

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
(технические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 2025

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет транспорта» РУТ (МИИТ)

Научный кандидат технических наук
руководитель: **Чернышев Константин Александрович**

Официальные **Покровская Оксана Дмитриевна,**
оппоненты: доктор технических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», заведующий кафедрой;

Мишкурлов Павел Николаевич,
кандидат технических наук, доцент,
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», доцент.

Ведущая Акционерное общество «Научно-исследовательский и
организация: проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), г. Москва.

Защита диссертации состоится «23» апреля 2025 г. в 11:00 часов на заседании диссертационного совета 40.2.002.06 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» по адресу: 127994, ГСП-4, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, аудитория 1112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте РУТ (МИИТ), www.mii.ru.

Автореферат диссертации разослан «_____» февраля 2025 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Кузьмин Дмитрий Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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. Лапидус, 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».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (119 библиографических наименований) и трех приложений. Общий объем работы с приложениями – 172 страницы. Диссертация содержит 50 рисунков и 21 таблицу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приведены актуальность темы исследования; степень её разработанности; цели и задачи исследования; научная новизна; теоретическая и практическая значимость работы; методы исследования; положения, выносимые на защиту; степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе представлено обоснование факторов, влияющих на необходимость совершенствования технологического процесса по контролю за информационным взаимодействием.

Обоснование факторов строится вокруг необходимости совершенствования технологий и организации работы по обеспечению безопасности движения поездов. Такой подход предложен на основании необходимости снижения непроизводительных расходов на транспортные происшествия, что доказано сопоставлением внедренных в транспортное производство новых технологий, технических средств и числом транспортных происшествий на сети.

Внедрение новых технологий, согласно исследованиям, позволило сократить число транспортных происшествий, причинами которых являлись технические неисправности, оставив не решенным вопрос влияния «человеческого фактора». По причине «человеческого фактора» на сети происходит 90% транспортных происшествий, а динамика происшествий, согласно статистическим данным (рисунок 1), растет, что ежегодно увеличивает непроизводительные расходы.



Рисунок 1 - Кумулятивная кривая выявленных транспортных происшествий на сети железнодорожного транспорта РФ

Исследование транспортных происшествий на сети указывает, что наибольшее влияние на общесетевую статистику имеют (рисунок 2) сходы (61,33%) и столкновения подвижного состава (19,47%), а основной причиной

является нарушение информационного взаимодействия работников (53% от всех транспортных происшествий). Под нарушением информационного взаимодействия подразумевается несогласованность действий, нарушение регламента переговоров и стаж в работе менее 3 лет. Все эти нарушения имеют 1 общую точку пересечения, в которой возможно своевременно отслеживать и пресекать нарушения – регистратор служебных переговоров.

