первую очередь связаны с высокой степенью бюрократизации процессов. Так, на каждом из этапов работники формируют отчетные материалы о нарушениях и согласуют мероприятия по мерам воздействия на работников. Качественная составляющая отчетов в таких случаях является крайне низкой, поскольку у работников отсутствует физическая возможность прослушать весь объем записей переговоров.

Для совершенствования производственных процессов стоит отказаться от органолептического сбора информации и передать функции интеллектуальной системе. Посредством сбора и анализа поступающих аудиозаписей система будет призвана автоматически выделять необходимые материалы для детального анализа и передавать их компетентным контролирующим данный вопрос специалистам. Таким образом, вся цепочка процессов по контролю может сократиться до нескольких работников, на которых и будет возложена задача проверки регламента переговоров, а также формирование итогового отчета, передаваемого в центральную дирекцию управления движением.

Для демонстрации предложенных мероприятий составлена процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров с учетом внедрения интеллектуальной системы на рисунке 4.10. Стоит отметить, что представленное схемное решение разработано применительно к организационной структуре железнодорожного транспорта, но допустима и его трансформация для использования на смежных видах транспорта или в других организационно-технических системах.

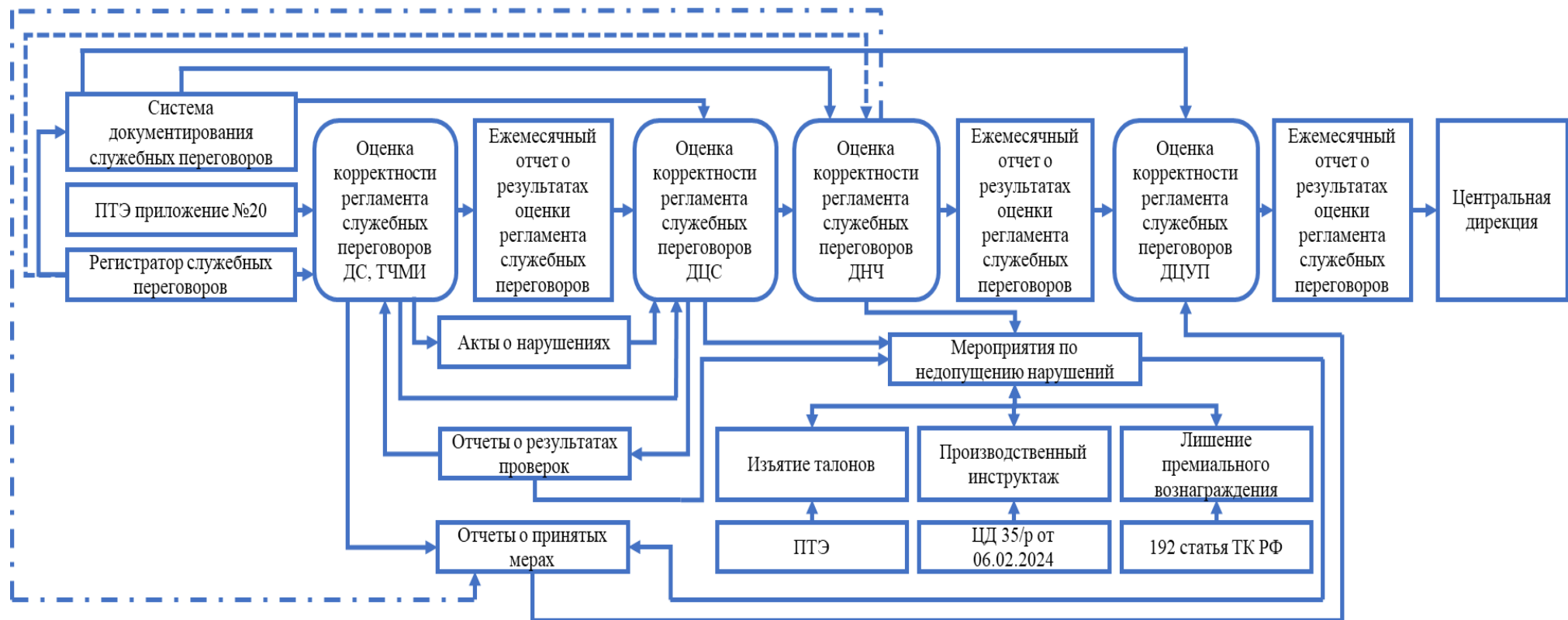


Рисунок 4.9 – Процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров

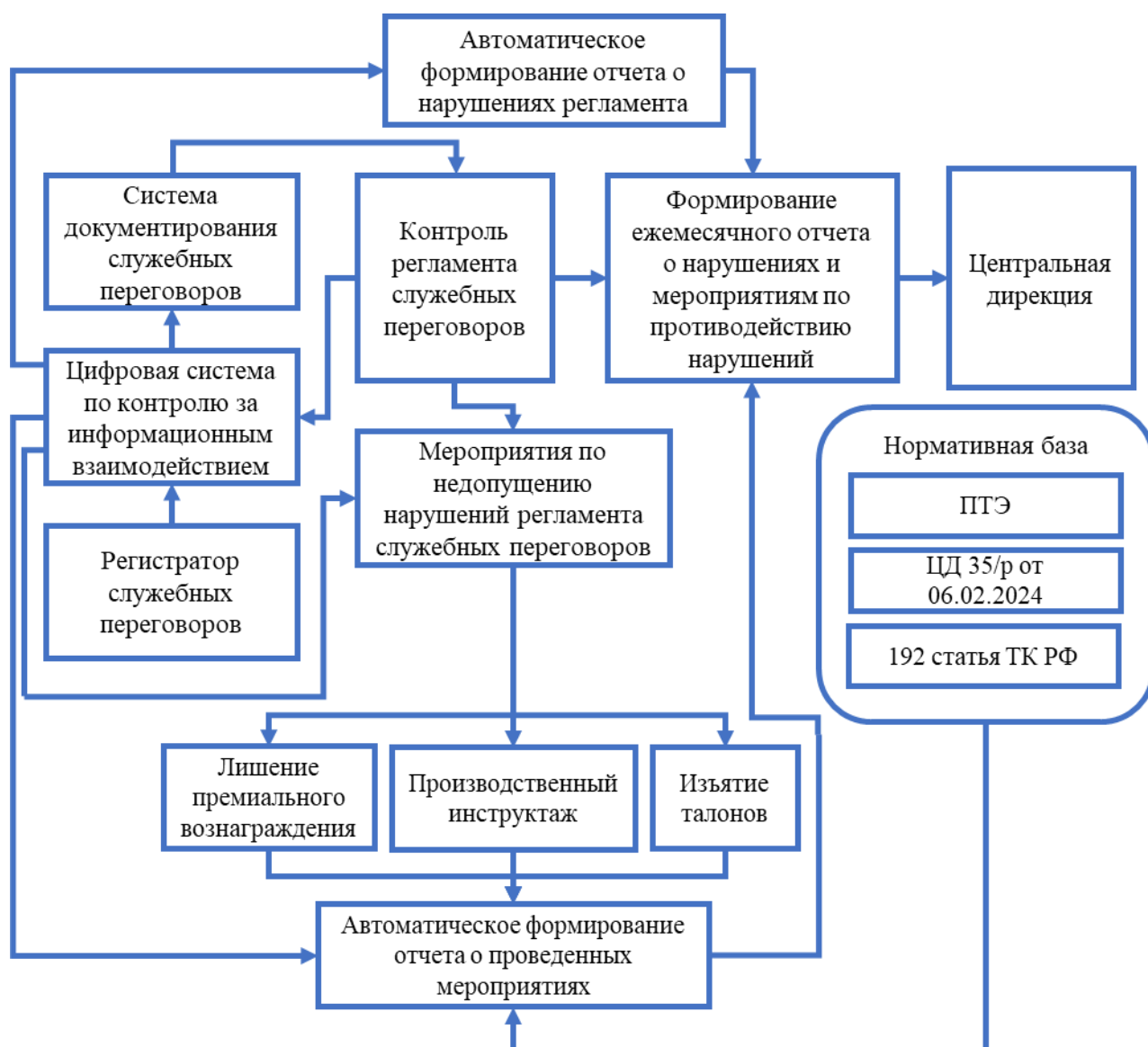


Рисунок 4.10 – Процессная модель по контролю регламента служебных переговоров с учетом внедрения интеллектуальной системы

4.3 Оценка эффекта

Оценка эффектов от внедрения предложенных мероприятий будет определяться на основе качественных показателей и сформулированной в 1 главе диссертации задачи о необходимости повышения безопасности функционирования железнодорожного транспорта при ограничении на использование производственного ресурса.

Количественные показатели измеряются и выражаются численно. Они используются для количественной оценки или сравнения объектов или явлений. Количественных показателей в работе выделены:

- Число работников, участвующих в производственном процессе по контролю за регламентом служебных переговоров;
- Число взаимодействий между работниками, участвующими в производственном процессе по контролю за регламентом служебных переговоров;
- Число транспортных происшествий;
- Число выявленных нарушений регламента служебных переговоров.

Качественные показатели, в свою очередь, определяются через описание свойств и характеристик. Они помогают понять качество, состояние или характер того, что мы хотим измерить или оценить. Качественные показатели в работе выделены:

- Обеспечение безопасности и защиты транспортных комплексов, производств и транспортных средств от несанкционированного вмешательства и воздействий;
- Формирование направленного обучения работников;
- Повышение привлекательности железнодорожного транспорта за счет повышения уровня безопасности.

«Для оценки количественных показателей был проведен эксперимент на одной из сортировочных станций Московского узла, который ставил перед собой задачу численно оценить эффект от внедрения интеллектуальной системы в части снижения числа транспортных происшествий и выявления нарушений регламента служебных переговоров. Временные рамки эксперимента устанавливались исходя из периодичности направления начальником станции отчетной документации о случаях нарушения регламента служебных переговоров и составили 1 месяц» [9].

Задача эксперимента сводилась к определению выявленных нарушений начальником станции и интеллектуальной системой. Каждый из которых выполнял свои задачи согласно стандартным процедурам, не увеличивая и не снижая нагрузку. Так, интеллектуальная система, согласно её характеристикам, в непрерывном формате проводила оценку регламента служебных переговоров в течение всего времени эксперимента, а также в требуемых случаях сигнализировала о необходимости принятия мер. Начальник станции, ввиду отсутствия норм на прослушивание регламента служебных переговоров, осуществлял его прослушивание в привычном режиме порядка 2 часов в неделю, а также выборочно, параллельно выполняя другие должностные обязанности. Результаты проведенного эксперимента показали увеличение выявленных нарушений регламента служебных переговоров в 4,5 раза.

