

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

На правах рукописи

СИСИНА ОЛЬГА АНДРЕЕВНА



**Повышение эффективности организации реагирования при возникновении
нештатных и чрезвычайных ситуаций (на примере ОАО «РЖД»)**

Специальность 05.02.22 – Организация производства
(транспорт – технические науки)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук
Сирина Нина Фридриховна

Екатеринбург – 2020

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ РЕАГИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОАО «РЖД» ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕШТАТНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	11
1.1. Организация процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при ликвидации нештатных и чрезвычайных ситуаций.....	16
1.2. Организация процесса реагирования ОАО «РЖД» при взаимодействии со специальными службами по ликвидации нештатных и чрезвычайных ситуаций.	25
Выводы по главе 1	35
2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕАГИРОВАНИЯ ОАО «РЖД» ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕШТАТНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	37
2.1. Построение алгоритмической модели процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций.....	38
2.2. Имитационное моделирование процесса реагирования ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций	66
Выводы по главе 2.....	78
3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕАГИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОАО «РЖД» ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕШТАТНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	79
3.1. Анализ результатов имитационного моделирования процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД»	79

3.2. Разработка методики организации процесса реагирования при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса	99
Выводы по главе 3	102
4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА И ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ РАСЧЕТА МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РЕАГИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОАО «РЖД»	104
4.1. Разработка программного продукта, реализующего методику организации процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД»	105
4.2. Моделирование и оценка результатов процесса реагирования, реализующего предложенную методику	125
Выводы по главе 4	136
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	138
Список сокращений и условных обозначений	140
Список литературы	144
Приложение А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ	155
Приложение Б. Акт о рассмотрении результатов диссертационной работы	156
Приложение В. Акт о внедрении результатов диссертационной работы	158

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Любое происшествие на объектах железнодорожного транспорта в соответствии с основными понятиями, изложенными в Положении ОАО «РЖД» [1], будет относиться к нештатным и чрезвычайным ситуациям (далее – НиЧС). В свою очередь, любые НиЧС создают репутационные риски и угрозы.

Надежность перевозочного процесса и гарантированная безопасность, соответствующая международным нормам, является главной целью, реализуемой холдингом ОАО «РЖД» [2–4]. Основными задачами достижения поставленной цели являются: минимизация последствий транспортных происшествий, обеспечение сохранности жизни и здоровья людей, грузов, подвижного состава, объектов инфраструктуры [2–4].

Основой минимизации последствий транспортных происшествий должны стать предупреждение их появления за счет анализа и управления рисками, связанными с безопасностью движения, а также создание систем контроля состояния и управления объектами инфраструктуры, развитие автоматизированных систем принятия решения и систем мониторинга и обработки данных по случаям возникновения ситуаций НиЧС [2].

Для совершенствования системы управления безопасностью движения определены направления совершенствования, в числе которых координация взаимодействия между всеми структурными подразделениями, участвующими в перевозочном процессе [3].

Особо отмечено, что повышение безопасности перевозок возможно за счет снижения рисков, связанных с влиянием человеческого фактора [2].

Поставленные задачи могут быть выполнены только при условии соответствующего развития информационных технологий и создания единой интегрированной системы управления [3].

Для решения вопроса минимизации последствий в случае НиЧС на железнодорожном транспорте необходимо понимать, что существует прямая зависимость между временем реагирования служб и структур и стоимостью материальных потерь и ущербом здоровью, сохранностью человеческих жизней.

Задержки во времени реагирования связаны со следующими этапами, рассредоточенными во времени: определением причины и места происшествия; передачей сведений до всех ответственных и привлекаемых к ликвидации должностных лиц и структурных подразделений, а также экстренных служб реагирования территориального образования (далее – ЭОСТО), в границах которого случилось происшествие; сборами, прибытием и непосредственной работой по ликвидации.

Для сокращения времени определения неисправностей, которые могут привести к возникновению НиЧС в пути следования, а также местоположения предлагается разрабатывать и внедрять в эксплуатацию средства контроля неисправности и создавать интеллектуальные поезда с имеющимися на них средствами бортового и спутникового контроля, в том числе с функциями определения местоположения [2].

Сложности ликвидации предлагается решить с помощью совершенствования организации прибытия служб на место происшествия, актуализацией технологических карт проведения аварийно-спасательных работ, достаточной оснащенностью и функциональностью аварийно-спасательной техники.

Организация процесса реагирования в целях уменьшения времени доведения информации с места НиЧС до всех требуемых к привлечению структур и подразделений железной дороги, ЭОСТО и иных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) не рассматривается в документах, планирующих развитие сферы безопасности перевозочного процесса ОАО «РЖД» [1–4], и требует дальнейшего исследования с учетом изменений и дополнений в нормативно-распорядительных

документах в системе реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» [1–39].

Степень разработанности темы. Вопросы обеспечения безопасности и ликвидации чрезвычайных ситуаций на транспорте рассмотрены в трудах ученых: В. А. Акимова, В. П. Ананьева, В. А. Владимирова, Ю. Л. Воробьева, С. А. Качанова, А. Н. Цурикова, М. И. Фалеева. Теоретические вопросы и практические подходы к решению проблем обеспечения надежности и безопасности функционирования железнодорожного транспорта и разработки автоматизированных информационных систем управления и связи на транспорте рассмотрены в трудах российских ученых: А. А. Абрамова, М. А. Бутакова, А. Н. Гуды, В. В. Доенина, А. М. Замышляева, В. Н. Иванченко, К. Б. Кузнецова, В. М. Лисенкова, А. М. Лисютина, Е. Н. Розенберга, И. Н. Розенберга, В. В. Сапожникова, Вл. В. Сапожникова, Н. Ф. Сириной, М. А. Шевандина, И. Б. Шубинского.

Для исследования и разработки автоматизированных систем управления применяется теория массового обслуживания и имитационное моделирование систем. основополагающие исследования в области теории массового обслуживания представлены в работах А. К. Эрланга, А. А. Маркова, А. Я. Хинчина, Б. В. Гнеденко. Большой вклад в развитие теории моделирования сетей массового обслуживания внесли Д. Г. Кендалл, Дж. Литтл, А. Н. Колмогоров, Ю. В. Прохоров, Дж. Дуба, А. Я. Хинчин и др. Развитие теории имитационного и компьютерного моделирования представлены в работах как российских ученых Н. П. Бусленко, Ю. А. Шрейдера, Р. М. Юсупова и др., так и зарубежных – Дж. Гордон, Е. Киндлер.

Целью диссертационного исследования является повышение эффективности организации процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций, влияющих на перевозочный процесс железнодорожного транспорта.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие **научные задачи:**

1. Выполнить структурированный анализ с консолидацией сведений нормативно-правовых и нормативно-распорядительных документов, процесса реагирования подразделений ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС во время организации перевозочного процесса, взаимодействие подразделений с иными подсистемами РСЧС на уровнях реагирования в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД» (на примере Свердловской железной дороги).

2. Разработать алгоритм процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в случае возникновения НиЧС при организации перевозочного процесса.

3. Разработать имитационную модель процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС. Провести оценку результатов имитационного моделирования.

4. Разработать методику и программный продукт, реализующие реагирование структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» с целью минимизации последствий возможных транспортных происшествий.

5. Оценить варианты расчетов на основании разработанной модели реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

Объектом исследования является процесс реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» на нештатные и чрезвычайные ситуации при их возникновении.

Предметом исследования является организация процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» на нештатные и чрезвычайные ситуации, влияющие на перевозочный процесс железнодорожного транспорта, с момента возникновения таких чрезвычайных ситуаций до момента начала непосредственных работ по их ликвидации и ликвидации последствий, связанных с ними.

Научная новизна полученных результатов проведенного исследования заключается в следующем:

1. Предложен совершенствованный структурированный процесс реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в случае возникновения НиЧС при организации перевозочного процесса, их взаимодействия с экстренными оперативными службами территориального образования, иными подсистемами РСЧС на уровнях реагирования в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

2. Разработан алгоритм процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в случае возникновения НиЧС при организации перевозок. Закреплены математические правила, описывающие представленную модель.

3. Разработана имитационная модель процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении различных по масштабам НиЧС. Определены временные параметры доведения информации в процессе реагирования с учетом иерархии взаимодействующих должностных лиц и структур железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

4. Разработаны методика организации процесса реагирования с применением информационных карт и программное решение, реализующее информационные карты в имитационной модели процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» на возникшую во время перевозочного процесса ситуацию нештатного и чрезвычайного характера.

5. Выполнены численные эксперименты на модели процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследования заключается в разработке имитационной модели процесса реагирования структурных подразделений предприятий при возникновении НиЧС.

Практическая значимость проведенного исследования заключается в разработке методики организации устойчивого процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» с применением информационных карт, обеспечивающих ускорение реагирования за счет уменьшения временных задержек доведения информации о произошедших НиЧС и уменьшении влияния человеческого фактора.

Результаты проведенного теоретического и практического исследования реализованы в программном продукте «Модель процесса информационного обмена на железной дороге при возникновении ситуаций чрезвычайного характера (АСИО)» (Приложение А).

Методология и методы исследования. В основу методологии исследования положены натурное наблюдение за процессом, научные методы сбора и обработки статистических данных, теории вероятностного и статистического анализа, компьютерное вычисление, теория массового обслуживания, имитационного моделирования.

Положения, выносимые на защиту:

1. Совершенствованный структурированный процесс реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в случае возникновения НиЧС при организации перевозочного процесса, их взаимодействия с экстренными оперативными службами территориального образования, иными подсистемами РСЧС на уровнях реагирования в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД» (на примере Свердловской железной дороги).

2. Алгоритм процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС.

3. Имитационная модель процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС. Результаты оценки временных параметров процесса реагирования с учетом предложенной иерархии звеньев.

4. Методика и программный продукт, реализующие в процессе реагирования доведение информации о возникшей НиЧС и ее характеристиках с применением информационных карт по информационно-вычислительным сетям связи ОАО «РЖД».

5. Результаты численных экспериментов процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД в случае возникновения НиЧС.

Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждена аргументированным применением в моделировании гипотез и допущений, апробацией разработанных моделей в границах Свердловской железной дороги, докладами на конференциях, публикациями работ в научных изданиях транспортного профиля.

Апробация работы. Основные результаты диссертационного исследования докладывались: на XIV Международной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах» (Оренбург, 2019 г.); Всероссийской научно-технической конференции «Транспорт Урала – 2019» (Екатеринбург, 2019 г.); Научно-практической конференции «Молодежь. Наука. Инновации в области обеспечения безопасности» (Санкт-Петербург, 2020 г.).

Публикации. Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в пяти печатных работах; при этом три печатные работы опубликованы в изданиях, входящих в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени».

Структура диссертации. Структура диссертационного исследования представлена введением, четырьмя главами, заключением, списком сокращений и условных обозначений, списком литературы, содержащим 74 наименования, тремя приложениями. Основная часть исследования изложена на 154 машинописных страницах, включая 51 рисунок и 2 таблицы.

1. АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ РЕАГИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОАО «РЖД» ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕШТАТНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Вся оперативная информация о НиЧС на инфраструктуре ОАО «РЖД» передается по каналам взаимодействия диспетчерского персонала структурных подразделений с доведением до руководителей по направлениям деятельности и всех причастных лиц [5, 6, 7]. В первой главе будет рассмотрена структура информационного взаимодействия диспетчерского состава при управлении железнодорожным транспортом в режиме НиЧС.

Диспетчерское управление движением поездов предусматривает концентрацию функций организации и управления перевозочным процессом по вертикали управления перевозками: Центр управления эксплуатационной деятельностью (далее – ЦУЭД) Центральной дирекции управлением движения (далее – ЦД), далее центр управления перевозками (ЦУП) – диспетчерские центры управления перевозками (далее – ДЦУП) региональных дирекций управления движением – линейные подразделения дирекции управления движением железнодорожных станций (далее – ДС) [7]. Оперативное управление перевозочным процессом на сети железных дорог ОАО «РЖД» осуществляет диспетчерский персонал ЦУП, находящийся в подчинении ЦД.

Диспетчерскую смену ЦУП возглавляет главный диспетчер, координирующий работу диспетчеров по управлению перевозками на курируемых направлениях сети железных дорог ОАО «РЖД». В состав диспетчерской смены ЦУП входит диспетчерский персонал: отделов управления движения ЦД, дирекции тяги, пассажирских и грузовых перевозок, по работе с вагонными парками, пути, сигнализации, централизации и блокировки (далее – СЦБ) и связи, электроснабжения, дирекции содружества по железнодорожному

транспорту государств-участников содружества (ЦСЖТ) департаментов ОАО «РЖД» и др. [7]¹.

ДЦУП в регионе управления управляет перевозочным процессом в пределах районов управления и дороги в целом, в режиме реального времени.

Оперативное управление перевозочным процессом в регионе управления осуществляет единая диспетчерская смена (далее – ЕДС) ДЦУП [7].

В ЕДС ДЦУП входят: старший дорожный диспетчер (далее – ДГС) – руководитель смены, диспетчеры дорожные по районам управления (ДГП РУ) и направлениям (ДГЦС); диспетчер дорожный локомотивный (ДГТ), диспетчер дорожный по организации местной работы (ДГМ), диспетчер дорожный по управлению пассажирскими перевозками (ДГЛ), инженеры сменные по организации грузовой работы, инженер сменный по организации «окон», а также диспетчерский персонал районов управления [7]². Оперативно ДГС подчиняются диспетчеры по хозяйствам (дирекциям) электрификации, СЦБ и связи, пути, тяги, вагонному хозяйству, информационно-вычислительного центра (далее – ИВЦ).

Рассмотренная организационная структура ЕДС ДЦУП представлена на рисунке 1.1.

В районы управления ДЦУП включены станции, объединенные по территориальному принципу [10, 11].

Каждый диспетчерский район управления (далее – РУ) возглавляется ДГП РУ. В диспетчерский персонал района управления ДЦУП также входят: диспетчеры поездные (ДГЦ), диспетчеры локомотивные района управления (ДГЦТ), диспетчеры по организации местной работы по регулированию вагонного парка (ДГЦМ) и диспетчер по регулированию вагонного парка (по организации перевозок выделенных родов грузов) (рисунок 1.2).

¹ Состав диспетчерского персонала ЦУП может изменяться в зависимости от функций, на него возлагаемых.

² Состав диспетчерского персонала ДЦУП может изменяться в зависимости от особенностей района управления.



Рисунок 1.1 – Структура ЕДС ДЦУП

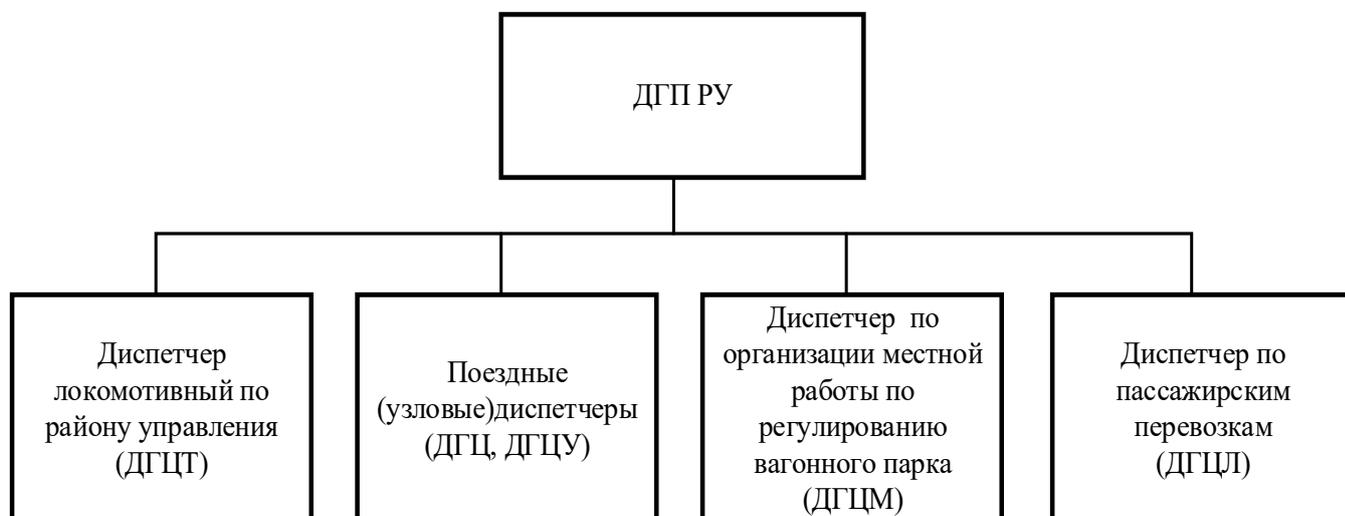


Рисунок 1.2 – Структура диспетчерского персонала района управления ДЦУП

Регулирование местной работой между районами управления находится в компетенции ДЦУП [7].

Диспетчерское управление поездной и маневровой работой на станции осуществляют станционный и маневровый диспетчеры, дежурный по железнодорожной станции (далее – ДСП), в оперативном порядке

организующие поездную и маневровую работу на станции под контролем поездного диспетчера (далее – ДНЦ) и маневрового диспетчера [7].

Информационное обеспечение диспетчерского персонала осуществляется посредством программно-технического комплекса автоматизированного рабочего места (далее – АРМ), обслуживаемого информационно-управляющими системами, действующими в сфере управления перевозочным процессом [7].

В соответствии с [7] все АРМы диспетчерского персонала ЦУП, ДЦУП и станций объединяются в программно-технологический комплекс (далее – ПТК) локальной вычислительной сетью, позволяющей осуществлять взаимодействие между ПТК и со следующими информационно-управляющими системами [8, 9]:

1) дорожно-сетевыми системами:

- АСОУП – система оперативного управления перевозками;
- ОСКАР – оперативная система контроля и анализа эксплуатационной работы железной дороги;
- ДИСПАРК – система учета дислокации вагонного парка;
- ДИСКОР – диалоговая система контроля за оперативной работой;
- АСУ МР – система управления местной работой;
- АСУ станций – система управления станцией;
- АС ТРА – система ведения базы данных (далее – БД) техническо-распорядительных актов работы станций железной дороги;
- АС «ГИД-Урал» – система ведения и анализа исполненного графика движения поездов;
- ДИСТПС – система управления работой локомотивов и локомотивных бригад;
- АСОВ – система организации вагонопотоков;
- СИРИУС – сетевая интегрированная информационно-управляющая система;
- «Грузовой экспресс» – система регулирования погрузки в адрес портов и пограничных переходов;

- 2) системой фирменного транспортного обслуживания (АКС ФТО);
- 3) системами автоматизированного управления движением поездов (САУДП).

Диспетчерская смена ДЦУП в случае НиЧС осуществляет следующие функции:

- информирование руководства железной дороги, дирекций, дежурного персонала причастных подразделений филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД» о затруднениях в пропуске поездов из-за отказов в работе технических средств и нарушениях безопасности движения поездов [12];
- организацию ликвидации затруднений в эксплуатационной работе, обеспечение восстановления движения поездов в случае нарушения безопасности движения поездов и в других нестандартных ситуациях;
- обеспечение оповещения специалистов соответствующего территориального управления МЧС России и других причастных служб о возникновении чрезвычайной ситуации (далее – ЧС) природного и техногенного характера в соответствии с установленной в регионе системой оповещения.

Чтобы объявить объекты или инфраструктуру ОАО «РЖД» зоной ЧС, необходимо наличие хотя бы одного из признаков ЧС, оговоренных в ст. 1 [13].

Классификация ЧС по масштабу и последствиям осуществляется в соответствии с постановлением [14] и может быть локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального и федерального уровня.

Согласно [13] под ликвидацией ЧС подразумеваются аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон ЧС, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Реагирование на ЧС осуществляется в рамках РСЧС [15, 16].

1.1. Организация процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при ликвидации нештатных и чрезвычайных ситуаций

Приказом Минтранса [1] утверждено Положение о функциональной подсистеме предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте (далее – ЖТСЧС) единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Координирующим органом функциональной подсистемы ЖТСЧС ОАО «РЖД» является комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и обеспечению пожарной безопасности (далее – КЧС и ПБ).

Организация работы по вопросам предупреждения и ликвидации НиЧС на железной дороге возлагается [17]:

- на региональную комиссию по предупреждению и ликвидации ситуаций чрезвычайного характера и обеспечению пожарной безопасности на СвЖД (далее – РКЧС и ПБ), возглавляемой первым заместителем начальника железной дороги (председатель РКЧС и ПБ);

- на территориальную комиссию – ТКЧС и ПБ в районе управления железной дороги, возглавляемой заместителем начальника железной дороги по территориальному управлению (председатель ТКЧС и ПБ);

- на объектовую комиссию – ОКЧС и ПБ на железнодорожных узлах, возглавляемую начальником железнодорожной станции дирекции управления движением (председатель ОКЧС и ПБ).

Для координации и оперативного руководства по ликвидации НиЧС на СвЖД создается оперативная группа, в состав которой входят: руководители аппарата главного ревизора по безопасности движения (РБ), дирекции управления движением (Д), дирекции инфраструктуры (ДИ), дирекции по эксплуатации и ремонту путевых машин (ДПМ), дирекции по ремонту пути (ДРП), дирекции связи (НС), дирекции тяги (Т), дирекции по ремонту тягового подвижного состава (ДРТ), службы предоставления услуг инфраструктуры в пассажирских

сообщениях (Л), специальной службы (НР), службы управления персоналом (НОК), дирекции тепловодоснабжения (ДТВ), регионального центра безопасности (РЦБЗ), дирекции материально-технического обеспечения (ДМТО), региональной дирекции медицинского обеспечения (НВС), дирекции пригородных перевозок, службы охраны труда и промышленной безопасности (НБТ), юридической службы (НЮ), филиала ОАО «ЖТК», службы по связям с общественностью (НЦОС), филиала ФГП ВО ЖДТ России на Свердловской железной дороге (по согласованию), отдела охраны природы (НОП) территориального отдела территориального управления Роспотребнадзора по железнодорожному транспорту, главный государственный санитарный врач по Свердловской железной дороге (по согласованию) [18, 19].

Обязанности руководителя, его заместителей и членов оперативной группы регламентированы приказом начальника железной дороги [15, 20].

В Распоряжении ОАО «РЖД» от 14.09.2015 № 2231р [17] утверждено «Положение о порядке функционирования органов управления сил и средств ОАО «РЖД» в РСЧС».

К силам и средствам ОАО «РЖД» относятся специально подготовленные силы и средства постоянной готовности, предназначенные для оперативного реагирования на НиЧС и проведения работ по ликвидации их последствий:

- восстановительные поезда ОАО «РЖД»;
- пожарные поезда федерального государственного предприятия «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта» (далее – ФГП ВО ЖДТ);
- выездные врачебные бригады и бригады специализированной медицинской помощи, резервный коечный фонд и неснижаемый запас медицинского имущества негосударственных учреждений здравоохранения ОАО «РЖД»;
- аварийно-спасательные и пожарные команды, экологические лаборатории и формирования филиалов и других структурных подразделений ОАО «РЖД», оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментом,

материалами с учетом обеспечения проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС в течение не менее 3 суток.

Приказ на отправление восстановительных и пожарных поездов на ликвидацию последствий НиЧС с подвижным составом:

- в границах региона управления железной дороги дается диспетчером дорожным по району управления ДЦУП (ДГП РУ);
- в границах железной дороги – старшим дорожным диспетчером (руководителем смены) ДЦУП (ДГС).

Во всех случаях к месту происшествия направляются не менее двух восстановительных поездов (по одному с каждой стороны). Отправление восстановительного поезда со станции дислокации должно быть обеспечено не позднее чем через 40 минут после получения приказа [15].

При необходимости для ликвидации НиЧС привлекаются силы, средства РСЧС, составной частью (функциональной подсистемой) которой является ЖТСЧС.

Согласно п. 2.1.2. Распоряжения ОАО «РЖД» [5] оповещение руководителей ОАО «РЖД» при аварийных ситуациях осуществляется в соответствии с Порядком оперативного оповещения руководителей ОАО «РЖД» о транспортных происшествиях, иных событиях, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта и ЧС на объектах инфраструктуры ОАО «РЖД» [6], и Регламентом взаимодействия Ситуационного центра мониторинга и управления ЧС с аппаратом управления ОАО «РЖД», железными дорогами, функциональными филиалами и структурными подразделениями ОАО «РЖД» в штатном режиме функционирования и в режиме ликвидации последствий ЧС [21, 22].

Достаточно широкий круг сотрудников, задействованных в ликвидации НиЧС на железнодорожном транспорте [25, 33], требует организации оперативного процесса их информирования о ситуации на месте происшествия.

Порядок информирования о НиЧС, возникшей во время перевозочного процесса, рассмотрим на примере Свердловской железной дороги (далее – СвЖД) [7, 18, 19, 23, 24].

Работник железнодорожного транспорта при обнаружении любой НиЧС должен незамедлительно сообщить об этом дежурному ближайшей железнодорожной станции, используя любые виды связи. Этапы информирования о ситуации, создающей угрозу безопасности перевозочного процесса, включают [7]:

1. Передачу сведений о НиЧС от работника, обнаружившего ее, или локомотивной бригады: машинист (ТЧМ), помощник машиниста (ТЧП) – ДСП или ДНЦ при диспетчерской централизации, ограничивающей этот перегон. При докладе обязательно сообщается максимально подробная информация о месте расположения и объекте происшествия, степени повреждения сооружений и устройств железной дороги, наличии пострадавших. Передача информации от локомотивной бригады производится по радиосвязи и в исключительных случаях с использованием сотовой связи [24].

2. ДСП после получения информации передает ее ДНЦ, начальнику станции или его заместителю.

3. После получения сведений от ДСП, локомотивной бригады или другого должностного лица, ДНЦ немедленно сообщает сведения о возникшей ситуации:

3.1. ДГП РУ ДЦУП Свердловской дирекции управления движением, энергодиспетчеру (ЭЧЦ) района снабжения.

3.2. Дежурным по станциям и начальникам станций, ограничивающих перегон, машинистам поездов, находящихся на перегоне.

При необходимости привлечения восстановительных и пожарных поездов к месту ликвидации передает регистрируемый приказ ДСП от ДГП РУ ДЦУП (при нахождении поездов в районе управления).

4. ДГП РУ после получения сообщения от ДНЦ обязан:

4.1. Доложить о случившемся старшему дорожному диспетчеру (руководителю смены) ДЦУП (ДГС).

4.2. Доложить о случившемся заместителю начальника железной дороги по территориальному управлению (далее – НЗ ТЕР).

4.3. При нахождении аварийно-восстановительных и пожарных поездов в границах района управления для оповещения работников поездов и других причастных работников дать приказ телефонистам, обслуживающим данные поезда.

4.4. Дать приказ ДНЦ об отправлении аварийно-восстановительных и пожарных поездов, находящихся в районе управления (при необходимости).

4.5. Дать приказ об организации связи с местом происшествия старшему смены центра технического обслуживания (ЦТО) регионального центра связи (РЦС). ЦТО, в свою очередь, обязан доложить об этом старшему смены ЦТУ дирекции связи и передать приказ дежурному электромеханику связи. ЦТУ докладывает в центр управления технологической связью (ЦУТСС) центральной станции связи – филиала ОАО «РЖД» (ЦСС).

4.6. Дать приказ старшему смены ЦТО РЦС об оповещении членов ТКЧС и ПБ для проведения восстановительных работ, после получения соответствующего приказа от ДГС или НЗ ТЕР [23].

5. ДГС (руководитель смены) ДЦУП после получения информации от ДГП РУ (по району управления) информирует:

5.1. Начальника железной дороги (Н), заместителя начальника железной дороги – главного ревизора по безопасности движения поездов (НЗ РБ), начальника Свердловской дирекции инфраструктуры (ЦДИ), начальника дирекции аварийно-восстановительных средств (ДАВС), начальника ЦУП, начальника Свердловского регионального центра безопасности, начальника смены центра чрезвычайных ситуаций (ЦЧС) – не позднее 15 минут по телефону и 2 часов письменно (по факсимильной или электронной связи), начальника службы корпоративных коммуникаций органа управления железной дороги.

5.2. Оперативного дежурного ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту, на территории которого произошла НиЧС.

5.3. Оперативного дежурного по Управлению на транспорте МВД России по федеральному округу (ФО).

5.4. Начальника (оперативного дежурного) Региональной дирекции медицинского обеспечения (далее – РДМО) на СвЖД в случае, когда последствия нарушения безопасности движения поездов несут угрозу жизни и здоровью пассажиров, персонала ОАО «РЖД» и населения [7].

5.5. Председателя или заместителя председателя комиссии железной дороги по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РКЧС и ПБ) [20].

5.6. Старшего смены ЦТУ Екатеринбургской дирекции связи, а также старшего смены ЦТО РЦС по месту дислокации аварийно-восстановительных поездов при нахождении их за границами района управления.

5.7. Старшего телефониста, в ведении которого оповещение руководителей и работников восстановительных поездов, находящихся за пределами района управления.

5.8. Диспетчера филиала ФГП ВО ЖДТ России на Свердловской железной дороге в случае пожара или аварийной ситуации с опасными грузами.

5.9. Телефонистов дирекции связи для передачи распоряжения об оповещении причастных к восстановлению работников и руководителей.

5.10. ДНЦ для передачи приказа об отправлении аварийно-восстановительных (пожарных) поездов дежурно-диспетчерскому персоналу дирекций, служб, структурных подразделений железной дороги, а также структурных подразделений других филиалов ОАО «РЖД».

Также в обязанности ДГС при возникновении НиЧС входит контроль продвижения восстановительных, пожарных поездов к месту работ и сам ход производства этих работ, и информирование об этом начальника смены ЦЧС и главного диспетчера ЦУП.

Руководитель НУЗ ОАО «РЖД», являющегося базой формирования медицинской выездной врачебной бригады, приписанной к восстановительному поезду, обязан обеспечить своевременное оповещение персонала и его отправку на место происшествия.

Согласно Положению [22] главный специалист оперативного отдела Ситуационного центра мониторинга и управления ЧС (начальник оперативной смены ЦЧС), также как и диспетчеры и оперативные дежурные структурных подразделений ОАО «РЖД», должен владеть всеми имеющимися сведениями о НиЧС: месте, дате, времени, обстоятельствах, последствиях случившегося, количестве пострадавших людей, о ходе ликвидации последствий, предварительной причине возникновения ЧС и сведениями о привлеченных силах и средствах.

Порядок информирования о НиЧС согласно Положению ОАО «РЖД» [22] регламентирует незамедлительное предоставление информации о ней в Ситуационный центр мониторинга и управления ЧС (ЦЧС).

Согласно Распоряжению ОАО «РЖД» [20] время информирования начальника оперативной смены о нарушении безопасности движения не должно превышать 20 минут с момента обнаружения нарушения.

Уточненная информация о допущенном нарушении безопасности движения по мере ее получения предоставляется в Ситуационный центр незамедлительно [20].

ЦЧС является структурным подразделением ОАО «РЖД» [17, 23, 25, 39].

В ЦЧС предусмотрены два режима работы [21]:

1) штатный: в этом режиме персонал ЦЧС осуществляется сбор и анализ информации об обеспечении безопасности движения, учет транспортных происшествий, мониторинг показателей безопасности движения на ОАО «РЖД», выявление и анализ потенциальных источников рисков безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта и подготавливает предложения по сокращению рисков нарушения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта [21, 25];

2) ликвидации последствий ЧС: деятельность центра в данном режиме направлена на минимизацию последствий ЧС за счет организации четкой и слаженной работы всех причастных служб федерального значения [21, 25].

В нештатном режиме ЦЧС принимает сигналы оповещения, согласовывает и контролирует передачу информации о транспортных происшествиях, ЧС на объектах и ходе ликвидации последствий от всех ДДС на сети дорог в различные структуры и средства массовой информации.

На рисунке 1.3 представлена общая схема информационного взаимодействия ситуационного центра ОАО «РЖД» в режиме ликвидации ЧС.



Рисунок 1.3 – Схема информационного взаимодействия ситуационного центра ОАО «РЖД» в режиме ликвидации ЧС [26]

ЦЧС, согласно Положению ОАО «РЖД» [17, 25], осуществляет взаимодействие и принимает сигналы оповещения:

1) с Центром оповещения Администрации Президента Российской Федерации и федеральным казенным учреждением «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России (НЦУКС МЧС России), Федеральным агентством железнодорожного транспорта (Росжелдор);

2) с органами государственной власти, подразделениями аппарата управления, филиалами и другими структурными подразделениями ОАО «РЖД», дочерними и зависимыми обществами (ДЗО) и другими организациями по вопросам обеспечения РСЧС силами и средствами постоянной готовности федерального уровня [17, 25].

В соответствии с Положением о системе информационного реагирования ОАО «РЖД» [22] при получении информации о возникновении НиЧС главный специалист оперативного отдела ЦЧС незамедлительно передает все имеющиеся сведения о нештатной ситуации вице-президенту, оперативному дежурному Департамента корпоративных коммуникаций (ЦОС) и готовит оперативную информацию для рассылки ее в СМС-сообщении.

ДГС (руководитель смены) ДЦУП в соответствии с требованиями [22] должен также незамедлительно передать региональному ответственному ЦОС сведения о сложившейся ситуации. Информация будет считаться переданной при получении соответствующего подтверждения от оперативного дежурного ЦОС, дежурным, передавшим информацию [22].

ДГС (руководитель смены) ДЦУП в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» [15] также обязан на протяжении всего времени ликвидации НиЧС контролировать продвижение восстановительных (пожарных) поездов к месту происшествия, ход ведения аварийно-восстановительных работ и информировать об этом главного диспетчера Центральной дирекции управления движением ОАО «РЖД» и начальника оперативной смены ЦЧС ОАО «РЖД».

Начальник железной дороги является ответственным за руководство и организацию работ по ликвидации и устанавливает порядок информирования о НиЧС, допущенных в границах железной дороги [7, 27]:

- органов управления железной дороги, региональных дирекций, региональных центров безопасности;
- территориальных органов МЧС России и Ространснадзора, органов прокуратуры, внутренних дел и местного самоуправления, осуществляющих деятельность в границах железной дороги.

Случаи, по которым необходимо информирование вышеперечисленных структур по любым доступным средствам связи, и время, в течение которого должно быть совершено информирование, представлены в [20]. В число таких ситуаций входят: столкновения подвижных составов, в том числе и на переездах с другими транспортными средствами; возгорания и прочие повреждения

подвижного состава, в том числе если после этого требуется капитальный ремонт; сходы; затопления, пожары и нарушения целостности объектов инфраструктуры, вызвавшие перерыв в движении более 1 часа; происшествия при перевозке опасных грузов, в том числе при причинении тяжкого вреда здоровью, наличии пострадавших и нарушении условий жизнедеятельности.

Данная схема является примерной, и в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД» могут быть отклонения от этой схемы в зависимости от конкретных особенностей работы.

Для обеспечения эффективного функционирования в режиме НиЧС на объектах инфраструктуры ОАО «РЖД» разработаны объектовые «Оперативные планы действий при ЧС», состоящие из двух разделов. Первый раздел содержит перечень и характеристики возможных угроз возникновения НиЧС, оценку обстановки в зоне ответственности. Во втором разделе указаны схемы взаимодействия и действия сотрудников при возникновении НиЧС, телефоны дежурной службы МЧС, МВД, ФСБ и т. д.

1.2. Организация процесса реагирования ОАО «РЖД» при взаимодействии со специальными службами по ликвидации нештатных и чрезвычайных ситуаций

Согласно п. 2.1.6. Распоряжения ОАО «РЖД» [5] взаимодействие³ железных дорог с территориальными органами МЧС России, а также МВД России осуществляется на основании регламентов взаимодействия, разрабатываемых

³ Взаимодействие – согласование сосредоточения усилий по целям, задачам, времени, месту (объектам) и способам действий сил, т. е. определение кто, что, когда, как должен делать. Цель организации взаимодействия – повышение эффективности совместных действий по снижению риска возникновения и смягчения последствий ЧС [41].

управлениями железных дорог территориального управления, в соответствии с требованиями распоряжения ОАО «РЖД» «Об утверждении типового регламента взаимодействия железных дорог, других филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД» с региональными центрами МЧС России и управлениями на транспорте МВД России по федеральным округам по ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте» [15]. Совместно с территориальными органами МЧС России и после утверждения местной администрацией определяются перечень привлекаемых на НиЧС предприятий и имеющиеся в их распоряжении службы.

При ликвидации аварий с опасными грузами в случае ситуации, представляющей угрозу населению или окружающей среде, заместитель начальника железной дороги по территориальному управлению обязан информировать местные органы власти, территориальные службы МЧС России, здравоохранения, Министерства внутренних дел [7, 13].

В перечень НиЧС на объектах ОАО «РЖД», на которые необходимо привлечение сил и средств МЧС России, а также территориальных и функциональных подсистем РСЧС, входят [7]:

- 1) крушения пассажирских и грузовых поездов;
- 2) повреждения вагонов, перевозящих опасные грузы;
- 3) сбои в графике движения пригородных поездов более чем на 1 час, сбои в графике движения пассажирских поездов более чем на 2 часа, сбои в графике движения грузовых поездов, которые могут вызвать существенные финансовые, экономические и социальные последствия, а также общественный резонанс;
- 4) ДТП на железнодорожных переездах с тяжелыми последствиями (два и более погибших, четверо и более пострадавших);
- 5) реальные признаки террористической угрозы либо теракты на объектах железнодорожной инфраструктуры либо в непосредственной близости от них;
- 6) пожары в пассажирских, пригородных и служебных поездах, предназначенных для перевозки пассажиров;
- 7) пожары в грузовых поездах, перевозящих опасные грузы;

8) аварии на железнодорожном транспорте с выбросом (угрозой выброса) патогенных для человека веществ и организмов;

9) столкновения пассажирских поездов с другими поездами, транспортными средствами или иными объектами;

10) сходы железнодорожного подвижного состава, предназначенного для перевозки пассажиров и грузов, вызванные причинами техногенного или природного характера (стихийными бедствиями) и повлекшие гибель либо причинение вреда здоровью людей, причинение ущерба окружающей среде, сбой в графике движения пассажирских поездов, а также приведшие к значительным повреждениям имущества ОАО «РЖД» или третьих лиц;

11) события и явления природного характера на территории объектов ОАО «РЖД», повлекшие гибель людей либо причинение тяжелого либо средней тяжести вреда их здоровью, существенный ущерб имуществу ОАО «РЖД», тяжелые экологические последствия;

12) события, связанные с противоправными действиями, совершенными в отношении руководства либо работников ОАО «РЖД», пассажиров и иных пользователей услуг железнодорожного транспорта либо на объектах инфраструктуры российских железных дорог, приведшие к гибели людей либо причинению вреда их здоровью, к затруднениям в поездной работе, сбоем в графике движения поездов, значительному имущественному либо финансово-экономическому ущербу для ОАО «РЖД» и третьих лиц;

13) действия работников ОАО «РЖД», его филиалов и других структурных подразделений, ДЗО, вызвавшие массовую негативную оценку со стороны целевых аудиторий;

14) иные нарушения безопасности движения поездов, аварийные ситуации и чрезвычайные происшествия, представляющие угрозу жизни и здоровью пассажиров, работников железнодорожного транспорта и населения, которые могут вызвать значительный общественный интерес и привлечь внимание средств массовой информации и других целевых аудиторий.