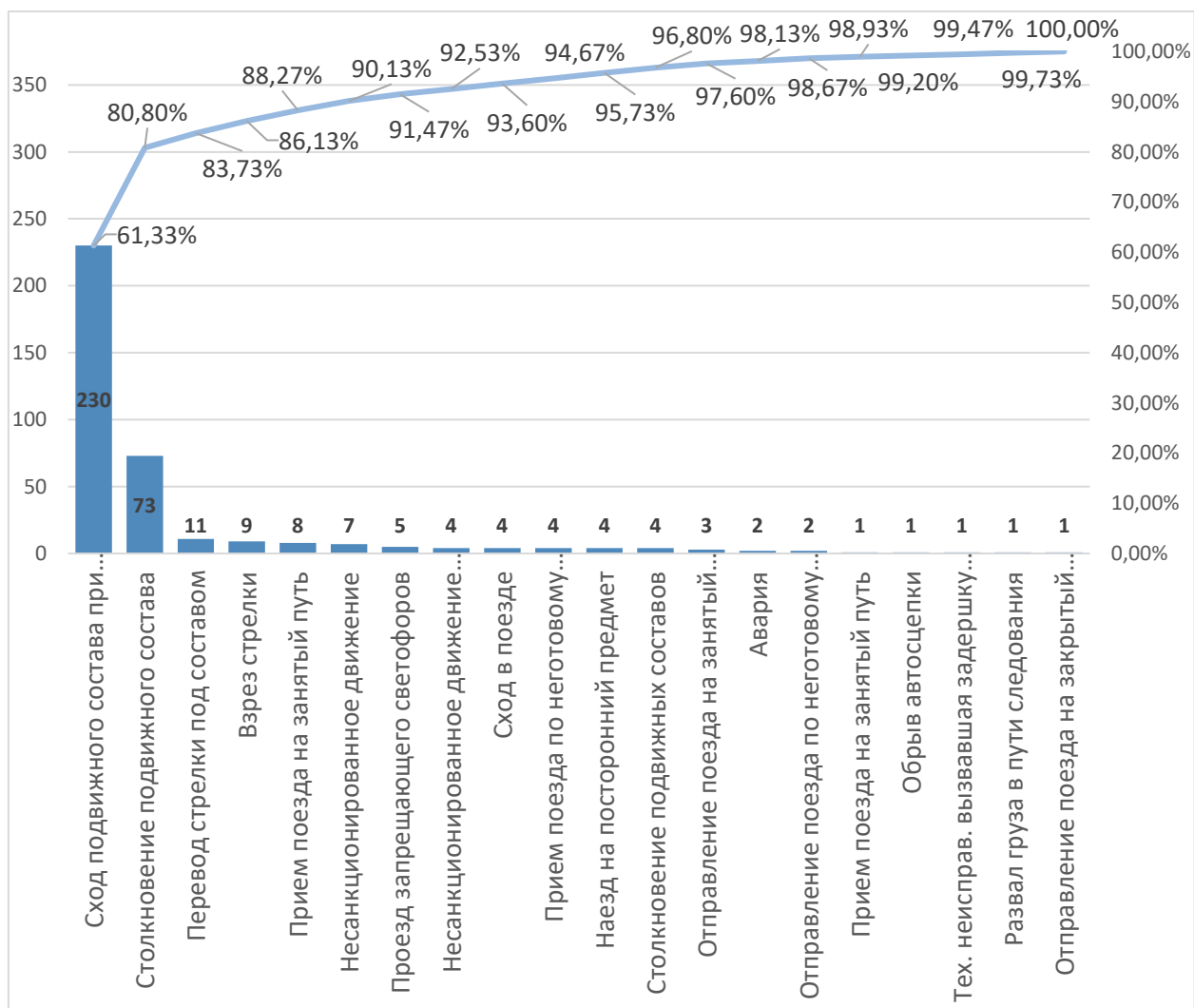


Рисунок 2 - Диаграмма транспортных происшествий за период с 2014 года по 2022 год по причине схода и столкновения подвижного состава

Но существующая технология контроля за регламентом переговоров не регламентирована, имеет сложную структуру и этапность согласования нарушений (рисунок 3), а также не дает физической возможности работникам в полном объеме контролировать весь поток информации.

Такой подход снижает производительность труда руководящего звена на линейных объектах железнодорожного транспорта (начальник станции, заместители, главный инженер) и контролирующих органов (ревизоры по безопасности движения).

Рисунок 3 – Процессная модель существующего технологического процесса по контролю за регламентом служебных переговоров

Решению эта задача не поддавалась и процесс бюрократизировался введением новых регламентов по количеству ежемесячных проверок записей переговоров руководством железнодорожных станций и ревизорского аппарата, что в очередной раз снижало производительность труда. Исследование зарубежного опыта и опыта на смежных видах транспорта, проведенное в работе, доказало, что задачу возможно решить внедрением новых цифровых технологий и совершенствованием существующей организации технологического процесса.

Таким образом совершенствование технологического процесса обусловлено следующими факторами:

- Существенным влиянием информационного взаимодействия на производительность труда и непроизводственные издержки 53%;
- Увеличившимся числом транспортных происшествий и вследствие роста непроизводственных издержек;
- Системой организации производственного процесса, снижающей производительность труда;
- Появлению и развитию новых систем интеллектуального анализа больших данных.

Во второй главе разработана структурная модель цифровой системы по контролю за информационным взаимодействием.

Работа системы заключается в интеллектуальном анализе, документировании и хранении аудиозаписей регламента служебных переговоров, реализуемых с использованием программного обеспечения, установленного на персональном компьютере и интегрированного с устройством регистрации служебных переговоров (рисунок 4).

Исходя из мер по обеспечению безопасности производственных процессов, воспрепятствованию несанкционированного доступа и необходимости высокой степени интеграции с существующей системой, в диссертации предусмотрены требования к внедряемой системе.

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).

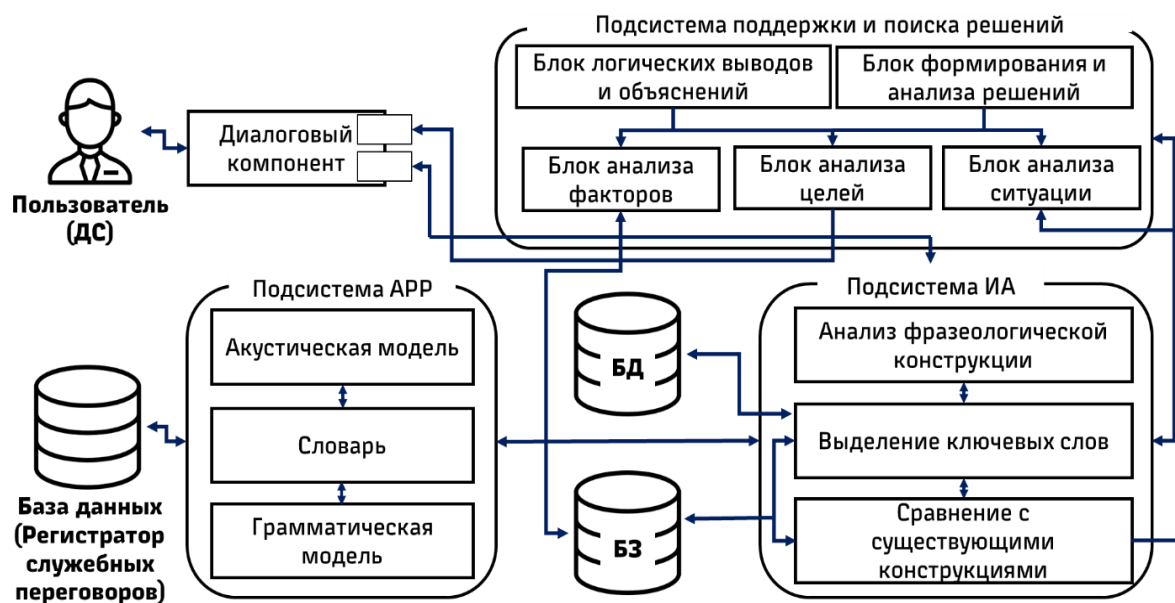


Рисунок 4 - Структурная модель цифровой системы по контролю за информационным взаимодействием