Второй важнейший показатель числа транспортных происшествий не представляется возможным оценить без промышленного внедрения на производстве. Поэтому его оценка не представляется возможным.

«В то же время существующая зависимость графиков числа транспортных происшествий и выявленных нарушений регламента служебных переговоров (рисунки 1.7 и 1.6 первой главы диссертационного исследования) оставляет вопрос о возможных негативных последствиях внедрения. Так, с введением в действие распоряжения ОАО «РЖД» от 30.09.2016 № 2006р число транспортных происшествий, как и выявленных нарушений регламента стремительно увеличивалось. Такой негативный результат ровно, как и отсутствие подобного при внедрении предложенных решений возможно объяснить посредством реализации решений на производстве» [9].

Вводимое распоряжение ставило своей задачей повысить контроль за сотрудниками посредством более системных и точечных проверок, что негативно сказывается на, в том числе, и опытных работниках, а именно на их денежном вознаграждении и добавлением новых обязанностей, ввиду чего в

последние годы наблюдается отток кадров и замена их на более молодых сотрудников с отсутствием опыта работы на оперативном уровне. Это подтверждается исследованием корневых причин транспортных происшествий, проведенным в 1 главе исследования, где одной из основных по значению причин происшествий определяется наличие в штате станции сотрудников с опытом работы в должности менее 3-х лет. Применительно к представленным в диссертации решениям такого эффекта удастся избежать, поскольку предложенные решения позволяют рационально использовать человеческие ресурсы, а интеллектуальная система служит независимым экспертом, направляющим свой потенциал на совершенствование компетенций работников посредством выявления отсутствующих знаний.

Анализируя количественные показатели, а именно среднее время, необходимо установить, что многие нормы времени не регламентированы и зависят от множества факторов, некоторые из которых, как, например, прослушивание ДС регламента параллельно с выполнением других операций на рабочем месте, невозможно оценить. Поэтому для демонстрации сокращения среднего времени на выполнение операций будет использоваться метод сравнения схем существующей технологии, представленной на рисунке 4.4, и новой, представленной на рисунке 4.11.

Исходя из схемы, можно утверждать о сведении к минимуму числа связей между работниками, что позволяет сделать вывод о снижении числа общего времени на выполнение операций по контролю за регламентом служебных переговоров.

Качественные показатели от представленных мероприятий — это, в первую очередь, повышение привлекательности железнодорожного транспорта за счет повышения уровня безопасности. Взаимосвязь между транспортными происшествиями и спросом на перевозку является важным аспектом анализа безопасности и эффективности транспортных систем. Нет

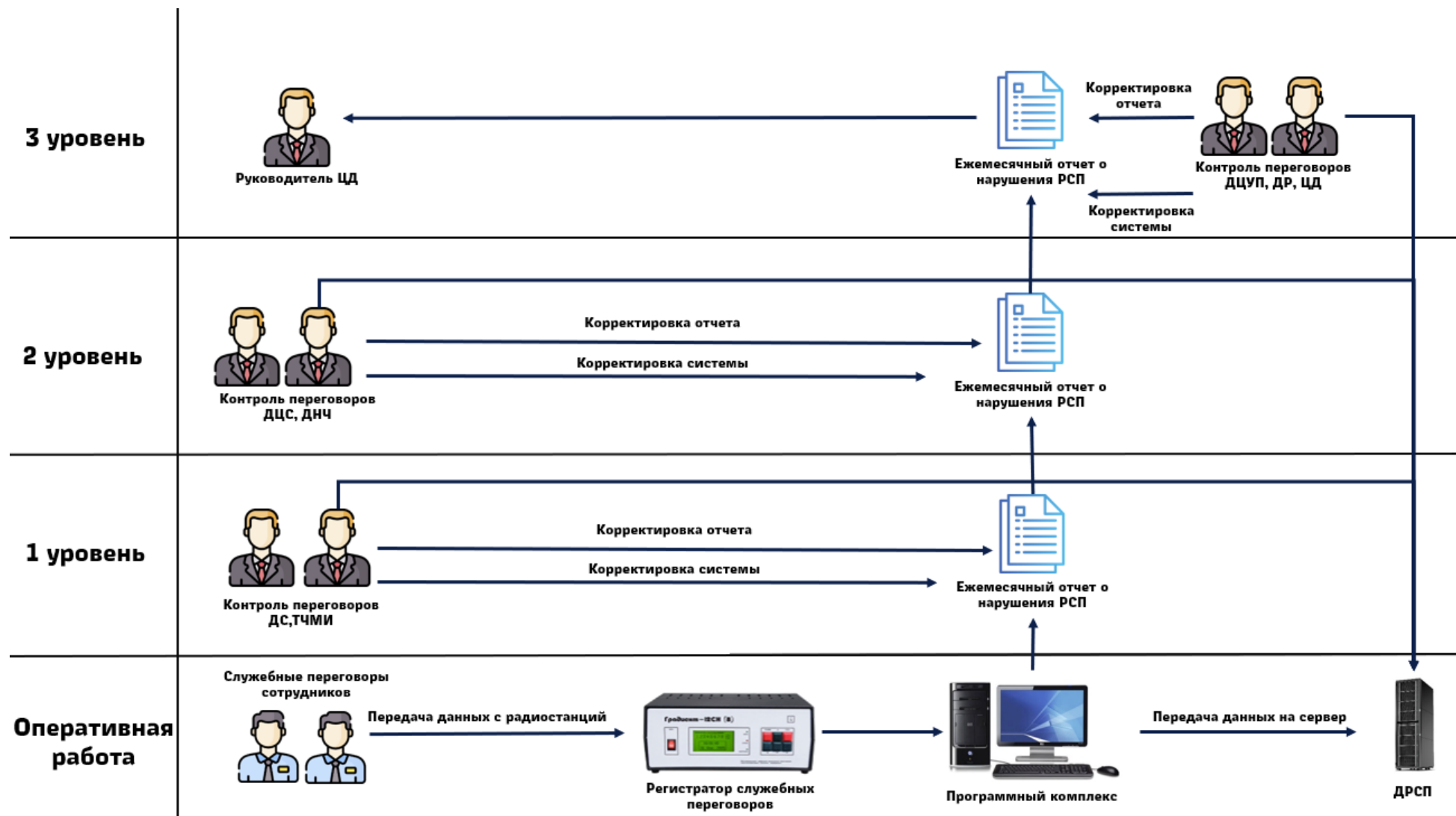


Рисунок 4.11 – Схема контроля регламента служебных переговоров после внедрения интеллектуальной системы

прямой корреляции между количеством происшествий и спросом на перевозку, некоторые факторы могут влиять на оба этих элемента.

Во-первых, общая интенсивность движения транспортных средств и объем перевозок могут оказывать влияние на риск возникновения аварий. Если большое количество автомобилей, автобусов или поездов находятся на дорогах или в пути, вероятность транспортного происшествия будет выше. Следовательно, в периоды повышенного спроса на перевозку возможно увеличение числа происшествий.

Во-вторых, качество и безопасность самой транспортной системы также важны для привлечения спроса на перевозку. Если транспортные средства и инфраструктура находятся в плохом или ненадежном состоянии, это может ухудшить безопасность и оттолкнуть потенциальных пассажиров. Следовательно, уровень безопасности транспортной системы может влиять на спрос на перевозку.

Другим фактором взаимосвязи является общая обстановка и репутация транспортной системы. Если в определенном регионе или на конкретном маршруте часто происходят серьезные аварии или инциденты, это может сильно повлиять на спрос на перевозку в этих местах. Пассажиры предпочтут выбрать более безопасные и надежные альтернативы, если они есть.

Наконец, особенности конкретной транспортной системы и ее специфика могут влиять на взаимосвязь между происшествиями и спросом на перевозку. Например, воздушный транспорт имеет высокую степень безопасности, но одиночные авиационные катастрофы могут сильно повлиять на общую безопасность воздушных перевозок и спрос на них.

В целом, хотя между транспортными происшествиями и спросом на перевозку нет прямой причинно-следственной связи, различные факторы и условия могут влиять на оба этих аспекта. Безопасность и качество

транспортных систем имеют важное значение для создания доверия и удовлетворения спроса на перевозку.

Вторым важным фактором является замена аналоговых радиостанций на цифровые, что может быть эффективной мерой по противодействию незаконным вмешательствам в работу транспортного комплекса. В современном мире информационная безопасность играет важную роль в обеспечении безопасности и эффективности транспортной инфраструктуры, поэтому переход к цифровым радиосистемам может иметь несколько преимуществ.

Одним из главных преимуществ цифровых радиостанций является лучшая защита от незаконных вмешательств. Цифровые системы обладают повышенной степенью шифрования и кодирования данных, что делает их менее уязвимыми для прослушивания и несанкционированного доступа. Это позволяет гарантировать конфиденциальность важной информации, передаваемой между участниками транспортной системы.

Кроме того, цифровые радиостанции обеспечивают лучшее качество связи и большую емкость каналов передачи данных. Они позволяют передавать больше информации с использованием меньшей полосы пропускания, что повышает эффективность коммуникации внутри транспортной системы.

Также цифровые радиосистемы могут предоставить больше функциональных возможностей, таких как: передача данных, геолокация, голосовые сообщения и т.д. Это усиливает возможности координации и управления внутри транспортного комплекса и позволяет более эффективно реагировать на возникшие ситуации.

Однако переход на цифровые радиостанции требует значительных инвестиций и обновления оборудования. Кроме того, возможна необходимость в обучении персонала и в координации между различными

участниками транспортной системы. Эти факторы должны быть учтены при принятии решения о замене аналоговых радиостанций на цифровые.

В целом, замена аналоговых радиостанций на цифровые является важным шагом в обеспечении информационной безопасности и эффективности транспортного комплекса. Она помогает защитить систему от незаконных вмешательств и повысить качество коммуникации между участниками транспортной инфраструктуры.

Третьим фактором является формирование направленного обучения работников, поскольку может принести организации ряд значительных преимуществ.

Во-первых, обучение позволит работникам освоить навыки анализа и интерпретации служебных переговоров. Это позволит им систематизировать получаемую информацию, выделять ключевые моменты и принимать обоснованные решения на основе полученных данных. Такой анализ поможет повысить эффективность проведения переговоров и достижения желаемых результатов.

Во-вторых, обучение способствует развитию навыков коммуникации и ведения переговоров. Работники, освоившие специализированный обучающий курс, станут более уверенными в процессе переговоров, смогут эффективнее организовывать свою речь, строить аргументацию и убеждать партнеров в своей точке зрения. Это способствует повышению их имиджа и эффективности взаимодействия с коллегами и партнерами.