В целях обеспечения эффективного взаимодействия структурных подразделений ОАО «РЖД» с ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации и управлениями на транспорте МВД России по субъектам Российской Федерации порядок информационного обмена между оперативными дежурными сменами органов повседневного управления МЧС России, МВД России и ОАО «РЖД» следующий [15, 28]:

1. ДГС (руководитель смены) ДЦУП, получив распоряжение от заместителя начальника железной дороги по территориальному управлению, обязан дать оперативные приказы об оповещении МЧС России, МВД РФ по ФО, УФСБ, согласно утвержденной схеме оповещения.

2. Старший оперативный дежурный ЦУКС ГУ МЧС России по запросу в соответствии с принятыми решениями и планами отдает указание на привлечение сил и средств для ликвидации аварий (катастроф) и ЧС в установленном порядке.

Информационное взаимодействие между ЦУКС МЧС России и ОАО «РЖД» осуществляется в круглосуточном режиме с использованием средств телефонной, факсимильной связи и по открытым сетям общего пользования (сети Интернет) [28]. При этом в соответствии с Регламентом ОАО «РЖД» [15] способ передачи сведений о факте возникновения и характере ЧС, а также об угрозе ЧС на объектах железных дорог – по телефону, для СвЖД в соответствии с [28] – по любым из имеющихся средств связи дежурно-диспетчерских служб.

3. Оперативный дежурный главного управления на транспорте МВД России (далее – ГУТ МВД России) по Федеральному округу (ФО), получив от старшего дорожного диспетчера (руководителя смены) ДЦУП информацию о возникновении ЧС [15]:

– передает полученную информацию в подчиненный линейный отдел МВД России на транспорте, в зоне ответственности которого возникла ЧС;

– организует взаимодействие с дежурными частями территориальных УВД субъектов Российской Федерации, а также структурами, по участкам обслуживания которых проходит железнодорожная линия;

– при необходимости формирует и по указанию руководства соответствующего ГУТ МВД России направляет на место происшествия группы оперативного построения.

4. Дежурный по линейному органу внутренних дел на транспорте, получив от дежурного ГУТ МВД России по ФО, работников железной дороги либо дежурного по МВД, ГУВД, УВД по субъекту Российской Федерации информацию о возникновении ЧС:

- регистрирует сообщение в книге учета сообщений о происшествиях;
- докладывает о ЧС руководству линейного органа внутренних дел на транспорте;
- по указанию руководства линейного органа внутренних дел на транспорте формирует и направляет на место происшествия группы оперативного построения, предусмотренные нормативами МВД России.

Поскольку железная дорога относится к потенциально опасным объектам (ПОО), то в случае осложнения обстановки на месте ликвидации ЧС может потребоваться привлечение сил и средств, входящих в территориальную подсистему РСЧС [29].

Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, куда входит и подсистема РСЧС на железнодорожном транспорте, в режимах повышенной готовности и ЧС обеспечивает защиту от них на федеральном, региональном, территориальном, местном и объектовом уровнях реагирования [1, 30]:

- объектовый – вводится при ситуациях, возникших в пределах территории данной организации, решением руководителя организации и осуществляется силами и средствами организации;
- муниципальный – вводится решением главы местного самоуправления при ликвидации силами, средствами организаций и органов местного самоуправления, оказавшихся в зоне НиЧС, которая затрагивает территорию

одного или нескольких поселений в пределах территории одного муниципального района;

– региональный (межмуниципальный) – вводится решением главы субъекта РФ при ликвидации силами и средствами организаций, органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъекта РФ при НиЧС на территории двух и более районов в пределах территории одного субъекта РФ;

– федеральный и межрегиональный – вводится решением Правительства РФ при ликвидации силами и средствами органов исполнительной власти субъектов РФ в зоне НиЧС, которая затрагивает территории двух и более субъектов РФ;

– особый – вводится решением Президента РФ при ликвидации с привлечением сил, средств федеральных органов исполнительной власти, в том числе сил и средств Вооруженных Сил РФ, других войск и воинских формирований.

На рисунке 1.4 представлены органы, действующие на уровнях РСЧС [13, 30, 31]. Службы РСЧС создаются в соответствии с нормативными документами [13, 31–33, 35].

Ликвидация ситуаций чрезвычайного характера осуществляется силами и средствами организаций, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых сложилась НиЧС, под непосредственным руководством соответствующей КЧС и ПБ. В том случае, когда масштабы сложившейся ситуации не позволяют имеющимися силами, средствами локализовать или ликвидировать ее, указанные КЧС и ПБ обращаются за помощью к вышестоящей КЧС и ПБ.

Информационное обеспечение функционирования РСЧС в ЧС на региональном уровне осуществляется информационно-управляющей системой органов МЧС [30, 31]. На муниципальном уровне (далее – МУ) обязанности по организации взаимодействия со службами РСЧС муниципального образования (далее – МО) в соответствии с Постановлением правительства РФ [30] возложены на единые дежурно-диспетчерские службы (далее – ЕДДС) МО.

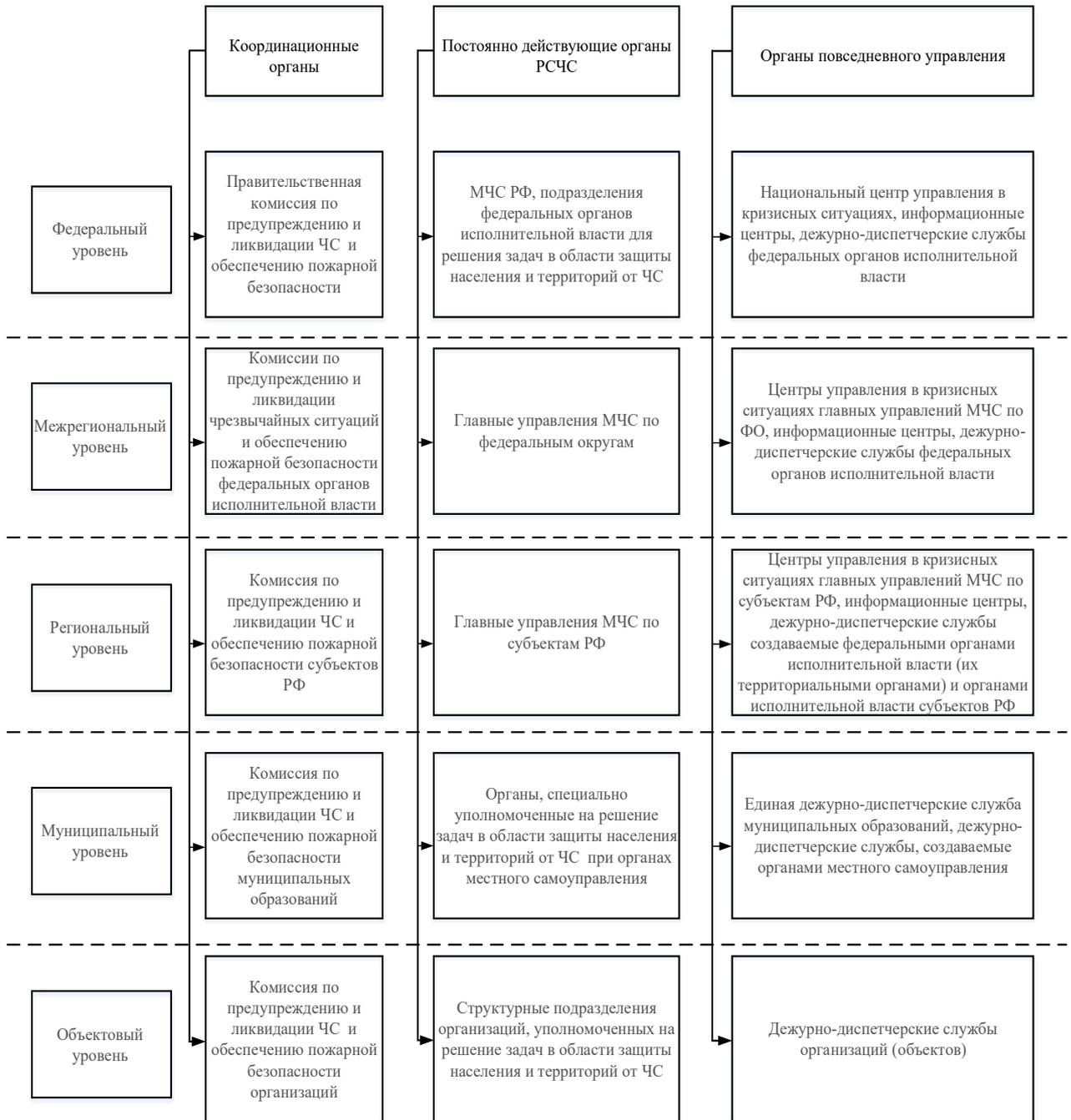


Рисунок 1.4 – Организация управления РСЧС

В режиме ЧС ЕДДС, функционирующая по единому номеру вызова экстренных оперативных служб «112», является центральным звеном в системе оперативно-диспетчерского управления ЧС на уровне МО наряду с дежурно-диспетчерскими службами (далее – ДДС) экстренного реагирования «01», «02», «03», «04», антитеррор. Существование ЕДДС не отменяет прием вызовов о ЧС городскими ДДС [34].

Полигон обслуживания СвЖД включает территории Свердловской области, Пермского края, Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого округов, частично проходит по территории Омской области и Удмуртии.

Прием сообщений по единому номеру «112» на всей территории СвЖД обеспечивают операторы центров обслуживания вызовов (ЦОВ)⁴, располагающихся в административных центрах субъектов РФ (г. Екатеринбург, г. Пермь, г. Тюмень, г. Ханты-Мансийск, г. Ижевск) и операторы системы-112 ЕДДС МО [35].

Структурная схема взаимодействия ОАО «РЖД» с органами повседневного управления РСЧС на различных уровнях, разработанная в соответствии с нормативными документами [17, 30, 31, 33], представлена на рисунке 1.5.

В случаях, когда оператор системы-112 ЕДДС не может принять вызов, то звонок переадресовывается оператору системы-112 основного ЦОВ либо резервного ЦОВ (РЦОВ) [36].

При поступлении сообщения о ЧС, попадающих под критерии информации о ЧС, оператор системы-112 обязан подключить к разговору оперативного дежурного ЦУКС МЧС России [37].

Таким образом, в случае принятия решения заместителем начальника железной дороги по территориальному управлению (председатель ТКЧС и ПБ, см. п. 1.1 исследования) о привлечении дополнительных сил, средств территориальной подсистемы РСЧС, если масштабы сложившейся ситуации затрагивают только территорию железной дороги и находятся в пределах территории одного муниципального района, ЕДДС/ЦОВ(РЦОВ) будет являться органом взаимодействия с силами и средствами территориальной подсистемы РСЧС [13]. Решением главы местной администрации городского поселения, муниципального района, городского округа на происшествие привлекаются силы и средства РСЧС данного образования.

⁴ ЦОВ развернут на базе ЕДДС административного центра субъекта РФ и включает операторов системы-112 и оборудование для принятия и обработки вызовов по номеру «112».

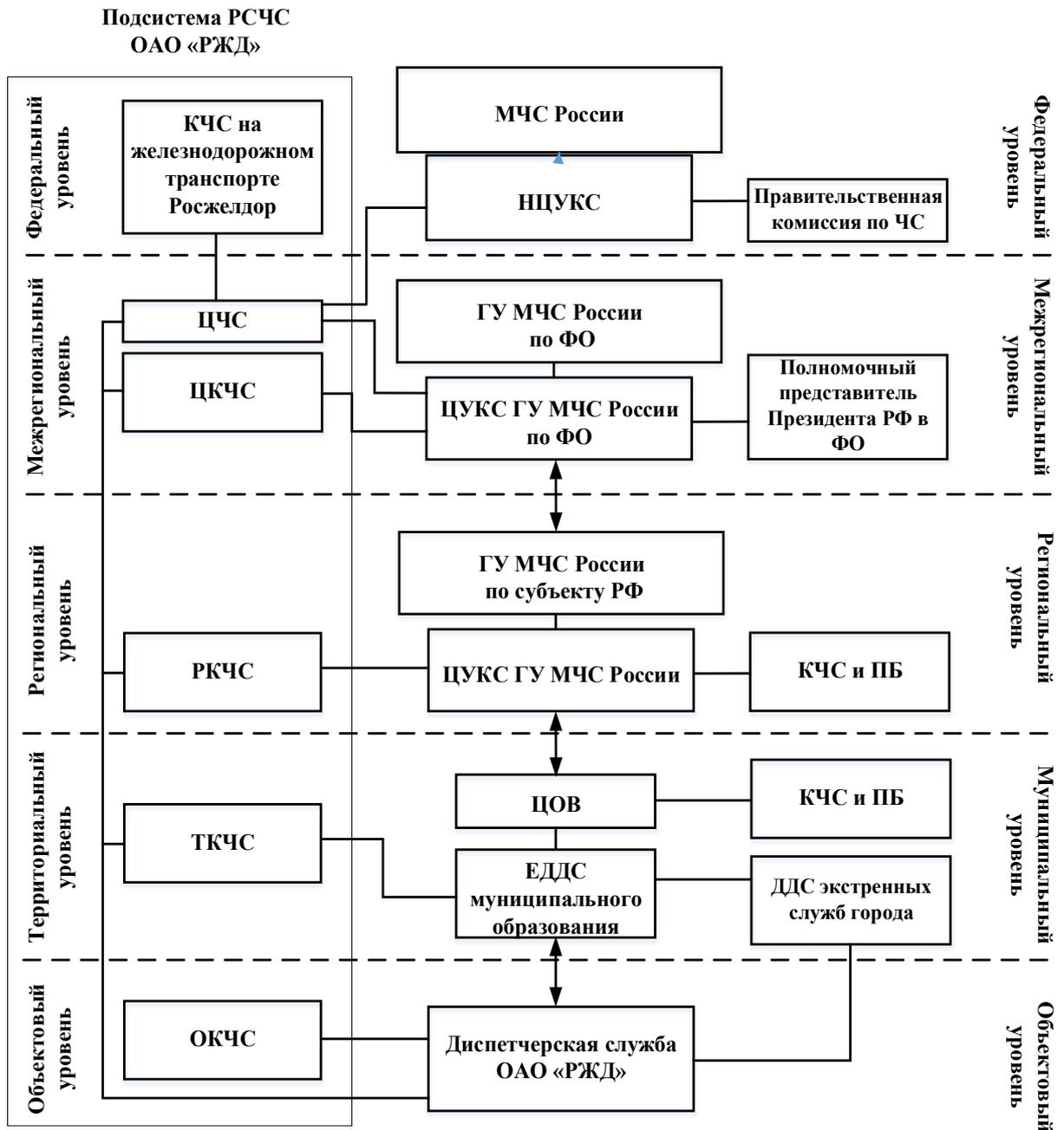


Рисунок 1.5 – Схема процесса реагирования ОАО «РЖД» и органов управления РСЧС при НиЧС в процессе перевозок на различных уровнях взаимодействия

В случае НиЧС на объектах железнодорожного транспорта, охватывающей территорию более двух районов в пределах территории одного субъекта РФ, решением первого заместителя начальника железной дороги (председателя РКЧС и ПБ, см. п. 1.1 исследования) и решением главы субъекта РФ будут даны указания на привлечение сил и средств РСЧС и органом взаимодействия с ними

будет являться информационно-управляющая система ЦУКС главного управления МЧС (ЦУКС ГУ МЧС) по субъекту РФ. Привлекаются силы и средства, оказавшиеся в зоне происшествия.

На федеральном и межрегиональном уровне согласно Положению [28] и распоряжений [17, 25] ОАО «РЖД» взаимодействие между железной дорогой и силами РСЧС производится: со стороны ОАО «РЖД» – ЦЧС (см. п. 1.1 данного исследования), со стороны органов повседневного управления – Федеральным казенным учреждением НЦУКС МЧС России.

При ликвидации ситуации чрезвычайного характера на объектах ОАО «РЖД» с привлечением сил и средств территориальных подсистем РСЧС формируется межведомственный оперативный штаб, возглавляемый одним из заместителей главы администрации района (городского округа), в состав которого также могут включаться органы управления железной дороги.

Для руководства ликвидацией последствий ситуаций чрезвычайного характера со стороны ОАО «РЖД» на месте производства аварийно-восстановительных работ (далее – АВР) организуется штаб под руководством НЗ ТЕР, а в управлении железной дороги – комиссия управления железной дороги по предупреждению и ликвидации ЧС (РКЧС и ПБ, иначе НКЧС) под председательством первого заместителя начальника железной дороги. РКЧС и ПБ обязана не реже 1 раза в 30 минут информировать руководство ОАО «РЖД» и начальника смены ЦЧС о ходе АВР. Составы ОКЧС и ПБ, ТКЧС и ПБ утверждаются НЗ ТЕР, РКЧС и ПБ – первым заместителем начальника железной дороги.

Выводы по главе 1

1. Выполнен структурированный анализ с консолидацией сведений нормативно-правовых и нормативно-распорядительных документов, процесса реагирования подразделений ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС во время организации перевозочного процесса, их взаимодействие с иными подсистемами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на уровнях реагирования в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД» (на примере Свердловской железной дороги).

2. Отмечено, что основные функции по передаче оперативных данных о сложившейся ситуации чрезвычайного характера взаимосвязанным структурным подразделениям, должностным лицам, дежурно-диспетчерским экстренных служб территориального образования и территориальным подсистемам РСЧС возлагаются на диспетчеров службы движения, в границах управления которых и произошло НиЧС. Порядок передачи информации определяется регламентами взаимодействия.

3. Основным средством связи в процессе передачи оперативных данных о ситуации согласно утвержденным нормативно-распорядительным документам ОАО «РЖД» является телефонная связь [15, 28], а в соответствии с [7] не допускается применение средств связи, не предусмотренных инструкциями. В случае пожара допускается применение любых доступных средств связи для доведения информации экстренным оперативным службам территориального образования. Оперативные данные о НиЧС до руководящего состава, находящегося вне рабочих мест и/или входящих в комиссии по предупреждению ликвидации чрезвычайной ситуации (КЧС и ПБ), доводятся сообщениями через сети сотовой связи.

4. Существующая организационная структура реагирования ОАО «РЖД» при возникновении ситуаций нештатного и чрезвычайного характера предполагает решение практической задачи доведения информации

о случившемся происшествии до всех требуемых к информированию и привлечению структур и должностных лиц и не учитывает влияние таких аспектов организационной структуры, которые увеличивают временные параметры реагирования. Для повышения эффективности процесса необходимо разработать модель и предложить методику процесса реагирования, нацеленные на уменьшение времени реагирования и, как результат, на уменьшение ущерба от возникших ситуаций нештатного и чрезвычайного характера.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕАГИРОВАНИЯ ОАО «РЖД» ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕШТАТНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

С момента формирования сведений о каких-либо НиЧС, возникших на железной дороге во время перевозочного процесса и до момента получения каждым должностным лицом, привлекаемым к ликвидации или задействованным в организации процесса перевозок во время НиЧС, этой информации, данные о сложившейся обстановке проходят по каналам оперативно-технологической связи. Ответственными за передачу соответствующих данных лицами являются диспетчеры службы движения железной дороги, в границах управления которых случилось происшествие. Процесс информационного взаимодействия строится в соответствии с установленными и утвержденными ОАО «РЖД» регламентами взаимодействия со структурами по ликвидации НиЧС, на территории которых случилось происшествие.

Для анализа эффективности функционирования системы информационного взаимодействия в режиме возникших НиЧС по существующим каналам связи и в соответствии с установленными и утвержденными ОАО «РЖД» регламентами необходимо разработать математическую модель информационного взаимодействия, закрепить правила, описывающие модель, и провести моделирование процесса.

По результатам алгоритмического моделирования разработать имитационную модель. В основе процессов, заложенных в работе модели, учесть статистические данные процессов, происходящих во время перевозочного процесса на железной дороге, в том числе при НиЧС, и аналогичные данные для структур ЭОСТО, привлекаемых для ликвидации НиЧС, возникающих в границах железной дороги.

2.1. Построение алгоритмической модели процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций

На рисунке 2.1 представлена разработанная в соответствии с результатами проведенного исследования (см. в гл. 1 исследования), а также нормативным документом [40] схема передачи сведений о НиЧС в случае ее происхождения в процессе перевозок для СвЖД (Екатеринбургский регион управления).

Так как все сведения о возникшей НиЧС в границах железной дороги передаются по радиоканалам, каналам телефонной связи (возможно использование каналов телеграфной связи) [15, 28], а в процессе работы в соответствии с нормативным документом ОАО «РЖД» [7] не допускается нахождение и применение на рабочем месте диспетчера средств связи, не предусмотренных инструкциями, то представленная на рисунке 2.1 схема отражает временные задержки передачи сведений о НиЧС по соответствующим разрешенным каналам связи ОАО «РЖД».

В зависимости от сложности ликвидации НиЧС, произошедшей в границах железной дороги – филиале ОАО «РЖД», и требуемых к привлечению сил выделяется три уровня взаимодействия и реагирования (далее – УрВиР) структур железной дороги: объектовый, территориальный и региональный (см. гл. 1 исследования). Сами ситуации чрезвычайного характера в зависимости от масштабов и последствий распространения на близлежащую к железной дороге – филиалу ОАО «РЖД» территорию подразделяются: на локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального характера (рисунок 2.2) [38].

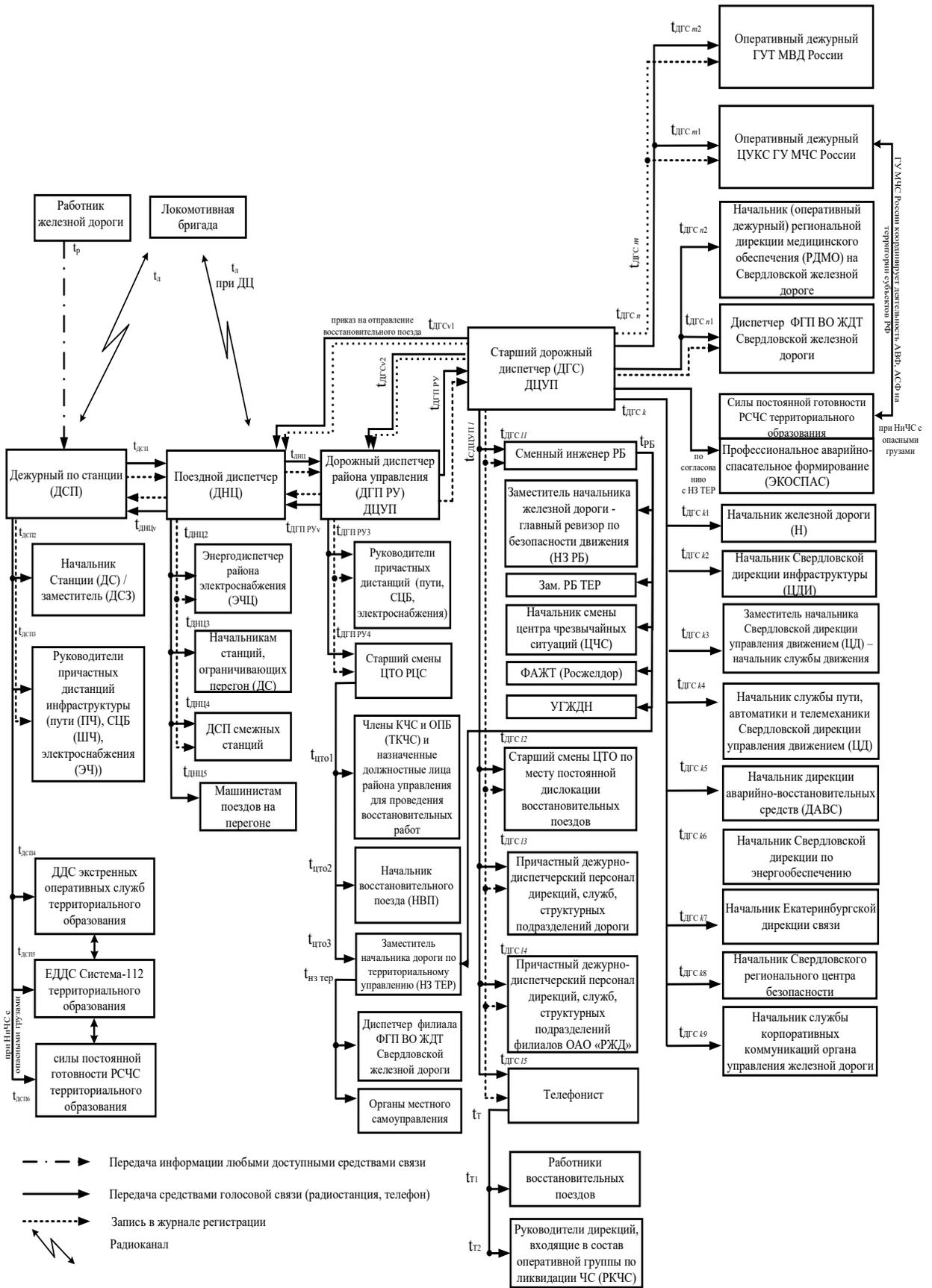


Рисунок 2.1 – Схема передачи информации о НиЧС в пределах железной дороги – филиала ОАО «РЖД»



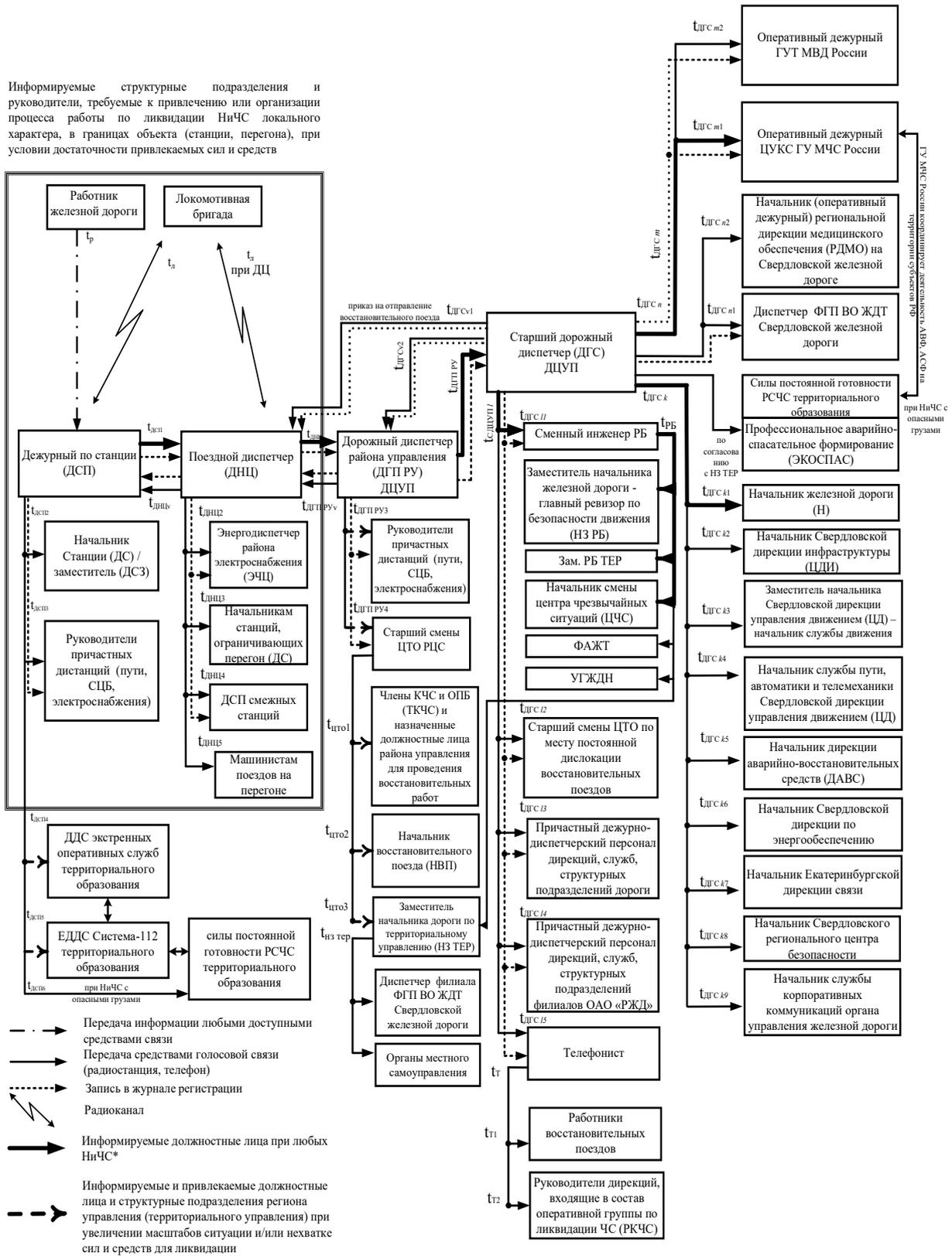
Рисунок 2.2 – Уровни взаимодействия и реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при различных по масштабам и последствиям НиЧС

Далее рассмотрим процесс информационного взаимодействия, производимого на различных УрВиР, между структурами железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в зависимости от масштабов и последствий НиЧС, в том числе подразделений железной дороги с привлекаемыми на ликвидацию внешними структурами, проводящими аварийно-спасательные (АСР) и аварийно-восстановительные работы (АВР) в границах защищаемых территорий.

1. Объектовый УрВиР – локальные НиЧС.

1.1. Ситуация локального характера, произошедшая на объектовом уровне взаимодействия структурных подразделений железной дороги (в границах объекта), если инциденты и НиЧС не несут угрозу жизни и здоровью пассажиров, персонала ОАО «РЖД» и населения и собственные силы, средства в границах объекта железной дороги могут с ними справиться, т. е. нет необходимости привлечения ЭОСТО и территориальных подсистем РСЧС (п. 1.2 исследования), порядок информирования будет таким, как представлено на рисунке 2.3 (в границах объекта (станции, перегона)).

Информируемые структурные подразделения и руководители, требуемые к привлечению или организации процесса работы по ликвидации НиЧС локального характера, в границах объекта (станции, перегона), при условии достаточности привлекаемых сил и средств



* ЦУКС МЧС России информируется о НиЧС указанных в п. 1.2 исследования

Рисунок 2.3 – Процесс реагирования при НиЧС локального характера на объектом и территориальном уровнях взаимодействия железной дороги без привлечения территориальных подсистем РСЧС

1.2. В случае возникновения ситуаций, перечисленных в п. 1.2 исследования, при масштабах НиЧС, находящихся в границах объекта, необходимо привлечение ЭОСТО и/или сил постоянной готовности РСЧС территориального образования, в том числе профессиональных аварийно-спасательных формирований (далее – ПАСФ). Привлечение производится ДСП через диспетчеров ДДС ЭОСТО по номеру «01», через диспетчера ЕДДС по номеру «112», непосредственно в ПАСФ, с которым заключен договор.

2. Территориальный УрВиР – локальные НиЧС.

2.1. При недостаточности сил, средств объекта железной дороги, в границах которого произошло происшествие, но отсутствии необходимости привлечения структур ЭОСТО, подсистем РСЧС, в том числе ПАСФ, решением вопросов ликвидации занимается ТКЧС и ПБ под председательством НЗ ТЕР. В помощь привлекаются силы филиала ФГП ВО ЖДТ и/или аварийно-восстановительная техника региона управления. Информирование НЗ ТЕР, филиала ФГП ВО ЖДТ и структурных подразделений железной дороги, занимающихся АВР, производится ДГП РУ через старшего смены ЦТО (рисунок 2.3).

До начальника оперативной смены (дежурного диспетчера) ЦЧС информация о любом НиЧС доводится всегда и время доведения не должно превышать 20 минут с момента обнаружения. Уточненная информация должна поступать незамедлительно.

2.2. При недостаточности собственных сил, средств региона управления (территориального управления) железной дороги, в границах которого произошло происшествие, но невыходе происшествия за границы объекта и необходимости привлечения структур ЭОСТО, подсистем РСЧС, в том числе ПАСФ, ДГП РУ через старшего смены ЦТО РЦС информирует заместителя начальника по территориальному управлению, в границах которого произошла НиЧС, через диспетчеров требуемых структур соответствующие дирекции и службы. Информирование ЭОСТО, подсистем РСЧС территориального образования, в том числе ПАСФ, производится аналогично рассмотренному в п. 1.2 (рисунок 2.3).

3. Территориальный УВиР – муниципальные НиЧС. Когда силы, средства объектового УВиР железной дороги не справляются – привлекаются силы, средства территориального УВиР. Информация через ДПП РУ доводится до руководителей причастных дистанций, через старшего смены ЦТО – до НЗ ТЕР, в границах которого произошло НиЧС, сил ФПП ВО ЖДТ региона управления, начальника восстановительного поезда.

При выходе НиЧС за пределы объекта, несмотря на задействованные силы, средства территориального УВиР, в границы МО, в зависимости от вида сложившейся ситуации, требуется привлечение ЭОСТО и/или подсистем РСЧС МО. В обязательном порядке информируются органы исполнительной власти МО, входящие в состав КЧС и ПБ на данном уровне реагирования РСЧС. Их информирование проходит через диспетчера ЕДДС по номеру «112». Схема информирования ЭОСТО и ПАСФ аналогична рассмотренной в п. 1.2.

4. Территориальный УВиР – межмуниципальные НиЧС в границах одного территориального управления. Схема информирования аналогична рассмотренной в п. 3. Информировются ЭОСТО и/или подсистемы РСЧС тех МО, в границах которых произошла НиЧС.

5. Региональный УВиР – межмуниципальные НиЧС в границах смежных территориальных управлений. Региональный УВиР устанавливается, когда нижестоящие объектовый и территориальный уровни реагирования железной дороги не справляются с сложившейся обстановкой. ДГС через сменного инженера РБ передает сведения заместителям начальника по территориальным управлениям, в границах которых произошла НиЧС. Руководство работой по ликвидации возложено на председателя РКЧС и ПБ – заместителя начальника дороги – главного ревизора по безопасности движения (НЗ РБ). Взаимодействие с подсистемами РСЧС – КЧС и ПБ субъекта РФ производится ДГС через ЦУКС ГУ МЧС России.

6. Региональный УВиР – региональные НиЧС (в границах одного субъекта РФ). Информирование требуемых к привлечению структур аналогично рассмотренному в п. 5.

7. Региональный УВиР – межрегиональные НиЧС. Информирование требуемых к привлечению структур аналогично рассмотренному в п. 5. Взаимодействие с функциональными подсистемами РСЧС – КЧС и ПБ федерального округа РФ производится через ЦУКС ГУ МЧС России.

Временной интервал, необходимый для передачи сообщений о НиЧС, сложившейся во время перевозочного процесса, с момента обнаружения и получения сведений о ней первоочередным источником до момента получения сообщения должностным лицом руководящего состава железной дороги на уровне филиала ОАО «РЖД», принимающим решения о ходе дальнейших действий по ликвидации НиЧС и являющегося председателем РКЧС и ПБ (региональный УВиР), рассчитывается:

$$\begin{cases} t_{\text{кчс н}} = t_{L1} + t_{\text{дсп}} + t_{\text{днц}} + t_{\text{дгп ру}} + t_{\text{дгск1}} \\ t_{L1} = t_{L1\text{обн}} + t_{L1\text{прд}} \\ t_{\text{дсп}} = t_{\text{дсп з}} + t_{\text{дсп прд}} \\ t_{\text{днц}} = t_{\text{днц з}} + t_{\text{днц}} \\ t_{\text{дгп ру}} = t_{\text{дгп ру з}} + t_{\text{дгп ру прд}} \\ t_{\text{дгск1}} = t_{\text{дгск1 з}} + t_{\text{дгск1 прд}} \end{cases} \quad (2.1)$$

где t_{L1} – время, затраченное локомотивной бригадой на установление основных сведений о НиЧС – $t_{L1\text{обн}}$ и передачу этих данных ДСП или ДНЦ при диспетчерской централизации – $t_{L1\text{прд}}$;

$t_{\text{дсп}}$ – время, затраченное ДСП на запись сведений о НиЧС в журнал регистрации соответствующих сведений [42–44] – $t_{\text{дсп з}}$ и передачу этих данных ДНЦ по каналам телефонной связи – $t_{\text{дсп прд}}$ [46];

$t_{\text{днц}}$ – время, затраченное ДНЦ на запись сведений о НиЧС в журнал регистрации соответствующих сведений – $t_{\text{днц з}}$ и передачу этих данных ДГП РУ ДЦУП по каналам телефонной связи – $t_{\text{днц прд}}$;

$t_{\text{дгп ру}}$ – время, затраченное ДГП РУ ДЦУП на запись сведений о НиЧС в журнал регистрации соответствующих сведений – $t_{\text{дгп ру з}}$ и передачу этих данных ДГС ДЦУП по каналам телефонной связи – $t_{\text{дгп ру прд}}$;

$t_{\text{дгс } k1}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на запись сведений о НиЧС – $t_{\text{дгс } k1 з}$ и передачу этих данных должностному лицу руководящего состава ОАО «РЖД», являющегося председателем КЧС и ПБ – $t_{\text{дгс } k1 \text{ прд}}$.