Работа подсистемы АРР связана с анализом аналогового сигнала и преобразовании его в цифровой формат (метод транскрибации) в диссертации в качестве таких инструментов обоснованы VOSK и WhisperAI (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнение методов транскрибации

Наименование метода	Наличие открытого исходного кода	Автономность	Глубокое обучение	Потоковая обработка
PocketSphinx (cmusphinx-ru-5.2)	+	+	-	-
VOSK (vosk model-ru-0.22)	+	+	+	+
WhisperAI	+	+	+	+
OpenAI API	-	-	+	+
Yandex SpeechKit	-	-	+	+
Google speech to text	+	-	+	-

Для выбора метода транскрибации проведена апробация на двух видах аудиозаписей, в одной из которых речь записана непрерывно, а в другой разделяется паузами. Каждая из них записана в трех вариантах, учитывая три существующих в России диалекта. Результаты показали преимущества метода Whisper (таблица 2), а также возможность ведения непрерывного мониторинга радиообмена, что позволят не только вести постобработку радиообмена, но и оперативно реагировать на возникающие нарушения регламента переговоров.

Таблица 2 - Результаты сравнения методов WhisperAI и VOSK

Частота ошибки \ Метод		WhisperAI	VOSK	Среднее время распознавания текста 3 диалектов методом WhisperAI, с	Среднее время распознавания текста 3 диалектов методом VOSK, с
Непрерывный аудиофайл	В словах	2	1	10/30	6/30
	В окончаниях	3	3		
Непрерывный аудиофайл с шумами	В словах	2	1	8/30	7/30
	В окончаниях	3	5		
Разделенный паузами аудиофайл	В словах	0	0	4/5	2/5
	В окончаниях	0	0		
Разделенный паузами аудиофайл с шумами	В словах	1	4	3/5	2/5
	В окончаниях	0	1		
Итог		11	15	25/70	17/70

Подсистема ИА использует разработанный в рамках диссертации алгоритм (рисунок 5) выделения ключевых слов (паттернов), основанный на действующей нормативной документации, а именно Приложении 20 к Правилам технической эксплуатации железных дорог РФ «Типовой регламент служебных переговоров».

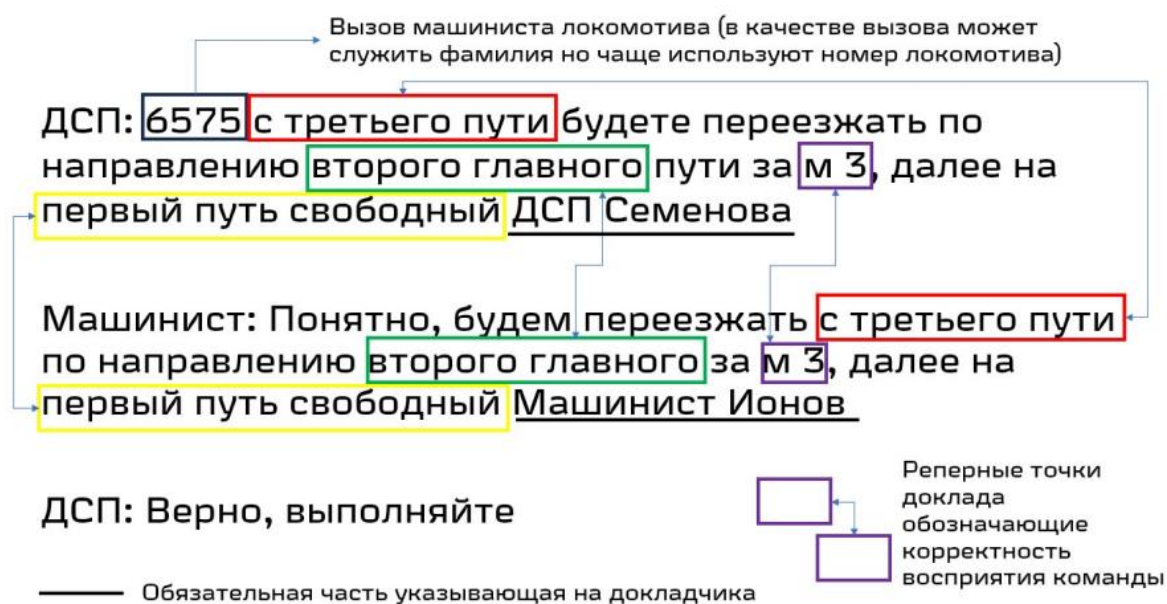


Рисунок 5 – Пример работы алгоритма выделения ключевых слов

Алгоритм позволяет проводить детальный анализ каждой фразеологической конструкции и выявлять 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. Для каждой фразеологической конструкции выделяется свой набор ключевых слов и их порядок, на основе которых формируется паттерн и далее, сравнивая их с эталоном, алгоритм формирует заключение о корректности информационного взаимодействия. В диссертации разработан алгоритм выделения паттернов на основе регулярных выражений заключения о корректности регламента служебных переговоров (рисунок 6).