В-третьих, обучение способствует повышению компетенций работников в целом. Точно определяя «узкие места» в знаниях работников, создаются возможности для проведения узконаправленных инструктажей, обучения, повышения квалификации, снижая нагрузку как на обучаемых, так и на инструкторов.

Кроме того, обучение способствует созданию единого подхода к анализу служебных переговоров в организации. Работники, прошедшие обучение, смогут использовать общую методику и инструменты для анализа переговоров, что позволит единообразно оценивать и анализировать проведенные переговоры в рамках организации. Это способствует улучшению внутренней коммуникации и синхронизации действий между работниками.

Наконец, формирование направленного обучения демонстрирует заботу о профессиональном развитии работников и повышении их возможностей для успешного ведения переговоров. Это создает благоприятный климат в организации и способствует удовлетворенности работников своей работой.

В целом, формирование направленного обучения работников представляет значительный потенциал для повышения эффективности профессионального развития работников.

Оценка эффектов предложенных результатов диссертационного исследования определяется также исходя из экономической целесообразности, то есть из того на сколько капитальные вложения в проект, а также его техническая поддержка будут позволять сокращать непроизводственные расходы на покрытие устранения последствий транспортных происшествий.

Оценка стоимости расходов на покрытие устранения последствий транспортных происшествий на «железнодорожном транспорте регулируется распоряжением ОАО «РЖД» от 01.11.2022 № 2831/р, в котором приведена универсальная методика» [82] расчета ущерба от транспортного происшествия, представленная формулой (4.1).

$$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + \dots + Y_{20} + Y_{21} \quad (4.1)$$

где

Y – ущерб вследствие транспортных происшествий и иных событий;

Y1 – ущерб от повреждения грузовых вагонов;

Y2 – ущерб от повреждения пассажирских вагонов;

Y3 – ущерб от повреждения тягового подвижного состава;

Y4 – ущерб от повреждения моторвагонного подвижного состава и рельсовых автобусов;

Y5 – ущерб от повреждения путевых машин;

Y6 – ущерб от повреждения вагонов поездов пассажирского скоростного и высокоскоростного сообщения;

Y7 – ущерб от повреждения пути и сооружений;

Y8 – ущерб от повреждения устройств автоматики и телемеханики;

Y9 – ущерб от повреждения устройств электрификации и электроснабжения;

Y10 – ущерб от повреждения устройств и сооружений связи;

Y11 – ущерб от повреждения прочих объектов инфраструктуры;

Y12 – расходы на работу восстановительного поезда;

Y13 – ущерб от повреждения и потери груза;

Y14 – ущерб от порчи и потери багажа;

Y15 – дополнительные расходы, связанные с задержками поездов;

Y16 – составляющая ущерба, связанная со штрафами перевозчика за опоздание пассажирских поездов дальнего и местного сообщения, руб.;

Y17 – составляющая ущерба, связанная с пенями перевозчика за нарушение сроков доставки багажа и грузобагажа, руб.;

Y18 – составляющая ущерба, связанная с пенями перевозчика в связи с нарушением сроков доставки грузов получателю, руб.;

Y19 – ущерб от причинения вреда жизни, здоровью людей и имуществу третьих лиц, вовлеченных в транспортное происшествие или иное событие;

Y20 – экологический ущерб;

Y21 – прочие составляющие ущерба.

Оценка ущерба от транспортных происшествий производится для каждого инцидента индивидуально и может на порядок отличаться от случая к случаю. Для оценки средней величины ущерба от транспортных происшествий, связанных со сходом и столкновением подвижного состава, где одним из основных или основным нарушением работников являлось нарушение регламента служебных переговоров, рассмотрены все инциденты за 2022 год и по каждому случаю произведен расчет стоимости. В качестве демонстрации примера расчета взят случай на станции Н произошедший в 2022 году.

Обстоятельства происшествия: в 2022 году на станции Н по 4 главному пути при следовании поезда допущен проезд запрещающего сигнала входного светофора и последующим боковым столкновением на стрелочном переводе с поездом одиночно следующим тепловозом. В результате столкновения допущен сход тепловоза всеми колесными парами.

Расследованием установлено, что машинист электропоезда по поездной радиосвязи доложил стажеру ДСП станции Н, работающего под контролем ДСП, об изъятии 2-х тормозных башмаков, нахождении помощника машиниста в кабине управления электропоезда, опробовании тормозов и готовности к отправлению с другим поездом.

Стажер по поездной радиосвязи подтвердил полученную информацию и подготовил маршрут отправления с 3 на 4 главный путь перегона с открытием маршрутного светофора и выходного светофора.

По 2 главному пути железнодорожной станции Н к маршрутному светофору следовал поезд с тепловозом со скоростью 3 км/ч.

Для приготовления маршрута пропуска поезда № 2 ДСП, выполнявшая функции оператора при ДСП, без получения оперативного указания ДНЦ о движении поездов на участке произвела отмену части ранее приготовленного маршрута отправления поезду № 1 на 4 главный путь перегона с перекрытием выходного светофора на запрещающее показание и приготовила маршрут пропуска поезда № 2 по 2 главному пути железнодорожной станции Н и далее на 4 главный путь перегона, заблаговременно не предупредив об этом машиниста поезда № 2.

Машинист поезда № 2, не получив команды на отправление от ДСП, отправился с 3 главного пути по сигналу маршрутного светофора.

Стажер ДСП вызвала по поездной радиосвязи машиниста поезда № 1 и передала ему информацию о готовности маршрута следования со 2 главного пути на 4 главный путь перегона. Машинист поезда № 1 подтвердил информацию и продолжил движение. При этом помощник машиниста электропоезда № 2 нажимает кнопку КВ на радиостанции электропоезда № 3, чем перекрывал слышимость в кабине управления переговоров между стажером ДСП и машинистом поезда № 1.

ДСП открыла сигнал маршрутного светофора для пропуска поезда № 1 на 4 главный путь перегона. Стажер ДСП, не нажав кнопку вызова локомотива на пульте управления поездной радиосвязи, вызвала машиниста поезда № 2 и передала информацию о запрещающем показании выходного светофора и дальнейшем следовании по удалению, не убедившись в восприятии машинистом данной информации. При этом в кабине электропоезда № 3 сообщение стажера ДСП по поездной радиосвязи услышано не было.

Машинист поезда № 2, следуя по 4 главному пути железнодорожной станции Н при скорости 35 км/ч, допустил проезд выходного светофора с запрещающим показанием.

На стрелочном переводе № 1 произошло столкновение второго вагона по ходу движения электропоезда № 3 с тепловозом поезда № 1, с последующим сходом всех колесных пар.

Машинист поезда № 2 применил экстренное торможение до полной остановки. Тормозной путь составил 35 м при расчетном 58 м.

Машинист поезда № 2 дважды вызывал по поездной радиосвязи ДСП станции Н для доклада о допущенном случае нарушения безопасности движения, одновременно стажер ДСП по поездной радиосвязи вызывала машиниста поезда № 1. В связи с одновременной работой радиостанций на передачу, ответ стажера не был услышан в кабине машиниста электропоезда № 3. Только с 3 попытки машинисту поезда № 2 удалось связаться со стажером ДСП и доложить о произошедшем.

Последствия нарушения безопасности движения:

- Допущен сход локомотива всеми колесными парами;
- Повреждены 4 вагона электропоезда;
- Повреждена инфраструктура на 4 стрелочных переводах;
- Допущена задержка по прибытию на конечные станции 57 поездов;
- Задержано 42 пригородных поезда;
- Полностью отменено 12 пригородных поездов;
- Повреждена кабина машиниста;
- Для восстановления движения поднят восстановительный поезд.

Расчет согласно методике оценки ущерба сведен в таблицу 4.1 и составил 8166614 рублей.

Таблица 4.1 – Оценка ущерба

№ п/п	Статьи ущерба	Ущерб, тыс. руб
1	У3 - ущерб от повреждения тягового подвижного состава	1 374 194
2	У4 - ущерб от повреждения моторвагонного подвижного состава и рельсовых автобусов	1 274 688
3	У7 - ущерб от повреждения пути и сооружений	1 794 725
4	У8 - ущерб от повреждения устройств автоматики и телемеханики	189 773
5	У9 - ущерб от повреждения устройств электрификации и электроснабжения	271 589
6	У12 - расходы на работу восстановительного поезда	48 750
7	У15 - дополнительные расходы, связанные с задержками поездов	1 281 384
8	У16 - составляющая ущерба, связанная со штрафами перевозчика за опоздание пассажирских поездов дальнего и местного сообщения	931 511
	Итого	8 166 614

Исходя из расчетов ущерба от схода подвижного состава и столкновений подвижного состава за 2022 год, можно сделать следующие выводы:

- Число сходов подвижного состава по причине нарушения регламента служебных переговоров за 2022 год составило – 58 случаев;
- Число столкновений подвижного состава по причине нарушения регламента служебных переговоров за 2022 год составило – 41 случай;
- Ущерб от схода подвижного состава варьируется в диапазоне от 100 до 3500 тыс. рублей, средняя величина ущерба за период 2022 года составляет 571 тыс. рублей;
- Ущерб от столкновений подвижного состава варьируется в диапазоне от 274 до 22500 тыс. рублей, средняя величина ущерба за период 2022 года составляет 1343 тыс. рублей;
- Порядка 87% транспортных происшествий за 2022 год произошли на крупнейших сортировочных, участковых, грузовых и пассажирских станциях.

Основываясь на полученных в ходе расчетов данных об оценке работоспособности интеллектуальной системы и статисте транспортных происшествий, необходимо для расчета экономического эффекта определить капитальные и эксплуатационные затраты.

Капитальные затраты на реализацию складываются из затрат на введение нового отдела сотрудников на уровне территориального филиала, главными задачами которых будет обслуживание интеллектуальной системы на всех этапах, замена радиостанций и персональных компьютеров занятых в обработке записей регламента служебных переговоров.

Разработанные в 3 главе рекомендации по переходу на цифровые радиостанции содержат конкретные марки и модели радиостанций, которые допустимо использовать в работе при внедрении представленных решений поэтому для определения затрат на внедрение будут использованы средние значения стоимости этих радиостанций ($P_p = 10000$ рублей).