Время, необходимое для доведения информации о ситуации, возникшей во время перевозочного процесса, в порядке последовательной (поочередной) передачи сведений всем руководителям структурных подразделений по направлениям деятельности, входящих в состав РКЧС И ПБ, с момента обнаружения НиЧС до момента получения ими сведений будет составлять:

$$\begin{cases} t_{\text{кчс}} = t_{L1} + t_{\text{дсп}} + t_{\text{днц}} + t_{\text{дгп ру}} + \sum t_{\text{дгс } k} + \sum t_{\text{дгс } l} \\ \sum t_{\text{дгс } k} = t_{\text{дгс } k1} + t_{\text{дгс } k2} + \dots + t_{\text{дгс } kn} \\ \sum t_{\text{дгс } l} = t_{\text{дгс } l1} + t_{\text{дгс } l2} + \dots + t_{\text{дгс } ln} \end{cases}, \quad (2.2)$$

где $\sum t_{\text{дгс } k}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу первичных сведений о НиЧС руководителям структурных подразделений (дистанций) по направлениям деятельности ОАО «РЖД»;

$\sum t_{\text{дгс } l}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу первичных сведений о НиЧС дежурно-диспетчерскому персоналу структурных подразделений железной дороги по направлениям деятельности, связанным с ликвидацией и организацией перевозочного процесса при возникновении НиЧС.

Время, необходимое для информирования аварийно-восстановительных и аварийно-спасательных подразделений специальных служб ОАО «РЖД» (ФГП ВО ЖДТ, РДМО) на региональном уровне взаимодействия, с момента обнаружения и передачи данных первоочередным источником до момента получения сведений с учетом их последовательной (поочередной) передачи будет составлять:

$$\begin{cases} t_{\text{сс ржд}} = t_{L1} + t_{\text{дсп}} + t_{\text{днц}} + t_{\text{дгп ру}} + \sum t_{\text{дгс } k} + \sum t_{\text{дгс } l} + \sum t_{\text{дгс } n} \\ \sum t_{\text{дгс } n} = t_{\text{дгс } n1} + t_{\text{дгс } n2} + \dots + t_{\text{дгс } nr} \end{cases}, \quad (2.3)$$

где $\sum t_{дгсn}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу сведений о возникшей ситуации до специальных служб ФГП ВО ЖДТ и РДМО ОАО «РЖД», привлекаемых на ликвидацию.

Суммарное время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу первичных оперативных данных о НиЧС до всех должностных лиц железной дороги – филиала ОАО «РЖД» по регламенту и в случае привлечения внешних структур для ликвидации до оперативных дежурных привлекаемых структур, составит:

$$t_{\Sigma дгс} = \sum t_{дгск} + \sum t_{дгсn} + \sum t_{дгсл} + \sum t_{дгсм}, \quad (2.4)$$

где $\sum t_{дгсм}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу сведений о НиЧС до оперативных дежурных ГУТ МВД и ЦУКС МЧС России по каналам телефонной связи.

Для объектового и территориального УрВиР структурных подразделений железной дороги, т. е. формирования при реагировании на НиЧС в границах объекта – ОКЧС и ПБ и в границах территориального управления железной дороги – филиала ОАО «РЖД» – ТКЧС и ПБ соответственно, временные интервалы для доведения сведений ограничиваются временем доведения информации до структур и должностных лиц, ответственных за работу по ликвидации, в границах которых произошло НиЧС.

Минусами рассмотренной системы организации передачи оперативных данных о НиЧС в структуре ОАО «РЖД», с точки зрения временных задержек на передачу оперативных данных о случившемся происшествии до всех причастных лиц, является:

1) последовательность информирования необходимых для привлечения должностных лиц, структур и подразделений. В частности, значительные потери времени образуются на этапе дублирования информации каждым ДСП, ДПП РУ, ДГС ДЦУП при информировании всех требуемых лиц, структур и координации ими информационного обмена в процессе ликвидации НиЧС (рисунок 2.1);

2) повторная фиксация передаваемых оперативных данных о ситуации диспетчерами всех причастных структур по мере их информирования.

В случае НиЧС, описанных в гл. 1 исследования, возникающих в процессе перевозок железнодорожным транспортом, когда необходимо привлечение сил и средств МЧС и/или МВД России, функциональных подсистем РСЧС, заместитель начальника железной дороги дает соответствующее распоряжение дорожному диспетчеру ДГС, который и устанавливает взаимодействие с оперативными дежурными ЦУКС ГУ МЧС России, ГУТ МВД России и ЕДДС системы-112 соответственно (см. п. 1.2 исследования).

Время установления взаимодействия и передачи данных о НиЧС по сетям телефонной связи между ДГС ДЦУП (вызывающий абонент) и оперативным дежурным ЦУКС ГУ МЧС России – $t_{с\text{ МЧС}}$ и ГУТ МВД России – $t_{с\text{ МВД}}$ (вызываемые абоненты), в случае отсутствия занятости линии со стороны вызываемых структурных подразделений, составляет (рисунок 2.1):

$$t_{с\text{ МЧС}} = t_{с\text{ дгс в1}} + t_{с\text{ дгс п1}} \quad (2.5)$$

$$t_{с\text{ МВД}} = t_{с\text{ дгс в2}} + t_{с\text{ дгс п2}}, \quad (2.6)$$

где $t_{с\text{ дгс в1}}$, $t_{с\text{ дгс в2}}$ – время, затрачиваемое ДГС ДЦУП на установление соединения по существующим каналам телефонной связи (набор номера вызываемого абонента и установление соединения системой телефонной связи без учета ожидания в очереди на обслуживание) соответственно с оперативным дежурным ЦУКС ГУ МЧС России и ГУТ МВД России;

$t_{с\text{ дгс п1}}$, $t_{с\text{ дгс п2}}$ – время, затрачиваемое ДГС ДЦУП на устную передачу сведений о ЧС на объектах железной дороги по существующим каналам телефонной связи соответственно оперативному дежурному ЦУКС ГУ МЧС России и ГУТ МВД России.

В случае занятости в процессе установления взаимодействия вызываемого абонента (оперативного дежурного) ЦУКС ГУ МЧС России и/или ГУТ МВД России и организации системы обслуживания в этих структурах как системы

с формированием очередей появляется дополнительное время задержки на соединение – $t_{зс}$. Тогда формулы (2.5) и (2.6) принимают вид:

$$t_{с\text{мчс}} = t_{с\text{дгс в1}} + t_{с\text{дгс п1}} + t_{зс1} \quad (2.7)$$

$$t_{с\text{мвд}} = t_{с\text{дгс в2}} + t_{с\text{дгс п2}} + t_{зс2} \quad (2.8)$$

Время задержки $t_{зс}$ согласно теории массового обслуживания [45] будет зависеть от таких параметров системы приема вызовов, организованной на приемной стороне ЦУКС ГУ МЧС России/ГУТ МВД России, как количество каналов соединения, возможность/невозможность создания очередей поступающих вызовов, интенсивности входного потока вызовов, времени и дисциплины обслуживания и др.

Согласно п. 2.1 Регламента ОАО «РЖД» о порядке передачи информации о случаях НиЧС на объектах защиты инфраструктуры железной дороги [46], касательно случаев возгорания, в том числе и на подвижном составе, работник, обнаруживший пожар, должен незамедлительно передать сведения об этом непосредственно в пожарную охрану МЧС России, филиал ФГП ВО ЖДТ России, непосредственному руководителю с помощью имеющихся средств связи: телефон, радиостанция и др. Непосредственные руководители сообщают о возникшей ситуации в ближайшее подразделение ФГП ВО ЖДТ, вышестоящему руководителю. При этом соединение с ДДС пожарной охраны согласно [34] производится по номеру «01», а также на уровне МО через ЕДДС по номеру «112» (см. п. 1.2 исследования).

В район управления СвЖД входит 5 регионов управления (Екатеринбургский, Пермский, Тюменский, Нижнетагильский, Сургутский) [52, 53], схема, представленная на рисунке 2.4, разработана для Екатеринбургского региона управления, для оставшихся регионов схема будет аналогичной и в соответствии с уровнями управления в режиме информационного обмена при НиЧС.

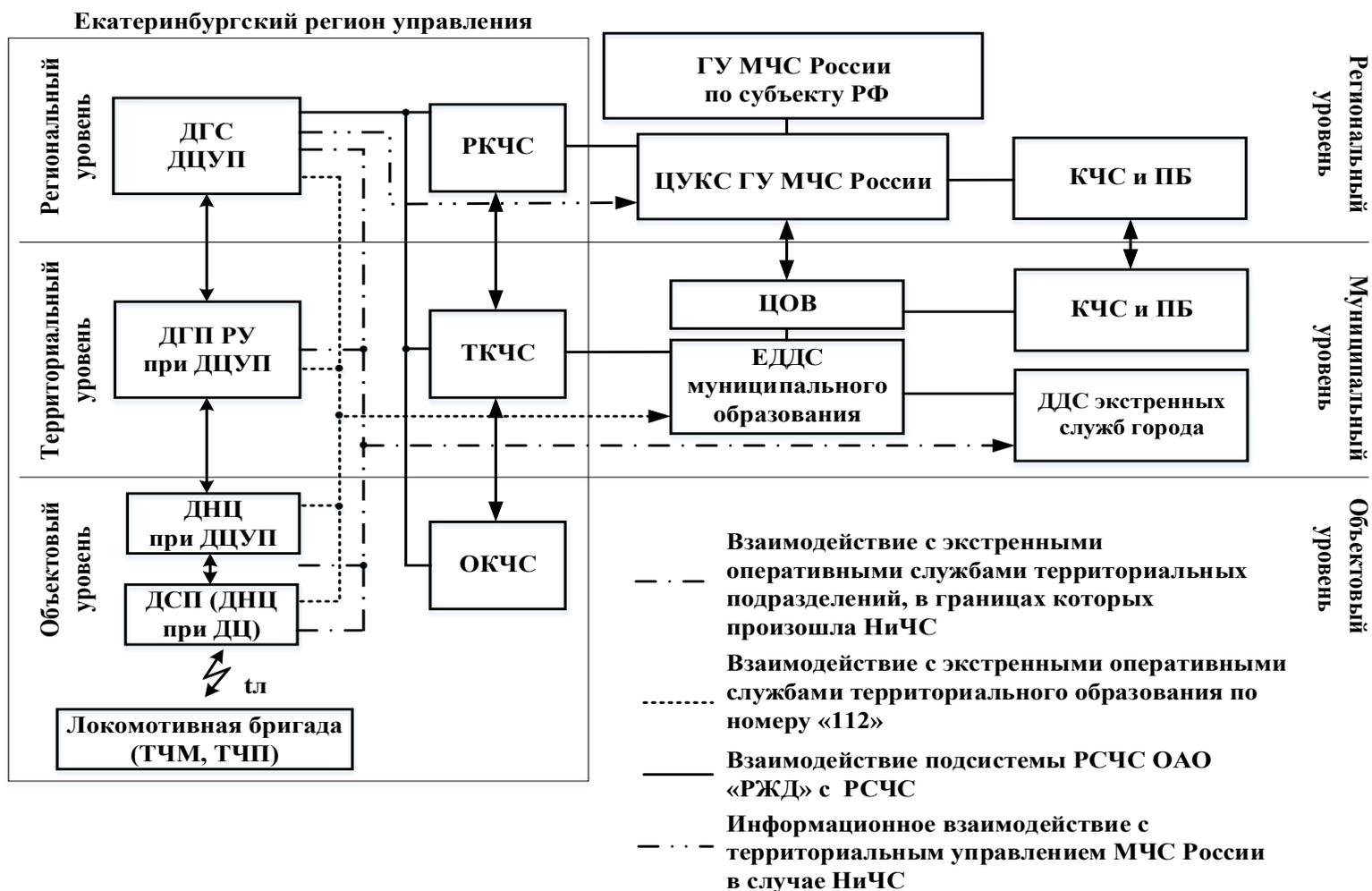


Рисунок 2.4 – Структурная схема взаимодействия диспетчеров службы движения структурных подразделений Екатеринбургского региона СвЖД при возникновении НиЧС с подсистемами РСЧС

Структурная схема информационного взаимодействия диспетчерского персонала структурных подразделений ОАО «РЖД» в регионе управления с ДДС пожарной охраны, в том числе и через ЦОВ/ЕДДС МО [47–51], а также с системой РСЧС, представлена на рисунке 2.5.

В соответствии с установленной в регионах управления СвЖД системой оповещения [7, 71, 72] на рисунке 2.5 представлена обобщенная структурная схема взаимодействия на СвЖД.

При взаимодействии диспетчерского состава службы движения железной дороги в случае возникновения НиЧС во время перевозочного процесса с ЕДДС/ЦОВ по номеру «112», а также работников, обнаруживших пожар, с ДДС по номеру «01» или «112», необходимо учесть, что вызов с объектов железной дороги попадет в общий входной поток вызовов, поступающий на специальные службы соответствующего территориального подразделения, на территории которого произошло ЧС.

Далее математическая модель, описывающая процесс реагирования при возникновении НиЧС в процессе перевозок, будет строиться на основе статистических данных для Екатеринбургского региона управления.

Для определения времени задержки на установление соединения, в случае возникновения возгорания, с ДДС экстренных оперативных служб города и ЦОВ/ЕДДС, необходимо проанализировать входные потоки вызовов на эти службы и структуры.

Для анализа входного потока вызовов на ДДС пожарной охраны МЧС России использовались данные за последние 8 лет службы МЧС России в г. Екатеринбурге.

Неравномерность распределения нагрузки по номеру «01» в течение суток была получена путем отсортировывания массива исходных данных N – количества вызовов, по равным временным интервалам.

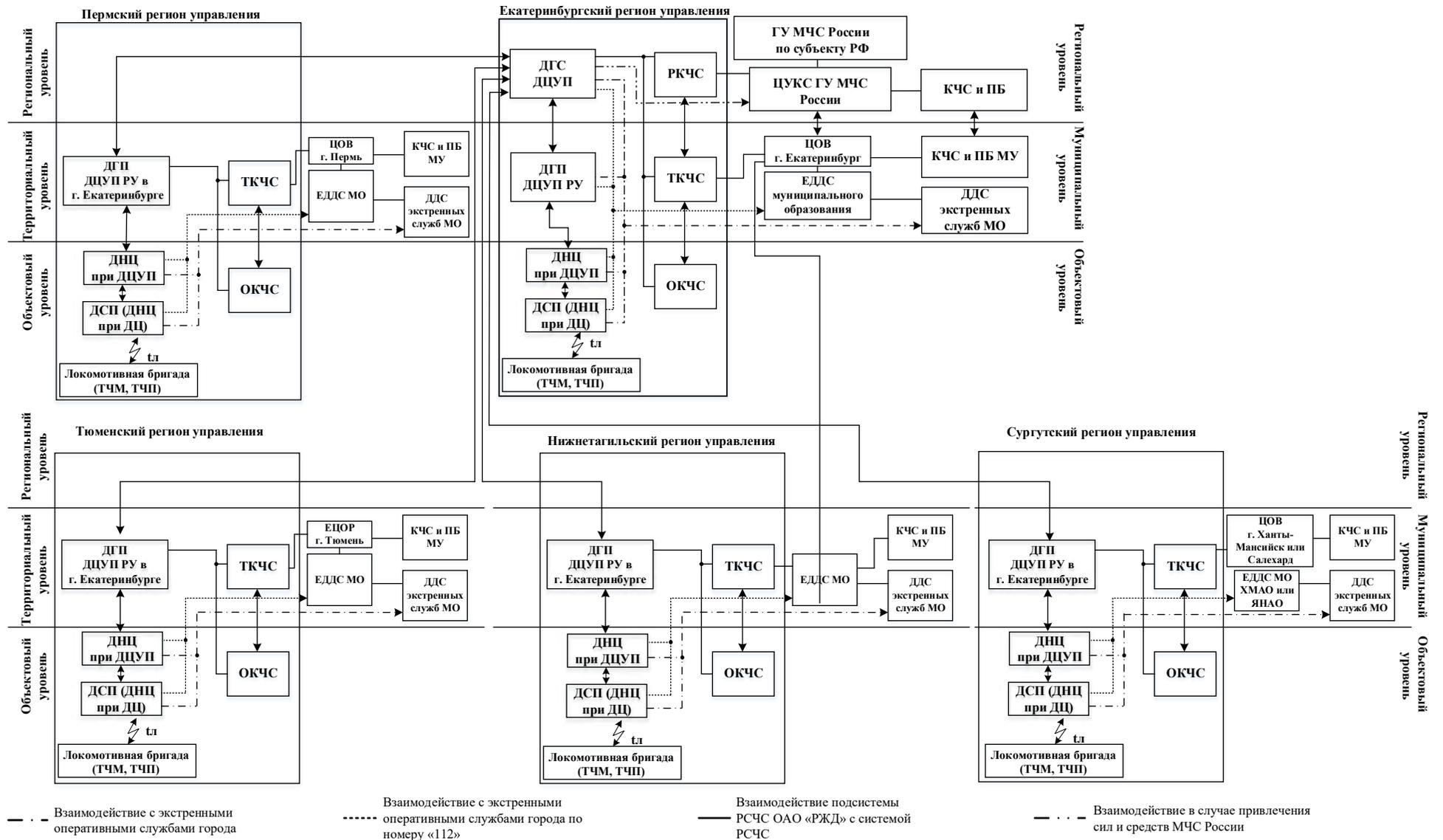


Рисунок 2.5 – Структурная схема взаимодействия диспетчеров службы движения структурных подразделений регионов СВЖД в режиме НиЧС с различными структурами по ликвидации нештатных и чрезвычайных ситуаций

На рисунке 2.6 представлена гистограмма зависимости количества поступающих вызовов, в относительных частотах, от времени суток.

Площадь каждого прямоугольника получившейся гистограммы равна относительной частоте ω_i попадания значений исследуемого массива данных объема N в i -й временной интервал. При этом $i = 1, 2, \dots, m$, $m_{\max} = 24$ часа.

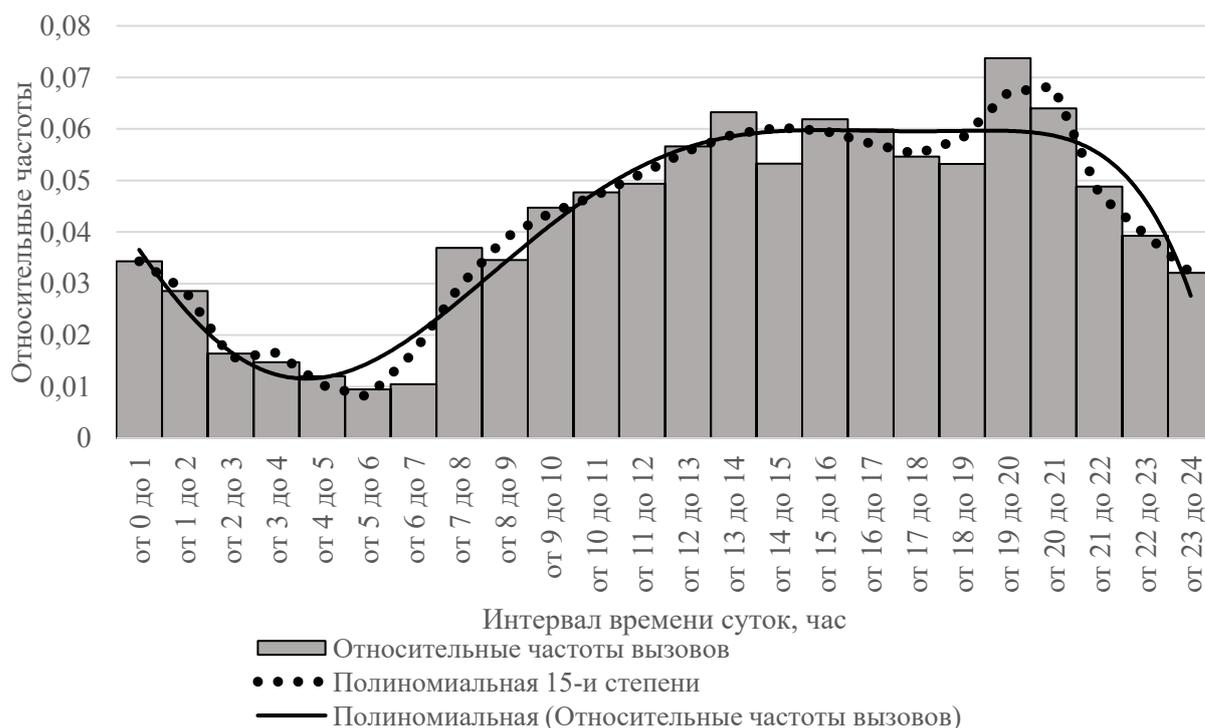


Рисунок 2.6 – Среднее число вызовов в единичный интервал времени размерностью 1 час

Относительная частота попадания в i -й интервал вычислялась по формуле:

$$\omega_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (2.9)$$

$$\sum_{i=1}^m \omega_i = 1 \quad (2.10)$$

где n_i – количество величин массива данных N , попавших в интервал i .

Анализ статистических данных проводился в приложении Microsoft Excel. Наиболее точно анализируемые статистические данные описываются полиномиальной линией аппроксимации. Коэффициент величины достоверности аппроксимации при этом $R_1^2=0,911$.

Интенсивность вызовов $\lambda_{\text{вс}}$ за время $(t_i, t_{i+\Delta}]$ (рисунок 2.7) определяется полиномиальной функцией 6-й степени:

$$\lambda_{\text{вс}}(t_i) = -0,000009 \cdot t_{(i+\Delta)}^6 + 0,0006 \cdot t_{(i+\Delta)}^5 - 0,0141 \cdot t_{(i+\Delta)}^4 + 0,1305 \cdot t_{(i+\Delta)}^3 - 0,1191 \cdot t_{(i+\Delta)}^2 - 2,9449 \cdot t_{(i+\Delta)} + 11,145 \quad (2.11)$$

где Δ – длина интервала времени, для которого необходимо определить количество вызовов.

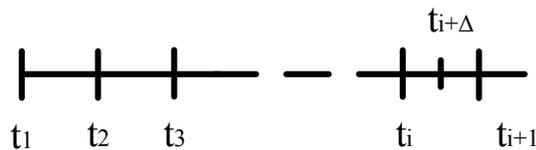


Рисунок 2.7 – Определение временных интервалов для подсчета количества поступающих вызовов

Для повышения значения величины достоверности аппроксимации R^2 производились дополнительные расчеты коэффициентов полинома. Наибольшее значение $R_2^2=0,964$ наблюдалось при увеличении полиномиальной функции до 15-й степени. Уравнение полинома 15-й степени определяющее интенсивность входного потока вызовов (количество вызовов) $\lambda_{\text{вс1}}$ за время $(t_i, t_{i+\Delta}]$, имеет вид:

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{вс1}}(t_i) = & -1,88037 \cdot 10^{(-13)} \cdot t_{(i+\Delta)}^{15} + 2,66562 \cdot 10^{(-11)} \cdot t_{(i+\Delta)}^{14} - 1,49277 \cdot 10^{(-9)} \times \\ & \times t_{(i+\Delta)}^{13} + 3,40423 \cdot 10^{(-8)} \cdot t_{(i+\Delta)}^{12} + 3,85548 \cdot 10^{(-7)} \cdot t_{(i+\Delta)}^{11} - 4,98234 \cdot 10^{(-5)} \times \\ & \times t_{(i+\Delta)}^{10} + 0,001651 \cdot t_{(i+\Delta)}^9 - 0,03239 \cdot t_{(i+\Delta)}^8 + 0,425972 \cdot t_{(i+\Delta)}^7 - \\ & - 3,891156 \cdot t_{(i+\Delta)}^6 + 24,7657 \cdot t_{(i+\Delta)}^5 - 107,901 \cdot t_{(i+\Delta)}^4 + 309,7007 \cdot t_{(i+\Delta)}^3 - \\ & - 546,739 \cdot t_{(i+\Delta)}^2 + 520,3449 \cdot t_{(i+\Delta)} - 188,9787. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Аппроксимирующие функции (2.11) и (2.12) представлены на рисунке 2.6: сплошной линией – функция 6 порядка, пунктирной – рассчитанная 15 порядка.

На рисунке 2.8 представлена гистограмма распределения временных интервалов между последовательно поступающими вызовами.

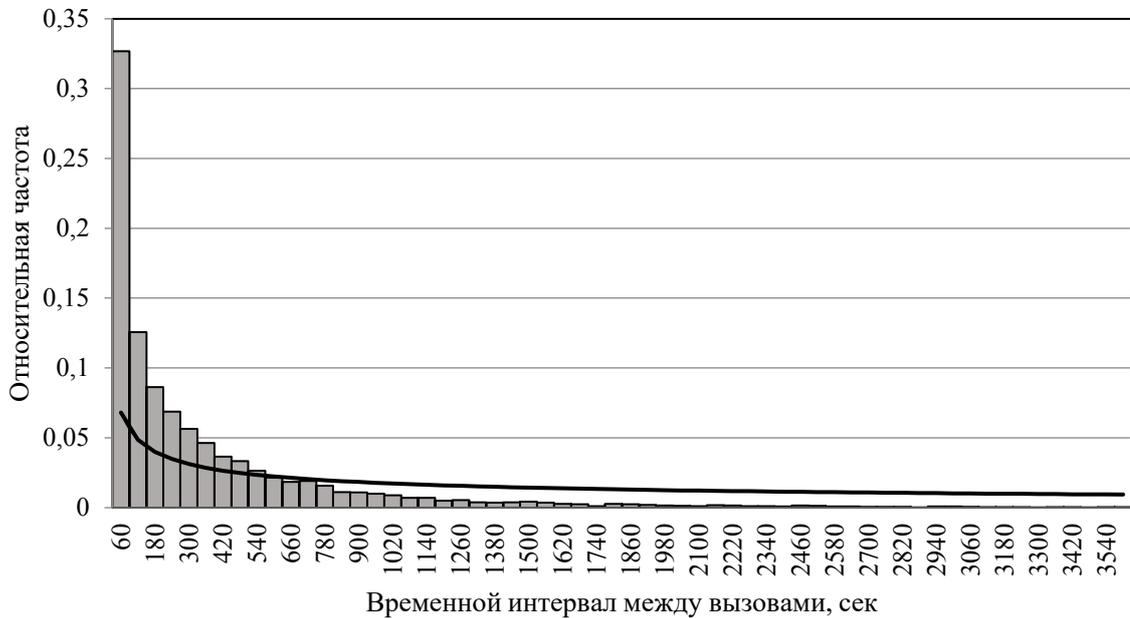


Рисунок 2.8 – Временные интервалы между соседними вызовами

Наиболее часто встречающийся (в 32,6 % случаев) минимальный временной интервал между вызовами $t_{\Delta \min} \leq 60$ секунд.

Интенсивность входного потока вызовов $\lambda_{в \text{ сс}}$, поступающих в систему последовательно через момент времени t_{Δ} , описывается степенной функцией вида:

$$\lambda_{в \text{ сс}} = 4,244396 \cdot t_{\Delta}^{-1,9187}, \quad (2.13)$$

где t_{Δ} — интервал времени между последовательно поступающими вызовами.

Далее необходимо определить длительность обслуживания вызовов, т. е. время занятия диспетчера обслуживанием вызова.

На рисунке 2.9 представлена гистограмма занятия диспетчера обслуживанием вызова. Из данных графика видно, что продолжительность обслуживания в 87,8 % случаев занимает 57,6 секунды.

Для определения оптимального количества интервалов, продолжительности обслуживания, использовалась формула Стерджесса [45]:

$$m = 1 + 3,322 \cdot \log N_1 = 1 + 1,44 \cdot \ln N_1, \quad (2.14)$$

где N_1 – общее количество величин в исследуемом массиве исходных данных продолжительности обслуживания.



Рисунок 2.9 – Длительность обслуживания вызова

Интервал карманов Δ вычислялся по формуле:

$$\Delta = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{m}, \quad (2.15)$$

где N_{\max} , N_{\min} – максимальное и минимальное значения массива N_1 .

Количество занятий диспетчера k_3 обслуживанием вызова длительностью t_6 определяется функцией вида:

$$k_3 = 2,86 \cdot 10^{10} \cdot t_6^{-3,677}, \quad (2.16)$$

где t_6 – время обслуживания одного вызова.

Коэффициент величины достоверности аппроксимации для функции (2.16) – $R^2=0,962$.

За отсутствием статистических данных потока вызовов, поступающих на ЕДДС (ЦОВ для административных центров субъектов РФ), расположенных

в Екатеринбургском регионе управления, необходимо провести имитационное моделирование и исследование соответствующих данных в среде MATLAB/Simulink, используя за основу полученную закономерность распределения вызовов пожарной охраны (формула 2.12). Необходимо полагать, что на ЕДДС/ЦОВ одновременно могут поступать вызовы с задействованием всех специальных экстренных служб города (МО). Таким образом, вызов, поступающий с объекта ОАО «РЖД», будет сливаться с общим потоком вызовов, поступающих на ЕДДС/ЦОВ (рисунок 2.10).

Система обслуживания вызовов ЕДДС/ЦОВ г. Екатеринбурга и Свердловской области построена по принципу многоканальной системы массового обслуживания (СМО) с ожиданием (с очередью) [54, 55]. При этом если вызов, поступающий на ЕДДС территориального образования (ЕДДС ТО), не принят в течение установленного времени, то он переадресовывается на ЦОВ [54]. Структурная схема, представляющая СМО, организованную на ЕДДС/ЦОВ, представлена на рисунке 2.10.

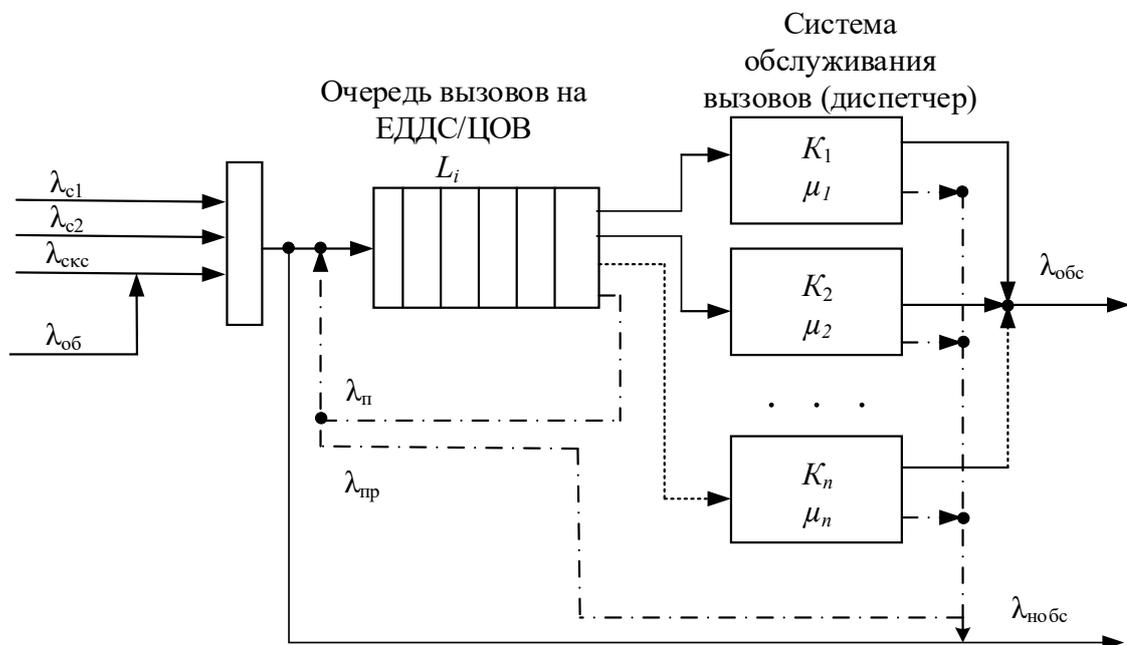


Рисунок 2.10 – Обслуживание потоков вызовов на ЕДДС/ЦОВ Свердловской области

Соответственно интенсивность входного потока вызовов на ЕДДС/ЦОВ $\lambda_{\text{ЕДДС/ЦОВ}}$ будет являться суммарной интенсивностью потоков вызовов, состоящей из интенсивностей вызовов на различные экстренные службы города λ_c :

$$\lambda_{\text{ЕДДС/ЦОВ}} = \sum_{i=1}^{k_c} \lambda_c, \quad (2.17)$$

где k_c – количество экстренных служб территориального образования;

$\lambda_{c1} \dots \lambda_{ckc}$ – интенсивность входного потока вызовов;

$\lambda_{об}$ – интенсивность входного потока вызовов с объектов ОАО «РЖД»;

$\lambda_{п}$ – интенсивность потока вызовов, поступающих на обслуживание в случае переполнения накопителя;

$\lambda_{пр}$ – интенсивность потока вызовов, поступающих на дообслуживание в случае прерывания вызова;

$\mu_1 \dots \mu_n$ – интенсивность обслуживания каналом $K_1 \dots K_n$ (диспетчером) входного потока вызовов;

$\lambda_{обс}$ – интенсивность потока обслуженных вызовов;

L_i – емкость накопителя i .

Поток необслуженных вызовов $\lambda_{\text{нобс}}$ в системе обслуживания ЕДДС/ЦОВ стремится к наименьшему значению, т. к. ЕДДС/ЦОВ, также как и экстренные оперативные службы города (МО) созданы для минимизации потерь, связанных с ликвидацией ЧС, и в их обязанности вменены соответствующие требования по реагированию на каждое сообщение (вызов).

Дисциплина обслуживания вызовов в ЕДДС/ЦОВ принята FIFO (first in – first out) [54, 55].

По нотации Кендалла конфигурация СМО ЕДДС/ЦОВ $GI/M/n/\infty$, где GI (general independent) – рекуррентный входящий поток вызовов [23]; M – экспоненциальный закон распределения времени обслуживания; n – число обслуживающих систем; ∞ – число мест ожидания (емкость) накопителя [56].

Система обслуживания вызовов в ЕДДС/ЦОВ – экспоненциальная. При этом, если интенсивность обслуживания вызовов (среднее время обслуживания) в системе обслуживания вызовов μ_{co} :

$$- \quad \mu_{co} \leq \lambda_{\text{ЕДДС/ЦОВ}}, \quad (2.18)$$

то очередь вызовов и время обслуживания в системе обслуживания вызовов неограниченно растут;

$$- \quad \mu_{co} \gg \lambda_{\text{ЕДДС/ЦОВ}}, \quad (2.19)$$

то время нахождения вызовов в системе обслуживания приблизительно равно времени обслуживания вызовов.

Время нахождения вызова в системе обслуживания ЕДДС/ЦОВ определяется как сумма времени ожидания обслуживания в накопителе t_L и времени обслуживания вызова системой обслуживания t_K :

$$\begin{cases} t_b = t_L + t_K \\ t_L = t_n + t_{zc} \\ t_K = t_o + t_\phi + t_p \end{cases} \quad (2.20)$$

Время ожидания обслуживания в накопителе t_L включает время набора номера вызывающим абонентом – t_n и время нахождения вызова в очереди – t_{zc} .

Под временем обслуживания вызова t_K понимается суммарное время, затраченное на опрос и получение ответной информации – t_o , затраченное на фиксацию сведений в автоматизированной системе ЕДДС/ЦОВ – t_ϕ , затраченное на принятие решения – t_p .

Таким образом, структуру информационного взаимодействия в случае возникновения ситуаций нештатного и чрезвычайного характера, возникающих в перевозочном процессе на железнодорожном транспорте, можно представить множеством взаимоувязанных СМО (далее в работе – звенья цепи информационного взаимодействия (далее – ЗЦИВ)). ЗЦИВ увязаны в единую сеть массового обслуживания (далее – СеМО) – сеть информационного взаимодействия (далее – СеИВ), в которой вызовы маршрутизируются с выхода

одной ЗЦИВ на вход другого, в соответствии с установленной матрицей маршрутизации. Матрица маршрутизации строится в соответствии с регламентом взаимодействия между структурами в ОАО «РЖД» и регламентами установления взаимодействия и информирования с привлекаемыми службами (см. гл. 1 исследования).

На рисунке 2.11 представлена схема организации информационного взаимодействия при НиЧС на железнодорожном транспорте для регионов СвЖД в виде СеИВ. Эта схема представляет полную структуру информационного взаимодействия между двумя РУ, одним из которых является Екатеринбургский, поскольку в последнем расположены органы управления СвЖД.

Из-за большого количества ЗЦИВ и переходов между ними, представление других регионов, участвующих в информационном взаимодействии, в случае НиЧС во время перевозочного процесса загромодит полученную структуру (рисунок 2.11) и сделает ее менее информативной. Для остальных регионов управления СвЖД схема будет аналогичной.

Разработанная СеИВ состоит из конечного числа ЗЦИВ, которые имитируют временные задержки, связанные с обслуживанием поступающего сообщения диспетчерским составом, отвечающим за поездную работу на железной дороге и оперативных дежурных, и диспетчеров служб реагирования на ЧС территориального образования, в котором произошло ЧС. Каждая ЗЦИВ состоит из накопителя L емкостью n_L и каналов обслуживания K в количестве n_K .

Емкость накопителя n_L определяет систему обслуживания ЗЦИВ как систему с отказами или с возможностью создания ограниченной и неограниченной по времени или по количеству сообщений очереди.