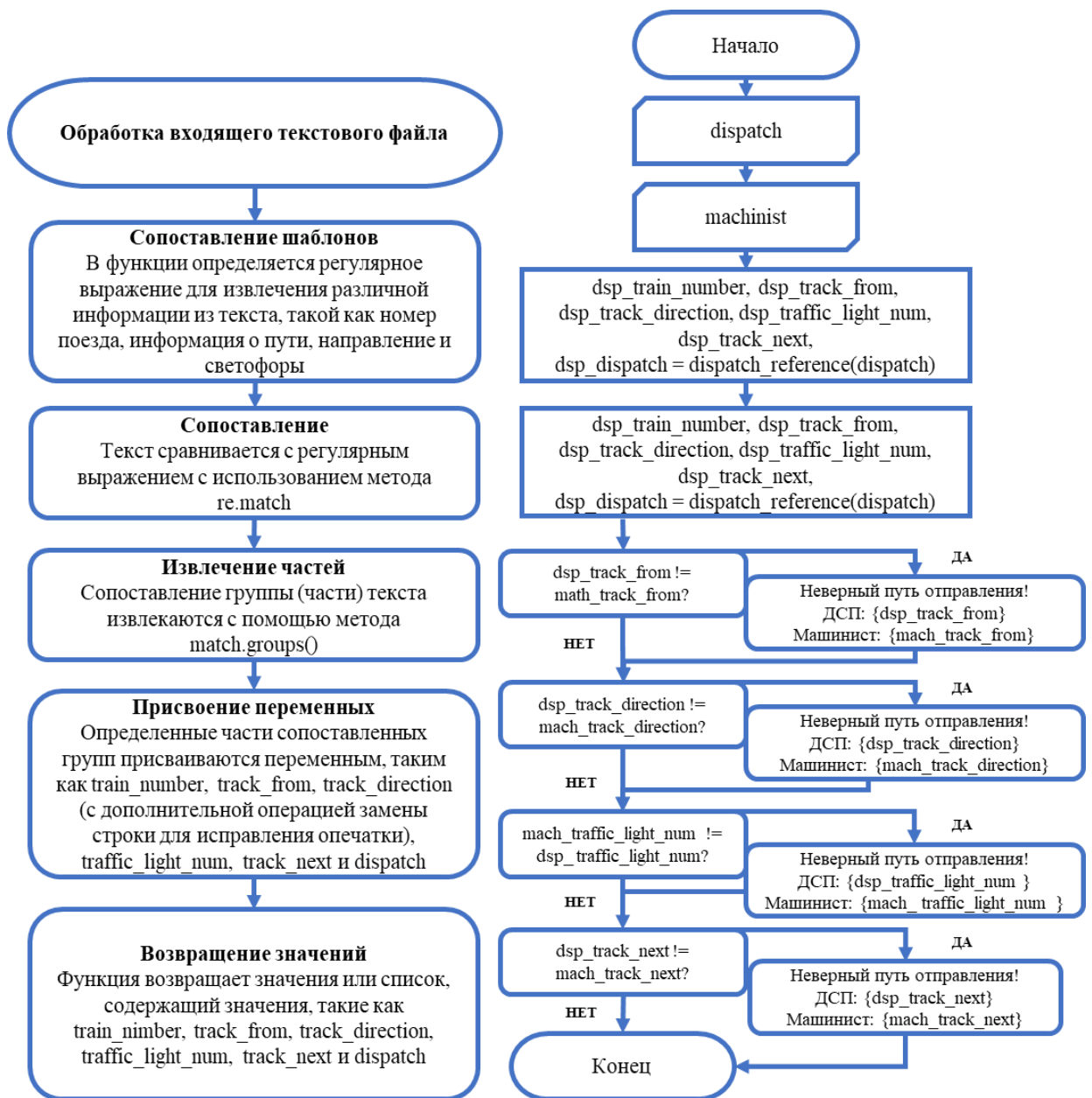


Рисунок 6 - Блок-схема сравнения паттернов для заключения о корректности информационного взаимодействия

Подсистемы поддержки и поиска решений позволяют связывать результаты подсистем ИА и АРР с базой знаний (нормативными документами ОАО «РЖД» в части влияния на работников за нарушения) и принимать на их основе самостоятельные решения о необходимости принятия руководством станции действий по немедленному реагированию и предотвращению транспортных происшествий.

В третьей главе представлена оригинальная методика содержательной оценки информационного взаимодействия и результаты апробации разработанной интеллектуальной системы.

Оценка работоспособности выполнялась на основе трех факторов: проценте потери информации, проценте корректно распознанных слов и проценте ошибок на каждые 1000 слов (рисунок 7).