Что касается персональных компьютеров, то требования к ним предъявляются исходя из необходимых вычислительных мощностей для потоковой обработки радиопереговоров. Проведенные предварительные тесты программы в 3 главе исследования продемонстрировали, что скорость обработки команды в среднем составляет от 7 до 10 секунд. Такой результат возможно совершенствовать благодаря использованию более производительного процессора. Для выбора процессора под задачу транскрибации проанализирована работа 7 процессоров и результаты сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Сравнения процессоров

Процессор	Количество ядер	Тактовая частота, ГГц	Скорость обработки, сек	Стоимость, тыс. рублей
Intel	4	2,5	7-10	7,9
AMD	6	3,2	5-7	11,2
Intel	8	3,8	2-3	17,2
AMD	10	4,2	1-2	18
Intel	12	4,8	0-1	24
Intel	14	5,4	0-1	31,4
Intel	16	5,4	0-1	38,5

Результаты тестирования продемонстрировали возможность потоковой обработки на процессорах Intel, которые, предполагается, будут встроены в новый персональный компьютер на железнодорожной станции, подключенный к регистратору служебных переговоров. Стоимость персонального компьютера с процессором Intel будет составлять ($P_{пк} = 80000$ рублей).

Предполагаемый штат сотрудников должен включать в себя:

1. Системный администратор (16 работников при сменном графике) – обеспечивающий настройку и обновление ПО, контроль безопасности данных, сетевую защиту, управление правами доступа.
2. Специалисты по настройке ПО (4 работника при графике 5/2) – обеспечивающий установку и конфигурацию программного обеспечения, её адаптацию и интеграцию с существующим ПО.
3. Техническая поддержка (8 работников при сменном графике) – обеспечивают помощь пользователям при возникновении проблем с новым ПО, проводят обучение сотрудников станции по работе с новым ПО, выполняют диагностику и устранение неполадок в работе ПО.

Списочный состав работников $Ч_{сп}$ может быть определен по формуле 4.2

$$Ч_{сп} = b \times Ч_{яв} \quad (4.2)$$

где b – коэффициент перехода от явочного состава к списочному ($b = 1,2$)

$Ч_{яв}$ – явочный состав работников, чел. ($Ч_{яв} = 10$ чел.);

$Ч_{сп}$ – списочный состав работников, чел.

Тогда списочный состав будет равен:

Системные администраторы:

$$\mathcal{C}_{\text{сп}}^{\text{са}} = 1,2 \times 16 = 20 \text{ работников}$$

Специалисты по настройке ПО:

$$\mathcal{C}_{\text{сп}}^{\text{по}} = 1,2 \times 4 = 5 \text{ работников}$$

Техническая поддержка:

$$\mathcal{C}_{\text{сп}}^{\text{тп}} = 1,2 \times 8 = 10 \text{ работников}$$

Для сотрудников также необходимо учесть расходы на создание рабочих мест и расходные материалы. Это важная составляющая, которая может включать оборудование, мебель, программное обеспечение и прочие издержки.

Расчет затрат на создание рабочего места на одного сотрудника ($P_{\text{рм}} = 125000$ рублей):

1. Персональный компьютер: 80,000 руб.
2. Монитор: 15,000 руб.
3. Стол и кресло: 10,000 руб.
4. Программное обеспечение (лицензии, антивирусы): 20,000 руб.
5. Расходные материалы: 10,000 руб.

Таким образом, капитальные затраты будут рассчитаны по формуле (4.3):

$$K_3 = (25 \times P_{\text{р}} + P_{\text{пк}}) \times 214 + P_{\text{рм}} \times 16 \times 10 \quad (4.3)$$

где $P_{\text{р}}$ – стоимость цифровой радиостанции (10000 рублей);

$P_{\text{пк}}$ – стоимость персонального компьютера (80000 рублей);

$P_{\text{рм}}$ – стоимость организации одного рабочего места нового отдела сопровождения (125000 рублей);

25 – среднее число радиостанций на железнодорожных станциях;

16 – количество территориальных филиалов (дорог) ОАО «РЖД»;

10 – явочное число сотрудников отдела сопровождения;

214 – количество крупнейших сортировочных, участковых, пассажирских и грузовых станций на сети ОАО «РЖД».

$$K_3 = (25 \times 10000 + 80000) \times 214 + 125000 \times 10 = 71\,870\,000 \text{ руб}$$

Эксплуатационные затраты будут связаны с двумя основными статьями расходов – затратами на оплату труда вновь вводимого отдела сопровождения и затратами на расходные материалы для интеграции интеллектуальной системы.

Для отражения ежемесячных затрат на заработную плату сотрудников отдела сопровождения данные о средней заработной сотрудников и общем суммарном итоге сведены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Ежемесячные затраты на содержание штата сопровождения

Должность	Списочный штат	Зарплата (руб.)	Итого (руб.)
Системный администратор	20	92,000	1840000
Специалист по настройке ПО	5	80,000	400,000
Техническая поддержка	10	75,000	750,000
Итого (руб.)	2 990 000		

Также работодатели обязаны платить налоги и взносы на фонд оплаты труда (ФОТ), которые могут составлять примерно 30-40% от заработной платы. Основные статьи включают:

- Страховые взносы в Пенсионный фонд РФ (ПФР) — 22%;

- Страховые взносы на медицинское страхование — 5,1%;
- Страховые взносы на социальное страхование (включая больничные) — 2,9%;
- Страхование от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний — ставки зависят от категории риска, обычно 0,2-0,9%.

Соответственно эксплуатационные затраты составят (формула 4.4):

$$\Xi_3 = (P_{\text{зп}} + P_{\text{н}} + P_{\text{рм}}) \times 12 \quad (4.4)$$

где $P_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату работникам отдела сопровождения (1017000 рублей);

$P_{\text{н}}$ – затраты на налоги и взносы на фонд оплаты труда (305 100 рублей);

$P_{\text{рм}}$ – затраты на расходные материалы;

$$\Xi_3 = (2990000 + 897000 + 10000) \times 12 = 46\,764\,000 \text{ рублей}$$

Работоспособность интеллектуальной системы, определенная в 3 главе, составила 76%, что необходимо интерпретировать для понимания возможностей выявления ей транспортных происшествий и соответственно расчета эффектов от инвестиций в проект. Для оценки возможности выявления интеллектуальной системой транспортных происшествий использован закон нормального распределения.

Согласно статистическим данным за 2022 год среднее число транспортных происшествий, связанных со сходом и столкновением подвижного состава, в год составит 99. Вычисление среднего значения количества выявленных происшествий определено согласно формуле (4.5):

$$E(X) = N \times p \quad (4.5)$$

где:

- $N=50$ — общее количество происшествий в год;
- $p=0.76$ — работоспособность программы (76%).

$$E(X) = 99 \times 0,76 = 75,24$$

Стандартное отклонение интеллектуальной системы составит порядка 5% — это означает, что работоспособность системы может варьироваться. Стандартное отклонение количества выявленных происшествий можно найти по формуле (4.6):

$$\sigma = N \times \sigma p \quad (4.6)$$

где:

- $\sigma=0.05$ — стандартное отклонение работоспособности интеллектуальной системы (5%).

$$\sigma = 99 \times 0,05 = 4,95$$

Классическое уравнение плотности вероятности для нормального распределения представлено формулой (4.7):

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4.7)$$

где:

μ — математическое ожидание (среднее) числа происшествий, в нашем случае $\mu=75,24$;

σ — стандартное отклонение, которое равно 4,95.

$$f(x) = \frac{1}{4,95\sqrt{2\pi}} \times e^{\frac{(75,24-75,24)^2}{2(4,95)^2}} = 0,0806$$

Таким образом, согласно расчетам с учетом допустимой ошибки, доверительный интервал включит диапазон значений от 65,5 до 84,9 выявленных происшествий в год, на рисунке 4.12 представлен график

нормального распределения, показывающий плотность вероятности для числа выявленных происшествий.

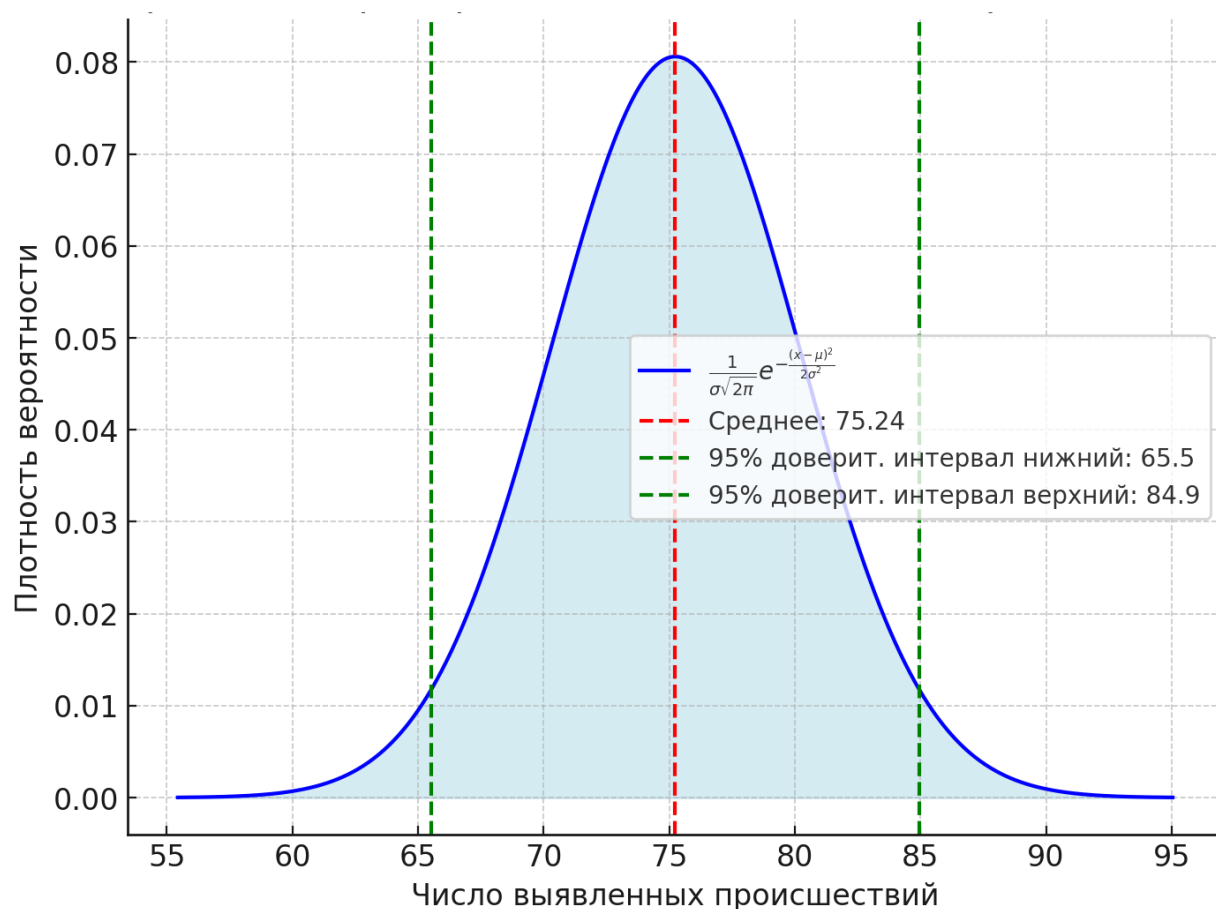


Рисунок 4.12 – График нормального распределения, показывающий плотность вероятности для числа выявленных происшествий

Таким образом, для расчета сокращения непроизводительных расходов на покрытие устранения последствий транспортных происшествий воспользуемся следующей формулой (4.8):

$$I = \sum_{t=1}^{t=T} (R_t - \mathfrak{Z}_3)\alpha_t - K_3\alpha_t \quad (4.8)$$

где R_t – стоимость непроизводительных расходов на покрытие устранения последствий транспортных происшествий;

Z_t – эксплуатационные затраты, млн. руб;

α_t – коэффициент дисконтирования;

K_t – капитальные затраты, руб;

T – горизонт расчета (расчет производится на 5 лет), год;

t – шаг расчета, год.