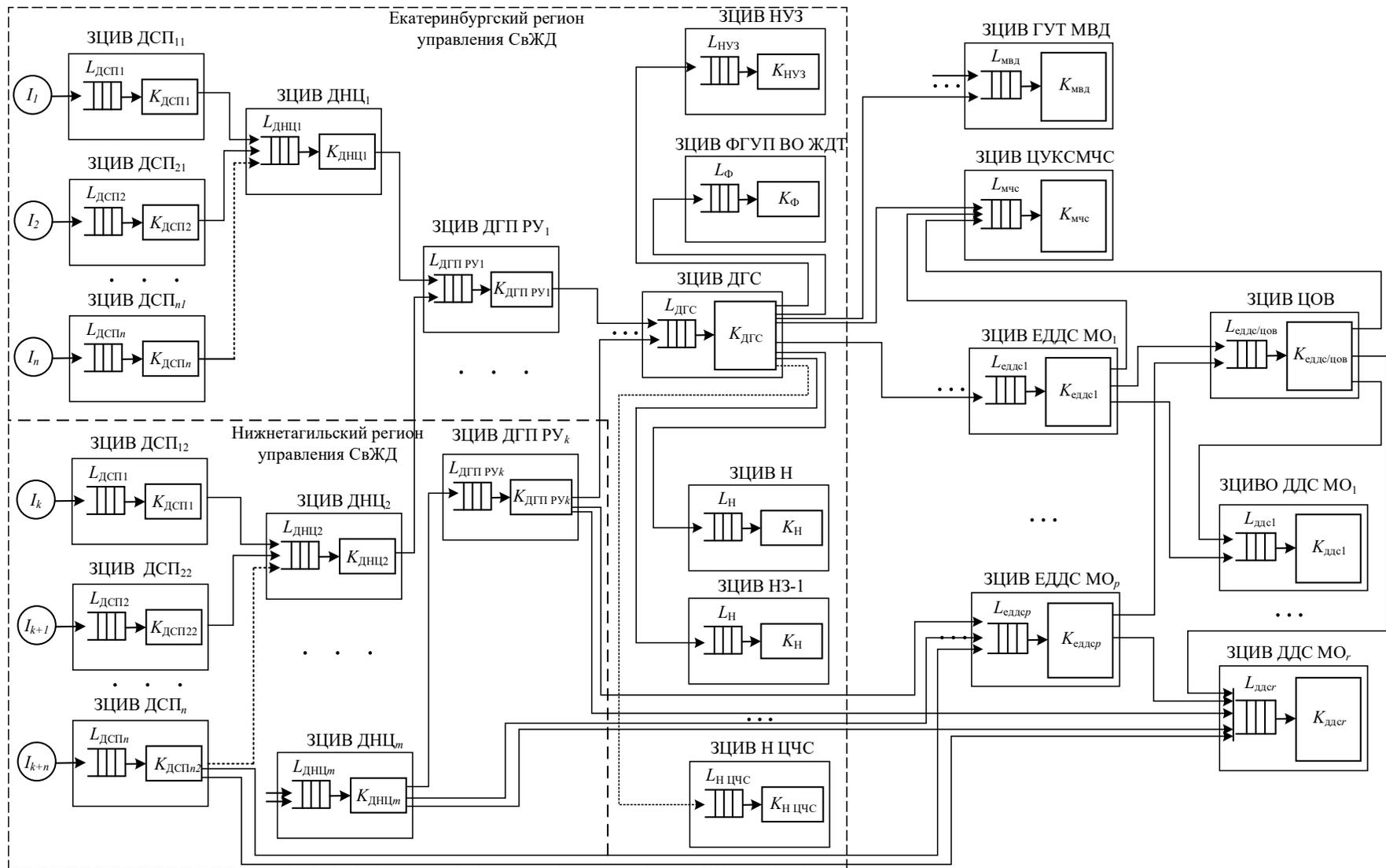


Рисунок 2.11 – Алгоритмическая модель процесса реагирования на возникшие на железнодорожном транспорте НиЧС в виде СеИВ

Разработанная СеИВ – открытая, т. е. сообщения могут поступать от источников и могут покидать сеть. Источниками сообщений служат генераторы $I_1 \dots I_n$. Источники создают входные потоки с интенсивностью $\lambda_{в1} \dots \lambda_{вn}$. Входные потоки имеют одинаковое экспоненциальное распределение, являются случайными, стационарными (рекуррентными), т. е. не зависящими от времени $\lambda_{в1} \dots \lambda_{вn} = \text{const}(t)$, у каждого из них отсутствует последствие, а также они являются ординарными.

Учитывая перечисленные характеристики входного потока с генераторов $I_1 \dots I_n$, получаем, что эти потоки являются стационарными Пуассоновскими (простейшими потоками) [57]. Количество сообщений в потоке, формируемом генераторами, $n_c = 1 \dots s$.

Время нахождения сообщения в каждом ЗЦИВ $t_{в\text{ дисп}}$, имитирующем работу диспетчеров, связанных с движением поездов, в соответствии с формулами 2.1 и 2.20 составит:

$$\begin{cases} t_{в\text{ дисп}} = t_{Lд} + t_{Kд} \\ t_{Lд} = t_{нд} + t_{зсд} \\ t_{Kд} = t_{од} + t_{зд} + t_{рд} \end{cases} \quad (2.21)$$

где $t_{Lд}$ – время ожидания принятия вызова каждым ЗЦИВ, имитирующим работу диспетчера железной дороги, вовлеченного в процесс реагирования при НиЧС;

$t_{нд}$ – время набора номера ЗЦИВ;

$t_{зсд}$ – время нахождения вызова в очереди на обслуживание;

$t_{Kд}$ – время обслуживания вызова каждым ЗЦИВ, имитирующим работу диспетчера железной дороги, вовлеченного в процесс реагирования при НиЧС;

$t_{од}$ – время, затраченное на прослушивание передаваемой по сетям телефонной связи информации (см. гл. 1 исследования);

$t_{зд}$ – время, затраченное на имитацию задержки, связанную с записью полученной информации в журнал регистрации;

$t_{рд}$ – время, затраченное на принятие решения.

При исследовании разрабатываемой модели СеИВ без использования систем автоматизации информационного обмена при НиЧС, ЗЦИВ, представляющие работу диспетчеров, связанных с поездной работой, касающейся интенсивности обслуживания $\mu_{\text{смо}}$ поступившего сообщения на ЗЦИВ, т. е. каналы K системы обслуживания вызовов, будут иметь дополнительную задержку времени на фиксирование сведений в журнал регистрации [58].

В соответствии с (2.21) определим среднее время обслуживания сообщения каждым ЗЦИВ. Среднее время обслуживания определяется как сумма среднего времени ожидания сообщения в очереди на обслуживание \bar{t}_L и среднего времени, в течение которого вызов будет отработан и перенаправлен на выход ЗЦИВ – $\bar{t}_{\text{смо}}$.

$$\bar{t}_{\text{обсл}} = \bar{t}_{L\text{оч}} + \bar{t}_{\text{смо}} = \frac{M(n_{L\text{оч}})}{\lambda_{\text{в}}} + \frac{P_{\text{обс}}}{\mu_{\text{смо}}}, \quad (2.22)$$

где $M(n_{L\text{оч}})$ – математическое ожидание $n_{L\text{оч}}$ – числа сообщений в очереди накопителя L ;

$\lambda_{\text{в}}$ – интенсивность входного потока, поступающего на ЗЦИВ;

$P_{\text{обс}}$ – вероятность обслуживания поступившего вызова ЗЦИВ;

$\mu_{\text{смо}}$ – интенсивность обслуживания $n_k=1\dots k$ каналами поступивших в ЗЦИВ сообщений.

Каждое ЗЦИВ разработанной СеИВ, представленной на рисунке 2.11, имеет различное количество каналов $n_k=1\dots k$ обслуживания и различную архитектуру организации обслуживания поступающих сообщений, зависящую от емкости накопителя $n_L=1\dots l$. Для ЗЦИВ, имитирующих работу диспетчеров службы движения железной дороги, характерно представление системы обслуживания ЗЦИВ как одноканальной с отказами, т. е. $n_k=1$, $n_L=1$. Для ЗЦИВ, имитирующих работу ЕДДС, ЦУКС и ДДС экстренных оперативных служб МО, – в виде многоканальной с ограниченными очередями, т. е. $n_k \geq 2$ и $n_L=1\dots l$. Предлагаемая архитектура СеИВ (рисунок 2.11) не накладывает ограничений на вид ЗЦИВ, поэтому возможны исследования, учитывающие различные комбинации при организации системы обслуживания.

В случае, когда количество свободных каналов меньше количества пришедших на обслуживание сообщений $n_k < n_c$, в системе с отказами, сообщение покинет ЗЦИВ необслуженным, а в системе с ограниченной очередью при $n_k < n_c$ и длине очереди $n_L \leq l$, где l – предельная емкость накопителя L , сообщения будут обслуживаться по мере освобождения каналов ЗЦИВ.

Согласно формуле Литтла [57] среднее время $\bar{t}_{Lоч}$ нахождения сообщения в очереди на обслуживание в ЗЦИВ определяется отношением среднего числа вызовов в очереди накопителя $\bar{n}_{Lоч}$ к интенсивности входного потока λ_B :

$$\bar{t}_{Lоч} = \frac{\bar{n}_{Lоч}}{\lambda_B} . \quad (2.23)$$

Среднее число сообщений в очереди накопителя обслуживаемых каждым ЗЦИВ при $n_k \geq 2$ и $n_L \leq l$ и количестве сообщений в очереди $\bar{n}_{Lоч} = 1 \dots s$ при представлении ЗЦИВ в виде размеченного графа состояний определяется:

$$\bar{n}_{Lоч} = M(n_{Lоч}) = p_0 \cdot \frac{(\rho_B)^{n_k+1}}{n_k \cdot n_k!} \cdot \frac{1 - \left(\frac{\rho_B}{n_k}\right)^s \left(s + 1 - \frac{s\rho_B}{n_k}\right)}{\left(1 - \frac{\rho_B}{n_k}\right)^2}, \quad (2.24)$$

где $\rho_B = \frac{\lambda_B}{\mu_{смо}}$ – соотношение интенсивности входного потока к интенсивности обслуживания;

n_k – среднее количество каналов, занятых обслуживанием сообщения;

p_0 – определяет вероятность нахождения ЗЦИВ в состоянии, когда все n_k каналов свободны.

Среднее количество каналов, занятых обслуживанием сообщений в ЗЦИВ, при $n_k \geq 2$, $n_L \leq l$ и $\bar{n}_{Lоч} = 1 \dots s$ определяется:

$$\bar{n}_{коч} = M(n_{Lоч}) = \rho_B \cdot \left(1 - \frac{\rho_B^{n_k+s}}{n_k^s \cdot n_k!} \cdot p_0\right) . \quad (2.25)$$

Вероятность нахождения ЗЦИВ в состоянии, когда все n_k каналов свободны:

$$p_0 = \left(\sum_{n=0}^{n_k} \frac{\rho_B^n}{n!} + \frac{\rho_B^{n_k+1}}{n_k \cdot n_k!} + \frac{\rho_B^{n_k+2}}{n_k^2 \cdot n_k!} + \dots + \frac{\rho_B^{n_k+s}}{n_k^s \cdot n_k!} \right)^{-1} . \quad (2.26)$$

Среднее время нахождения сообщения в открытой ЗЦИВ вне зависимости от характера входного потока, времени и дисциплины обслуживания, согласно формуле Литтла, определяется соотношением среднего числа сообщений, находящихся в ЗЦИВ $\bar{n}_{\text{смо}}$, к интенсивности входного потока $\lambda_{\text{в}}$, поступающего на вход ЗЦИВ:

$$\bar{t}_{\text{смо}} = \frac{\bar{n}_{\text{смо}}}{\lambda_{\text{в}}} . \quad (2.27)$$

Среднее количество сообщений $\bar{n}_{\text{смо}}$, обслуживаемых каждым ЗЦИВ за некоторый промежуток времени t_{Δ} , учитывая формулу финальной вероятности, определяющей вероятность обслуживания $P_{\text{обс}}$ пришедшего сообщения при $n_{\text{к}}=1\dots k$ и $n_{\text{л}}=1$, при представлении в виде размеченного графа состояний, определяется:

$$\bar{n}_{\text{смо}} = \lambda_{\text{в}} \cdot P_{\text{обс}} = \lambda_{\text{в}} \cdot \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}^{n_{\text{к}}}}{n_{\text{к}}!} p_0 \right), \quad (2.28)$$

где p_0 – вероятность нахождения ЗЦИВ в состоянии простоя:

$$p_0 = \left(\sum_{n=0}^{n_{\text{к}}} \frac{\rho_{\text{в}}^{n_{\text{к}}}}{n_{\text{к}}!} \right)^{-1}. \quad (2.29)$$

Среднее количество каналов в ЗЦИВ, занятое обслуживанием сообщений, при $n_{\text{к}} \geq 2$ и $n_{\text{л}}=1$ за время t_{Δ} определяется интенсивностью обслуживания $\mu_{\text{смо}}$:

$$\bar{n}_{\text{к}} = \frac{\bar{n}_{\text{смо}}}{\mu_{\text{смо}}} = \frac{\lambda_{\text{в}} \left(1 - \frac{\rho_{\text{в}}^{n_{\text{к}}}}{n_{\text{к}}!} p_0 \right)}{\mu_{\text{смо}}}. \quad (2.30)$$

Согласно предельной теореме [57] на каждое следующее ЗЦИВ всегда будет поступать суммарный поток сообщений λ_p от предыдущих ЗЦИВ. При увеличении числа потоков, входящих в суммарный поток сообщений, последний всегда будет сходиться к Пуассоновскому. При формировании суммарного потока, как стационарными, так и не стационарными потоками, интенсивность его определяется:

$$\lambda = \sum_{p=1}^i \lambda_p, \quad (2.31)$$

где p – количество входящих потоков сообщений.

Входные потоки сообщений, обслуженные ЗЦИВ, на выходе будут иметь ограниченное последствие (потоки Эрланга), т. к. вероятность появления сообщения на входе каждой следующей СМО будет зависеть от того, через какие моменты времени, равные времени обслуживания $0 < t_{\text{обсл}} < \infty$ сообщения предыдущим ЗЦИВ, сообщение придет на вход этой ЗЦИВ. Также выходные потоки с ЗЦИВ не будут ординарными, т. е. на вход следующей ЗЦИВ вполне вероятно одновременное прибытие двух и более сообщений.

Для того чтобы СеИВ справлялась с нагрузкой, необходимо, чтобы каждое ЗЦИВ в СеИВ справлялось с поступающей нагрузкой, тогда:

1) для одноканального ЗЦИВ $\rho_{\text{вп}} = \frac{\lambda_{\text{в}}}{\mu_{\text{смо}}}$ должно соответствовать условию $\rho_{\text{вп}} < 1$. При $\rho_{\text{вп}} \geq 1$ – время обслуживания и очередь сообщений в каждом ЗЦИВ неограниченно растут;

2) для многоканальной ЗЦИВ соответствующие условия: $\frac{\rho_{\text{вп}}}{n_{\text{к}}} < 1$

при $1 \leq n_{\text{к}} < k$ – ЗЦИВ успевает обработать всю поступающую нагрузку; $\frac{\rho_{\text{вп}}}{n_{\text{к}}} \geq 1$

при $1 \leq n_{\text{к}} < k$ – в ЗЦИВ формируются растущие очереди в накопителе L .

Для дальнейшего исследования разработанной алгоритмической модели информационного взаимодействия при возникновении НиЧС на железнодорожном транспорте будет построена имитационная модель в системе MATLAB/SimEvents [59–61]. Имитационное моделирование позволит исследовать представленную алгоритмическую модель и отразит поведение исследуемой системы во времени при задании воздействующих на модель параметров.

2.2. Имитационное моделирование процесса реагирования ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций

Разработанная в среде MATLAB/SimEvents имитационная модель системы информационного взаимодействия в случае возникновения НиЧС во время перевозочного процесса для регионов управления СвЖД, математически описанная в п. 2.1 исследования, представлена на рисунке 2.12.

В такой системе есть возможность моделирования с дисциплиной обслуживания FIFO (*first in – first out*) и LIFO (*last in – first out*).

Приоритет обслуживания формируется по критериям:

- 1) времени поступления сообщения на вход ЗЦИВ. Очередь выстраивается по принципу «первый сформирован – первый обслужен»;
- 2) приоритета сообщения. Очередь формируется по принципу «выше приоритет – первый обслужен».

Емкость накопителей ЗЦИВ $n_L=1\dots l$, количество каналов обслуживания $n_K=1\dots k$, интенсивности входных потоков λ_v , интенсивности обслуживания сообщения μ_{cmo} могут варьироваться.

Совокупность подсистем *System – RGD* (рисунок 2.12) имитирует процесс реагирования в штатных и нештатных ситуациях диспетчеров службы движения с помощью системы оперативно-технологической связи. Информация о НиЧС, возникшей во время перевозочного процесса, доводится до руководителей и ответственных лиц структурных подразделений железной дороги, привлекаемых к месту ликвидации и ответственных за организацию перевозочного процесса в режиме ЧС в границах железной дороги. Совокупность *System – SS* имитирует работу служб ЕДДС/ЦОВ и ДДС ЭОСТО, в черте которого произошло ЧС.

В совокупности подсистем имитационной модели *System – SS* учтены закономерности изменения интенсивности входного потока сообщений от источников помимо железной дороги.

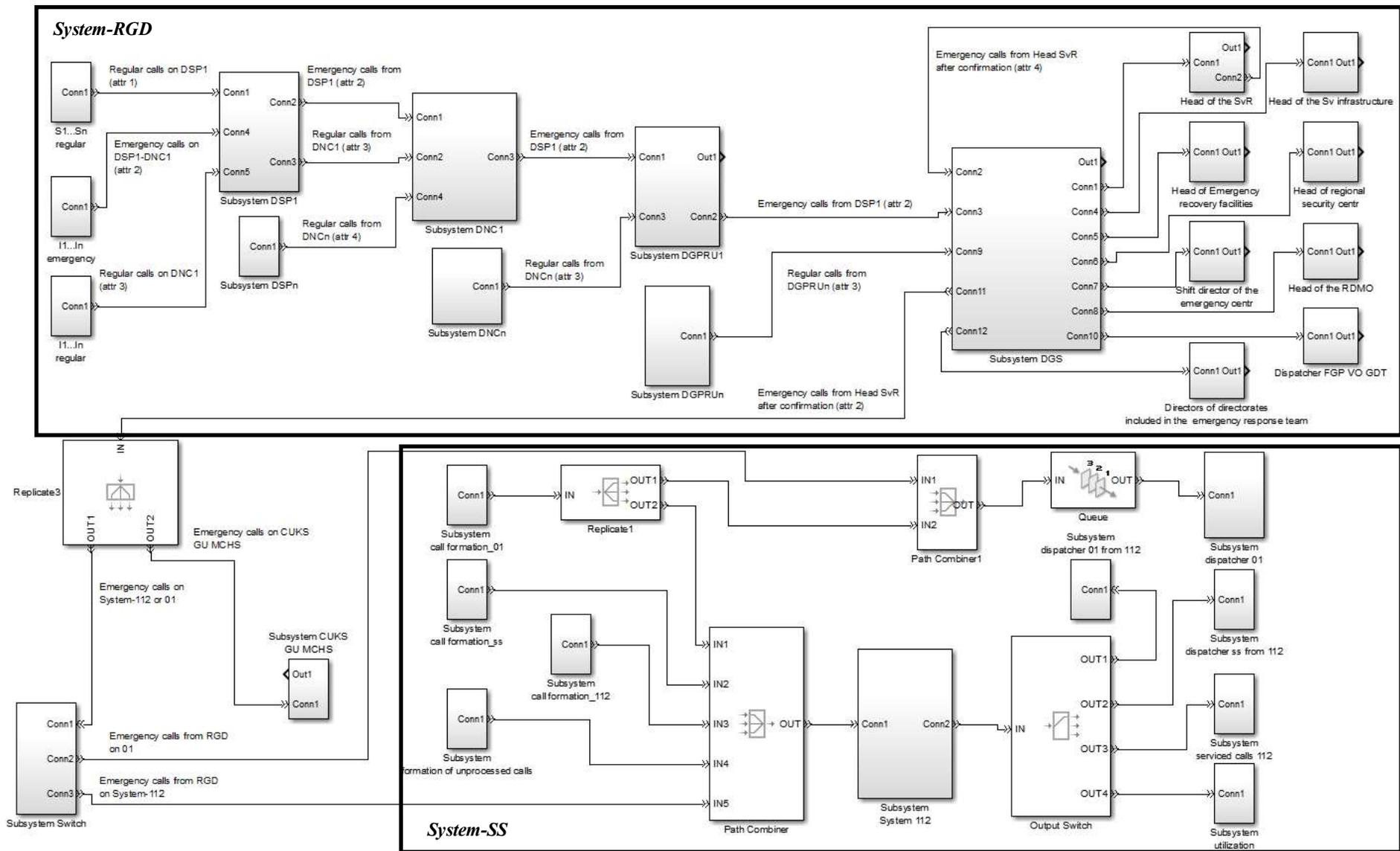


Рисунок 2.12 – Имитационная модель процесса реагирования при возникновении НиЧС в регионе управления СвЖД

На рисунке 2.13 представлена подсистема генерации сообщений с информацией о НиЧС $I_1...I_n emergency$, имитирующая работу локомотивной бригады по передаче сведений ДСП. В этой подсистеме происходит присвоение атрибутов: времени – *Queue attribute*, важности – *Importance attribute* и назначения – *Attribute on DNC1*. Подсистема *Call count subsystem* отвечает за формирование требуемого количества сообщений.

Подсистемы $I_1...I_n regular$ и $S_1...S_n regular$ формируют потоки сообщений на диспетчеров в штатном режиме и имеют архитектуру аналогичную $I_1...I_n emergency$.

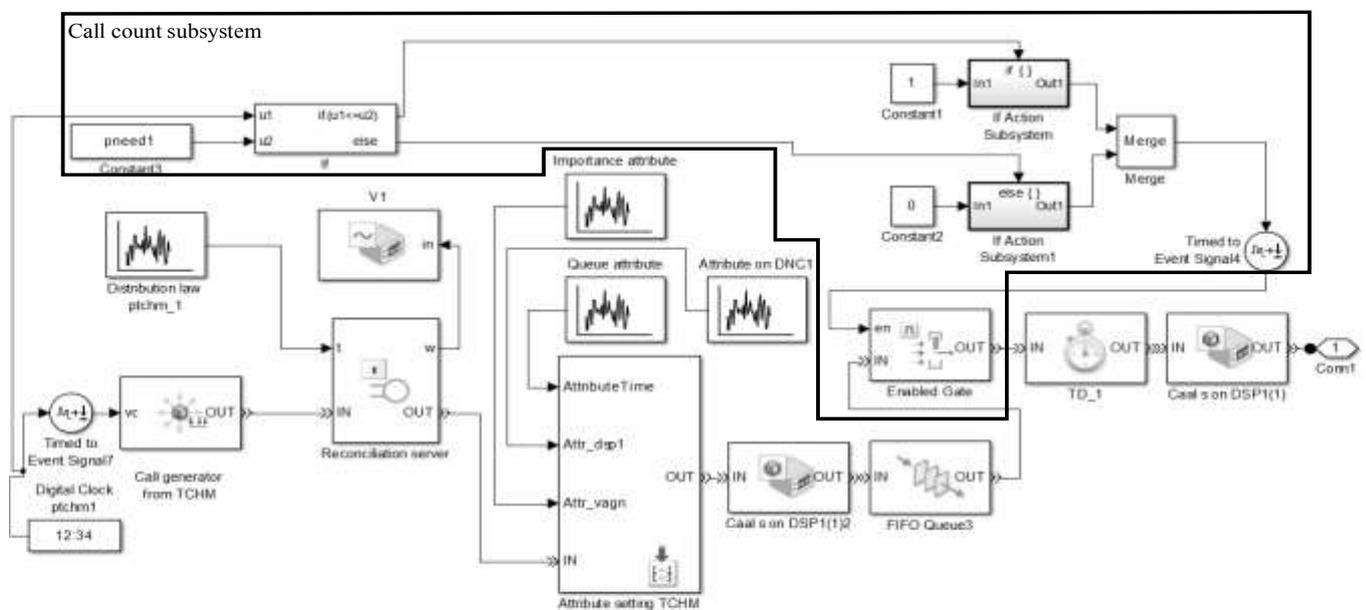


Рисунок 2.13 – Подсистема генерации сообщений от источников $I_1...I_n emergency$

На рисунке 2.14 представлена подсистема *Subsystem DSP* системы *System – RGD*, имитирующая работу ДСП. С момента поступления сообщения о НиЧС на вход *Subsystem DSP* сообщение проходит несколько этапов обслуживания, характеризующиеся временными задержками, связанными: с ожиданием в очереди на обслуживание – *Waiting in queue*; прослушиванием передаваемой информации – *Listening to transmiited information*; записью (регистрацией) полученной информации в журнал регистрации соответствующих сведений –

Record information; принятием решения о необходимости дальнейшей передачи полученных сведений – *Decision time*. При поступлении на вход подсистемы одновременно нескольких сообщений сообщение с наивысшим приоритетом пройдет на обслуживание в систему, а сообщение с низшим приоритетом останется необслуженным и скинется через порт *P* подсистемы обслуживания вызова, и подастся вновь на обслуживание через коммутационную систему *Path Combiner DSP*. Аналогичную архитектуру имеют все подсистемы в *System – RGD*, имитирующие работу диспетчеров службы движения железной дороги.

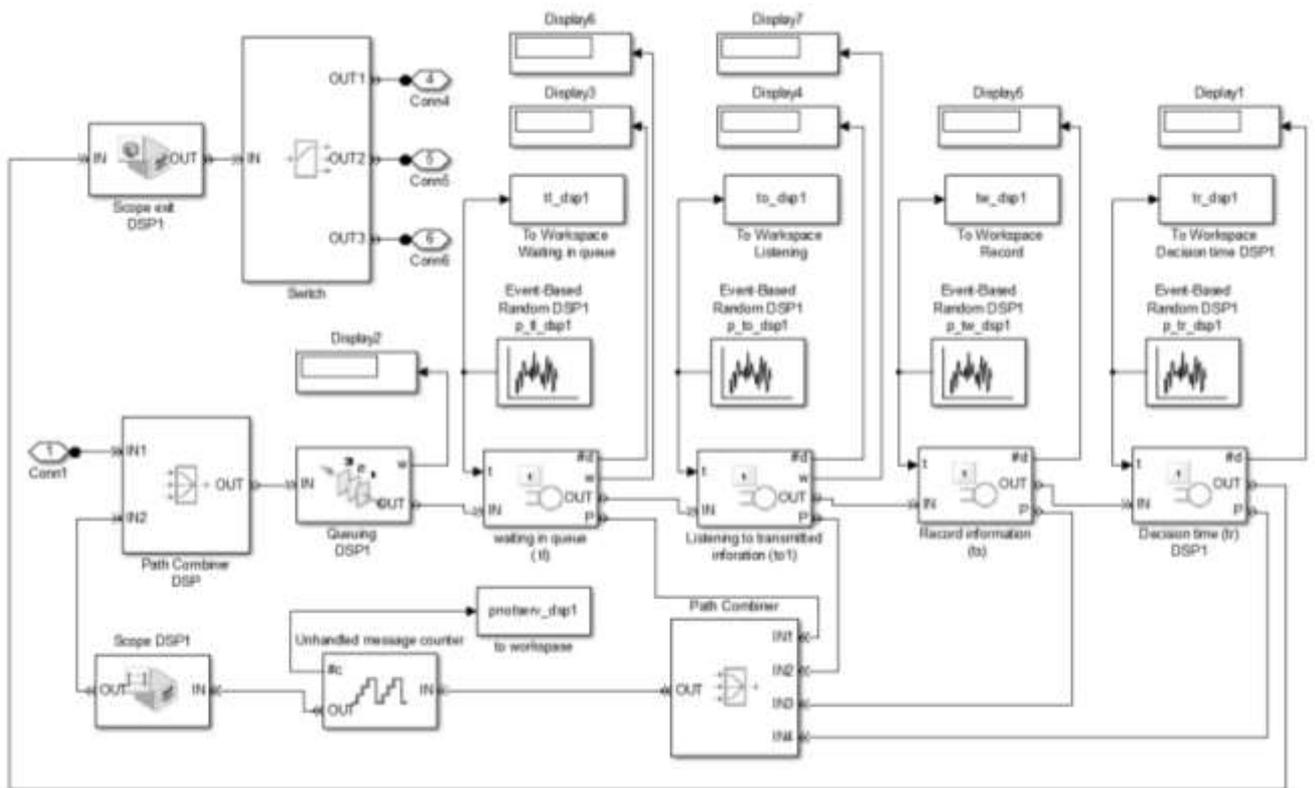


Рисунок 2.14 – Подсистема обработки сообщения диспетчером железной дороги
Subsystem DSP

В *System – SS* (рисунок 2.12) источниками, создающими входные потоки сообщений на службу ЕДДС/ЦОВ и ДДС «01», выступают подсистемы: *Subsystem call formation_01*, *Subsystem call formation_ss*, *Subsystem call formation_112*.

Подсистема *Subsystem formation of unprocessed calls* формирует необслуженные сообщения, возникшие на предыдущем этапе моделирования.

Подсистема *Subsystem System 112* имитирует работу диспетчерской службы системы-112.

Подсистемы *Subsystem dispatcher 01*, *Subsystem dispatcher 01 from 112*, *Subsystem dispatcher ss from 112* имитируют работу диспетчерских служб города по обработке потока поступающих сообщений. В *Subsystem dispatcher 01* сообщение приходит напрямую, минуя его обработку диспетчерской службой системы-112. В *Subsystem dispatcher 01 from 112*, *Subsystem dispatcher ss from 112* сообщение переадресовывается диспетчерской службой системы-112 на требуемую к привлечению на место ЧС структуру экстренного реагирования того территориального подразделения, в границах которого произошла ЧС.

Подсистема *Subsystem serviced calls 112* выполняет функцию подсчета сообщений, обработанных системой-112 без переадресации на спецслужбы территориального подразделения.

Блок *Replicate* необходим для дублирования сформированных подсистемой *Subsystem call formation_01* сообщений на подсистемы *Subsystem dispatcher 01* и *Subsystem System 112*. Блоки *Path Combiner* и *Output Switch* предназначены соответственно для объединения и разделения входных потоков сообщений.

Архитектура подсистем генерирования сообщений, поступающих в дальнейшем на обработку в службы ЕДДС/ЦОВ и ДДС экстренных служб реагирования, соответствующего месту ЧС территориального подразделения, представлена на рисунке 2.15. Подсистемы *Subsystem call formation_01*, *Subsystem call formation_ss*, *Subsystem call formation_112* (рисунок 2.12) имеют идентичное строение.

Подсистема блоков 1, состоящая из *Constant*, *Polynomial*, *To workspace_pm*, отвечает за создание полиномиального распределения сообщений в течение суток (п. 2.1 исследования). Подсистема блоков 1 позволяет формировать часы пиковых нагрузок для различных специальных служб города, а также ЕДДС/ЦОВ.

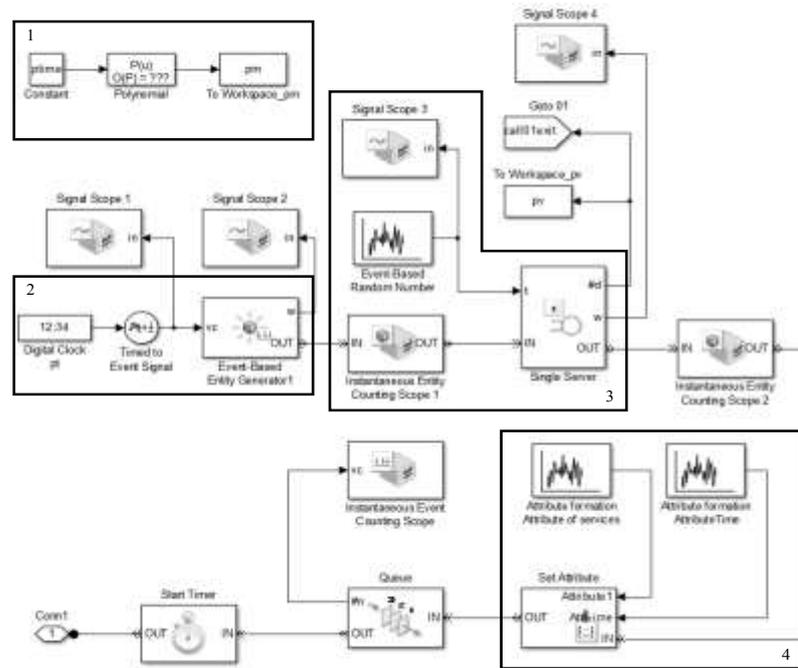


Рисунок 2.15 – Подсистема имитации источника сообщений на ЕДДС/ЦОВ и ДДС территориального образования

Подсистема блоков 2, состоящая из *Digital Clock pt*, *Timed to Event Signal*, *Event-Based Entity Generator 1*, формирует последовательность сообщений во времени, создаваемую подсистемой блоков 1.

На рисунке 2.16 представлен график, иллюстрирующий процедуру формирования последовательностей сообщений на выходе подсистемы блоков 1 (рисунок 2.15) на временном интервале 60 минут.

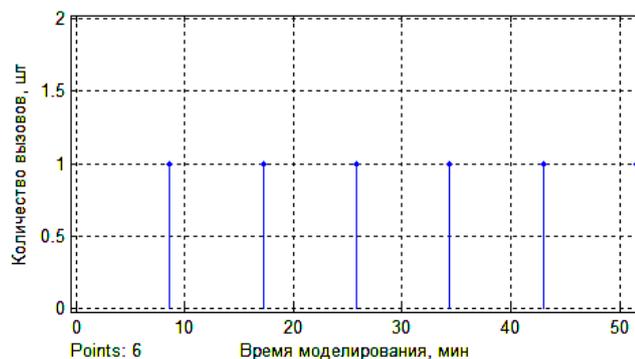


Рисунок 2.16 – Последовательность сообщений на выходе подсистемы блоков 1

На выходе подсистемы блоков 2 формируется последовательность вызовов в соответствии с заданным законом распределения (рисунок 2.17).

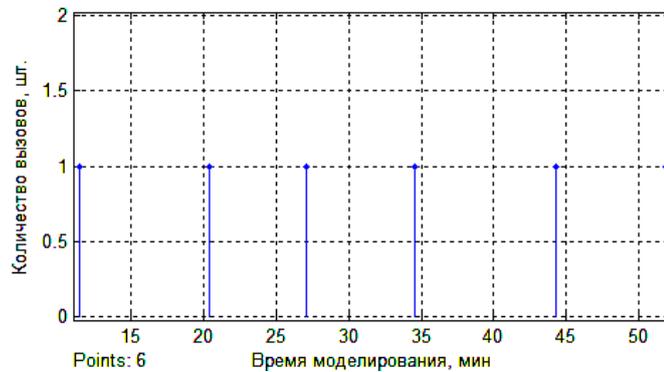


Рисунок 2.17 – Последовательность сообщений на выходе подсистемы блоков 2

На вход системы-112 (*Subsystem System 112*) поступает последовательность вызовов, представленная на рисунке 2.18. Данная последовательность является суммарным потоком вызовов с блоков, выступающих источниками заявок.

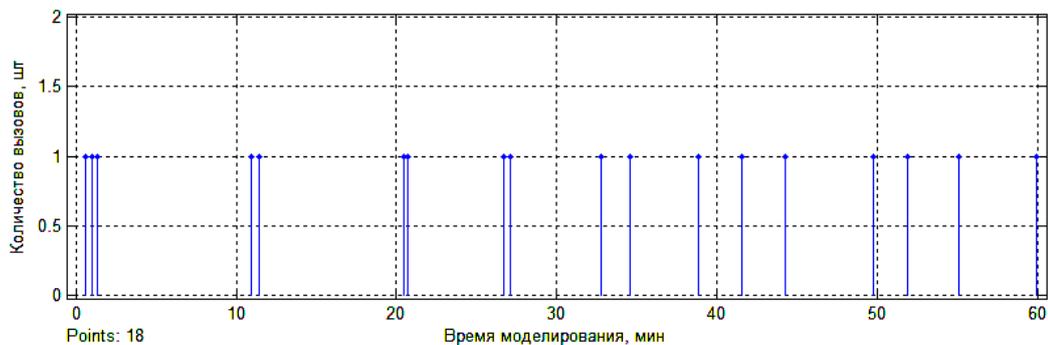


Рисунок 2.18 – Входной поток сообщений на систему-112

Архитектура подсистемы обслуживания сообщений диспетчерской службой системы-112 представлена на рисунке 2.19.

Patch Combiner 1 распределяет поток сообщений на диспетчеров системы-112. *Patch Combiner 2* создает выходной поток обслуженных сообщений.

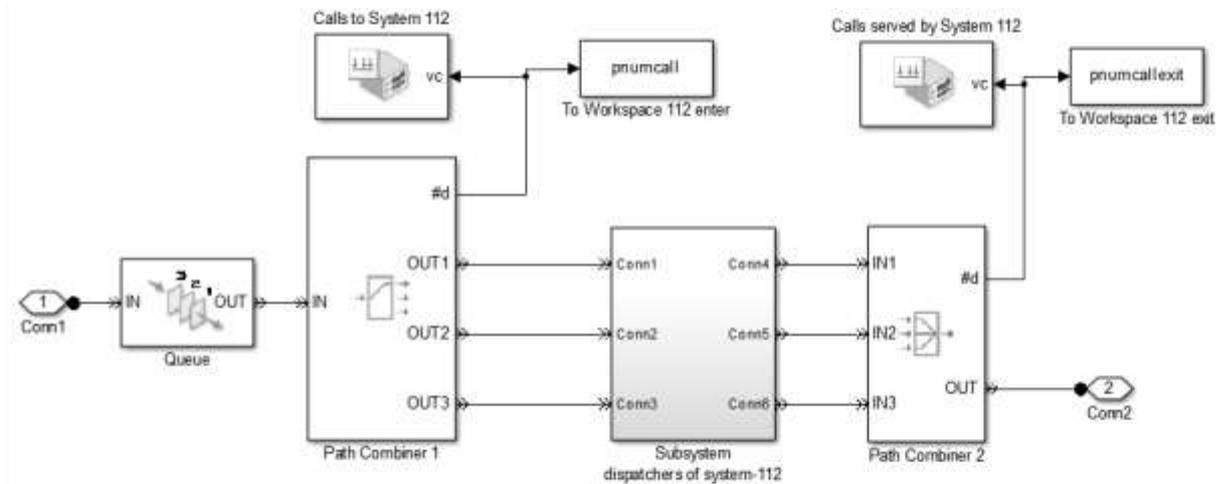


Рисунок 2.19 – Архитектура системы обслуживания сообщений
Subsystem System 112

На рисунке 2.20 представлена подсистема, имитирующая работу диспетчерского состава *Subsystem dispatchers of system-112*. Подсистема представлена для одного диспетчера. При необходимости количество диспетчеров, заступающих в смену, может варьироваться, и для них имитационная структура аналогична структуре, представленной на рисунке 2.18.