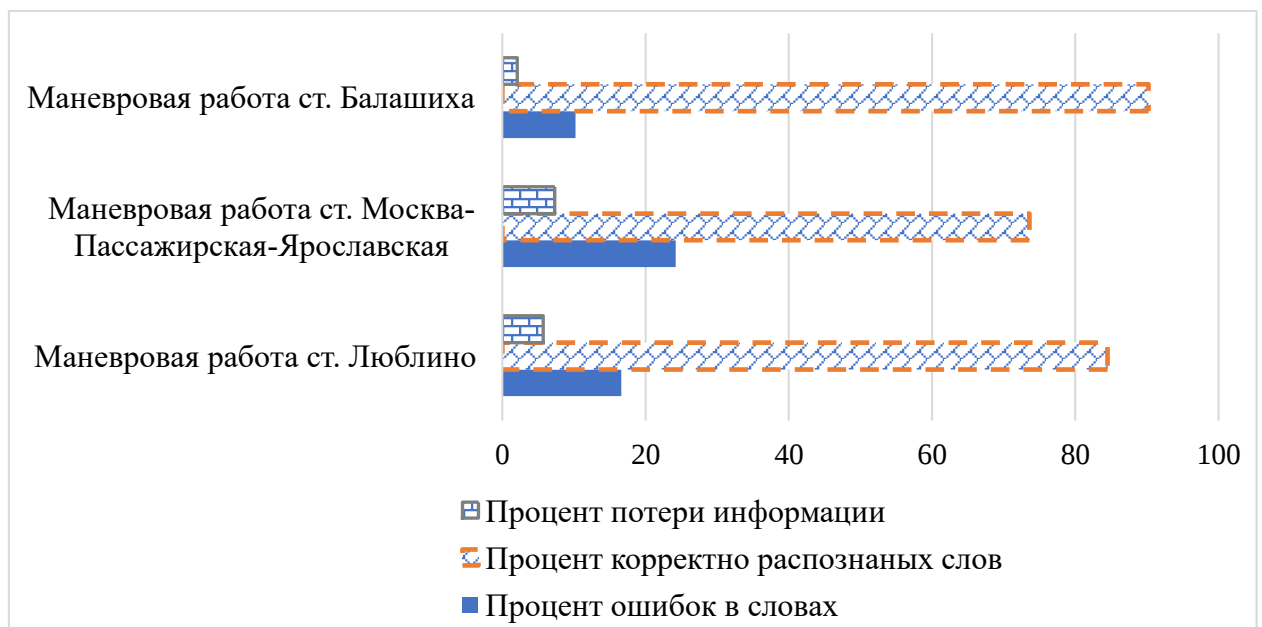


Рисунок 7 – Оценка работоспособности интеллектуальной системы

Апробация 180 записей регламента служебных переговоров продемонстрировала работоспособность программного комплекса на уровне 76%.

Впервые предложены критерии оценки регламента служебных переговоров на железнодорожных станциях, складывающиеся из собранных системой данных о ведении радиообмена и вычисленных на их основе (таблица 3).

Для оценки критериев предлагается использовать метод множественной линейной регрессии, который позволяет исследовать взаимосвязь между зависимой переменной (количество нарушений) и независимыми

переменными (число радиокоманд, общее время радиообмена, количество транспортных происшествий). Важно отметить, что результаты модели не являются конечными и требуют при промышленном внедрении ежемесячной корректировки для отражения актуального уровня влияющих факторов на число возникающих нарушений регламента служебных переговоров. На данных тестовой выборки модель регрессии представлена:

$$Y = 2,78 + 0,64X_1(M_{\text{общ}}) + 0,04X_2(T_{\text{общ}}) + 0,11X_3(P_{\text{общ}}) \quad (1)$$

Таблица 3 – Критерии ведения радиообмена на железнодорожных станциях

Критерии, собранные программным кипсеком	Критерии, вычисляемые на основе данных программного комплекса	Выражение критерия
Общее время радиообмена ($T_{\text{общ}}$)	Ёмкость радиообмена	$I_{\text{ИР}} = \frac{M}{T}$
Количество нарушений регламента переговоров ($N_{\text{общ}}$)	Частота ошибок	$F_{\text{ЧО}} = \frac{N}{M}$
Количество транспортных происшествий ($P_{\text{общ}}$)	Интенсивности радиообмена	$I_{\text{ИР}} = \frac{N}{T_{\text{ап}}}$
Количество команд ($M_{\text{общ}}$)	Динамика частоты ошибок	$\frac{\Delta F_{\text{ЧО}}(t)}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta N(t)}{\Delta M(t)}}{\Delta t}$
Средняя длительность команды ($D_{\text{общ}}$)	Динамика интенсивности радиообмена	$\frac{\Delta I_{\text{ИР}}(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta M(t)}{\Delta T_{\text{общ}}(t)}$

Также в работе предусмотрен анализ динамики критериев во времени, что позволяет выявлять тренды и нестандартные ситуации. Под нестандартными ситуациями стоит понимать возникновение неестественно высоких показателей. Для оценки возникновения нестандартной ситуации предлагается использовать следующие неравенства, описывающие превышение над коэффициентом β_1 описывающим влияние числа команд на число нарушений регламента переговоров, полученными в модели регрессии представлено:

$$\frac{N_{n+1} - N_n}{\beta_1} \times N_{n+1} \leq N_{n+1} \quad (2)$$

$$\frac{N_{n+1} - N_n}{\beta_2} \times N_{n+1} \leq N_{n+1} \quad (3)$$

$$\frac{N_{n+1} - N_n}{\beta_3} \times N_{n+1} \leq N_{n+1} \quad (4)$$

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.