«Коэффициент дисконтирования определяется по формуле (4.9)» [83]:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1 + E)^{t_n}} \quad (4.9)$$

где E – норма дисконта, принимаемая с учетом средней банковской депозитной процентной ставки;

t_n – показатель степени при расчете коэффициента дисконтирования.

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1 + 0,075)^1} = 0,93$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{(1 + 0,13)^2} = 0,78$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{(1 + 0,19)^3} = 0,59$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{(1 + 0,19)^4} = 0,49$$

$$\alpha_5 = \frac{1}{(1 + 0,19)^5} = 0,42$$

Стоимость непроизводственных расходов на покрытие устранений транспортных происшествий определена по следующей формуле (4.10):

$$R_t = B_{\text{сход}} \times P_{\text{пс1}} + B_{\text{столкновение}} \times P_{\text{пс2}} \quad (4.10)$$

где $B_{\text{сход}}$ – число выявленных и предотвращенных интеллектуальной системой транспортных происшествий, связанных со сходом подвижного состава, согласно нормальному закону распределения;

$B_{\text{столкновение}}$ – число выявленных и предотвращенных интеллектуальной системой транспортных происшествий, связанных со столкновением подвижного состава, согласно нормальному закону распределения;

$P_{\text{пс1}}$, $P_{\text{пс2}}$ – средняя стоимость непроизводительных расходов на покрытие устранения сходов и столкновений подвижного состава;

$$R_t = 41 \times 571000 + 29 \times 1343000 = 62\,358\,000$$

На основании полученных данных определен экономический эффект от сокращения издержек на непроизводительные расходы.

$$I = \sum_{t=1}^{t=5} (62358000 - 46764000)0,93 - 71870000 \times 0,93 = -52336680 \text{ руб}$$

$$I = \sum_{t=2}^{t=5} (62358000 - 46764000)0,78 - 52336680 \times 0,78 = -28659290,4 \text{ руб}$$

$$I = \sum_{t=3}^{t=5} (62358000 - 46764000)0,59 - 28659290,4 \times 0,59 = -7708521,3 \text{ руб}$$

$$I = \sum_{t=4}^{t=5} (62358000 - 46764000)0,49 - 7708521,3 \times 0,49 = 3863884,5 \text{ руб}$$

$$I = \sum_{t=5}^{t=5} (62358000 - 46764000)0,42 = 6\,549\,480 \text{ руб}$$

Расчет сокращения издержек на непроизводственные расходы продемонстрировал, что капитальные затраты, вложенные в проект, будут компенсированы в течении 4 лет, и средства, запланированные на устранение сходов и столкновений, возможно будет перенаправить на другие инвестиционные проекты компании ОАО «РЖД».

4.4 Выводы по главе 4

1. Разработанная новая процессная модель мониторинга служебных переговоров позволяющая совершенствовать технологический процесс, сокращая число задействованных работников (в процессе) на 37,5%, а число взаимодействий между ними – на 91%.

2. Выполнена оценка эффектов от совершенствования организации и технологии мониторинга служебных переговоров, основные результаты следующие:

- Возможность по направленному обучению работников станций, участвующих в оперативной работе;
- Оценка экономического эффекта по сокращению непроизводственных издержек на покрытие устранения последствий транспортных происшествий, которая выявила, что капитальные затраты на проект возможно компенсировать в течение 3 лет;
- Показатель числа допустимо возможного количества анализа радиопереговоров работников увеличивается на 72%;
- Внедрение интеллектуальной системы на производстве окажет существенное влияние на число выявленных нарушений регламента служебных переговоров. Так, в рамках проведенного на станции Московского узла эксперимента, число выявленных нарушений возросло в 4,5 раза.

3. Разработан алгоритм интеграции интеллектуальной системы в существующую технологию мониторинга радиообмена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам диссертационного исследования получены следующие итоги, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

1. Выполнен анализ состояния безопасности производственных транспортных процессов. Обоснован перечень факторов, влияющих на необходимость совершенствования технологического процесса по контролю за информационным взаимодействием, среди которых:

- Фактор высокого влияния транспортных происшествий связанный со сходами (61,33%) и столкновения подвижного состава (19,47%) основными причинами которых являются нарушения информационного взаимодействия и регламента служебных переговоров;
- Фактор возрастающих транспортных происшествий (порядка 10,6% в год) ведущий к росту непроизводственных расходов на устранение последствий транспортных происшествий;
- Фактор несовершенства производственного процесса мониторинга регламента служебных переговоров снижающий производительность труда работников линейных предприятий железнодорожного транспорта;
- Фактор развития новых интеллектуальных систем на смежных видах транспорта и железнодорожном транспорте в других странах мира, что дает новые возможности по обработке больших данных связанных с мониторингом регламента служебных переговоров.

2. Разработана структурная модель цифровой системы, позволяющая в непрерывном формате производить интеллектуальный анализ регламента служебных переговоров на линейных предприятиях железнодорожного транспорта. Проведена апробация работы структурной модели цифровой системы на записях регламента служебных переговоров с трех станций Московского узла, имеющих различный характер работы, а также даны

рекомендации по внедрению на производстве. На основе данных апробации сделан вывод о работоспособности комплекса на уровне 76%.

3. Разработана методика содержательной оценки, предложены критерии оценки регламента информационного взаимодействия работников линейных предприятий железнодорожного транспорта, включающие модель множественной линейной регрессии, устанавливающие оценочные коэффициенты влияния показателей на число нарушений регламента служебных переговоров. Разработан алгоритм принятия управленческих решений по предотвращению возникновения транспортных происшествий, основанный на данных о нарушениях регламента служебных переговоров. Разработан алгоритм выделения ключевых слов среди речевых команд работников линейных предприятий железнодорожного транспорта.

4. Разработана новая процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров на основе процессного подхода.

5. Оценка экономического эффекта продемонстрировала, что эксплуатационные и капитальные вложения в проект могут сократить издержки по непроизводственным расходам на покрытие устранений последствий транспортных происшествий за 3 года.

Сделаны выводы о качественных и количественных показателях работы:

- Число работников, участвующих в производственном процессе по контролю за регламентом служебных переговоров, удалось сократить на 37,5%;
- Число взаимодействий между работниками в производственном процессе по контролю за регламентом служебных переговоров удалось сократить на 91%;
- Показатель числа допустимо возможного количества анализа радиопереговоров работников увеличивается на 72%;
- Предполагается, что число выявленных нарушений регламента служебных переговоров возрастет с внедрением на производство в 4,5 раза;

- С внедрением на производство появится возможность по направленному обучению работников станций, оперативного реагирования и предотвращения транспортных происшествий, а также обеспечения безопасности и защиты транспортного комплекса от актов несанкционированного вмешательства и воздействия.

6. Рекомендуется применение разработанной структурной модели цифровой системы в совокупности с переходом на цифровые радиостанции, так как это позволит предотвратить несанкционированный доступ к радиоэффиру, а также повысить работоспособность разработанной системы.

7. Перспективой дальнейшей разработки темы является совершенствование структурной модели цифровой системы с целью сокращения производственных процессов по контролю за регламентом служебных переговоров до нуля, автоматизировав тем самым производственный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зауэр А.Ф. Происшествия на железных дорогах, их причины и меры предупреждения. М., 1932. С. 10-11.
2. Резолюция пленума ЦК ВКП(б) 11-15 июня 1931 г. о железнодорожном транспорте и его очередных задачах / КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК. М., Политиздат, 1986. Т. 5, с. 303.
3. Распоряжение правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года № 3363-р об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года.
4. Шайдуллин Ш. Н. Политика в области безопасности движения // Железнодорожный транспорт. № 2. 2015. С. 35–38.
5. Шайдуллин, Ш. Н. Актуальные вопросы обеспечения безопасности / Ш. Н. Шайдуллин // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 12. – С. 4-10. – EDN MXBNJC.
6. Шайдуллин, Ш. Н. Обеспечение безопасности движения / Ш. Н. Шайдуллин // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 2. – С. 24-28. – EDN YVYQSD.
7. Шайдуллин, Ш. Н. Применение цифровых технологий в области обеспечения безопасности движения поездов / Ш. Н. Шайдуллин // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 8. – С. 22-26. – EDN RLEQGN.
8. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]: Годовой отчет 2020 год – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ar2020.rzd.ru/download/full-reports/ar_ru_annual_report_spreads_rzd_2020.pdf (дата обращения: 27.04.2021).
9. Чернышев, К. А. Транскрибация по методу Whisper и выделение паттернов в задаче анализа регламента служебных переговоров на железнодорожном транспорте Российской Федерации / К. А. Чернышев, Г. М. Лысов // Транспортное дело России. – 2023. – № 5. – С. 305-307. – DOI 10.52375/20728689_2023_5_305. – EDN FPTOFE.

10. Распоряжение ОАО «РЖД» от 30.09.2016 № 2006р «Об утверждении Правил реализации в холдинге "РЖД" системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов».

11. Чернышев, К. А. Программно-аппаратный комплекс для анализа служебных переговоров / К. А. Чернышев, Г. М. Лысов // Фёдор Петрович Кочнев - выдающийся организатор транспортного образования и науки в России : Труды международной научно-практической конференции, Москва, 22–23 апреля 2021 года / Отв. редактор А.Ф. Бородин, сост. Р.А. Ефимов. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 406-410. – EDN RHIQVJ.