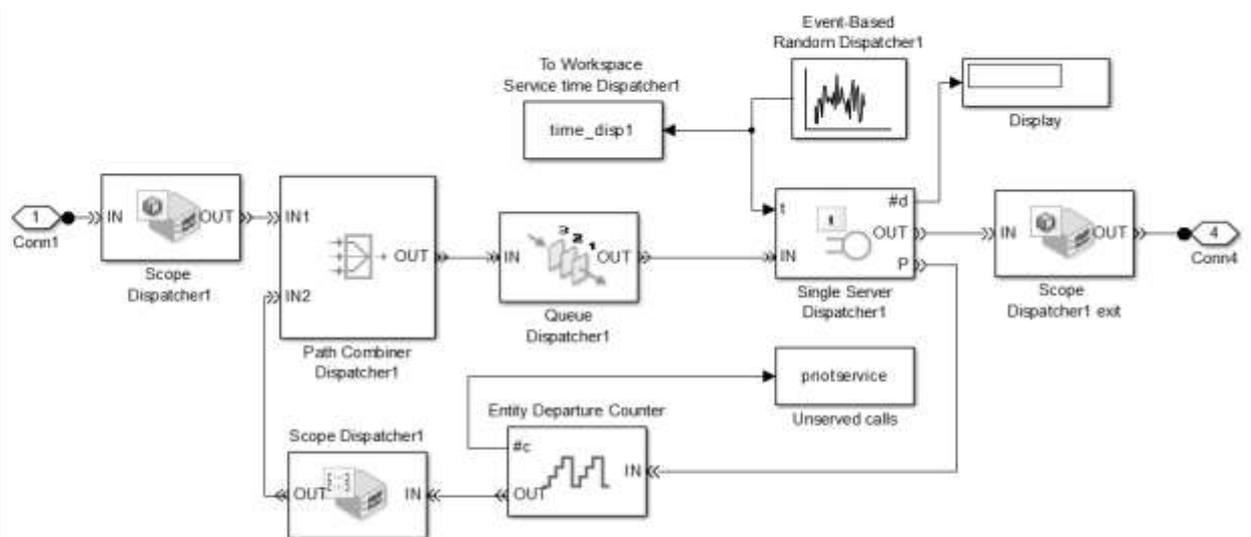


Рисунок 2.20 – Подсистема *Subsystem dispatchers of system-112*

Петля из блоков *Entity Departure Counter*, *Scope Dispatcher1* сформирована для возврата на обслуживание сообщения, вытесненного сообщением с наивысшим приоритетом.

Блок *Event-Based Random* задает последовательность времени задержки на обслуживание поступающих сообщений. *Single Server* имитирует работу диспетчера по обслуживанию сообщения.

На рисунке 2.21 представлена последовательность обслуженных *Subsystem dispatchers of system-112* сообщений с задержкой на обслуживание на временном интервале 60 минут.



Рисунок 2.21 – Выходной поток сообщений системы-112

Поскольку время моделирования составляет 60 минут, а поступившее сообщение и время его обслуживания могут выйти за моделируемый временной участок, то в этом случае сообщение считается необслуженным и не фигурирует в выходном потоке. На этот счет предусмотрено повторное введение сообщения в следующий шаг моделирования. Необслуженное сообщение симулируется подсистемой *Subsystem formation of unprocessed calls*, представленной на рисунке 2.22.

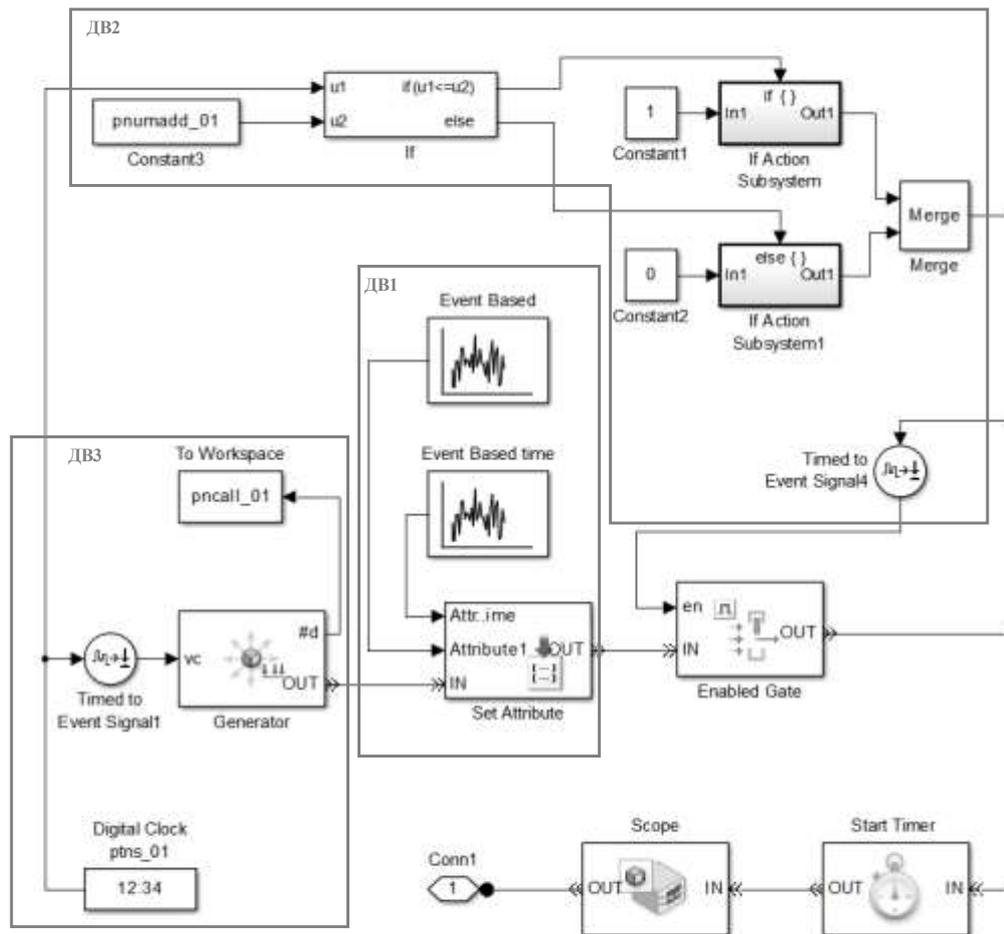


Рисунок 2.22 – Подсистема *Subsystem formation of unprocessed calls*

Подсистема блоков ДВ1 назначает атрибуты сообщению: *Event Based* – атрибут специальной службы, *Event Based time* – атрибут параметра времени.

Подсистема блоков ДВ2 совместно с подсистемой блоков ДВ3 формирует количество сообщений на каждом следующем шаге имитации в соответствии с количеством сообщений необслуженных на предыдущем шаге.

Блок *Enable Gate* выступает ключом на открывание/закрывание канала для прохождения/непрохождения сообщения в случае выполнения/невыполнения условий подсистемы блоков ДВ2. В результате с выхода *Conn1* подсистемы *Subsystem formation of unprocessed calls* на вход *Path Combiner IN4* подаются необслуженные сообщения предыдущего шага имитации.

Для определения полного времени нахождения сообщения в системе обслуживания с момента поступления в систему-112 и до обработки ее

диспетчерским составом специальных служб города в системе установлены подсистемы *Subsystem dispatcher 01*, *Subsystem dispatcher 01 from 112*, *Subsystem dispatcher ss from 112*, *Subsystem serviced calls 112*.

На рисунке 2.23 представлена подсистема обслуживания сообщений спецслужбами города *Subsystem dispatcher 01 from 112*.

Подсистема блоков ДС1 имитирует работу диспетчера. Блок *Event-Based Random Number1* формирует случайное время обслуживания сообщения.

Блок *Read Timer 01-112* фиксирует полное время нахождения сообщения в системе, начиная с момента формирования, заканчивая моментом закрытия в месте назначения.

Для имитационного моделирования необходимо установить правила для всех ЗЦИВ, входящих в СеИВ:

- 1) сообщения будут ожидать обслуживания в накопителях узлов;
- 2) сообщения будут покидать ЗЦИВ по причине переполнения или истечения времени ожидания, недообслуживания сообщения;
- 3) сообщения будут перенаправляться в соответствии с таблицей маршрутизации.

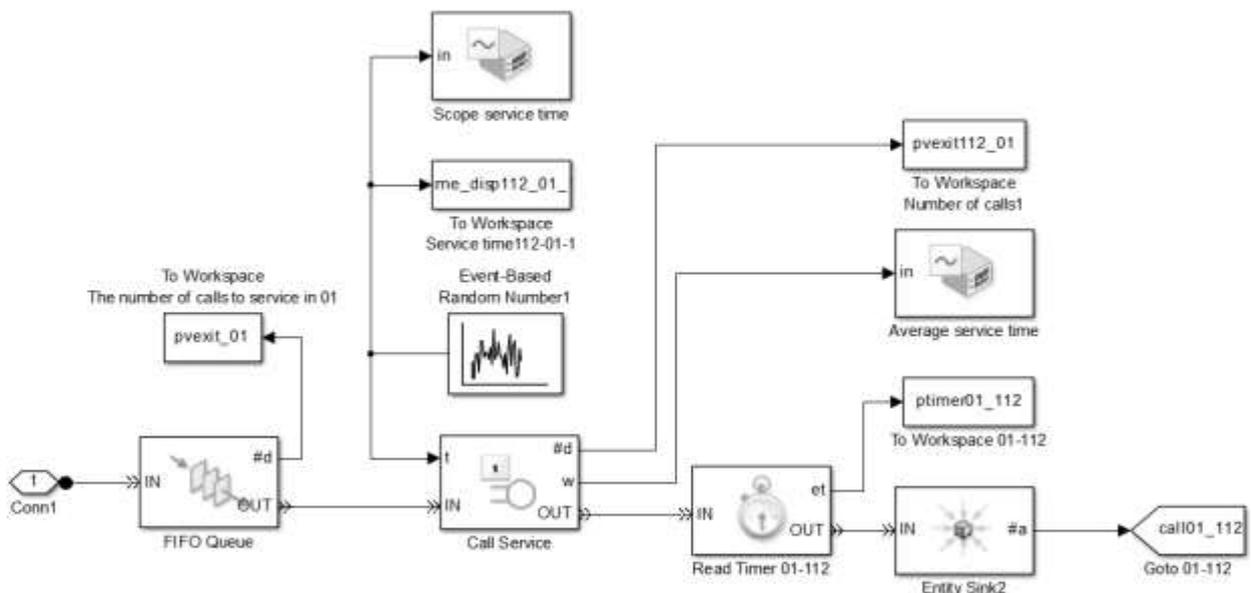


Рисунок 2.23 – Архитектура подсистемы обслуживания сообщений специальными службами города

Поскольку характеристики всех ЗЦИВ независимы друг от друга, а сами ЗЦИВ в СеИВ взаимодействуют друг с другом по существующим каналам соединения через формируемые и обслуживаемые сообщения, то изменение характеристик каждого ЗЦИВ не повлечет за собой изменение характеристик увязанных с ней каналами связи других ЗЦИВ.

Интеллектуальность разработанной имитационной модели достигается созданием программного кода, обеспечивающего автоматизацию процесса моделирования [73]. На программный код для имитационной модели информационного обмена при НиЧС, возникшего во время перевозочного процесса на СвЖД, – АСИО – получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (Приложение А).

Выводы по главе 2

1. Проведено алгоритмическое моделирование процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС во время перевозочного процесса на примере СвЖД. В основе процессов, заложенных в работе модели, учтены статистические данные процессов, происходящих во время перевозочного процесса на железной дороге, в том числе при возникновении НиЧС, и аналогичные данные для структур ЭОСТО, привлекаемых для ликвидации НиЧС, возникающих в границах железной дороги.

2. По результатам алгоритмического моделирования разработана имитационная модель процесса реагирования структурных подразделений железной дороги при возникновении НиЧС, позволяющая воспроизводить процесс при различных комбинациях определяющих ее работу параметров. Имитационная модель построена с применением пакета прикладных программ MATLAB и библиотек SimEvents.

3. Для автоматизации процесса имитационного моделирования разработан программный код, на который получено Свидетельство о государственной регистрации (Приложение А).

4. Предложенная имитационная модель, представляющая процесс реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении ситуаций нештатного и чрезвычайного характера во время перевозочного процесса, позволяющая оценить и спрогнозировать временные задержки с учетом принятых регламентов взаимодействия, уровней реагирования при изменении масштабов произошедшего, учесть влияние задержек при обработке сообщения с применением определенных средств и систем связи. Предусмотрена возможность внесения и изменения параметров, влияющих на исследуемый процесс.

3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕАГИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОАО «РЖД» ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ НЕШТАТНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В главах 1 и 2 работы представлено аналитическое исследование системы доведения информации о НиЧС, возникшей во время перевозочного процесса на СвЖД, до каждого должностного лица структурного подразделения железной дороги и ЭОСТО, в границах которого произошла НиЧС, в соответствии с принятыми регламентами разработана алгоритмическая модель, описывающая представленную систему информационного взаимодействия, закреплены математические правила, описывающие представленную модель, и разработана имитационная модель в дискретном времени в пакете прикладных программ MATLAB и библиотек SimEvents.

В данной главе будут проанализированы результаты моделирования разработанной имитационной модели процесса реагирования. На основе полученных закономерностей – разработана методика процесса реагирования на возникшее происшествие.

3.1. Анализ результатов имитационного моделирования процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД»

Статистические данные, описывающие свойства моделируемой системы, описанной в гл. 2 исследования, будут получены путем анализа имитационной модели методом статистического моделирования Монте-Карло [62].

Метод Монте-Карло накладывает ограничения на количество проводимых испытаний $N_{и}$ несмотря на то, что увеличение количества $N_{и}$ повышает точность

данного метода статистического исследования. При испытаниях в моделируемую систему (на подсистемах имитационной модели) вводятся случайные величины по описанным в п. 2.1 распределениям, формируемые генераторами, но вводимые величины будут псевдослучайными, т. к. любые программные генераторы имеют повторяющийся цикл генерации (длину периода последовательности генерации). Тогда N_n не должно превышать периода генерации генераторов псевдослучайных чисел. В большинстве используемых программных генераторов цикл генерации (доказано М. Гринбергом (англ. M. Greenberg), Т. Е. Халлом (англ. T.E. Hull) и А. Р. Добеллом (англ. A. R. Dobell) [63–66]):

$$T_r < 2^r, \quad (3.1)$$

где r – разрядность регистров процессора.

При использовании 32-разрядного процессора допустимое количество проводимых генераций $T_r = 4,2 \cdot 10^9$, при 64-разрядного – $T_r = 1,8 \cdot 10^{19}$.

Для проведения определенного количества испытаний N_n необходимо удостовериться, что свойства генераторов исследуемой имитационной системы позволяют произвести нужное количество испытаний.

Для оценки случайности генерируемой генераторами псевдослучайной последовательности также применяют ряд тестов, предложенных Д. Кнудом, М. Кендэлом, Б. Смитом и др. [63, 65, 67].

Генераторы, рассматриваемые в исследовании, формируют случайные сообщения в два этапа (рассмотрено на примере подсистемы генерации сообщений от источников $I_1 \dots I_n emergency$, рисунок 2.13):

1. Генератор *Call generator from TCHM* формирует равномерно распределенные в интервале (0,1) случайные сообщения.

2. Равномерно распределенные случайные сообщения согласующим устройством *Reconciliation server* распределяются по задаваемому *Distribution law* закону распределения (экспоненциальный – п. 2.1 исследования).

Равномерная случайная последовательность в генераторах построенной в MATLAB имитационной модели формируется заданием этой

последовательности через функцию *rand*. Алгоритм генерации псевдослучайной последовательности, вызываемый функцией *rand*, основан на алгоритме Фибоначчи [68, 69].

Последовательности Фибоначчи задаются следующим алгоритмом:

$$x_{n+1} = (x_n + x_{n-1}) . \quad (3.2)$$

На рисунке 3.1 представлена последовательность равномерно распределенных в интервале (0,1) псевдослучайных значений, вырабатываемых встроенным в MATLAB генератором, вызываемым функцией *rand*:

```
>> z=1:500;
>> k=rand(2,500)^5;
>> plot(z,k,'*b').
```

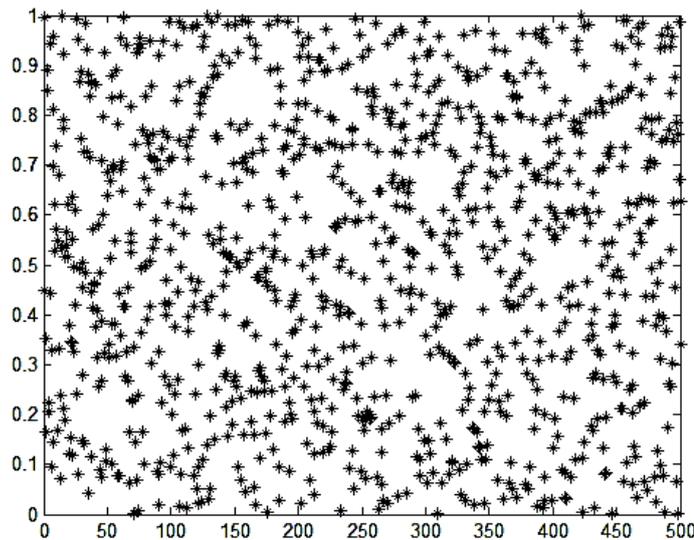


Рисунок 3.1 – Псевдослучайные числа, порожденные встроенным генератором MATLAB

Исходя из полученного графического представления вырабатываемых генератором значений равномерно распределенных величин в пределе (0,1) и согласно выводам по генераторам Фибоначчи, представленным в [63, 65], применение генераторов, использующих для формирования псевдослучайной

⁵ Параметры выбраны для наглядности получаемого изображения при имитации работы встроенного генератора псевдослучайных последовательностей MATLAB (рисунок 3.1).

последовательности алгоритм Фибоначчи, могут применяться для процессов моделирования, и их свойства позволяют произвести нужное количество испытаний.

Период последовательности генерации для генератора *rand* MATLAB составляет $T_{гф} = 2^{1492}$ [70].

Поскольку цикл генерации при использовании 32-разрядного процессора $T_r = 2^{32}$, 64-разрядного – $T_r = 2^{64}$ значительно меньше периода генерации, предоставляемого генератором MATLAB $T_{гф} = 2^{1492}$, следовательно, количество испытаний $N_{и}$ должно удовлетворять условию, определяющему период генерации в зависимости от разрядности процессора, на котором ведется вычисление.

Для определения эффективного времени доведения информации о произошедшей во время перевозочного процесса НиЧС на участке СвЖД необходимо оценить создаваемые временные задержки на каждом ЗЦИВ, т. е. на должностном лице, ответственном за передачу данной информации следующему должностному лицу в соответствии с установленным в ОАО «РЖД» регламентом взаимодействия при взаимодействии по сети телефонной связи, и сравнить полученные показатели с временными параметрами, полученными при автоматизации процесса передачи информации.

Для оценки временных параметров доведения информации до требуемых к информированию лиц, при взаимодействии по сети телефонной связи, будет производиться имитация процесса передачи сведений между участниками информационного обмена с учетом следующих задержек на каждом звене информирования связанных (гл. 2 исследования):

- 1) с ожиданием в накопителе ЗЦИВ, т. е. в очереди на обслуживание;
- 2) обслуживанием сообщения – прослушиванием доводимой информации;
- 3) записью полученной информации в журнал регистрации;
- 4) принятием решения.

Временные зависимости будут строиться с учетом принятия следующих условий для имитационного моделирования процесса:

1) случайности возникновения одного нештатного сообщения при каждом запуске имитационной модели на моделирование процесса;

2) случайности временных параметров обслуживания каждого поступающего сообщения каждым ЗЦИВ, отвечающим за прием/передачу в имитационной модели;

3) принятия экспоненциального закона распределения временных параметров обслуживания сообщения каждым ЗЦИВ, отвечающим за прием/передачу в имитационной модели;

4) принятия времени ожидания до начала обработки сообщения каждым следующим диспетчером службы движения (приемным звеном) в имитационной модели ($t_{одн}$) равным сумме значений времени, затрачиваемого передающим звеном на ожидание приема ($t_{Лд}$), прослушивание передаваемой информации ($t_{од}$), принятие решения ($t_{рд}$), и времени необходимого для «дозвона» до приемной стороны ($t_{Лдн}$). Значение времени, имитирующего процесс записи сведений о происшествии в журнал ($t_{зд}$), вынесено за пределы данного суммарного времени, т. е. предполагается, что запись в журнал возможно произвести после передачи необходимой информации (п. 2.1. исследования):

$$t_{одн} = t_{Лд} + t_{од} + t_{рд} + t_{Лдн} ; \quad (3.3)$$

5) информация о происшествии передается в первоочередном порядке старшему должностному лицу (диспетчеру) службы движения, а далее в структурные подразделения и должностным лицам, требуемым к информированию и/или привлечению;

6) передача информации о НиЧС в ЭОСТО осуществляется диспетчерами службы движения после принятия решения начальником территориального подразделения железной дороги (начальник станции, заместитель начальника территориального управления железной дороги, начальник железной дороги – филиала ОАО «РЖД»);

7) поток сообщений на ЭОСТО на региональном УВиР (рисунок 2.2) и систему-112, помимо потока сообщений с объектов железной дороги, формируется по результатам статистического анализа данного параметра для соответствующих служб (см. п. 2.1. исследования).

Согласно представленному в гл. 2 исследования делению «реагирование – масштаб» (рисунок 2.2) все НиЧС на железной дороге в зависимости от масштабов и последствий распространения на близлежащую к железной дороге – филиалу ОАО «РЖД» территорию и уровню, на котором будет происходить реагирование структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД», подразделяются:

1. Объектовый УВиР – локальные НиЧС.

1.1. НиЧС в границах железной дороги (далее понимать как объект), собственные силы, средства железной дороги в границах объекта могут с ней справиться, не несут угрозу жизни и здоровью пассажиров, персонала ОАО «РЖД» и населения.

1.2. НиЧС в границах объекта, собственные силы, средства в границах объекта не могут с ней справиться, угроза жизни и здоровью пассажиров, персонала ОАО «РЖД» и населения – необходимо привлечение ЭОСТО и/или сил постоянной готовности РСЧС территориального образования, в том числе ПАСФ.

2. Территориальный УВиР – локальные НиЧС.

2.1. НиЧС в границах объекта, собственные силы, средства объектового УВиР не справляются – необходимо привлечение сил, средств территориального УВиР железной дороги – филиала ОАО «РЖД», отсутствие необходимости привлечения структур ЭОСТО, подсистем РСЧС, в том числе ПАСФ.

2.2. НиЧС в границах объекта, недостаток собственных сил, средств объектового и территориального УВиР, угроза жизни и здоровью пассажиров, персонала ОАО «РЖД» и населения – необходимо привлечение ЭОСТО и/или сил постоянной готовности РСЧС территориального образования, ПАСФ.

3. Территориальный УВиР – муниципальные НиЧС.

НиЧС вышла за границы объекта, но в границах МО, на уровне железной дороги реагирование – территориальный УВиР, – требуется привлечение ЭОСТО и/или подсистем РСЧС МО, информируются органы исполнительной власти МО, входящие в состав КЧС и ПБ на данном уровне реагирования РСЧС.

4. Территориальный УВиР – межмуниципальные НиЧС в границах одного территориального управления.

Схема информирования аналогична рассмотренной в п. 3.

5. Региональный УВиР – межмуниципальные НиЧС в границах смежных территориальных управлений.

НиЧС вышла за границы объекта, затрагивает границы двух и более МО, на уровне железной дороги реагирование – региональный УВиР – требуется привлечение ЭОСТО и/или подсистем РСЧС МО, информируются органы исполнительной власти МО, входящие в состав КЧС и ПБ на данном уровне реагирования РСЧС.

6. Региональный УВиР – региональные НиЧС (в границах одного субъекта РФ).

Информирование требуемых к привлечению структур аналогично рассмотренному в п. 5.

7. Региональный УВиР – межрегиональные НиЧС.

Информирование требуемых к привлечению структур аналогично рассмотренному в п. 5.

Вышерассмотренное деление «реагирование – масштаб» позволяет определить количество ЗЦИВ⁶ в каждой ЦИВ.

Для проведения оценки времени доведения информации, участников информационного взаимодействия – звенья взаимодействия можно расположить на иерархических уровнях (рисунок 3.2).

⁶ Количество звеньев ЦИВ может варьироваться в зависимости от типа НиЧС, сложности ее ликвидации и имеющихся в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД» сил и средств для ликвидации.

ЗЦИВ разбиваются на уровни в зависимости от очередности занимаемой в процессе передачи от передающего звена к приемному. ЗЦИВ, получаемые информацию в первоочередном порядке, будут являться звеньями высшего порядка – 1П⁷ (ЗЦИВ-ВП 1П). Так, в принятой для имитации модели ЗЦИВ-ВП 1П будут являться диспетчеры службы движения: 1П1 – ДСП, 1П2 – ДНЦ, 1П3 – ДГПРУ, 1П4 – ДГС.

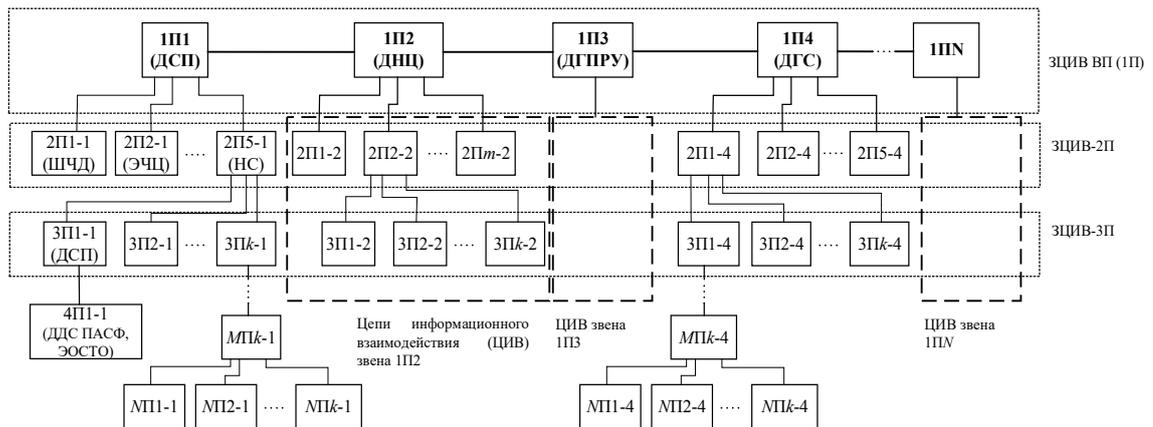


Рисунок 3.2 – Структурная схема организации информирования в виде иерархии звеньев цепей информационного взаимодействия

Звеньями второго порядка 2П (ЗЦИВ-НП 2П) являются звенья, получающие информацию от звеньев ЗЦИВ-ВП 1П. При рассмотрении процесса информационного взаимодействия на уровне «реагирование – масштаб» – «объектовый УВиР – локальные НиЧС» ЗЦИВ-НП 2П информируемыми звеном 1П1 являются: 2П1-1 – диспетчер дистанции пути дирекции инфраструктуры, 2П2-1 – диспетчер дистанции электроснабжения дирекции инфраструктуры, 2П3-1 – ответственное лицо дистанции СЦБ и т. д. (рисунок 2.3).

Звенья третьего порядка (ЗЦИВ-НП 3П) – звенья, информируемые ЗЦИВ-НП 2П. Для рассмотренной в гл. 2 исследования архитектуры информационного взаимодействия на СвЖД – это уровень «реагирование – масштаб»

⁷ Звенья порядка 1П будут являться звеньями высшего порядка. Звенья в ЦИВ звеньев порядка 1П по мере увеличения порядка звена от 2П и далее будут звеньями более низкого порядка.

от «региональный УрВиР – межмуниципальные НиЧС» и выше. Тогда звеном 1П4 является ДГС, 2П-1 – сменный инженер РБ, 3П1-1 – НЗ РБ, 3П2-1 – зам. РБ ТЕР и т. д. (рисунок 2.3).

Сводная информация о количестве ЗЦИВ их соотношении с уровнями «реагирование – масштаб» и уровнями иерархии для СвЖД приведена в таблице 3.1.

Результаты имитационного моделирования с учетом вышеперечисленных условий для процесса доведения информации по сетям телефонной связи согласно утвержденному регламенту для СвЖД в виде графиков зависимостей времени доведения информации от количества ЗЦИВ, участвующих в информационном взаимодействии, представлены на рисунках 3.3–3.8.

Интервалы времени обслуживания вызовов звеном на каждом из этапов являются независимыми случайными величинами, распределенными по показательному закону с принятым средним значением $\mu_0 = [0,2, 10]$ мин. Интервал времени ожидания первичного обслуживания вызова $t_{\text{инф}}$ – промежуток времени от обнаружения происшествия до доведения сведений о нем до первого должностного лица – звена 1П1 (при информировании локомотивной бригадой $t_{\text{л}}$) – имеет показательное распределение.

На рисунке 3.3 представлена зависимость времени получения информации о НиЧС ЗЦИВ при изменении времени информирования первичного звена 1П1 $t_{L1} = [0,2, 10]^8$ мин, при значениях времени ожидания обслуживания t_L , времени устной передачи информации t_o , времени принятия решения $t_p - t_L = t_o = t_p = 0,2$ мин = const.

⁸ Значения параметров t_{L1} , t_L , t_o , t_p определены исходя из условия, что максимальное время информирования конечного звена в цепи передачи не должно превышать 20 мин (глава 1, 2 исследования).

Таблица 3.1 – Соотнесение уровней «реагирование – масштаб» с уровнями иерархии звеньев информационного взаимодействия

УВиР Иерархия ЗЦИВ	Объектовый УВиР – локальные НиЧС	Территориальный УВиР – локальные НиЧС	Территориальный УВиР – муниципальные НиЧС	Территориальный УВиР – межмуниципальные НиЧС	Региональный УВиР – Межмуниципаль- ные НиЧС	Региональный УВиР – региональные НиЧС	Региональный УВиР – межрегиональные НиЧС
1П	ДСП, ДНЦ	ДГПРУ	ДГПРУ	ДГПРУ	ДГС	ДГС	ДГС
2П	ДС, ДСЗ, ДСП, дежурные дистанций пути, электроснабжения, СЦБ, ДДС ПАСФ и ЭОСТО	Старший смены ЦТО РЦС, дистанций пути, электроснабжения, СЦБ, ДДС ПАСФ и ЭОСТО	Старший смены ЦТО РЦС, дистанций пути, электроснабжения, СЦБ, ДДС ПАСФ и ЭОСТО, действующие в границах МО	Старший смены ЦТО РЦС, дистанций пути, электроснабжения, СЦБ, ДДС ПАСФ и ЭОСТО, действующие в границах МО	Н, начальники дирекций, служб; диспетчеры дирекций, служб структурных подразделений дороги, телефонисты, ЭКОСПАС, ФГП ВО ЖДТ, РДМО, ЦУКС ГУ МЧС, ГУТ МВД	Н, начальники дирекций, служб; диспетчеры дирекций, служб структурных подразделений дороги, телефонисты, ЭКОСПАС, ФГП ВО ЖДТ, РДМО, ЦУКС ГУ МЧС, ГУТ МВД	Н, начальники дирекций, служб; диспетчеры дирекций, служб структурных подразделений дороги, телефонисты, ЭКОСПАС, ФГП ВО ЖДТ, РДМО, ЦУКС ГУ МЧС, ГУТ МВД
3П	ДДС ПАСФ и ЭОСТО (в случае взаимодействия через ДС, ДСЗ)	НВП, НЗ тер., ДДС ПАСФ и ЭОСТО (в случае взаимодействия через НЗ ТЕР)	НВП, НЗ тер., члены КЧС и ПБ, ДДС ПАСФ и ЭОСТО (в случае взаимодействия через НЗ ТЕР)	НВП, НЗ тер., члены КЧС и ПБ, ДДС ПАСФ и ЭОСТО (в случае взаимодействия через НЗ ТЕР)	НЗ РБ, зам. РБ ТЕР, ЦЧС, ФАЖТ, работники восстановительных поездов, РКЧС и ПБ	НЗ РБ, зам. РБ ТЕР, ЦЧС, ФАЖТ, работники восстановительных поездов, РКЧС и ПБ	НЗ РБ, зам. РБ ТЕР, ЦЧС, ФАЖТ, работники восстановительных поездов, РКЧС И ПБ
4П	ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения ДС, ДСЗ при взаимодействии через ДСП)	Диспетчер филиала ФГП ВО ЖДТ, органы местного самоуправления, ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения НЗ ТЕР при взаимодействии через ДГПРУ)	Диспетчер филиала ФГП ВО ЖДТ, органы местного самоуправления, ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения НЗ ТЕР при взаимодействии через ДГПРУ)	Диспетчер филиала ФГП ВО ЖДТ, органы местного самоуправления МО, ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения НЗ ТЕР при взаимодействии через ДГПРУ)	ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения Н при взаимодействии через ДГС)	ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения Н при взаимодействии через ДГС)	ДДС ПАСФ и ЭОСТО (после решения Н при взаимодействии через ДГС)

Звено 3П1-1 представляет собой ДДС ПАСФ или другие ЭОСТО при установлении взаимодействия через ДС, ДСЗ (звено 2П5-1) после передачи последним информации от ДСП (звено 1П1); звено 4П1-1 – это ДДС ПАСФ или другие ЭОСТО при установлении взаимодействия через ДСП (звено 3П1-1) после решения НС (звено 2П5-1) о привлечении данных структур. Таким образом, время информирования специальных служб будет увеличиваться из-за увеличения количества промежуточных ЗЦИВ.

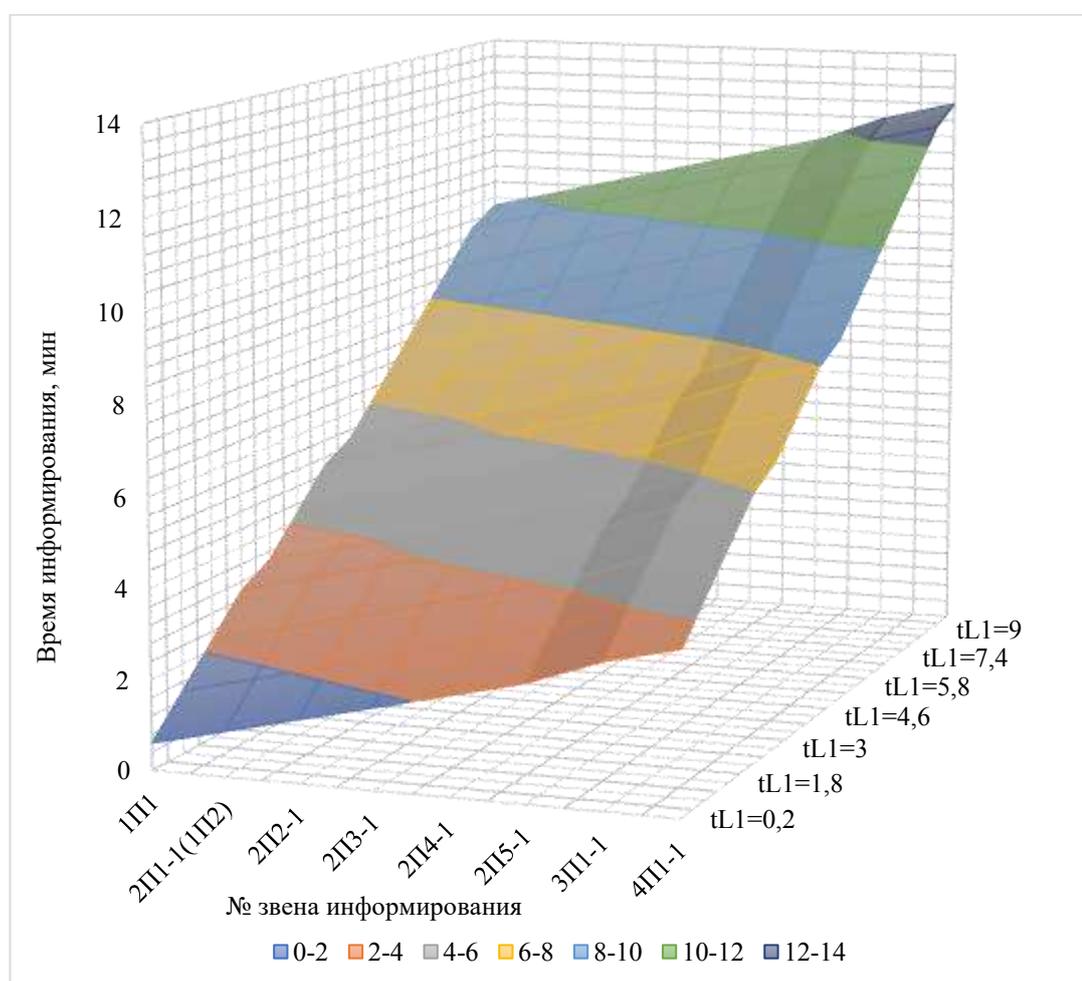


Рисунок 3.3 – Время информирования звеньев 2П n -1 – 4П n -1 при изменении времени первичного информирования t_{L1} звена 1П1

На рисунке 3.4 представлена зависимость времени получения информации о НиЧС звеньями информационного взаимодействия при изменении времени

ожидания обслуживания $t_L = [0,2, 10]$ мин, при значениях времени первичного информирования t_{L1} , времени устной передачи информации t_o , времени принятия решения $t_p - t_{L1} = t_o = t_p = 0,2$ мин = const.