Так, при возникновении нестандартной ситуации появляется возможность фиксировать превышения над статистически допустимыми нарушениями регламента, установленными при расчете регрессионной модели, и принимать на этой основе управленческие решения.

Принятие управленческих решений предлагается стандартизировать и представить в виде алгоритма (рисунок 8), аналогичного тем, что используют дежурные по железнодорожным станциям (далее - ДСП) при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций.

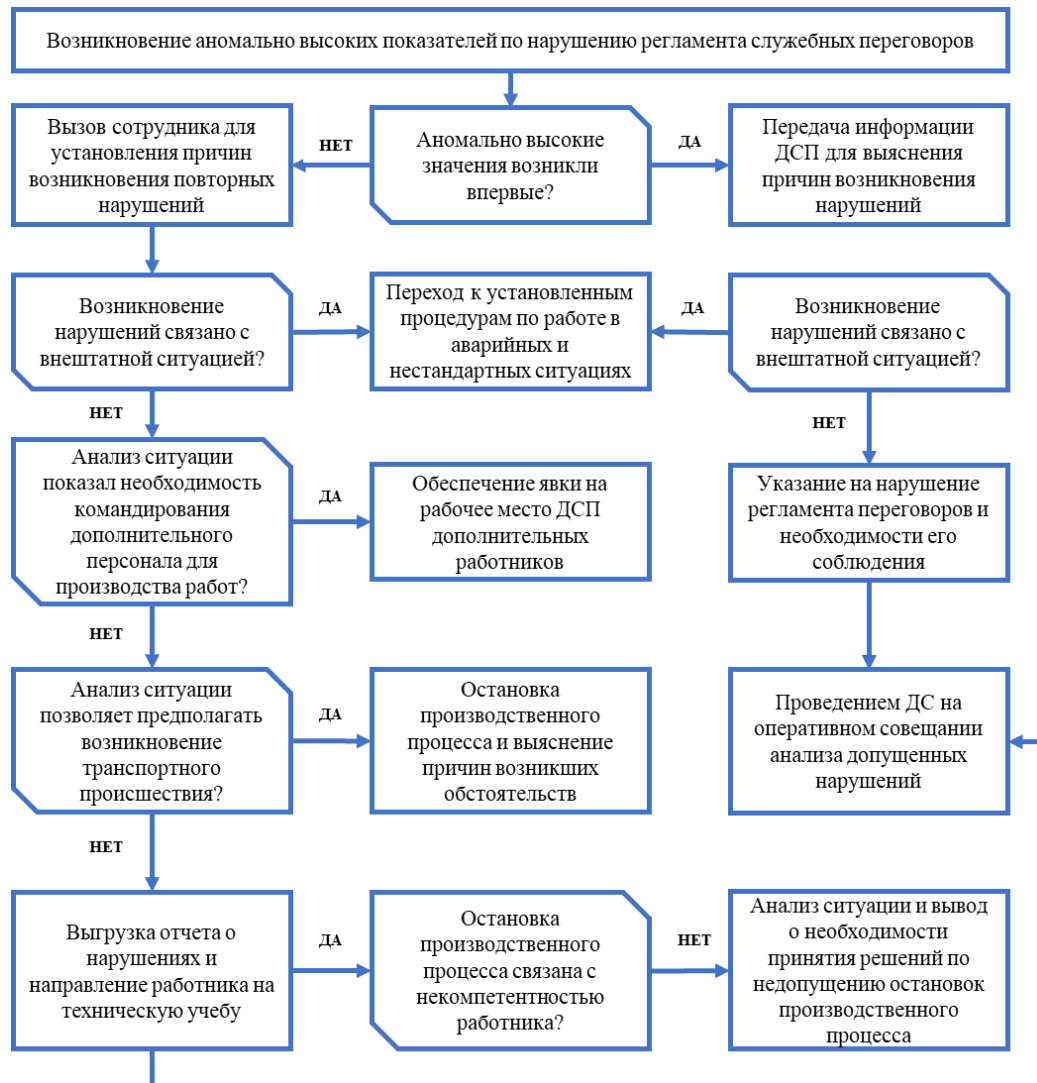


Рисунок 8 – Алгоритм принятия решений по предотвращению возникновения транспортных происшествий, основанный на данных о нарушениях регламента служебных переговоров

В четвертой главе разработана процессная модель по контролю за информационным взаимодействием.

Совершенствование технологического процесса основано на процессном подходе, детально описано в работе и визуализировано в виде процессной модели на первом этапе в виде существующего процесса по контролю за регламентом служебных переговоров (рисунок 3).

Описанная процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров показала 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 производственного процесса 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, которые на этой основе будут действовать в соответствии с разработанным в рамках исследования алгоритмом действий.

Предложенные решения (рисунок 9) совершенствования производственных процессов по контролю за информационным взаимодействием являются заключительным элементом формирования новой организационно-технической системы по управлению транспортным производством. Процессная модель разработана с учетом внедрения интеллектуальной системы, позволяет количественно сократить число задействованных работников с 8 до 3 (начальник станции и его заместители), а число взаимодействий сократить с 22 до 2, оставляя за работниками 2 задачи по анализу репрезентативной выборки записей регламента служебных переговоров и корректировки итогового отчета, направляемого в центральную дирекцию управления движением. 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.