12. Лукашин, Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 161700 "Статистика" и др. экон. специальностям / Ю. П. Лукашин; Ю.П. Лукашин. – Москва: Финансы и статистика (ФС), 2003. – ISBN 5-279-02740-5. – EDN QOOPUZ.

13. Официальный сайт Большой Российской энциклопедии [Электронный ресурс]: Транспортная сеть – Термины – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/transportnaia-set-782ae2> (дата обращения: 27.04.2021).

14. Официальный сайт Всемирной организации интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]: Отчет о глобальном инновационном индексе в 2022 году – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/ru/wipo-pub-2000-2022-exec-ru-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf> (дата обращения: 16.06.2022).

15. Официальный сайт Статистического бюро Европейского союза [Электронный ресурс]: Железнодорожные аварии по типу аварии – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tran_sf_railac/default/table?lang=en (дата обращения: 16.06.2022).

16. Официальный сайт Министерства транспорта США [Электронный ресурс]: Количество транспортных происшествий на железнодорожном транспорте США, – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.bts.gov/content/train-fatalities-injuries-and-accidents-type-accidents> (дата обращения: 16.06.2022).

17. Официальный сайт Министерства транспорта США [Электронный ресурс]: Обзор железнодорожных происшествий, – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://railroads.dot.gov/accident-and-incident-reporting/train-accident-reports/train-accidents-overview> (дата обращения: 17.06.2022).

18. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Количество железнодорожных аварий в Южной Корее с 2011 по 2021 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/1149196/south-korea-number-of-railway-accidents/> (дата обращения: 17.06.2022).

19. Официальный сайт Министерства статистики Сингапура [Электронный ресурс]: Жертвы в результате дорожно-транспортных происшествий – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://tablebuilder.singstat.gov.sg/table/TS/M651351> (дата обращения: 17.06.2022).

20. Официальный сайт Национального бюро статистики Китая [Электронный ресурс]: Статистическое коммюнике Китайской Народной Республики о национальном экономическом и социальном развитии – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/> (дата обращения: 17.06.2022).

21. Официальный сайт Японского совета по безопасности на транспорте [Электронный ресурс]: Статистика железнодорожных аварий – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_rail.html (дата обращения: 18.06.2022).

22. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Количество дорожно-транспортных происшествий с пассажирами в Канаде с 2004 по 2019 год – Электрон. дан. – Режим доступа:

<https://www.statista.com/statistics/484706/number-of-passenger-rail-accidents-in-canada/> (дата обращения: 18.06.2022).

23. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Количество аварий на грузовых железнодорожных линиях в Канаде с 2004 по 2020 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/484661/number-of-freight-rail-accidents-in-canada/> (дата обращения: 18.06.2022).

24. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Количество железнодорожных аварий с опасными грузами в Канаде с 2004 по 2019 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/484727/number-of-dangerous-goods-rail-accidents-in-canada/> (дата обращения: 18.06.2022).

25. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]: Пассажирооборот по видам транспорта общего пользования – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения: 18.06.2022).

26. Официальный сайт Статистического бюро Европейского союза [Электронный ресурс]: Железнодорожные перевозки пассажиров – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/TTR00015/default/table?lang=en&category=rail.rail_pa (дата обращения: 18.06.2022).

27. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Железнодорожные пассажирские перевозки в Америке с 2006 по 2019 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/261169/rail-passenger-activity-in-america/> (дата обращения: 18.06.2022).

28. Официальный сайт Корейских национальных дорог [Электронный ресурс]: Статистика перевозок – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://english.kr.or.kr/main.do#firstPage> (дата обращения: 18.06.2022).

29. Официальный сайт Министерства транспорта Канады [Электронный ресурс]: Годовые отчеты транспорта – Электрон. дан. – Режим

доступа: https://tc.canada.ca/en/corporate_services/transparency/corporate-management-reporting/transportation-canada-annual-reports/transportation-canada-2011/rail-transportation (дата обращения: 18.06.2022).

30. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Пассажирооборот железнодорожного транспорта в Китае с 2009 по 2021 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/276063/volume-of-railway-passenger-transport-in-china/> (дата обращения: 18.06.2022).

31. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Пассажирооборот внутренних железнодорожных перевозок в Японии с 2012 по 2021 финансовый год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/627883/japan-railway-passenger-volume/> (дата обращения: 18.06.2022).

32. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Пассажиропоток Via Rail Canada в милях за период с 2011 по 2022 финансовый год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/555157/passenger-miles-viarail-canada/> (дата обращения: 18.06.2022).

33. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]: Перевозки грузов по виду транспорта – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения: 22.06.2022).

34. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Объем грузов, перевезенных железнодорожным транспортом в Швейцарии с 2007 по 2021 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/435311/switzerland-tonne-kilometres-of-freight-transported-by-rail/> (дата обращения: 18.06.2022).

35. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Объем железнодорожных грузов, перевезенных в США с 2002 по 2021 год –

Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/245235/rail-freight-transportation-in-the-us/> (дата обращения: 23.06.2022).

36. Официальный сайт Статистического бюро Европейского союза [Электронный ресурс]: Перевозка грузов железнодорожным транспортом – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/TTR00006__custom_7201998/default/table?lang=en (дата обращения: 23.06.2022).

37. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Объем грузов, перевезенных поездами в Южной Корее с 1995 по 2020 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/892137/south-korea-transported-railway-freight-volume/> (дата обращения: 18.06.2022).

38. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Грузооборот железнодорожного транспорта в Китае с 2009 по 2021 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/276066/volume-of-rail-freight-traffic-in-china/> (дата обращения: 18.06.2022).

39. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Грузооборот внутренних железнодорожных грузовых перевозок в Японии с 2012 по 2021 финансовый год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/628469/japan-volume-railway-freight-transport/> (дата обращения: 18.06.2022).

40. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]: Транспортный поток железнодорожных линий, эксплуатируемых Mass Rapid Transit (MRT) в Сингапуре с 2013 по 2022 год – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.statista.com/statistics/1006815/singapore-mass-rapid-transit-traffic-flow/> (дата обращения: 18.06.2022).

41. Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics https://www.researchgate.net/publication/245526461_Progress_of_Safety_in_Japanese_Railways (дата обращения: 18.06.2022).

42. Иванов Олег Борисович, Остин Филипп Железные дороги Великобритании: уроки организации и приватизации // ЭТАП. 2013. №1. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/zheleznye-dorogi-velikobritanii-uroki-organizatsii-i-privatizatsii> (дата обращения: 28.08.2023).

43. Shippai no Shinrigaku Nihon Keizai Shinbunsha, 2004

44. Takunda Victor Gadza, Birhanu Reesom Bisrat A Review of the Japanese Train Control Systems, International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS) ISSN: 2394-3661, Volume-10, Issue-2, February 2023

45. Официальный сайт Высшей школы экономики [Электронный ресурс]: Камеры фотовидеофиксации снижают аварийность на дорогах в два раза – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://itetps.hse.ru/mirror/pubs/share/542713741.pdf> (дата обращения: 03.07.2022).

46. С.С. Сапрыкин, В.В. Пак ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА И ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ // Вестник магистратуры. 2022. №3-1 (126). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sostoyaniya-dorozhnogo-polotna-i-dorozhnyh-usloviy-na-bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 14.10.2023).

47. Официальный сайт Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [Электронный ресурс]: Динамика показателей – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://bkdrf.ru/Home/Statistics> (дата обращения: 03.07.2022).

48. Официальный сайт ГосНИИАС [Электронный ресурс]: Автоматическое зависимое наблюдение и сопутствующие информационные технологии – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.gosniias.ru/pages/d/maks-15-azn1.pdf> (дата обращения: 03.07.2022).

49. Официальный сайт ПАО «НПО «Алмаз» ТОП «ЛЭМЗ» [Электронный ресурс]: АС УВД «Топаз» – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://lemz.ru/%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D0%B7-10/> (дата обращения: 03.07.2022).

50. Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics
https://www.researchgate.net/publication/245526461_Progress_of_Safety_in_Japanese_Railways (дата обращения: 18.07.2022).

51. Смирнова, Е. И. Язык радиообмена: особенности коммуникации в авиации / Е. И. Смирнова, Н. Л. Сельвесюк // Актуальные проблемы современности в научном и творческом осмыслении студентов, аспирантов и докторантов: сборник научных статей Факультета иностранных языков МАИ (НИУ). Том Выпуск № 9. – Москва: Издательство "Перо", 2017. – С. 150-162. – EDN XWCRMD.

52. Takunda Victor Gadza, Birhanu Reesom Bisrat A Review of the Japanese Train Control Systems, International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS) ISSN: 2394-3661, Volume-10, Issue-2, February 2023

53. Анализ библиотек автоматического распознавания речи / К. С. Пахомкин, М. С. Торжков, С. С. Алехин [и др.] // Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных : Сборник статей Всероссийской научной конференции. В 2-х томах, Москва, 27–28 апреля 2022 года. Том 2. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2022. – С. 334-338. – EDN WSDMAG.

54. Боярко, С. А. Голосовой помощник и распознавание речи / С. А. Боярко // Наука и образование в обеспечении устойчивого развития человеческого потенциала в условиях перехода к цифровой экономике : Материалы VIII Российской научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 25–26 мая 2021 года / Редколлегия: Е.Б. Аликина, А.А. Носков, Н.Л. Казаринова, Н.И. Кириенко. – Пермь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет", 2021. – С. 104-108. – EDN TDFPFN.

55. С.С. Сапрыкин, В.В. Пак ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА И ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО

ДВИЖЕНИЯ // Вестник магистратуры. 2022. №3-1 (126). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sostoyaniya-dorozhnogo-polotna-i-dorozhnyh-usloviy-na-bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 14.10.2023).

56. Официальный сайт компании OpenAI [Электронный ресурс]: Introducing Whisper – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://openai.com/research/whisper> (дата обращения: 18.02.2023).

57. Официальный сайт Github [Электронный ресурс]: Документация библиотеки Whisper – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://github.com/openai/whisper> (дата обращения: 01.02.2023).

58. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision // OpenAI URL: <https://cdn.openai.com/papers/whisper.pdf> (дата обращения: 01.02.2023).

59. TRANSFORMER-BASED ONLINE CTC/ATTENTION END-TO-END SPEECH RECOGNITION ARCHITECTURE // Arxiv Cornell University URL: <https://arxiv.org/pdf/2001.02674.pdf> (дата обращения: 01.02.2023).

60. STREAMING TRANSFORMER ASR WITH BLOCKWISE SYNCHRONOUS BEAM SEARCH // Arxiv Cornell University URL: <https://arxiv.org/pdf/2006.14941.pdf> (дата обращения: 01.02.2023).