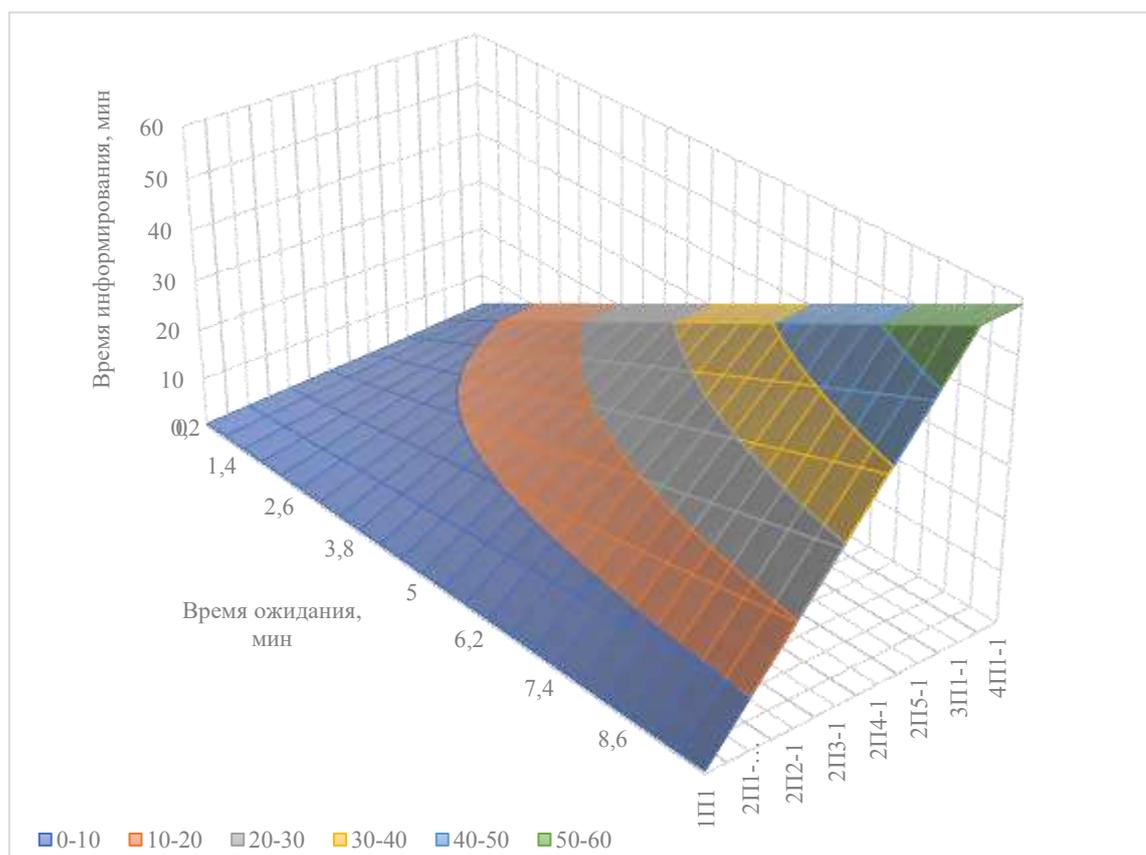


Рисунок 3.4 – Влияние изменения времени ожидания обслуживания t_L звеньев цепи порядка 1П1 на информирование звеньев 2П $n-1$ – 4П $n-1$

На рисунке 3.5 представлена зависимость времени получения информации о НиЧС ЗЦИВ при изменении времени устной передачи информации $t_o = [0,2, 10]$ мин, при значениях времени первичного информирования t_{L1} , времени ожидания обслуживания t_L , времени принятия решения $t_p - t_{L1} = t_L = t_p = 0,2$ мин = const. Звено 3П1-1 – это ДДС ПАСФ или другие ЭОСТО при установлении взаимодействия через ДС, ДСЗ (звено 2П6-1), после передачи последним информации от ДСП.

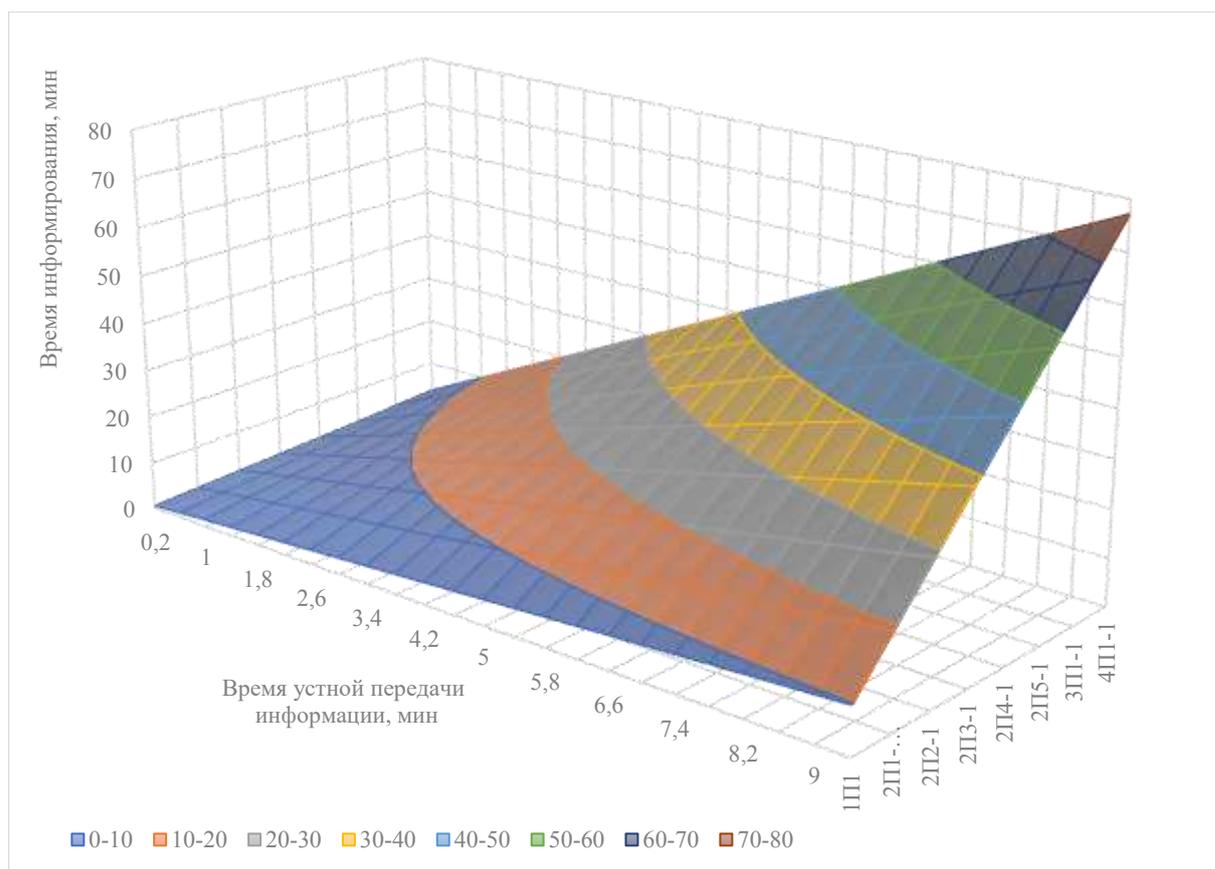


Рисунок 3.5 – Влияние изменения времени устной передачи информации t_0 звеньев цепи порядка 1П1 на информирование звеньев 2П n -1 – 4П n -1

На рисунке 3.6 представлена зависимость времени получения информации о НиЧС ЗЦИВ при изменении времени принятия решения $t_p=[0,2, 5]$ мин, при значениях времени первичного информирования $t_{L1}=0,2$ мин=const, времени ожидания обслуживания $t_L=0,2$ мин=const, времени устной передачи $t_0=0,2$ мин=const.

Диаграмма на рисунке 3.6 демонстрирует меньшее влияние времени принятия решения t_p , в отличие от влияния параметров t_0 и t_L , на время информирования ЗЦИВ, по причине того, что звенья 2П1-1 – 2П4-1 являются конечными звеньями информирования звена 1П1 и время принятия решения данными звеньями не учитывается при построении графика зависимости. Звено 2П5-1 транслирует полученную от звена 1П1 информацию на звено 3П1-1 и в данном переходе на диаграмме представлено линейное увеличение времени информирования при увеличении параметра t_p .

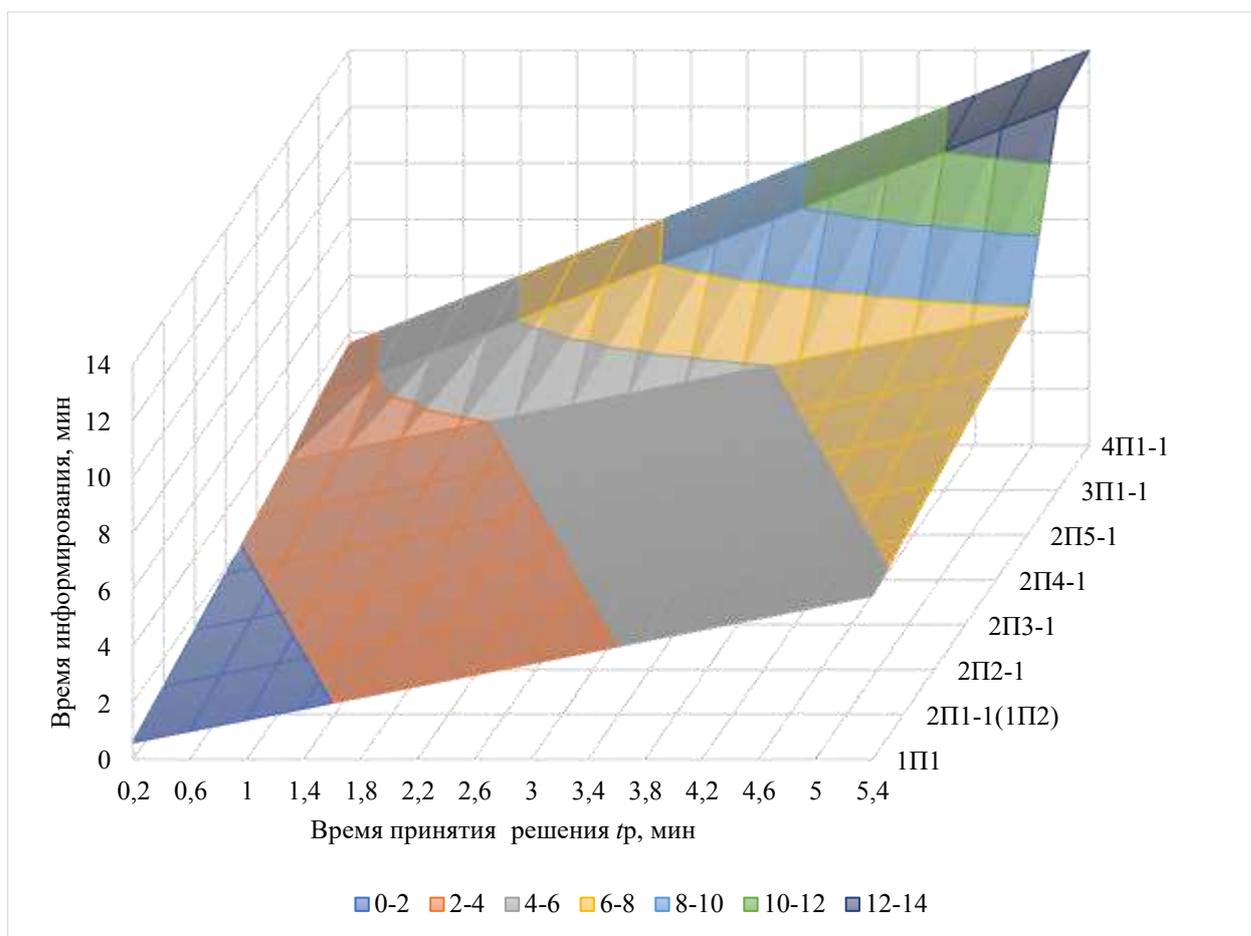


Рисунок 3.6 – Влияние изменения времени принятия решения t_p звеньев цепи порядка 1П1 на информирование звеньев 2П n -1 – 4П n -1

На рисунках 3.4–3.6 – звенья 3П1-1, 4П1-1 аналогичны обозначениям тех же звеньев на рисунке 3.3.

Приведенные временные зависимости и полученные закономерности будут свойственны всем последующим цепочкам звеньев 1П2/2П1-2...2П n -2/3П1-2...3П n -2/4П1-2...4П n -2 и 1П3/2П1-3...2П n -3/3П1-3...3П n -3/4П1-3...4П n -3, с увеличением времени информирования каждого звена данных цепочек на величину временной задержки равной величине времени на информирование каждого последующего звена порядка 1П. Так, величина рассматриваемой временной задержки для ЦИВ звена 1П2 при информировании 1П2 звеном 1П1 составляет:

$$\Delta_{1П1-1П2} = t_{p(1П1)} + t_{L(1П2)} + t_{o(1П2)}^9, \quad (3.4)$$

где $t_{p(1П1)}$ – время принятия решения перед передачей информации звеном 1П1 при информировании звена 1П2;

$t_{L(1П2)}$ – время ожидания ответа звеном 1П2 при информировании его звеном 1П1;

$t_{o(1П2)}$ – время прослушивания передаваемой информации звеном 1П2 при информировании его звеном 1П1.

Временная задержка в информировании звена 1П3 относительно ЦИВ звена 1П1, для ЦИВ звена 1П3 при информировании звена 1П3 звеном 1П2:

$$\Delta_{1П2-1П3} = (t_{p(1П1)} + t_{L(1П2)} + t_{o(1П2)}) + (t_{p(1П2)} + t_{L(1П3)} + t_{o(1П3)}), \quad (3.5)$$

где $t_{p(1П2)}$ – время принятия решения перед передачей информации звеном 1П2 при информировании звена 1П3;

$t_{L(1П3)}$ – время ожидания ответа звеном 1П3 при информировании его звеном 1П2;

$t_{o(1П3)}$ – время прослушивания передаваемой информации звеном 1П3 при информировании его звеном 1П2.

Общий вид формулы, отражающей рассматриваемые формулами 3.4 и 3.5 задержки информирования, принимает вид:

$$\Delta_{1П(n-1)-1Пn} = \sum_{m=1}^l (t_{p(1П(n-1))} + t_{L(1Пn)} + t_{o(1Пn)}), \quad (3.6)$$

где l – порядок удаленности информируемого звена от звена первичного информирования 1П1.

На рисунке 3.7 представлена зависимость времени информирования каждого звена порядка 2П – 4П в ЦИВ звеньев порядка 1П при изменении времени первичного информирования звена 1П1 – t_{L1} .

⁹ Время записи в журнал регистрации соответствующих сведений вынесено за общее время информирования каждого следующего звена в цепи передачи, по причине возможности фиксации за пределами основного времени, затрачиваемого на оперативную передачу (см. главу 2 исследования).

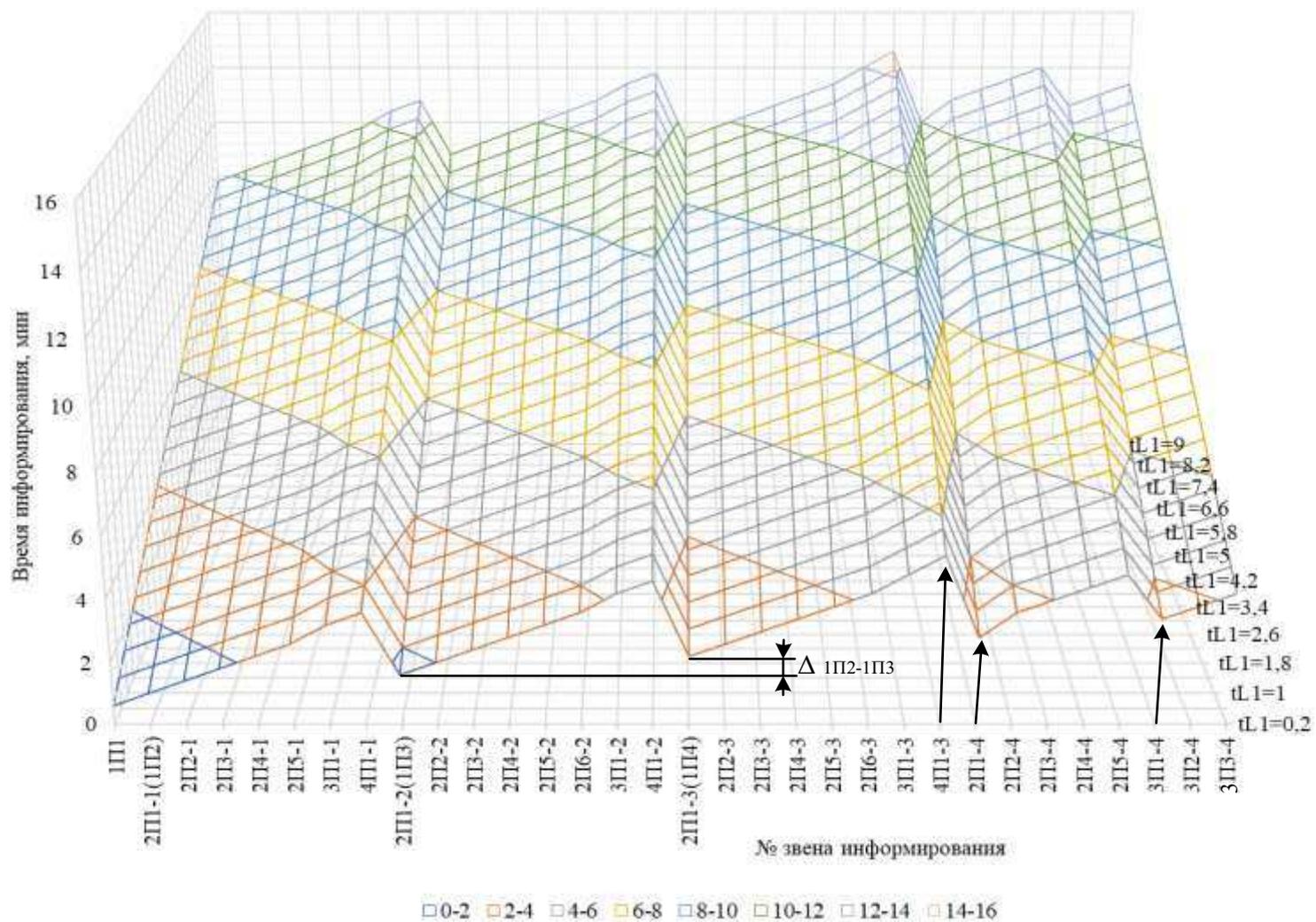


Рисунок 3.7 – Время передачи информации о возникшей НиЧС в ЦИВ формируемых ЗЦИВ-ВП 1П – 4П при изменении времени первичного информирования ЗЦИВ-ВП 1П1 – t_{L1} (мин)

Для диаграммы рисунка 3.7 приняты следующие обозначения:

1. ЗЦИВ-ВП 1П: 1П1 – это ДСП, 1П2 – ДНЦ, 1П3 – ДГПРУ, 1П4 – ДГС.
2. ЗЦИВ-2П и ниже в ЦИВ звена 1П1 – 1П4: 2П2-1 – 2П5-1 – звенья порядка 2П в цепи информирования ДСП; 4П1-1 – ДДС ПАСФ или другие ЭОСТО при установлении взаимодействия через ДСП (звено 3П1-1), после решения НС (звено 2П5-1) о привлечении данных структур; 2П2-2 – 2П6-2 – звенья порядка 2П в ЦИВ ДНЦ; 2П2-3 – 2П6-3 – звенья порядка 2П в ЦИВ ДГПРУ; 4П1-2, 4П1-3 – ДДС ПАСФ или другие ЭОСТО при установлении взаимодействия соответственно через ДНЦ (3П1-2), ДГПРУ (3П1-3), после решения вышестоящего руководящего лица (соответственно 2П6-2 и 2П6-3) о привлечении данных структур; 2П1-4 – 2П5-4 – звенья порядка 2П в ЦИВ ДГС (1П4); 3П1-4 – 3П3-4 – звенья порядка ПЗ в ЦИВ звена 2П1-4.

Диаграмма на рисунке 3.8 представляет зависимость времени доведения информации до каждого ЗЦИВ в ЦИВ звеньев 1П1 – 1П4 от изменения суммарного времени, включающего задержки t_z , t_p , t_L на каждом звене цепи передачи. Обозначения на диаграмме рисунка 3.8 приняты те же, что для диаграммы на рисунке 3.7.

Линейное увеличение любого и одновременно всех параметров t_z , t_p , t_{L1} , t_L приведет к линейному увеличению времени информирования каждого ЗЦИВ, уменьшение рассматриваемых параметров – к линейному уменьшению времени информирования.

ЦИВ 1П1 – 2П1-1...1П1 – 2П4-1, 1П2 – 2П1-2, 1П2 – 2П3-2...1П2 – 2П m -2 и т. д. (рисунок 3.2), формируемые внутри ЗЦИВ-ВП 1П1 – 1П4, представляют собой последовательные ЦИВ (ПЦИВ), т. е. цепи, в которых информация о НиЧС внутри каждой цепи, созданной звеном более высшего или равнозначного порядка, передается последовательно этим звеном на другие звенья равнозначного или низшего порядка, являющиеся конечными звеньями.

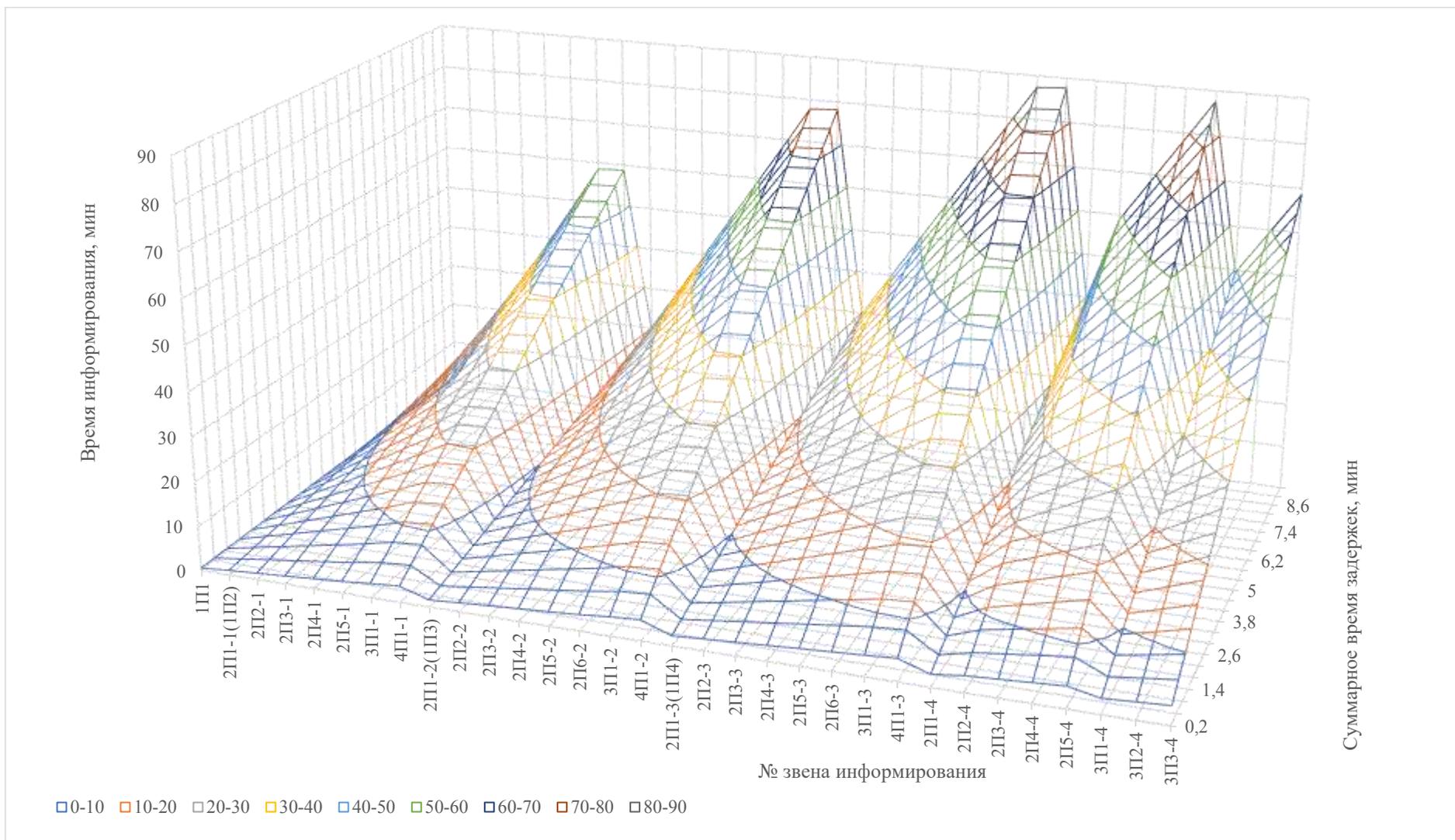


Рисунок 3.8 – Время передачи информации о возникшей НиЧС в ЦИВ, формируемых ЗЦИВ-ВП 1П – 4П при равном изменении суммарного времени задержек на каждом ЗЦИВ

ЗЦИВ равнозначного или низшего порядка может формировать «распределенную» ЦИВ (РЦИВ), т. е. такую ЦИВ, которая возникает, когда право передачи информации передается неконечному ЗЦИВ равнозначного или низшего порядка внутри ЦИВ рассматриваемого звена. Для диаграммы рисунка 3.8 РЦИВ, формируемая ЗЦИВ-ВП 1П1, является ЦИВ 1П1 – 2П5-1. Внутри ЗЦИВ 2П5-1 формируются ПЦИВ 2П5-1 – 3П2-1...2П5-1 – 3Пк-1. ЦИВ, формируемые между ЗЦИВ-ВП 1П1 – 1П2, 1П2 – 1П3 и т. д., – распределенные.

Диаграмма на рисунке 3.9 демонстрирует изменение времени информирования звеньев 3П1-4 – 3П3-4 при информировании их «последовательной» и «распределенной» цепью.

Выводы по результатам имитационного моделирования процесса реагирования при работе сотрудников железной дороги по сетям телефонной связи и устной передаче информации звеньями:

1. При формировании ПЦИВ от звена высшего порядка 1П к звеньям низшего порядка, являющихся конечными звеньями ЦИВ данного звена, происходит линейный рост времени доведения информации о НиЧС, и чем ниже порядок информируемого ЗЦИВ внутри звена порядка 1П, тем больше время информирования этого звена.

Максимально большое время информирования будет у последнего звена в ЦИВ порядка 1П4 – ДГС. Согласно схеме информационного взаимодействия, представленной на рисунке 2.3, именно ДГС информирует максимально большое количество сотрудников и должностных лиц служб, дистанций, т. к. реагирование происходит на самом высшем уровне «реагирование – масштаб» в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

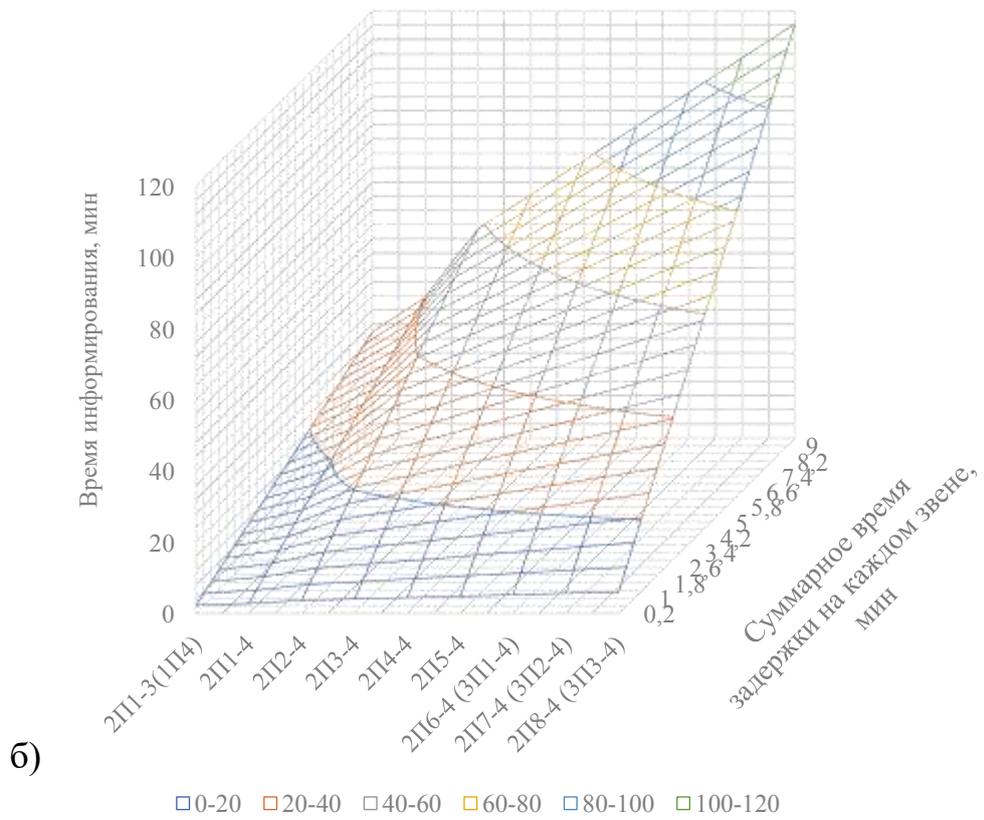
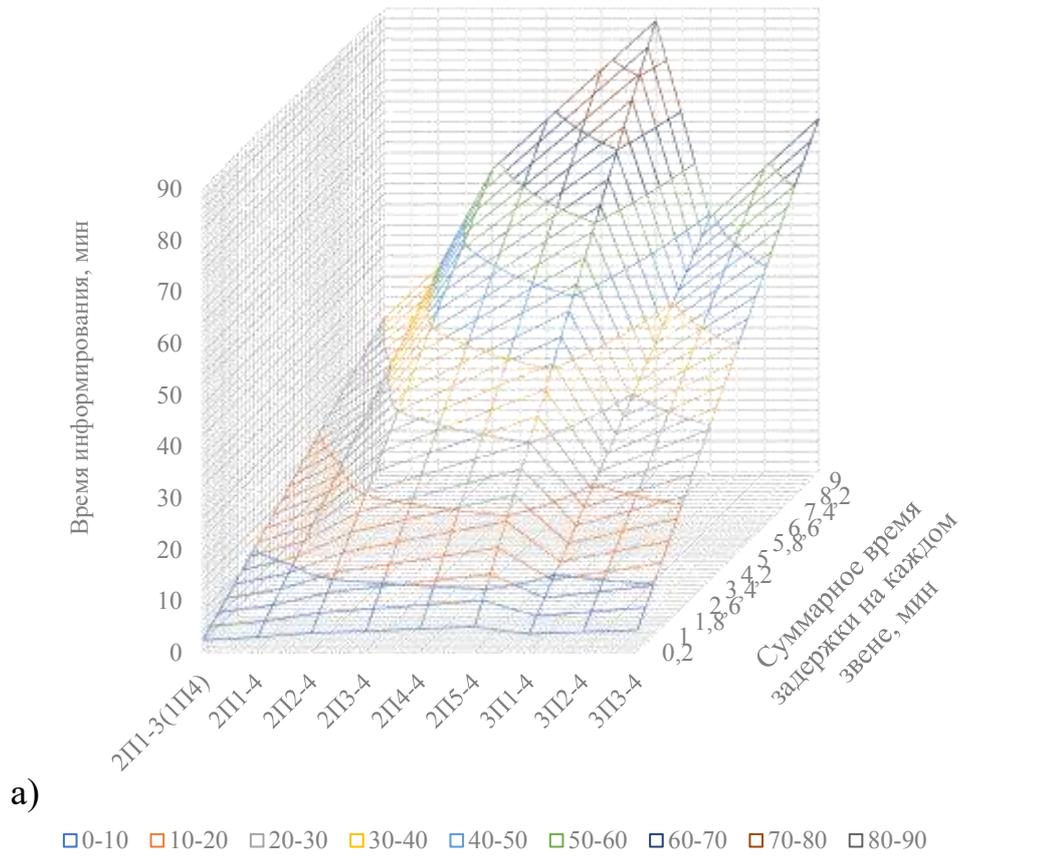


Рисунок 3.9 – Время информирования звеньев 3П1-4 – 3П3-4:
 а) цепь «распределенная»; б) цепь «последовательная»

2. При формировании цепи информирования с «распределением» внутри цепи передачи одного и того же звена порядка 1П, т. е. когда на звено низшего порядка внутри звена высшего порядка распределяется обязанность информирования других звеньев низшего порядка, являющихся конечными звеньями ЦИВ звена порядка 1П, время информирования каждого звена внутри созданных РЦИВ будет меньше в сравнении с временем информирования того же звена низшего порядка в ПЦИВ (представлено цепью информирования звеньев 3П1-4 – 3П3-4 внутри звена порядка 1П4, рисунки 3.7–3.9).

3. Порядок ЗЦИВ может изменяться на низший. ЗЦИВ порядка 1П (на примере ДСП) становится ЗЦИВ порядка 3П, когда требуется решение ЗЦИВ 2П (ДС). Таким образом образуются петли из ЗЦИВ и каждое промежуточное звено в цепи передачи до требуемого к информированию звена увеличивает общее время информирования последнего.

3.2. Разработка методики организации процесса реагирования при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса

Основная цель создания предлагаемого алгоритма процесса реагирования – ускорение процесса информационного взаимодействия всех требуемых к привлечению должностных лиц и сотрудников структур железной дороги и различных ЭОСТО о НиЧС, произошедшей во время перевозочного процесса, с консолидацией всех сведений о НиЧС и ускорение информационного взаимодействия в процессе ликвидации с передачей данных в реальном времени с интеграцией предлагаемой системы в существующие автоматизированные системы железной дороги, отвечающие за перевозочный процесс.

С целью сокращения времени, затрачиваемого на информирование всех причастных к ликвидации НиЧС лиц и структур, и уменьшения времени занятия

диспетчерского состава, отвечающего за процесс перевозок на железной дороге, предлагаемая система должна позволять в реальном масштабе времени получать и передавать информацию об изменении обстановки на месте возникновения ситуации и задействованных силах, средствах с помощью создаваемых и дополняемых информационных карточек происшествий (далее – ИКНиЧС), передаваемых через информационно-вычислительную сеть ОАО «РЖД».

Первичная информация, поступающая от локомотивной бригады, должна заноситься ДСП/ДНЦ в созданную на рабочем месте карточку данного происшествия ИКНиЧС. Заполненная ИКНиЧС далее передается ПЦИВ или РЦИВ согласно инструкции оповещения на случай возникновения различных по типам и масштабам НиЧС до должностных лиц, привлекаемых к ликвидации или отвечающих за перевозочный процесс в режиме ликвидации, через информационно-вычислительную сеть организации, на рабочие места сотрудников с установленным программным обеспечением, реализующим взаимодействие с применением ИКНиЧС для дальнейшей отработки мероприятий.

Порядок организации процесса реагирования в разработанной системе при помощи информационных карт будет следующий:

1. При получении первичных сведений о НиЧС от локомотивной бригады, ДСП или ДНЦ заполняет карточку ИКНиЧС в программном обеспечении и передает ее всем ответственным лицам, требуемым к информированию в зависимости от типа и масштаба НиЧС. При этом программное обеспечение, реализующее взаимодействие при помощи информационных карт, должно быть установлено на все рабочие станции, а также при необходимости на мобильные устройства всех должностных лиц, ответственных и привлекаемых к ликвидации НиЧС на железной дороге.

2. Диспетчеры и ответственные лица структурных подразделений, получившие карточку с первичными сведениями, могут переадресовать ее до всех причастных лиц, введя в нее при необходимости дополнительные сведения. При дополнении сведений о происшествии и о ходе ликвидации ИКНиЧС

обновляется в режиме реального времени. Таким образом, вся доводимая информация будет являться актуальной в любой момент времени течения НиЧС. Определение лиц, требуемых для информирования в целях ускорения процесса принятия решения, организуется с помощью обучаемого программного обеспечения «Поддержка принятия решения», являющегося составной частью программного обеспечения (далее – ПО), реализующего взаимодействие через информационные карты.

3. Начальники структурных подразделений и ответственные по направлениям деятельности также в реальном времени через ПО, реализующее взаимодействие с применением информационных карт, могут выдавать распоряжения и информировать о всех действиях по ликвидации НиЧС. Таким образом организуется схема ответного взаимодействия передающей и приемной стороны. Данный функционал системы возможен за счет сохранения всей информации о происшествии и реагирования на него в БД и быстрого доступа к этим данным с любого устройства, входящего в систему.

Таким образом, при вводе информационных карт можно добиться сокращения времени на информирование всех причастных лиц в структуре ОАО «РЖД» за счет сокращения времени на переадресацию и повторную фиксацию сведений о НиЧС на всем временном интервале, начиная с момента первичной фиксации данных и до момента времени доведения сведений до должностных лиц по направлениям деятельности, а также за счет возможности не последовательного, а параллельного (одновременного) доведения информации, а при интеграции с системой ЭОСТО такой как система-112 сократить и время информирования данных структур.

Выводы по главе 3

1. Разработана структура иерархии звеньев цепей информационного взаимодействия. Звенья цепей информационного взаимодействия расставлены на иерархические уровни в соответствии с очередностью получения информации при организации процесса реагирования на НиЧС.

2. Результаты имитационного моделирования представлены в соответствии с предложенной иерархией звеньев цепей информационного взаимодействия. По результатам исследования построены диаграммы, отражающие влияние временных задержек на каждом звене передачи на время информирования звеньев.

3. По результатам проведенного имитационного моделирования процесса реагирования структурных подразделений железной дороги и их взаимодействия с иными внешними структурами, ответственными за ликвидацию НиЧС при их взаимодействии по сетям оперативно-технологической связи железной дороги, в соответствии с установленными регламентами, определены организационные особенности в структуре реагирования, увеличивающие время доведения информации до каждого звена в цепи передачи информации.

4. Увеличение времени реагирования происходит по причинам: необходимости фиксации получаемых сведений, передаваемых в устной форме, на каждом звене цепи информационного взаимодействия, «последовательности» создаваемых цепей передачи информации о НиЧС, отсутствия единой базы хранения сведений о происшествии с невозможностью моментального внесения изменений и дополнений.