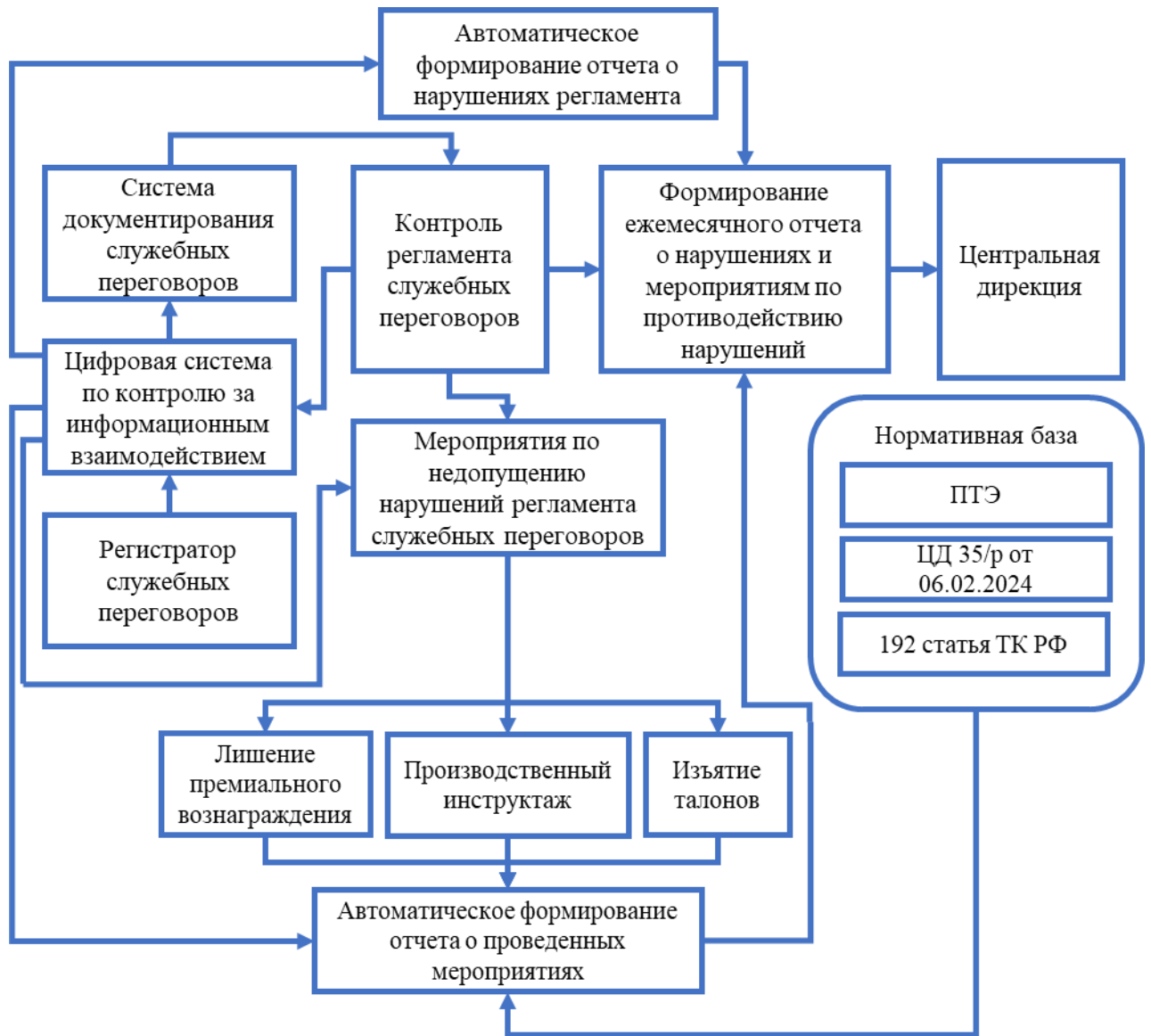


Рисунок 9 – Процессная модель по контролю за регламентом служебных переговоров с учетом внедрения программного комплекса

Оценка влияния предложенных решений на число выявленных нарушений регламента служебных переговоров реализована посредством проведения эксперимента на одной из железнодорожных станций Московского узла.

Временные рамки эксперимента устанавливались исходя из периодичности направления начальником станции отчетной документации о случаях нарушения регламента служебных переговоров и составили 1 месяц. Задача эксперимента сводилась к определению выявленных нарушений начальником станции и программным комплексом, 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 сигнализировал о необходимости принятия мер. Начальник станции ввиду отсутствия норм на прослушивание регламента служебных переговоров осуществлял его прослушивания в привычном режиме порядка 2 часов в неделю, а также параллельно выполняя другие должностные обязанности. Результаты проведенного эксперимента показали увеличение выявленных нарушений регламента служебных переговоров в 4,5 раза.