61. STREAMING AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION WITH THE TRANSFORMER MODEL // Arxiv Cornell University URL: <https://arxiv.org/pdf/2001.02674.pdf> (дата обращения: 01.02.2023).

62. Карпов, А. А. Методология оценивания работы систем автоматического распознавания речи / А. А. Карпов, И. С. Кипяткова // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2012. – Т. 55, № 11. – С. 38-43. – EDN PEXJRL.

63. Воронов, И. Цифровая связь для нужд РЖД / И. Воронов, Ю. Мякочин, В. Песоченко // Компоненты и технологии. – 2016. – № 11(184). – С. 72-74. – EDN ZRTEYP.

64. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Приказ от 5 февраля 2010 г. № 26 «Об утверждении правил применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR. Часть IV. Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR»

65. Мелихова, Ю. А. Краткий обзор стандарта цифровой радиосвязи DMR / Ю. А. Мелихова, Д. В. Анаденков // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 5-й Всероссийской научной конференции. В 4-х томах, Курск, 20–21 октября 2022 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 167-169. – EDN TOCTSK.

66. Ярцев, К. А. Модернизация поездной радиосвязи с применением цифровой радиосвязи стандарта DMR на участке Мичуринск-Тамбов / К. А. Ярцев, И. В. Малеева // Современные научные исследования: тенденции и перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чистополь, 28 февраля 2020 года / Под общей редакцией Е.А. Назарова. – Чистополь: ООО Полиграфическая Компания "Астор и Я", Частное учреждение дополнительного профессионального образования "Научно-исследовательский и образовательный центр", 2020. – С. 58-64. – EDN RUSCNP.

67. Никитин Александр Борисович, Кушпиль Игорь Васильевич Возможность внедрения цифровой радиосвязи и организации передачи данных между станциями на малодеятельных линиях // Автоматика на транспорте. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnost-vnedreniya-tsifrovoy-radiosvyazi-i-organizatsii-peredachi-dannyh-mezhdu-stantsiyami-na-malodeyatelnyh-liniyah> (дата обращения: 24.03.2023).

68. Страшнов, М. В. Организация системы документированной регистрации переговоров / М. В. Страшнов, А. В. Лапшов, С. В. Саченков // Автоматика, связь, информатика. – 2020. – № 11. – С. 6-8. – EDN ATNJSF.

69. Распоряжение ОАО "РЖД" от 04.07.2017 N 1258р "Об утверждении отдельных документов, регламентирующих работу в вопросах соблюдения установленного регламента служебных переговоров" (вместе с "Рекомендациями по применению приложения N 20 к Инструкции по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации, приложению N 8 к Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденным приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. N 286", "Порядком контроля в ОАО "РЖД" за выполнением установленного регламента служебных переговоров при поездной и маневровой работе").

70. Распоряжение ОАО «РЖД» от 28.12.2020 № 2941/р «Об утверждении Положения о порядке применения предупредительных талонов по охране труда в ОАО «РЖД».

71. Кобзев, В.А. Повышение безопасности работы железнодорожных станций на основе совершенствования и развития станционной техники: Учеб. пособие/ В.А. Кобзев, И.П. Старшов, Е.И. Сычев: под ред. В.А. Кобзева. – М.:ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. –264 с.

72. Распоряжение ОАО «РЖД» от 15 января 2007 г. № 46р «Функциональная стратегия управления качеством в ОАО «РЖД».

73. Липатова, О. В. Развитие системы управления на железнодорожном транспорте на основе процессного подхода / О. В. Липатова, Е. И. Горленко, Т. И. Желудкович // Проблемы безопасности на транспорте: Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях, Гомель, 24–25 ноября 2022 года / Под общей редакцией Ю.И. Кулаженко. Том Часть 2. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2022. – С. 328-330. – EDN OСТВUФ.

74. Алибеков, Ш. И. Процессный и функциональный подходы к управлению: преимущества и недостатки / Ш. И. Алибеков, М. М. Кумышева // Управленческий учет. – 2022. – № 9-1. – С. 5-12. – DOI 10.25806/uu9-120225-12. – EDN REBHPL.

75. Вензель, О. Л. Метод управления транспортной безопасностью на воздушном транспорте на основе процессного подхода / О. Л. Вензель, А. Д. Барабаш // Инновации в гражданской авиации. – 2019. – Т. 4, № 4. – С. 27-33. – EDN SVRHQQ.

76. Елисеев, С. Ю. Процессный подход как основа повышения эффективности системы обслуживания грузовладельцев на железнодорожном транспорте / С. Ю. Елисеев, Е. С. Кулиева // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 2. – С. 57-62. – EDN YSPH WX.

77. Репина, М. П. Использование процессного подхода на железнодорожном транспорте / М. П. Репина, Е. В. Файзрахманова // Инновации. Наука. Образование. – 2022. – № 52. – С. 418-424. – EDN FQQCQK.

78. Кабиоков, К. Г. Эволюция подходов к организации процессного управления ресурсами на транспорте / К. Г. Кабиоков, В. Ю. Гневашев, Т. А. Юсупова // НАУКА, ИННОВАЦИИ, ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ XXI ВЕКА : сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 декабря 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 72-74. – EDN VUPIDC.

79. Кузнецова, Н. С. Формирование эффективной системы управления технологическими процессами на железнодорожном транспорте / Н. С. Кузнецова // Наука настоящего и будущего. – 2019. – Т. 2. – С. 96-100. – EDN OGURXS.

80. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / Владимир Репин, Виталий Елиферов. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. — 544 с.

81. Распоряжение ОАО «РЖД» от 30.09.2016 № 2006р «Об утверждении Правил реализации в холдинге "РЖД" системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов».

82. Распоряжение ОАО "РЖД" от 01.11.2022 N 2831/р "Об утверждении изменений в Методические рекомендации по расчету ущерба от транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта в ОАО "РЖД".

83. Информационный менеджмент и электронная коммерция на транспорте [Текст] : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / [Е. Б. Бабошин и др.] ; под ред. Г. Б. Бубновой, Л. П. Левицкой. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. трансп., 2014. - 461, [1] с.: ил., табл.; 21 см. - (Высшее профессиональное образование) (Федеральный государственный образовательный стандарт) (Учебное пособие для бакалавров).; ISBN 978-5-89035-613-0

84. Ерофеев, А. А. Принципы формирования управляющих решений в интеллектуальной системе управления перевозочным процессом / А. А. Ерофеев, А. Ф. Бородин // Проблемы безопасности на транспорте: МАТЕРИАЛЫ XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. В 2 частях, Гомель, 25–26 ноября 2021 года. Том Часть 1. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2021. – С. 11-13. – EDN RSAFQM.

85. Замышляев, А. М. Информационное управление в транспортной сфере / А. М. Замышляев // Наука и технологии железных дорог. – 2017. – Т. 1, № 4(4). – С. 11-24. – EDN YPPXWN.

86. Лapidус, Б. М. Стратегическая перспектива создания Интегрированной интеллектуальной транспортной системы / Б. М. Лapidус // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2020. – № 5-6. – С. 1-8. – EDN FGBGPD.

87. Лapidус, Б. М. О влиянии цифровизации и Индустрии 4.0 на перспективы развития железнодорожного транспорта / Б. М. Лapidус // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2018. – № 1. – С. 1-8. – EDN YSLAKR.

88. Левин, Б. А. Развитие интеллектуальных транспортных систем / Б. А. Левин, В. Я. Цветков // Наука и технологии железных дорог. – 2020. – Т. 4, № 1(13). – С. 15-25. – EDN GKACEN.

89. Левин, Б. А. Цифровая железная дорога: принципы и технологии / Б. А. Левин, В. Я. Цветков // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16, № 3(76). – С. 50-61. – EDN XVYKXJ.

90. Моделирование и оптимизация транспортных производственных процессов. Оценка погрешности решения экстремальных задач / С. А. Бехер, В. Д. Верескун, В. С. Воробьев, Т. А. Распопина // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 4(72). – С. 139-144. – EDN YTZECL.

91. Мамаев, Э. А. Цифровые трансформации в транспортных холдингах: железнодорожный транспорт / Э. А. Мамаев, Н. В. Гузенко // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2018. – № 4(64). – С. 55-61. – EDN DWATFM.

92. Мамаев, Э. А. Цифровизация транспортного бизнеса и развитие логистического сервиса для транспортного холдинга с применением технологии bigdata / Э. А. Мамаев, М. В. Колесников // XIV Всероссийская мультikonференция по проблемам управления МКПУ-2021 : Материалы XIV мультikonференции в 4 томах, Дивноморское, Геленджик, 27 сентября – 02 2021 года. Том 4. – Ростов-на-Дону - Таганрог: Южный федеральный университет, 2021. – С. 134-136. – EDN SDBOSW.

93. Гозбенко, В. Е. Анализ и исследование факторов, влияющих на безопасность движения / В. Е. Гозбенко, С. С. Громышова, Ю. И. Белоголов // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции,

Чебоксары, 08 февраля 2019 года / Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2019. – С. 149-155. – EDN KXGHNH.

94. Сайбаталов, Р. Ф. Задачи и приоритеты Центральной дирекции управления движением - филиала ОАО «РЖД» / Р. Ф. Сайбаталов // Фёдор Петрович Кочнев - выдающийся организатор транспортного образования и науки в России : Труды международной научно-практической конференции, Москва, 22–23 апреля 2021 года / Отв. редактор А.Ф. Бородин, сост. Р.А. Ефимов. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 10-15. – EDN CZAOLL.

95. Куренков, П. В. Основные тенденции цифровой трансформации в логистике / П. В. Куренков, А. В. Поступинская, Е. А. Герасимова // Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики : Материалы IV Международной научно-практической онлайн-конференции, Гомель, 27 апреля 2023 года / Под редакцией профессора В.Г. Гизатуллиной. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2023. – С. 100-102. – EDN HENMUB.

96. Киселев, Д. А. Стратегия цифровой трансформации транспортного рынка России / Д. А. Киселев, Е. С. Пьянова, В. А. Гузенко // Логистика - евразийский мост : Материалы XVIII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 27–30 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2023. – С. 93-97. – EDN RKGGRK.

97. Использование возможностей цифровизации в развитии экономики / О. В. Малышева, П. В. Куренков, А. Р. Рахматуллина, Ю. И. Минина // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 10(159). – С. 222-226. – DOI 10.34925/EIP.2023.159.10.039. – EDN CEAEER.

98. Large-scale learning of generalised representations for speaker recognition // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Represe

ntations_and_Self-

Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition

(дата обращения: 03.11.2022).