5. С целью уменьшения временных задержек в процессе реагирования на НиЧС разработана методика реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД». Методика основана на применении информационных карт происшествий, передаваемых через сеть передачи

пакетных данных единой магистральной цифровой сети связи ОАО «РЖД» (ЕМЦСС); создании среды хранения данных (БД) о НиЧС с фиксацией последних в этой среде и возможностью дополнения данных на каждом ЗЦИВ, взамен фиксации одних и тех же дополняемых сведений на каждом ЗЦИВ; создании путей множественной передачи зафиксированных и сохраненных данных о НиЧС в существующей структуре связи, т. е. сокращении временных задержек на ЗЦИВ за счет единовременной передачи информации на все необходимые ЦИВ; создании «гибкой», т. е. изменяемой, архитектуры доведения сведений до требуемых к информированию должностных лиц различных структур по ликвидации за счет технологий поддержки принятия решений.

4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА И ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ РАСЧЕТА МОДЕЛИ ПРОЦЕССА РЕАГИРОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОАО «РЖД»

На железной дороге применяется множество различных по назначению автоматизированных систем (гл. 1 исследования) которые функционируют через информационно-вычислительную сеть ЕМЦСС [7, 58]. Поскольку предложенная в работе методика организации процесса реагирования структур железной дороги между собой, с ЭОСТО и иными подсистемами РСЧС предполагает свое функционирование по цифровой сети связи передачи пакетных данных, то необходимо разработать проект ПО, реализующего предложенную методику, имеющего модульную архитектуру для возможной интеграции в ЕМЦСС (далее – ПО АСИО).

На основании предложенной методики процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» и программного продукта, реализующего передачу информации о НиЧС с применением информационных карт, необходимо провести исследование построенной модели для оценки временных параметров доведения информации о НиЧС, возникшей во время перевозочного процесса на СвЖД, до каждого должностного лица структурного подразделения железной дороги и ЭОСТО, в границах которого произошла НиЧС, а в случае увеличения масштабов происшествия – и до вышестоящих инстанций в соответствии с существующими регламентами передачи таких данных, принятыми на СвЖД

4.1. Разработка программного продукта, реализующего методику организации процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД»

Для повышения эффективности процесса реагирования структурных подразделений при возникновении НиЧС во время перевозочного процесса необходимо разработать соответствующее программное обеспечение, именуемое в дальнейшем ПО «Автоматизированная система информирования, информационного обмена при нештатных и чрезвычайных ситуациях на железнодорожном транспорте» (далее – ПО АСИО НиЧС). Разрабатываемая система будет функционировать на технологии «клиент – сервер».

Для разработки вышеуказанного ПО сформулируем техническое задание, распространяющееся на разработку ПО автоматизации процесса обработки, хранения, передачи информации, информационного обмена, о возникшей во время перевозочного процесса на объектах железнодорожного транспорта НиЧС, для информирования и привлечения должностных лиц, сотрудников и структурных подразделений железной дороги и других ответственных за ликвидацию лиц и структур экстренного реагирования, в границах территориального управления которого возникла данная ситуация.

Документ технического задания содержит следующие разделы:

- 1) основные понятия и определения¹⁰;
- 2) общие положения;
- 3) требования к ПО.

1. Общие положения.

1.1. Цель создания.

Автоматизация процесса обработки, передачи, хранения первичных и последующих уточненных сведений и информационного взаимодействия

¹⁰ Термины и определения включены в «Список сокращений и условных обозначений».

структурных подразделений железной дороги, доведения информации о НиЧС, возникшей на железнодорожном транспорте и объектах железной дороги в реальном времени, до всех ответственных лиц и структур железной дороги, экстренных оперативных служб, в границах которых произошло НиЧС, функциональных территориальных подсистем РСЧС за счет введения информации в ИКНиЧС, сохранения ее в БД и передачи информации в виде заполненной ИКНиЧС требуемым службам, структурам в соответствии с регламентом реагирования на различные НиЧС.

1.2. Назначение программного обеспечения.

Программа предназначена для использования в структурных подразделениях железной дороги и других службах экстренного реагирования на ЧС, привлекаемых для ликвидации НиЧС, возникших на железной дороге, для создания единого информационного пространства обработки, передачи, хранения информации о НиЧС, возникших на объектах железнодорожного транспорта, и их характеристиках в реальном времени.

2. Требования к программному обеспечению.

2.1. Структура программного обеспечения.

Структура ПО включает прикладное и специальное ПО.

Прикладное и специальное ПО включает:

- ПО «Автоматизация обработки первичной информации»,
- ПО «Автоматизация обработки дополнительной информации»,
- ПО «Автоматизация процесса реагирования»,
- ПО «Автоматизация процесса выдачи распоряжений»,
- ПО «Автоматизированное информирование»,
- ПО «Поддержка принятия решения»,
- ПО «Статистика».

2.2. Функциональные требования к ПО.

2.2.1. ПО «Автоматизация обработки первичной информации».

Окно данного ПО раскрывается во вкладке «Первичная информация» информационной карточки.

При поступлении информации о возникшей НиЧС сотрудником, получившим эту информацию, запускается ПО. ПО автоматически создает ИК. Сотрудник, получивший информацию в первоочередном порядке, вводит полученную информацию о НиЧС и ее характеристиках в ИК с автоматизированными полями для заполнения. ИК создается в специализированной БД и является единственной в своем роде, остальные сотрудники будут видеть ее отображение, изменяющееся в реальном времени. После заполнения первичных сведений сотрудник передает ИК в соответствии с регламентом взаимодействия, утвержденным в ОАО «РЖД» на случай возникновения НиЧС, следующему ответственному должностному(-ым) лицу(-ам), отметив его(их) в предлагаемом перечне после нажатия на кнопку соответствующих служб в поле «Информируемые/привлекаемые» (рисунок 4.1).

Информационная карточка

Первичная информация | Дополнение | Реагирование | Распоряжения

Дата приема Время приема

Форма приема № документа

Сотрудник Служба

Место происшествия

Дорога Регион управления

Станция Перегон

Объект

Доп. сведения

Описание происшествия

Тип Груз

Пострадавшие Погибшие

Доп. сведения

Сведения о заявителе

ФИО

Должность

Контактный телефон

Информируемые / привлекаемые

Службы железной дороги Экстренные оперативные службы

Отмена [F2] Сохранить [F3]

Рисунок 4.1 – Информационная карточка для автоматизированной обработки первичной информации о происшествии

При поступлении информации об одной и той же НиЧС одновременно на нескольких сотрудников, являющихся сотрудниками, принимающими ее в первоочередном порядке, – по ряду заполненных полей информации о НиЧС ПО «Поддержка принятия решения» производится сравнение поступивших сведений и предлагается один (основной) источник создания ИК с данным НиЧС с уведомлением выбранного сотрудника и уведомлением другого(-их) источников создания ИК (вторичных) о необходимости принять изменения. При несогласии вторичного(-ых) источника(-ов) заполнения первичной информации с изменением данному(-ым) источнику(-ам) предлагается произвести сравнение вводимых данных от основного источника обработки первичной информации, с данными, вводимым вторичным(-и) источникам(-и) обработки первичной информации. При решении вторичного(-ых) источника(-ов) о независимости НиЧС – вторичному источнику предлагается закончить заполнение сформированной ИК.

Сотруднику, принимающему первичную информацию, доступны следующие поля для заполнения:

– «Дата приема» – заполняется автоматически системой при формировании ИК;

– «Время приема» – указывается время получения информации о ситуации, происшествии. Заполняется автоматически системой при формировании ИК;

– «Форма приема» – выбирается из перечня или вводится вручную после нажатия на кнопку выпадающего комбинированного списка. Дополнительным полем при выборе формы является:

«№ документа» – вводится с клавиатуры;

– «Сотрудник» – сведения о сотруднике, принявшем информацию. Заполняется автоматически ПО при входе под учетной записью;

– «Служба» – наименование службы сотрудника, принявшего информацию. Заполняется автоматически ПО при входе под учетной записью;

– «Место происшествия» – указываются координаты происшествия. В этом разделе заполняются следующие поля:

«Дорога» – указывается наименование железной дороги – филиала ОАО «РЖД», в границах которой произошло происшествие (НиЧС). Вводится с алфавитного блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком (комбинированный список);

«Регион управления» – указывается регион управления железной дороги – филиала ОАО «РЖД». Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Станция» – отмечается наименование станции, близлежащей к НиЧС, сотрудник которой заполняет ИК. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Перегон» – указывается межстанционный перегон. Вводится алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Объект» – объект, на котором произошла НиЧС. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Дополнительные сведения» – вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры;

– «Описание происшествия (содержание)» – краткое, но емкое описание происшествия, неисправности (НиЧС). Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры. Включает следующие поля:

«Тип» – тип происшествия. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Груз» – наименование груза. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Пострадавшие» – количество пострадавших. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры;

«Погибшие» – количество погибших. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры;

«Доп. сведения» – дополнительные сведения. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры;

– «Сведения о заявителе». В этом разделе заполняются следующие поля:

«ФИО» – фамилия, имя, отчество заявителя;

«Должность» – должность или статус очевидца. Вводится с алфавитно-цифрового блока клавиатуры или выбирается из перечня в поле со списком;

«Контактный телефон» – номер телефона для связи с заявителем. Вводится вручную с помощью алфавитно-цифрового блока клавиатуры;

– «Информируемые/привлекаемые» – окно является модальным, т. е. требует обязательного подтверждения действий пользователя и блокирует работу с другими немодальными окнами.

При нажатии на кнопку данного поля «Службы железной дороги» и/или «Экстренные оперативные службы» высвечиваются немодальные окна, позволяющие выбрать необходимые для реагирования на происшествие(-я) службы из поля «Выбрать» и добавить их кнопкой «Добавить» в поле «Выбранные» (рисунок 4.2). Через «Поиск» поля «Выбрать» можно найти требуемую службу, структуру или должностное лицо(-а), требуемое(-ые) к привлечению и/или информированию, предварительно набрав в текстовом поле расположенное рядом с данной кнопкой полную, сокращенную, аббревиатурную или частичную буквенно-цифровую комбинацию с блока клавиатуры.

В списке поля «Выбрать» системой автоматически создается иерархия служб и структур, близлежащих к месту возникновения происшествия.

В поле «Выбранные системой» автоматически создается список требуемых для информирования/привлечения в соответствии с регламентом информирования при возникновении НиЧС на железной дороге. Удаление службы, ошибочно введенной или не требуемой для информирования и привлечения, производится нажатием кнопки «Удалить», необходимо предварительно выбрать службу (структуру) в окне поля «Выбранные».

Для принятия всех изменений требуется их сохранить нажатием кнопки «Сохранить [F3]».

**Информируемые /привлекаемые
службы железной дороги**

Передающий

Выбрать

№	Структурное подразделение	Должность

Выбранные

№	Структурное подразделение	Должность

Рисунок 4.2 – Окно «Информируемые/привлекаемые службы железной дороги»

2.2.2. ПО «Автоматизация обработки дополнительной информации».

Окно данного ПО раскрывается во вкладке «Дополнение» информационной карточки.

Сотрудник, получивший заполненную ИК, дополняет ее в зависимости от особенностей возникшей ситуации, имеющейся у него дополнительной информации и, при необходимости, информирует и/или привлекает дополнительные силы, средства. Дополнение информации производится в текстовом поле поля «Дополнение информации о происшествии» и отправляется в общий чат нажатием кнопки «Отправить». В процессе ликвидации изменяется и состояние ИК в специализированной БД. Просмотреть всю дополнительную информацию можно в том же поле с помощью полосы прокрутки (рисунок 4.3).

Информационная карточка

Первичная информация Дополнение Реагирование Распоряжения

Передавший информацию

Дата приема Время приема

Форма приема № документа

Принявший информацию

Информированные структуры

Дополнение информации о происшествии

Информация	Дата / Время

Рисунок 4.3 – Информационная карточка «Дополнение»

Информация считается принятой к ознакомлению и исполнению с момента открытия ИК соответствующего происшествия сотрудником, на которого данная ИК была передана, а системой автоматически заполняется поле «Принявший информацию». Поля «Передавший информацию» и «Принявший информацию» заполняются системой автоматически и учитывают данные сотрудника при входе в систему под своей учетной записью.

Просмотр списка информированных структур, служб производится нажатием кнопки «Информированные структуры» (рисунок 4.4).

В отобразившемся окне имеется поле быстрого доступа к окну «Информирование/привлечение» соответствующих структур/служб «Службы железной дороги», «Экстренные оперативные службы». При необходимости окно «Информированные структуры» может быть закрыто отжатием кнопки «Информированные структуры» окна «Дополнение».

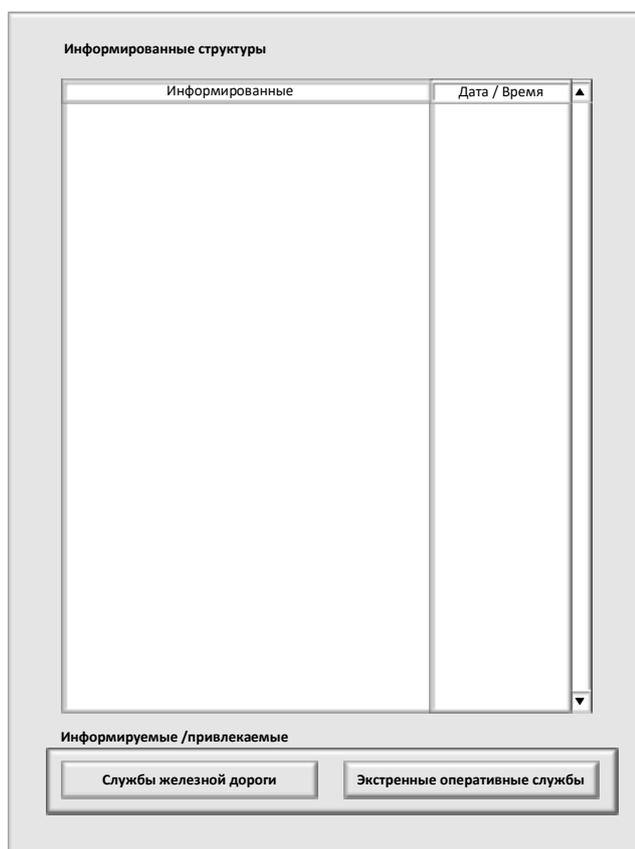


Рисунок 4.4 – Окно «Информированные структуры»

2.2.3. ПО «Автоматизация процесса реагирования».

Окно данного ПО раскрывается во вкладке «Реагирование» информационной карточки.

Если сотрудник, получивший ИК с первичными сведениями о НиЧС, – это лицо, непосредственно привлекающееся на место ликвидации или ответственное за информирование о выезде необходимых сил, средств на место, то в ИК во вкладке «Реагирование» ответственным сотрудником проставляется отметка об отправлении нажатием кнопки «Отправлены» для соответствующей службы, структуры. При этом в окне «Время отпр.» системой автоматически проставляется время отправления, привязанное к реальному времени суток. Аналогичным образом фиксируется прибытие на место происшествия и убытие с места происшествия привлеченных сил, средств – нажатием на кнопки «Прибытие» и «Убытие» соответственно (рисунок 4.5).

Информационная карточка

Первичная информация Дополнение **Реагирование** Распоряжения

Передавший информацию

Принявший информацию

Структура к отправлению

Время отпр. Время приб. Время убытия

Информируемые /привлекаемые

Рисунок 4.5 – Информационная карточка «Реагирование»

Если в процессе работы на месте происшествия привлеченных сил, средств недостаточно, то через поле «Информируемые/привлекаемые» окна «Реагирования» есть доступ к списку служб с возможностью формирования ИК с отправкой в данные службы.

В случае получения сотрудником, работающим с карточкой данного происшествия, дополнительных сведений от сотрудников, работающих на месте происшествия, вся полученная информация заносится в общий чат ИК вкладки «Дополнение» поля «Дополнение информации о происшествии» и сохраняется; она доступна для просмотра всеми сотрудниками, работающими с отображением данной ИК. Отправка сообщения на вкладке «Дополнение» производится нажатием кнопки «Отправить».

Информация считается принятой к ознакомлению и исполнению с момента открытия ИК соответствующего происшествия сотрудником, на которого данная

ИК была передана, а системой автоматически заполняется поле «Принявший информацию». Поля «Передавший информацию» и «Принявший информацию» заполняются системой автоматически и учитывают данные сотрудника при входе в систему под своей учетной записью.

Вся информация о привлеченных силах, средствах, времени их привлечения, а также прибытии и убытии фиксируется в одной сводной таблице и доступна к просмотру в окне «Сотрудники и службы, привлеченные, прибывшие, убывшие» при нажатии на кнопку с одноименным названием в окне «Реагирование» (рисунок 4.6).

№	Привлеченные	Время	Прибывшие	Время	Убывшие	Время ▲

Рисунок 4.6 – Окно «Сотрудники и службы, привлеченные, прибывшие, убывшие»

Время привлечения в графе «Привлеченные» окна «Сотрудники и службы, привлеченные, прибывшие, убывшие» проставляется системой в соответствии со значением времени в поле «Время отпр.» после нажатия кнопки «Отправлены» сотрудником в окне «Реагирование». Время прибытия в графе «Прибывшие» окна «Сотрудники и службы, привлеченные, прибывшие, убывшие» – времени в поле «Время приб.» окна «Реагирование», время убытия в графе «Убывшие» – времени, отмеченном в поле «Время убытия» окна «Реагирование».

В окне «Сотрудники, передавшие/принявшие информацию» доступны к просмотру сведения о порядке доведения информации о происшествии

с момента формирования ИК с первичными сведениями о НиЧС до последнего информированного. Данное окно открывается/закрывается нажатием/отжатием кнопки «Сотрудники, передавшие/принявшие информацию» в окне «Реагирование» (рисунок 4.7).

№	Передавший информацию	Время	Принявший информацию	Время ▲

Рисунок 4.7 – Окно «Сотрудники, передавшие/принявшие информацию»

Столбец «Время», отнесенный к столбцу «Передавший информацию» окна «Сотрудники, передавшие/принявшие информацию», заполняется системой автоматически в момент передачи информации нажатием кнопки «Отправить [F1]» на отмеченные в модальном окне «Информируемые/привлеченные» структуры и должностные лица.

2.2.4. ПО «Автоматизация процесса выдачи распоряжений».

Окно данного ПО раскрывается во вкладке «Распоряжения» информационной карточки (рисунок 4.8).

Вкладка «Распоряжение» необходима для формирования обратного воздействия на принятую информацию. При поступлении информации о происшествии на старшее должностное лицо, которое вправе отдавать распоряжения для выполнения их нижестоящим должностным лицам, отдача распоряжений, приказов производится с помощью кнопки «Сформировать» поля «Посмотреть/сформировать распоряжение» окна «Распоряжение».

Информационная карточка

Первичная информация | Дополнение | Реагирование | Распоряжения

Посмотреть / сформировать распоряжение

№ расп.

Принятые распоряжения

№	Передавший	Время	Принявший	Время

Исполненные распоряжения

№	Исполнивший	Время

Рисунок 4.8 – Информационная карточка «Распоряжения»

В таблице поля «Принятые распоряжения» отмечается № п/п выдаваемого распоряжения, лицо (ФИО) и структура передавшего распоряжение, время передачи распоряжения, лицо (ФИО) и структура, принявшая распоряжение, и время принятия распоряжения.

Временем передачи распоряжения системой считается момент времени нажатия кнопки «Отправить [F1]» в модальном окне, открываемом после нажатия кнопки «Сформировать». Временем принятия распоряжения системой указывается момент времени нажатия сотрудником кнопки «Принять» поля «Принятые распоряжения». Лицо (ФИО) и название структуры система заполняет автоматически из сведений, имеющихся в системе о сотруднике, передающем и принимающим распоряжение.

В таблице поля «Исполненные распоряжения» системой автоматически заполняются поля «№ распоряжения по порядку», «Лицо, исполнившее распоряжение» и «Время исполнения распоряжения». Временем исполнения распоряжения системой указывается момент времени нажатия сотрудником кнопки «Исполнено» поля «Исполненные распоряжения».

Текст распоряжения вводится в текстовое поле модального окна, открывающего после нажатия кнопки «Сформировать» поля «Посмотреть/сформировать распоряжение» окна «Распоряжения» (рисунок 4.9).

Структурные подразделения, на которые должно распространиться распоряжение, выбираются из списка таблицы «Выбрать» с помощью наведения курсора или введением с клавиатуры полного или части названия в текстовое поле и нажатием клавиши «Поиск», и добавлением выбранной структуры в поле «Выбранные» кнопкой «Добавить». В случае неверно добавленной структуры ее можно удалить, выделив ее в поле «Выбранные» и нажав кнопку «Удалить».

Передающий

Текст распоряжения

Выбрать

№	Структурное подразделение	Должность
---	---------------------------	-----------

Поиск

ДОБАВИТЬ

Выбранные

№	Структурное подразделение	Должность
---	---------------------------	-----------

Удалить

Отмена [F2] ОТПРАВИТЬ [F1]

Рисунок 4.9 – Модальное окно формирования распоряжений

На приемной стороне отправленное распоряжение отображается в текстовом поле окна «Распоряжение». Принятие распоряжения нижестоящим должностным лицом отмечается нажатием кнопки «Принять». Текст распоряжения при этом отображается в том же текстовом поле «Посмотреть/сформировать распоряжение» окна «Распоряжение». После нажатия кнопки «Принять» в поле «Принятые распоряжения» данные о времени принятия

заносятся системой автоматически в ячейку «Время», привязанную к ячейке «Принявший» таблицы поля «Принятые распоряжения» окна «Реагирование».

Тексты распоряжений можно просмотреть в поочередном порядке, набрав их номера в текстовом окне «№ расп.» и нажав на кнопку «Посмотреть».

Изменения, вносимые в любых вкладках ИК, приводят к ее обновлению в реальном времени с сохранением этих обновлений в БД.

2.2.5. ПО «Автоматизированное информирование».

Данное ПО предназначено для просмотра ИК происшествия (НиЧС) и реагирования на произошедшее происшествие руководителями структурных подразделений железной дороги, находящимися вне стационарного рабочего места. ПО разрабатывается на основе WEB-клиента с применением http, html, java и позволяет: просматривать информацию в ИК, в реальном времени следить за ходом реагирования, получать статистику по происшествиям.

2.2.6. ПО «Поддержка принятия решения».

ПО предназначено для информационной поддержки принятия решения сотрудником, обрабатывающим информацию, по реагированию на происшествие (НиЧС). В основе предлагаемых системой решений заложена статистическая модель, накапливающая информацию о реагировании по результатам предыдущих решений о реагировании на различные типы происшествий (НиЧС), т. е. модель может динамически изменяться.

2.2.7. ПО «Статистика».

ПО предназначено для сбора, обработки и представления информации о реагировании на происшествия на объектах железной дороги различными службами и структурами, задействованными в информировании и информационном обмене.

Для представления возможны следующие формы статистических отчетов: по временным показателям обработки поступившей информации и передачи сведений о происшествии, по показателям реагирования структур и служб на происшествие, по видам происшествий, по показателям реагирования и службам, отреагировавшим на происшествия. Отчеты формируются по дате и времени

за требуемый промежуток времени и могут быть представлены в форматах MS Word и Adobe PDF.

2.3. Методы и средства разработки.

Для функционирования разрабатываемой автоматизированной системы необходимы следующие компоненты: операционная система (ОС), БД, система управления базами данных (СУБД), специальное программное обеспечение и технические средства.

Перечисленное в п. 4 технического задания ПО выполняется на ОС Microsoft Windows. ПО имеет модульную структуру, позволяющую добавлять и изменять функциональные возможности системы.

Информационное обеспечение разрабатываемой в проекте системы состоит из БД: внемашинной, внутримашинной. Внемашинная БД включает нормативную, регламентирующую, руководящую, справочную и иную документацию, применяемую к процессу работы сотрудников железной дороги в штатном и нештатном режиме, входные и выходные массивы информации.

В разрабатываемой системе должны использоваться справочники: справочник адресов и объектов железной дороги, справочник сотрудников железной дороги, справочник телефонов сотрудников железной дороги, справочник типичных происшествий и др.

Внутримашинная БД представляет собой взаимосвязанные реляционные БД, обслуживаемые специализированным ПО – СУБД Microsoft Access.

На рисунке 4.10 приведена логическая структура БД карточной платформы с основными таблицами, разработанная в Microsoft Access.

В таблице 4.1 приведен перечень основных полей таблиц логической модели БД карточной платформы (рисунок 4.10). Объем информации БД ограничивается объемом памяти сервера(-ов) БД.

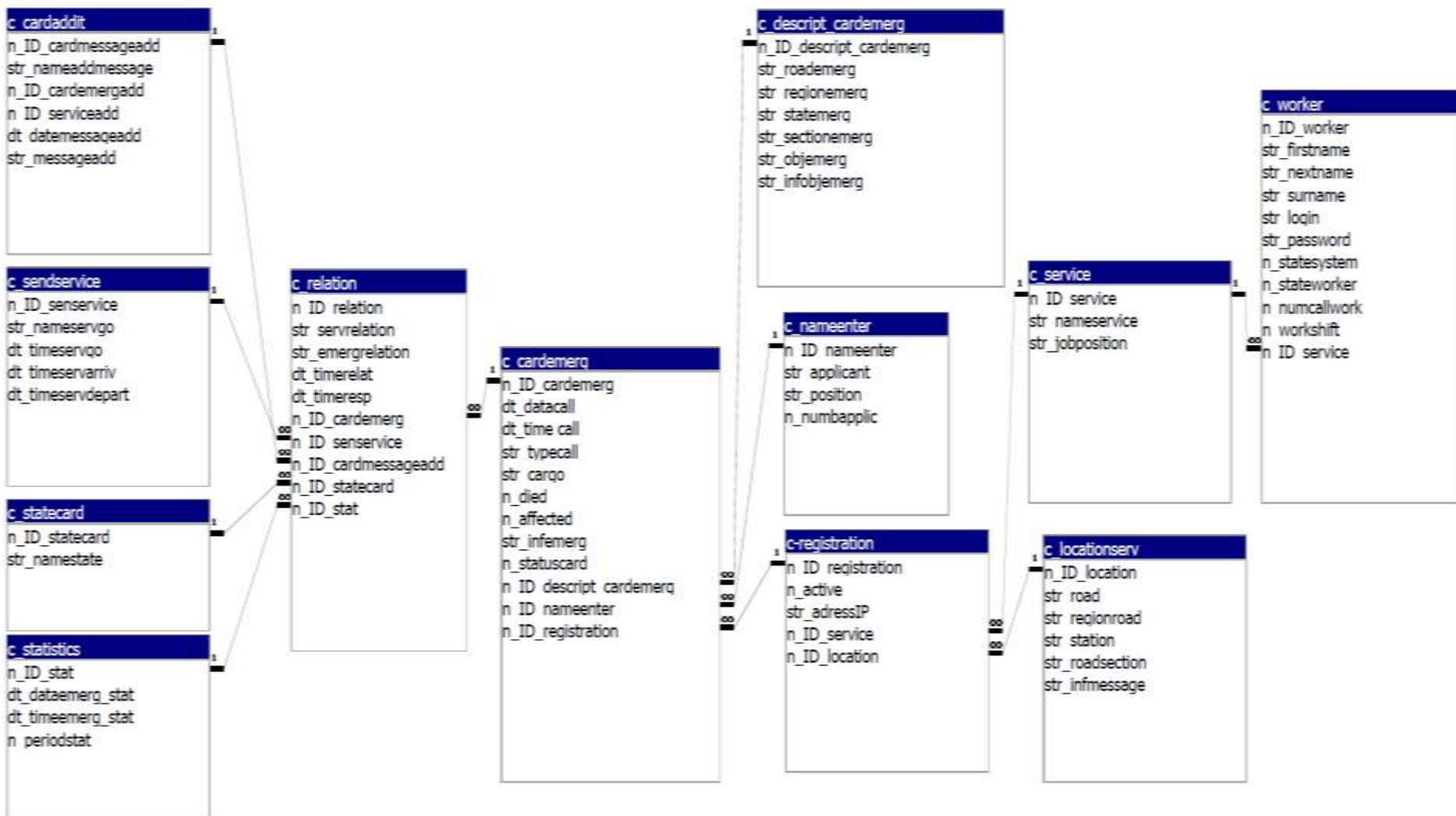


Рисунок 4.10 – Логическая структура внутримашинной БД АСИО НиЧС

Таблица 4.1 – Перечень полей таблиц БД карточной платформы

Имя поля таблицы	Тип данных	Описание поля таблицы
n_ID_cardmessageadd	int	идентификатор сообщений по ИКНиЧС
str_nameaddmessage	int	создатель сообщения
n_ID_cardemergadd	int	идентификатор ИКНиЧС «Дополнительно»
n_ID_cardemergadd	int	идентификатор службы создателя сообщения
dt_datemessageadd	date	дата создания сообщения
str_messageadd	varchar	текст сообщения в разделе «Дополнительно»
n_ID_cardemerg	int	идентификатор ИКНиЧС
dt_datacall	date	дата создания карточки
dt_time call	date	время создания карточки
str_typecall	varchar	тип НиЧС
str_cargo	varchar	тип груза
n_died	int	погибшие
n_affected	int	пострадавшие
str_infemerg	varchar	дополнительные сведения о НиЧС
n_ID_descript_cardemerg	int	идентификатор описания НиЧС
str_roademerg	varchar	наименование железной дороги – филиала ОАО «РЖД», на которой произошла НиЧС
str_regionemerg	varchar	наименование региона ЖД, где произошла НиЧС
str_statemerg	varchar	наименование станции, на которой произошла НиЧС
str_sectionemerg	varchar	наименование перегона НиЧС
str_objemerg	varchar	наименование объекта НиЧС
str_infobjemerg	varchar	дополнительная информация о НиЧС
n_ID_location	int	идентификатор местоположения сотрудника, службы
str_road	varchar	наименование железной дороги – филиала ОАО «РЖД»
str_regionroad	varchar	территориальное управление железной дороги
str_station	varchar	станция
str_roadsection	varchar	перегон

Таблица 4.1 – Перечень полей таблиц БД карточной платформы (продолжение)

Имя поля таблицы	Тип данных	Описание поля таблицы
str_infmessage	varchar	дополнительные сведения по месторасположению сотрудника
n_ID_nameenter	int	идентификатор сотрудника, предоставившего первичную информацию
str_applicant	varchar	ФИО заявителя
str_position	varchar	должность заявителя
n_numbapplic	int	номер телефона заявителя
n_ID_relation	int	идентификатор взаимодействия по ИКНиЧС
str_servrelation	varchar	информируемые службы железной дороги
str_emergrelation	varchar	информируемые ЭОСТО
dt_timerelat	date	время отправки ИКНиЧС
dt_timeresp	date	время принятия ИКНиЧС
n_ID_senservice	int	идентификатор отправленных на НиЧС служб
str_nameservgo	varchar	наименование отправленных служб
str_nameservgo	date	время отправления служб на НиЧС
dt_timeservarriv	date	время прибытия служб на НиЧС
dt_timeservdepart	date	время убытия служб с НиЧС
n_ID_service	int	идентификатор службы железной дороги
str_nameservice	varchar	наименование дистанции, службы
str_jobposition	varchar	наименование должности в службе
n_ID_statecard	int	идентификатор состояния ИКНиЧС
str_namestate	varchar	наименование состояния ИКНиЧС
n_ID_stat	int	идентификатор «Статистика»
dt_dataemerg_stat	date	дата события «Статистика»
dt_timeemerg_stat	date	время события «Статистика»
n_periodstat	varchar	период статистики
n_ID_worker	date	идентификатор сотрудника РЖД
str_firstname	varchar	имя сотрудника
str_nextname	varchar	отчество сотрудника РЖД

Таблица 4.1 – Перечень полей таблиц БД карточной платформы (окончание)

Имя поля таблицы	Тип данных	Описание поля таблицы
str_surname	varchar	фамилия сотрудника РЖД
str_login	varchar	логин учетной записи
str_password	varchar	пароль учетной записи
n_statesystem	int	состояние системы
n_statesystem	int	состояние сотрудника
n_numcallwork	int	номер телефона сотрудника
n_workshift	int	длительность смены
n_ID_registration	int	идентификатор регистрации
n_active	int	статус регистрации сотрудника при входе в систему
str_adressIP	varchar	IP-адрес рабочего места сотрудника

2.4. Методы контроля обработки данных.

Контроль ввода данных в ручном режиме осуществляется на уровне клиентского приложения. При вводе контролируется формат вводимых данных и обязательное заполнение всех требуемых полей, с уведомлением сотрудника, вводящего данные с помощью окон с сообщениями и подсказок.

Совместимость разрабатываемой в проекте автоматизированной системы обеспечивается использованием общих форматов данных.

2.5. Организация входных и выходных данных.

Входные данные поступают с блока клавиатуры сотрудника, работающего с ИК и путем автоматического или ручного импорта данных с последующим сохранением в БД. Ввод и корректировка данных осуществляются через программные компоненты системы. Также входными данными может быть справочная и любая другая информация, поступающая со смежных систем.

Выходные данные отображаются на экране в формате MS Word, Adobe PDF и могут выводиться на печать.

2.6. Нефункциональные требования.

Требования к надежности:

- предусмотреть контроль вводимой информации;
- предусмотреть блокировку некорректных действий пользователя при работе с системой;
- при выходе из строя части технических средств, каналов связи с сервером БД система должна продолжать функционировать;
- при авариях и сбоях необходимо обеспечить восстановление БД до состояния последней завершенной операции с данными и создание резервной копии;
- предусмотреть для случая отключения основного электропитания наличие резервного – для обеспечения работоспособности системы.

4.2. Моделирование и оценка результатов процесса реагирования, реализующего предложенную методику

Процесс реагирования для передачи сведений о НиЧС, возникшей на железной дороге во время перевозок, до всех требуемых к информированию должностных лиц, служб, дистанций строится на основе сетей оперативно-диспетчерской связи. Информация, передаваемая в устном виде по сетям оперативно-диспетчерской связи – телефонной связи, фиксируется каждым сотрудником, принимающим ее, в виде рукописного текста в специальных журналах, и количество сотрудников в такой цепи передачи данных может значительно изменяться в зависимости от масштабов произошедшей ситуации и уровня, на котором будет производиться реагирование на нее. В случае выхода НиЧС за границы железной дороги или осложнения сложившейся обстановки производится привлечение внешних специализированных структур,

занимающихся ликвидацией, взаимодействие с ними также осуществляется по сетям телефонной связи.

В работе весь процесс передачи информации разложен в ряд основных (без которых дальнейший процесс передачи информации невозможен) действий, совершаемых сотрудниками железной дороги для достижения конечного положительного результата этого процесса. Каждое действие вносит свои варьируемые временные задержки.

Процесс реагирования, организованный таким образом, по результатам проведенного исследования можно оптимизировать и ускорить, частично исключив влияние человеческого фактора на него, т. е. изменив временные задержки за счет:

1) создания среды хранения данных (БД) о НиЧС с фиксацией последних в этой среде единожды и возможностью дополнения данных на каждом ЗЦИВ, взамен фиксации одних и тех же дополняемых сведений на каждом ЗЦИВ;

2) обновления дополняемых данных о НиЧС с доступом к этим данным всех требуемых к информированию и привлечению сотрудников и должностных лиц в реальном времени, т. е. уменьшение потери времени на доведение дополнительных сведений о происшествии;

3) создания путей множественной передачи зафиксированных и сохраненных данных о НиЧС – «один – много», взамен передачи «один – один» в существующей структуре связи, т. е. сокращение временных задержек на ЗЦИВ за счет единовременной передачи информации на все необходимые ЦИВ;

4) создания «гибкой», т. е. изменяемой, архитектуры доведения сведений до требуемых к информированию должностных лиц различных структур по ликвидации за счет технологий поддержки принятия решений.

На рисунке 4.11 представлена схема организации процесса реагирования структурных подразделений СвЖД и других специализированных структур, предназначенных для ликвидации НиЧС, в случае их наступления, при применении критериев оптимизации процесса – автоматизации процесса.

Временной интервал, необходимый для передачи информации о НиЧС с применением автоматизации процесса, с момента обнаружения до момента получения сообщения должностными лицами руководящего состава СвЖД, принимающими решения о ходе дальнейших действий по ликвидации, на уровне регионального реагирования (РКЧС и ПБ) при информационном обмене в порядке, предусмотренном регламентом (локомотивная бригада – ДСП – ДНЦ – ДГП РУ ДЦУП – ДГС ДЦУП – руководители дистанций), в соответствии с формулой (2.1) будет составлять:

$$\left\{ \begin{array}{l} t'_{\text{кчсн}} = t_{L1} + t'_{\text{дсп}} + t'_{\text{днц}} + t'_{\text{дгп ру}} + t'_{\text{дгск}} \\ t_{\text{л}} = t_{\text{обн}} + t_{\text{л прд}} \\ t'_{\text{дсп}} = t'_{\text{дсп з}} + t'_{\text{дсп прд}} \\ t'_{\text{днц}} = t'_{\text{днц з}} + t'_{\text{днц прд}} \\ t'_{\text{дгп ру}} = t'_{\text{дгп ру з}} + t'_{\text{дгп ру прд}} \\ t'_{\text{дгск}} < \sum t_{\text{дгск}} \end{array} \right. \quad (4.1)$$

где $t'_{\text{дсп}}$ – время, затраченное ДСП на запись сведений о НиЧС в БД – $t'_{\text{дсп з}}$ и передачу этих данных ДНЦ – $t'_{\text{дсп прд}}$;

$t'_{\text{днц}}$ – время, затраченное ДНЦ на дополнение (при необходимости) данных – $t'_{\text{днц з}}$ и передачу этих данных ДГП РУ ДЦУП – $t'_{\text{днц прд}}$;

$t'_{\text{дгп ру}}$ – время, затраченное ДГП РУ ДЦУП на дополнение (при необходимости) данных – $t'_{\text{дгп ру з}}$ и передачу этих данных ДГС ДЦУП – $t'_{\text{дгп ру прд}}$;

$t'_{\text{дгск}}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу сведений о НиЧС до руководителя РКЧС и ПБ, руководителей структурных подразделений по направлению деятельности ОАО «РЖД».