Расчет экономического эффекта определен как разница ежегодно сокращаемых издержек по непроизводственным расходам на устранение последствий транспортных происшествий против эксплуатационных затрат, связанных с необходимостью обслуживания разработанной системы и капитальных единовременных вложений, связанных с необходимостью совершенствования технического обеспечения и закупки нового:

$$I = \sum_{t=1}^5 [(R_t - \mathcal{E}_t)\alpha_t] - K_3\alpha_t \quad (5)$$

где R_t – стоимость непроизводственных расходов на покрытие устранений транспортных происшествий за 1 год;

$\mathcal{E}_t$ – эксплуатационные затраты в год;

α_t – коэффициент дисконтирования;

K_3 – капитальные затраты, руб;

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

t – шаг расчета, 1 год.

Для расчёта была проанализирована статистика транспортных происшествий на сети за 2022 год и определено среднее число затрат компании ОАО «РЖД» согласно методике оценки ущерба, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 01.11.2022 № 2831/р, а также число транспортных происшествий, связанных со сходом и столкновениями подвижного состава. Определены капитальные затраты, включающие расходы на техническое переоборудование станций, а также на создание рабочих мест для нового общесетевого отдела сопровождения и поддержки. Эксплуатационные затраты проекта составили расходы на фонд оплаты труда нового отдела сопровождения и их расходные материалы.

Расчет эффекта от сокращения издержек на непроизводственные расходы продемонстрировал, что капитальные затраты, вложенные в проект, будут компенсированы в течение 4 лет и средства, запланированные на устранение сходов и столкновений, возможно будет перенаправить на другие инвестиционные проекты компании ОАО «РЖД». На рисунке 10 представлен график компенсации капитальных затрат, вложенных в проект.

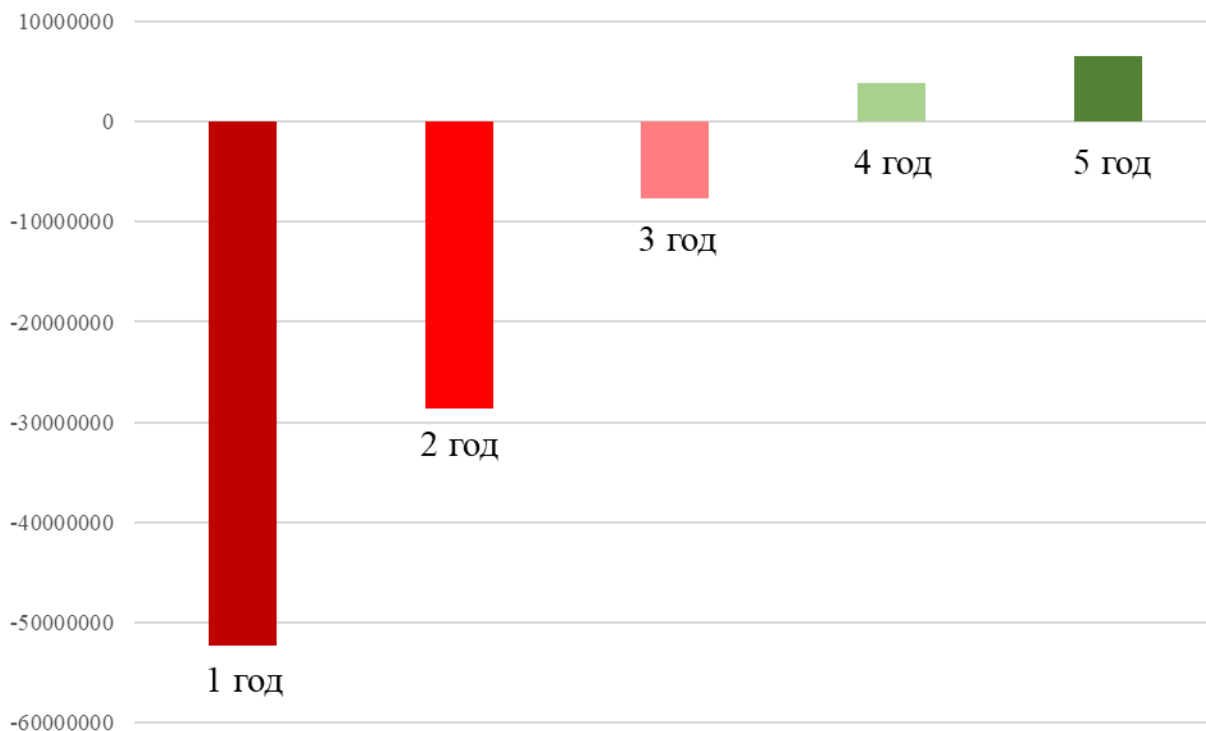


Рисунок 10 – График компенсации капитальных и эксплуатационных затрат за счет сокращения непроизводственных издержек на устранение сходов и столкновений подвижного состава

Также определены качественные показатели от представленных решений, а именно:

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

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. Рекомендуются 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.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях ВАК:

а) в рецензируемых научных изданиях:

1. Лысов, Г.М. 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.

2. 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.

б) свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

3. 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.

в) в других изданиях и материалах конференций:

4. 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.

5. 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.

6. 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).

7. 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.

8. Лысов, Г.М. 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.

9. 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.

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
(технические науки)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Подписано в печать «14» февраля 2025 г.

Заказ № 635 Формат 60*90/16

Объем 1,5 усл. п.л.

Тираж 80 экз.