99. Лахина, К. Ш. Информационные технологии в логистических системах / К. Ш. Лахина, О. В. Цупа, Ф. К. Мухамадшоев // Логистика - евразийский мост : Материалы XVII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 27–30 апреля 2022 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 158-162. – EDN BMOVUU.

100. Minimum Latency Training of Sequence Transducers for Streaming End-to-End Speech Recognition // ResearchGate URL: [https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-](https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition)

Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition

(дата обращения: 03.11.2022).

101. Повышение безопасности функционирования железнодорожных станций при автоматизации, интеллектуализации, цифровизации и логистизации станционных процессов / П. В. Куренков, С. А. Филиппченко, А. В. Астафьева, Д. Ю. Левин // Проблемы безопасности на транспорте : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Гомель, 25–26 ноября 2021 года / Под общей редакцией Ю.И. Кулаженко. Том Часть 2. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2021. – С. 229-231. – EDN LHHICF.

102. Online Continual Learning of End-to-End Speech Recognition Models // ResearchGate URL: [https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-](https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition)

Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition

(дата обращения: 03.11.2022).

103. ESPnet-SE++: Speech Enhancement for Robust Speech Recognition, Translation, and Understanding // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition (дата обращения: 03.11.2022).

104. Streaming Automatic Speech Recognition with Re-blocking Processing Based on Integrated Voice Activity Detection // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition (дата обращения: 03.11.2022).

105. ESPnet-SLU: Advancing Spoken Language Understanding Through ESPnet // ResearchGate URL: https://www.researchgate.net/publication/386210478_Fusion_of_Discrete_Representations_and_Self-Augmented_Representations_for_Multilingual_Automatic_Speech_Recognition (дата обращения: 03.11.2022).

106. Малинский, С. В. интеллектуальный транскрибатор для автоматического контроля за разглашением персональных данных / С. В. Малинский, И. К. Духов, А. А. Мартемьянова // Цифровые технологии и решения в сфере транспорта и образования : материалы II Национальной научно-практической конференции, Москва, 07 декабря 2023 года. – Москва: Российский университет транспорта, Белый ветер, 2023. – С. 110-116. – EDN FTBFBO.

107. Цифровые технологии и решения в сфере транспорта и образования : материалы II Национальной научно-практической конференции, Москва, 07 декабря 2023 года. – Москва: Российский университет транспорта, Белый ветер, 2023. – 196 с. – ISBN 978-5-907718-53-1. – EDN FHSPJJ.

108. Малинский, С. В. интеллектуальная система контроля за разглашением персональных данных / С. В. Малинский, И. К. Духов, А. А. Мартемьянова // Интеллектуальные транспортные системы : Материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 30 мая 2024 года. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2024. – С. 678-686. – DOI 10.30932/9785002446094-2024-678-686. – EDN OOAVUB.

109. Оленцевич, В. А. Задачи приспособления транспортной инфраструктуры к новым технологиям / В. А. Оленцевич, В. Е. Гозбенко // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2021. – № 8. – С. 189-190. – EDN TMDOQN.

110. Полтавская, Ю. О. Анализ факторов, оказывающих влияние на развитие интеллектуальных транспортных систем в субъектах Российской Федерации / Ю. О. Полтавская, В. Е. Гозбенко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2022. – № 2(74). – С. 175-186. – DOI 10.26731/1813-9108.2022.2(74).175-186. – EDN VMDUSR.

111. Метод оценки влияния человеческого фактора на безопасность движения поездов на основе признаков культуры безопасности / Н. О. Бересток, В. А. Кобзев, Е. А. Овчинникова, Ж. Янев // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. – 2020. – № 1(2). – С. 12-20. – EDN UWHQIZ.

112. Оценка влияния человеческого фактора на транспортные происшествия в хозяйстве перевозок / Н. Н. Бересток, Е. А. Овчинникова, В. А. Кобзев [и др.] // Тенденции развития железнодорожного транспорта и управления перевозочным процессом : Материалы международной юбилейной научно-технической конференции, посвященной 95-летию кафедр «Железнодорожные станции и транспортные узлы», «Управление эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте», Москва, 20–21 ноября 2019 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2020. – С. 137-144. – EDN UNJFJA.

113. Лысов, Г.М. Интеллектуальный анализ регламента служебных переговоров на железнодорожном транспорте РФ на базе современных транскрибаторов / С. В. Малинский, К. А. Чернышев, Г. М. Лысов // Транспортное дело России. – 2023. – № 6. – С. 393-397.

114. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024667301 Российская Федерация. «Программа по контролю регламента служебных переговоров работников железнодорожного транспорта»: № 2024665730: заявл. 03.07.2024: опубл. 23.07.2024 / Г. М. Лысов.

115. Лысов, Г.М. Цифровые радиостанции как мера по сокращению транспортных происшествий на сети железных дорог Российской Федерации / К. А. Чернышев, Г. М. Лысов // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 27 сентября 2023 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2023. – С. 314-316.

116. Лысов, Г.М. Развитие систем безопасности в части контроля маневровых передвижений / Г. М. Лысов, А. А. Гришаев, Д. А. Батурин, К. И. Захаренко // Кочневские чтения - 2023: современная теория и практика эксплуатационной работы железных дорог: труды II-й Международной научно-практической конференции, Москва, 19–20 апреля 2023 года. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2023. – С. 362-366.

117. Лысов, Г.М. Исследование метода прогнозирования временных рядов на транспорте с помощью рекуррентных нейронных сетей / Г. М. Лысов, Ф. Н. Приходько, А. А. Коновалова, К. А. Тимошенко // Дневник науки. – 2023. – № 1(73).

118. Лысов, Г. М. Анализ существующих систем организации служебных переговоров на железных дорогах России, Канады, США / Г. М. Лысов, О. В. Лысова, К. А. Чернышев // Академик Владимир Николаевич Образцов - основоположник транспортной науки: труды международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию университета,

Москва, 22 октября 2021 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 205-207.

119. Лысов, Г. М. Развитие безлюдных технологий в части контроля ведения регламента переговоров / Г. М. Лысов, К. А. Чернышев // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. – 2020. – № 1(2). – С. 110-113.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Данные о сравнении текстов методами WhisperAI и VOSK

Таблица А.1 - Распознавание произвольного текста без шумов

Исходный текст	VOSK			WhisperAI		
	Северный	Южный	Среднерусский	Северный	Южный	Среднерусский
Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления населению услуг, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества.	государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечен ии интересов и прав граждан в процессе предоставления населению услуг, которые соответствует всем нормам и требованиям стандарта качества.	государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечен и интересов и прав граждан в процессе предоставления населению услуг, которые соответствуют всем нормам и требованиям стандарта качества.	государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления населению услуг, которые соответствуют всем нормам и требованиям стандарта качества.	Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и интереса и прав граждан в процессах предоставления населению услуг, которые соответствуют всем нормам и требованиям стандарта качества.	Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и интереса и прав граждан в процессах предоставления населению услуг, которые соответствуют всем нормам и требованиям стандарта качества.	Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечен и интересов и прав граждан в процессах предоставления населения услуг, которые могут соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества.

Продолжение таблицы А.1

Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда жилищная инспекция наделена полномочиями согласно законодательным актам рф в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда жилищная инспекция наделена полномочиями согласно законодательным актам рф в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда жилищная инспекция наделена полномочиями согласно законодательным актам рф в которых прописаны способы и формы —————	Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями согласно законодательным актам РЭБ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями согласно законодательным актам РЭБ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.
Время распознавания, мс	6321,9849	6194,2822	6197,55	104600,78	94254,44	120165,01

Таблица А.2 - Распознавание произвольного текста с шумами

Исходный текст	VOSK			WhisperAI		
	Северный	Южный	Среднерусский	Северный	Южный	Среднерусский
Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти.	государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти её главная задача	государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением система органов исполнительной власти её главная задача	государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти её главная задача	Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным повернтелем и ем системы органов исполнительной власти. Её главная задача	Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системы органов исполнительной власти. Её главная задача заключается	Государственная жилищная инспекция является самостоятельным структурным подразделением системных органов исполнительной власти. Её главная задача

Продолжение таблицы А.2

Ее главная задача заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления услуг населению, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества. Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления услуг населению, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества, также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда, жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля	заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления услуг населению, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества, также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда, жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля	заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления услуг населению, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества, также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда, жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля	заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессе предоставления услуг населению, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества. Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессах предоставления услуг, которые должны соответствовать всем нормам и требованиям стандарта качества. Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.	заключается в осуществлении контроля за соблюдением и обеспечением интересов и прав граждан в процессах предоставления услуг, которые могут соответствовать всем уголовным и требованиям стандарта качества. Также инспекция наделена полномочиями осуществлять контроль за сохранностью жилищного фонда. Жилищная инспекция наделена полномочиями, согласно законодательным актам РФ, в которых прописаны способы и формы осуществления контроля.
Время распознавания, мс	7337,5297	6273,1369	7999,1841	82963,4968	81843,1230	81286,5877

ПРИЛОЖЕНИЕ Б**Акт внедрения результатов диссертационного исследования****АКТ****ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

Центральная дирекция управления движением – филиал ОАО «РЖД» ставит одной из своих задач активное внедрение современных технических средств и прогрессивных технологий с целью снижения себестоимости перевозок, обеспечения их эффективности, а также совершенствования производственных транспортных процессов.

Регламент служебных переговоров, устанавливающий правила и процедуры взаимодействия между работниками на железнодорожном транспорте, является важной частью производственных процессов. Сегодня на сети железных дорог метод контроля за регламентом служебных переговоров представляет собой органолептический сбор и обработку информации с регистрирующих устройств, ввиду отсутствия решений, позволяющих справиться с подобной задачей в автоматическом режиме.

По результатам исследования Лысова Георгия Михайловича в его диссертационной работе на тему «Методы контроля за информационным взаимодействием работников при организации производственных процессов» разработаны программные, технологические решения и методы, позволяющие существенно совершенствовать производственный процесс по контролю за регламентом служебных переговоров, а также повысить безопасность функционирования железнодорожных станций.

Представленные результаты диссертации могут быть использованы Центральной дирекцией управления движением при совершенствовании собственной методики контроля за регламентом служебных переговоров.

Заместитель начальника Центральной
дирекции управления движением
(по безопасности движения)



Р.В.Райзер

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ
№2024667301

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2024667301

«Программа по контролю регламента служебных переговоров работников железнодорожного транспорта»

Правообладатель: *Лысов Георгий Михайлович (RU)*

Автор(ы): *Лысов Георгий Михайлович (RU)*

Заявка № **2024665730**
Дата поступления **03 июля 2024 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **23 июля 2024 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Ю.С. Zubov