Время, затраченное на передачу сообщений с момента обнаружения происшествия до момента получения сообщения специальными службами ОАО

«РЖД», привлекаемыми на ликвидацию (ФГП ВО ЖДТ, РДМО), в соответствии с формулой (2.3), рассчитывается:

$$\begin{cases} t'_{\text{сржд}} = t_{L1} + t'_{\text{дсп}} + t'_{\text{днц}} + t'_{\text{дгп ру}} + t'_{\text{дгск}} + t'_{\text{дгсл}} + t'_{\text{дгсн}} \\ t'_{\text{дгсн}} < \sum t_{\text{дгсн}} \\ t'_{\text{дгск}} < \sum t_{\text{дгск}} \\ t'_{\text{дгсл}} < \sum t_{\text{дгсл}} \end{cases} \quad (4.2)$$

Суммарное время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу первичных оперативных данных до всех должностных лиц по регламенту доведения информации при автоматизации процесса, в соответствии с формулой (2.4):

$$\begin{cases} t'_{\Sigma \text{дгс}} = t'_{\text{дгск}} + t'_{\text{дгсн}} + t'_{\text{дгсл}} + t'_{\text{дгсм}} \\ t'_{\text{дгсл}} < \sum t_{\text{дгсл}} \\ t'_{\text{дгсм}} < \sum t_{\text{дгсм}} \\ t'_{\Sigma \text{дгс}} < t_{\Sigma \text{дгс}} \end{cases} \quad (4.3)$$

где $\sum t_{\text{дгсл}}$ – суммарное время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу сведений о НиЧС в структурные подразделения территориального управления, привлекаемые к месту ликвидации НиЧС (ЦТО, ЦТУ и причастные службы структурных подразделений дороги и филиалов);

$t'_{\text{дгсм}}$ – время, затраченное ДГС ДЦУП на передачу сведений о НиЧС до оперативных дежурных ГУТ МВД и ЦУКС МЧС России при взаимном согласовании (интегрировании) автоматизированных систем приёма-обработки поступающих сообщений о НиЧС этих структур и ОАО «РЖД».

Время нахождения вызова в системе обслуживания ЕДДС/ЦОВ определяется как сумма времени ожидания обслуживания в накопителе t_L и времени обслуживания вызова системой обслуживания t_K :

$$\begin{cases} t_{\text{в}} = t_L + t_K \\ t_L = t_{\text{н}} + t_{\text{зс}} \\ t_K = t_{\text{о}} + t_{\text{ф}} + t_{\text{р}} \end{cases} \quad (4.4)$$

Время ожидания обслуживания в накопителе t_L включает время набора номера вызывающим абонентом – t_n и время нахождения вызова в очереди – t_{zc} . В случае использования интегрированной автоматизированной системы между службами железной дороги и системы-112, передача информации производится по вычислительным сетям в единой системе, тогда под t_L будет пониматься время нахождения вызова в очереди на обработку в автоматизированной системе.

В случае применения автоматизации процесса информационного обмена о НиЧС на железнодорожном транспорте, время нахождения вызова в каждом узле СМО, имитирующем работу диспетчеров, связанных с движением поездов, в соответствии с формулами 2.5 и 2.20 составит:

$$\begin{cases} t_{в\text{ ас}} = t_{L\text{ ас}} + t_{K\text{ ас}} \\ t_{K\text{ ас}} = t_{o\text{ ас}} + t_{ф\text{ ас}} + t_{p\text{ ас}} \end{cases}, \quad (4.5)$$

где $t_{L\text{ ас}}$ – время ожидания принятия вызова каждым узлом СМО, имитирующим работу диспетчера железной дороги, вовлеченного в процесс реагирования при НиЧС (время нахождения в накопителе узла СМО, т. е. в очереди на обслуживание);

$t_{K\text{ ас}}$ – время обслуживания вызова теми же узлами;

$t_{o\text{ ас}}$ – время, затраченное на опрос и получение ответной информации для случая передачи первичных сведений с места происшествия для всех остальных узлов СМО в системе информирования $t_{o\text{ ас}} \rightarrow 0$;

$t_{ф\text{ ас}}$ – время, затраченное на фиксацию сведений в автоматизированной системе или дополнение данных (формула 2.5);

$t_{p\text{ ас}}$ – время, затраченное на принятие решения, т. е. время, затраченное системой на вычисление и предложение диспетчеру алгоритма действий.

В случае интегрирования системы реагирования железной дороги в единую систему с ЕДДС, службой пожарной охраны и, в том числе, и ЦУКС ГУ МЧС России и другими ЭОСТО, время установления соединения будет определяться временным интервалом от момента начала передачи информации диспетчером,

руководящим поездной работой структурного подразделения железной дороги, до момента открытия этой информации оператором ЕДДС/ЦОВ или диспетчерами экстренных оперативных служб города. Тогда формулы 2.10 и 2.11 примут вид:

$$\begin{cases} t_{с\text{ мчс}} = t_{\text{дгс д1}} + t_{з\text{ ас1}} \\ t_{\text{дгс д1}} < t_{\text{дгс п1}} \\ t_{з\text{ ас1}} < t_{\text{дгс в1}} + t_{зс1} \end{cases} \quad (4.6)$$

$$\begin{cases} t_{с\text{ мвд}} = t_{\text{дгс д2}} + t_{з\text{ ас2}} \\ t_{\text{дгс д2}} < t_{\text{дгс п2}} \\ t_{з\text{ ас2}} < t_{\text{дгс в2}} + t_{зс2} \end{cases} \quad (4.7)$$

где $t_{\text{дгс д1}}$, $t_{\text{дгс д2}}$ – время, затрачиваемое ДГС ДЦУП на дополнение информации и передачу соответственно оперативному дежурному ЦУКС ГУ МЧС России и ГУТ МВД России;

$t_{з\text{ ас1}}$, $t_{з\text{ ас2}}$ – временной интервал от момента начала передачи информации ДГС до момента открытия информации оператором ЦУКС ГУ МЧС России (ЕДДС/ЦОВ) или диспетчером ГУТ МВД России;

$t_{\text{дгс п1}}$, $t_{\text{дгс п2}}$ – время, затрачиваемое ДГС ДЦУП на устную передачу сведений о ЧС на объектах железной дороги по существующим каналам телефонной связи соответственно оперативному дежурному ЦУКС ГУ МЧС России и ГУТ МВД России;

$t_{\text{дгс в1}}$, $t_{\text{дгс в2}}$ – время, затрачиваемое ДГС ДЦУП на установление соединения по существующим каналам телефонной связи (набор номера вызываемого абонента) соответственно с оперативным дежурным ЦУКС ГУ МЧС России и ГУТ МВД России.

Для оценки эффективности введения автоматизации процесса необходимо проанализировать результаты, полученные в процессе имитации построенной модели данного процесса.

Представленная на рисунке 4.12 диаграмма демонстрирует зависимость времени доведения информации до каждого ЗЦИВ в зависимости от суммарного времени задержек на каждом звене.

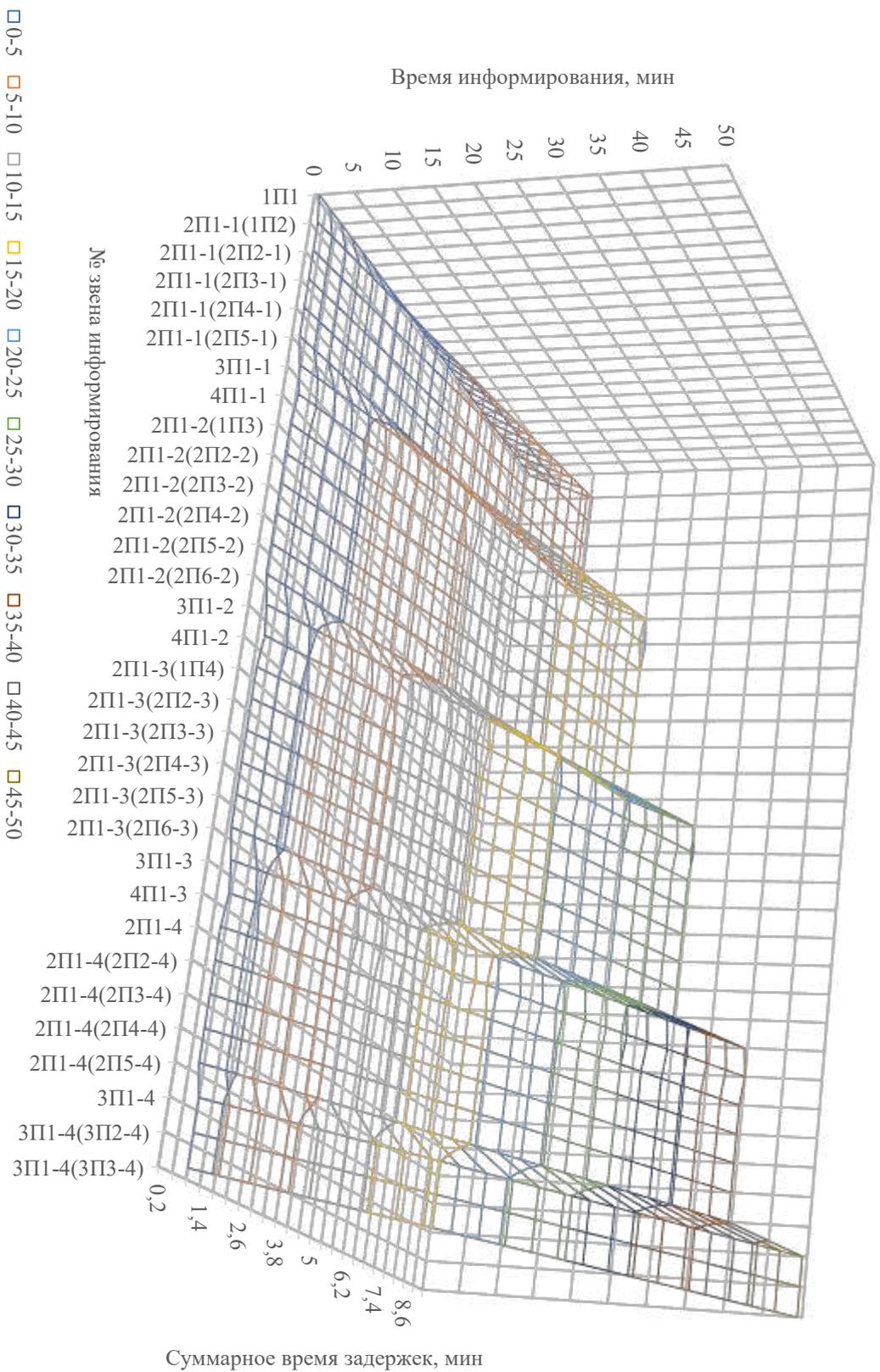


Рисунок 4.12 – Временя информирования ЭЦИВ порядка 1П – 4П в оптимизированном процессе реагирования при изменении суммарного времени задержек на каждом звене

Имитация процесса работы оптимизированного процесса реагирования структурных подразделений железной дороги проводилась при тех же значениях параметров суммарных временных задержек на ЗЦИВ и идентичной структуре цепи передачи, что и модель системы реагирования без оптимизации, представленная на диаграмме рисунка 3.8. Отличием в процессе имитации работы оптимизированной модели процесса реагирования является то, что были применены следующие параметры оптимизации:

1) информация о НиЧС фиксируется ЗЦИВ 1П1, дополняется ЗЦИВ 1П2 – 1П4, ЗП1-2, ЗП1-1 – ЗП1-4, т. е. звеньями, являющимися неконечными в цепи информирования. При этом время заполнения и дополнения данных соответствует величине времени фиксации сведений в журнал;

2) передача сведений о НиЧС производится от одного передающего ЗЦИВ одновременно на несколько приемных. Аналогично системе без автоматизации такими передающими звеньями выступают звенья, являющиеся неконечными в ЦИВ: 1П2 – 1П4, ЗП1-1 – ЗП1-4.

На рисунках 4.13, 4.14 представлены диаграммы отношения изменения времени реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» в зависимости от УВиР без применения и с применением предлагаемой методики.

Сравнивая значения временных задержек на доведение информации о происшествии до каждого ЗЦИВ, представленные диаграммами рисунков 3.8 и 4.12 при учете равенства значений параметров $\Delta_{1П(n-1)-1Пn}$ между всеми ЗЦИВ порядка 1П, как и идентичности установленных значений всех остальных параметров моделей процесса реагирования, получаем уменьшение времени доведения информации крайними звеньями в цепи информирования звеньев порядка 1П при применении предложенного метода процесса реагирования от 1,2 до 5,8 раза, в зависимости от УВиР.

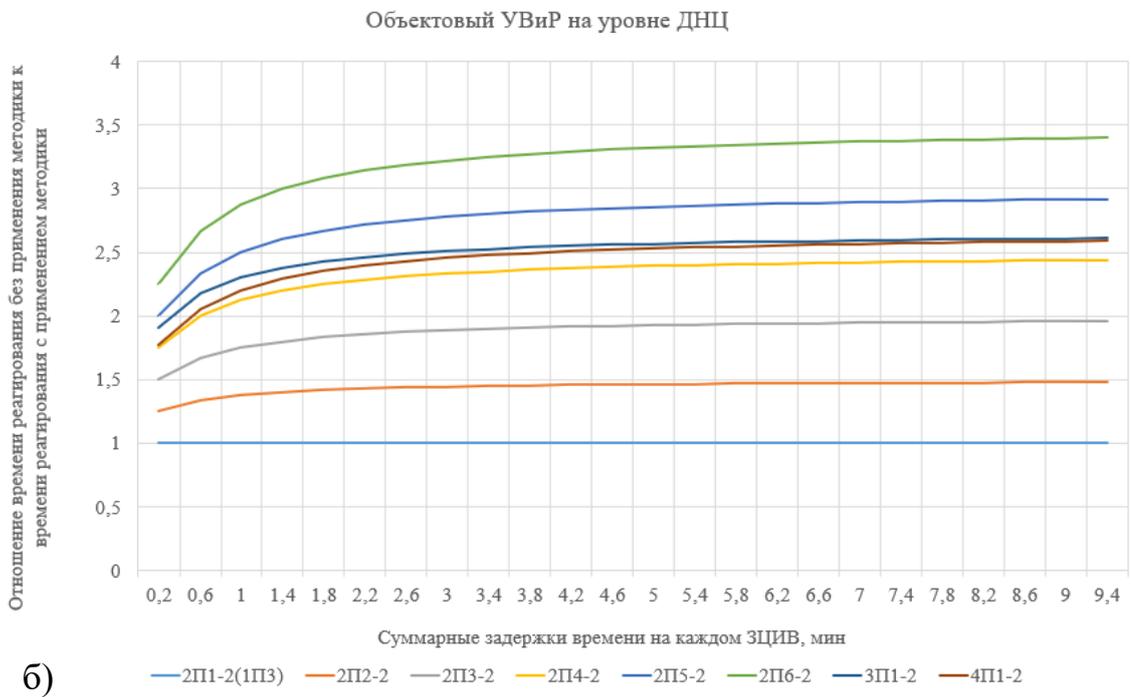
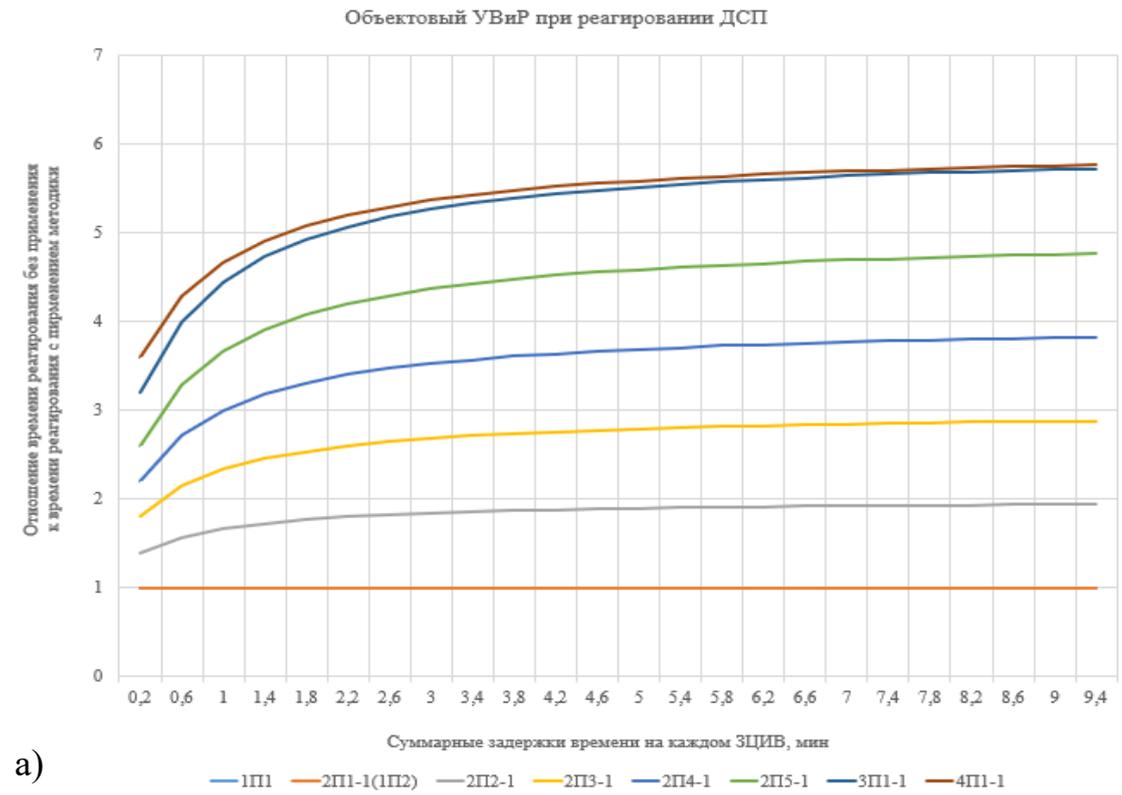
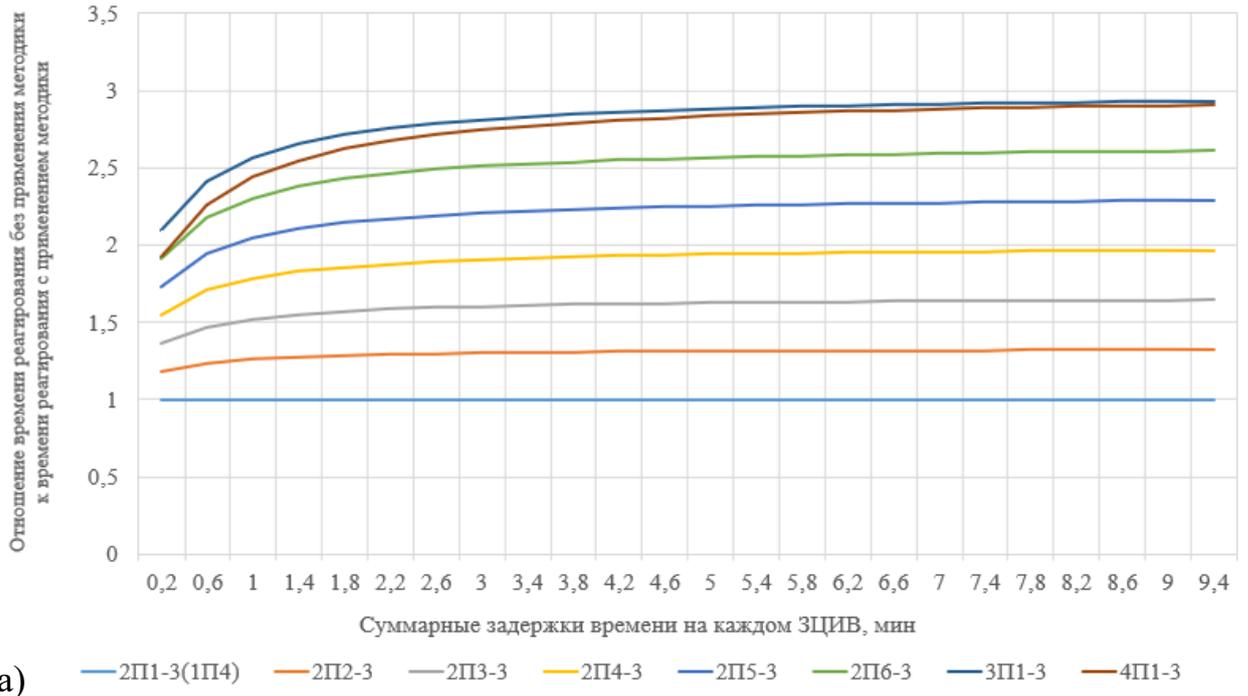


Рисунок 4.13 – Отношение изменения времени реагирования на объектовом УВиР: а) информация поступает на ДСП; б) информация поступает на ДНЦ, имеется диспетчерская централизация

Территориальный УВиР



Региональный УВиР

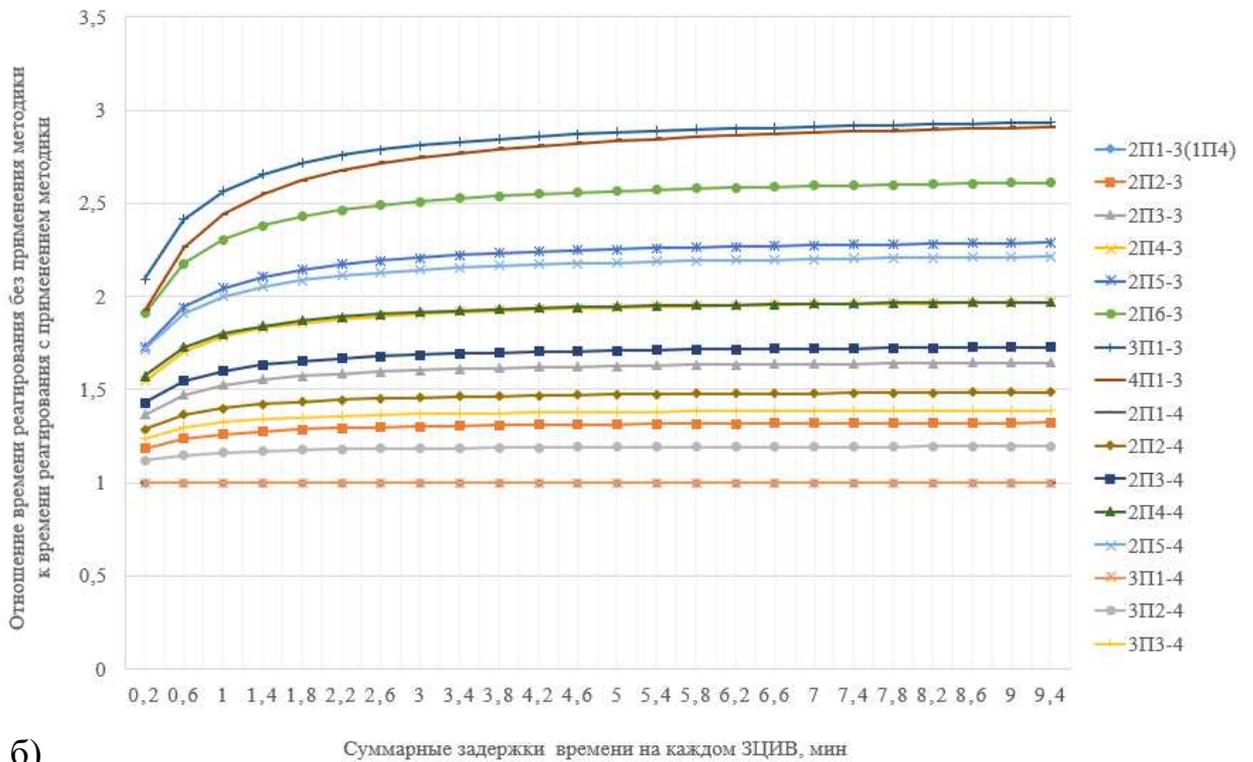


Рисунок 4.14 – Отношение изменения времени реагирования при УВиР: а) территориальном; б) региональном

При формировании ЦИВ с «распределением» внутри цепи передачи одного и того же звена порядка 1П, происходит увеличение времени информирования в сформированной цепи информирования низшего порядка. На диаграмме рисунка 4.12 представлено цепью ЗП1-4 – ЗП3-4. Таким образом, создание дополнительных цепей с «распределением» при оптимизации процесса реагирования повлечет увеличение времени информирования конечного звена таких цепей.

Выводы по главе 4

1. Разработан проект программного продукта, реализующий предложенную методику организации процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций с применением информационных карт, сформирована логическая структура БД.
2. На основе проекта разработан программный продукт, реализованный в программе для ЭВМ, зарегистрированной в Росреестре (приложение А).
3. Выполнены численные эксперименты на модели процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС с применением предложенной методики, реализованной в программном продукте.
4. Проведено сравнение временных параметров передачи данных о НиЧС при организации взаимодействия по каналам оперативно-технологической связи

железной дороги, с параметрами взаимодействия, организованного на основе сети передачи данных единой магистральной цифровой сети связи железной дороги.

5. Внедрение предложенного алгоритма и реализующего его ПО АСИО ускоряет процесс передачи информации о случившемся на железной дороге происшествии до всех требуемых к информированию структур и ответственных лиц железной дороги, ЭОСТО и иных подсистем РСЧС территориального образования от 1,2 до 5,8 раз в зависимости от УВиР.

6. Сокращение времени доведения информации до каждого звена цепи информационного взаимодействия происходит за счет формирования единой базы хранения сведений и внесения изменений и дополнений с доступом к ним в реальном времени, применения обучаемой системы поддержки принятия решения на основе систематизации и анализа полученных данных, контроля действий сотрудника.

7. Предлагаемая методика с функциональным ПО АСИО, реализующая процесс реагирования структурных подразделений железной дороги, может быть интегрирована в существующие автоматизированные системы железной дороги, работающие по ЕМЦСС, отвечающие за перевозочный процесс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения диссертационного исследования достигнута поставленная цель – повышение эффективности организации процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций, влияющих на перевозочный процесс железнодорожного транспорта.

Результаты исследования направлены на практическое решение задачи минимизации последствий от возникших на железной дороге нештатных и чрезвычайных ситуаций за счет уменьшения времени реагирования.

Основными результатами работы являются следующие положения.

1. Консолидирована информация нормативно-правовых и нормативно-распорядительных документов о процессе реагирования подразделений ОАО «РЖД» в системе РСЧС при возникновении НиЧС на железной дороге.

2. Предложен совершенствованный структурированный процесс реагирования подразделений ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС во время организации перевозочного процесса, их взаимодействие с ЭОСТО, иными подсистемами РСЧС на уровнях реагирования в границах железной дороги – филиала ОАО «РЖД».

3. Разработана алгоритмическая модель процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС. Важной особенностью модели является возможность ее детализации и расширения для решения поставленной задачи.

4. Разработана имитационная модель процесса реагирования структурных подразделений железной дороги – филиала ОАО «РЖД» при возникновении НиЧС, позволяющая воспроизводить процесс при различных комбинациях определяющих ее работу параметров.

5. Предложена структура иерархии звеньев цепи информационного взаимодействия при реагировании на НиЧС. Иерархия предполагает расстановку

ответственных за передачу информации должностных лиц на уровне в зависимости от очередности в общей структуре процесса реагирования.

6. Получены результаты имитационного исследования модели, обработанные в соответствии с предложенной иерархией звеньев цепи информационного взаимодействия.

7. Определены временные задержки доведения информации в процессе реагирования при возникновении НиЧС на объектах железной дороги во время перевозочного процесса.

Увеличение порядка информируемого звена в последовательных цепях информационного взаимодействия и(или) удаление от звеньев высшего порядка, получающего сведения в первоочередном порядке, приводит к линейному росту времени доведения информации.

8. Предложена методика, реализующая процесс реагирования на возникшую НиЧС с применением информационных карт. Разработанная методика позволяет предложить организацию процесса реагирования для решения задачи ускорения реагирования за счет минимизации влияния человеческого фактора на процесс передачи информации в процессе реагирования.

9. Разработано программное решение, реализующее применение информационных карт в имитационной модели процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» на возникшую во время перевозочного процесса ситуацию нештатного и чрезвычайного характера.

10. Получены результаты имитационного моделирования процесса реагирования с применением предложенной методики.

11. Доказано, что применение предложенной методики для организации процесса реагирования структурных подразделений железной дороги в случае возникновения НиЧС уменьшает время доведения информации до структур, в зависимости от уровня реагирования и временных задержек на каждом звене цепи информационного взаимодействия от 1,2 до 5,8 раз.

Список сокращений и условных обозначений

АРМ	– Автоматизированное рабочее место
АСИО ЧС	– Автоматизированная система информирования и оповещения о нештатных и чрезвычайных ситуациях
АС РБ	– Автоматизированная система управления безопасностью движения
БД	– База данных
ГУТ МВД России	– Главное управление на транспорте МВД России
ДГЛ	– Диспетчер дорожный по управлению пассажирскими перевозками
ДГМ	– Диспетчер дорожный по организации местной работы
ДГПН	– Диспетчер дорожный по направлению
ДГП РУ	– Дорожный диспетчер по району управления
ДГС	– Старший дорожный диспетчер
ДГТ	– Диспетчер дорожный локомотивный
ДДС	– Дежурно-диспетчерская служба
ДЗО	– Дочерние и зависимые общества
ДНЦ	– Поездной диспетчер
ДС	– Начальник станции
ДСП	– Дежурный по станции
ДЦ	– Диспетчерская централизация
ДЦУП	– Диспетчерский центр управления перевозками
ЕДДС	– Единая дежурно-диспетчерская служба
ЕДС	– Единая диспетчерская смена
ЕМЦСС	– Единая магистральная цифровая сеть связи
ЖТСЧС	– Железнодорожная транспортная система предупреждения и ликвидации ЧС

ЗЦИВ	– Звенья цепи информационного взаимодействия
ИКНиЧС	– Информационные карточки происшествий
КЧС и ПБ	– Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности
МВД России	– Министерство внутренних дел Российской Федерации
МО	– Муниципальное образование
МУ	– Муниципальный уровень
МЧС России	– Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
НиЧС	– Нештатные и чрезвычайные ситуации
НКЧС	– Комиссия управления железной дороги по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций
ОАО «РЖД	– Открытое акционерное общество «Российские железные дороги»
ОКЧС и ПБ	– Объектовая комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности
ОС	– Операционная система
ПО	– Программное обеспечение
ПТК	– Программно-технологический комплекс
РБ	– Дорожный ревизор по безопасности движения поездов и автотранспорта
РДМО	– Региональная дирекция медицинского обеспечения
РКЧС и ПБ	– Региональная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности
Росжелдор	– Федеральное агентство железнодорожного транспорта

РСЧС	– Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций
РУ	– Район управления
ПАСФ	– Профессиональные аварийно-спасательные формирования
СвЖД	– Свердловская железная дорога
СеИВ	– Сеть информационного взаимодействия
СеМО	– Сеть массового обслуживания
СМО	– Система массового обслуживания
СУБД	– Система управления базами данных
ТКЧС и ПБ	– Территориальная комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности
ТЧМ	– Машинист
ТЧП	– Помощник машиниста
УВиР	– Уровень взаимодействия и реагирования
ЦОВ	– Центр обслуживания вызовов
ЦОС	– Департамент корпоративных коммуникаций
ЦТО	– Центр технического обслуживания
ЦТУ	– Центр технического управления
ЦУКС	– Центр управления в кризисных ситуациях МЧС России
ЦУСИ	– Центр управления содержанием инфраструктуры центральной дирекции инфраструктуры
ЦЧС	– Ситуационный центр мониторинга и управления ЧС ОАО «РЖД»
ЧС	– Чрезвычайная ситуация
ФАЖТ	– Федеральное агентство железнодорожного транспорта
ФГП ВО ЖДТ	– Федеральное государственное предприятие «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта»

ЭОСТО
Российской Федерации»
– Экстренные службы реагирования территориального
образования

Список литературы

1. Об утверждении Положения о функциональной подсистеме предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : приказ Минтранса РФ от 23 января 2009 г. № 12. – Режим доступа:

<http://base.garant.ru/195058/#ixzz5s1ioomhz>.

2. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 08.12.2015 № 2855р. – Режим доступа:

http://rly.su/sites/default/files/strategiya_garantirovannoy_bezопасnosti_dvizheniya.pdf.

3. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года [Электронный ресурс] : распоряжение правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 г. № 466-р. – Режим доступа:

http://doc.rzd.ru/doc/public/ru?structure_id=704&layer_id=5104&refererlayerid=5756&page5756_4417=3&id=7017.

4. Об утверждении транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года (с изменениями на 12 мая 2018 года) [Электронный ресурс] : распоряжение правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902132678>.

5. Об утверждении регламента по действиям при возникновении аварийных ситуаций с экологическими последствиями на инфраструктуре ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 30 декабря 2013 г. № 3014р. – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70489470>.

6. Об утверждении Порядка оперативного оповещения руководителей ОАО «РЖД» о транспортных происшествиях, иных событиях, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, чрезвычайных ситуациях на объектах инфраструктуры ОАО «РЖД»,

а также задержках высокоскоростных и скоростных поездов [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 22.06.2015 № 1544. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71150444>.

7. Регламент диспетчерского управления движением поездов ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : в ред. распоряжений ОАО «РЖД» от 29.12.2009 г. № 2707р, от 18.06.2010 г. № 1308р, приказа ОАО «РЖД» от 01.10.2010 г. № 156. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2009/noyabr-2009/7226-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-09-11-2009-n-2281r>.

8. Абрамов, А. А. Современные системы автоматизированного управления перевозками (функциональные возможности АРМ) : учеб. пособие / А. А. Абрамов, Г. М. Биленко. – М. : РГОТУПС, 2002. – 136 с.

9. Замышляев, А. М. Автоматизация процессов комплексного управления техническим содержанием инфраструктуры железнодорожного транспорта : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.13.06 / Замышляев Алексей Михайлович. – М., 2013. – 46 с.

10. Об утверждении Положения о диспетчерском управлении движением поездов в ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 14.09.2005 № 1508. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901972483>.

11. Типовой Технологический процесс управления местной работой [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 15.04.2016 № 684. – Режим доступа: <http://rly.su/ru/content>.

12. Об утверждении регламента взаимодействия аппарата управления, филиалов и других структурных подразделений ОАО «РЖД» при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : распоряжение от 29 марта 2010 г. № 628р. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2010/mart-2010/6802-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-29-03-2010-n-628r>.

13. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : федер. закон

от 21 декабря 1994 г № 68 (с изменениями на 3 августа 2018 года). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9009935>.

14. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 20.12.2019). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_68490/.

15. Об утверждении типового регламента взаимодействия железных дорог, других филиалов и структурных подразделений ОАО «РЖД» с региональными центрами МЧС России и управлениями на транспорте МВД России по федеральным округам по ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 29.09.2011 г. № 2112р. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2011/sentyabr-2011/5242-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-29-09-2011-n-2112r>.

16. Акимов, В. А. Риски транспортировки опасных грузов : монография / В. А. Акимов, Ю. И. Соколов. – М. : ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – 276 с.

17. Об утверждении Положения о порядке функционирования органов управления, сил и средств ОАО «РЖД» в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 14.09.2015 г. № 2231р. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=exp&n=702425#03571950832952939>.

18. Регламент оповещения, сбора и выезда на место производства работ членов комиссии и членов оперативного штаба по ликвидации чрезвычайных ситуаций: распоряжение Свердловской железной дороги от 19.02.2019 № Свердлов.-172/р. – Екатеринбург : Филиал ОАО «РЖД» Свердловская железная дорога, 2019. – 5 с.

19. О мерах по обеспечению гарантированной безопасности движения поездов и надежности перевозочного процесса в границах Свердловской железной дороги : распоряжение Свердловской железной дороги от 09.01.2018

№ Свердлов.-1. – Екатеринбург : Филиал ОАО «РЖД» Свердловская железная дорога, 2019. – 148 с.

20. Об утверждении Положения о классификации, порядке расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] : приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 18.12.2014 г. № 344 (ред. от 01.06.2018). – Режим доступа:

<https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Mintransa-Rossii-ot-18.12.2014-N-344/>.

21. Об утверждении регламентов взаимодействия ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями – структурного подразделения ОАО «РЖД» в штатном режиме функционирования и в режиме ликвидации последствий чрезвычайной ситуации [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 13.06.2012 №1171р. – Режим доступа:

<https://jd-doc.ru/2012/iyun-2012/iyun-2012-3/1229-ot-13-iyunya-2012-g-n-1171r>.

22. Положение о системе информационного реагирования ОАО «РЖД» на нештатные ситуации [Электронный ресурс] : приказ ОАО «РЖД» от 09.01.2017 № 1. – Режим доступа: <http://rly.su/ru/content/>.

23. Перотина, Г. Обеспечить максимальную эффективность вертикали / Г. Перотина // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 9. – С. 16–19.

24. Регламент взаимодействия локомотивных бригад с причастными работниками ОАО «РЖД», деятельность которых непосредственно связана с движением поездов при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций на инфраструктуре ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» № 2850 от 12 декабря 2017 г. – Режим доступа:

<https://ppt-online.org/634471>.

25. О внесении изменений в распоряжение ОАО «РЖД» от 14 сентября 2015 г. № 2231р «Об утверждении положения о порядке функционирования органов управления, сил и средств ОАО «РЖД» в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 28.12.2016 № 2760р. – Режим доступа:

<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=702303#05779442566428512>.

26. Создание ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rzd-expo.ru/innovation/eastholme_management_and_traffic_safety_reducing_the_risk_of_emergencies/creating_situational_monitoring_center_and_emergency_management/.html

27. Об утверждении Положения об организации расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта на инфраструктуре ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 21.08.2017 № 1697р (ред. от 30.01.2019). – Режим доступа: <https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-21.08.2017-N-1697r/>.

28. Структура ГУТ МВД России. [Электронный ресурс] // <http://www.мвд.рф>. – Режим доступа: https://xn--b1aew.xn--p1ai/mvd/structure1/Glavnie_upravlenija/Glavnoe_upravlenie_na_transporte/Struktura_GUT_MVD_Rossii.

29. Положение ОАО «РЖД» о Ситуационном центре мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями [Электронный ресурс] : утв. ОАО «РЖД» 31.07.2014 № 318. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2009/iyul-2009/13315-polozhenie-oao-rzhd-ot-31-07-2014-n-318>.

30. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 № 794 (ред. от 02.04.2020). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/492eda9f08b2b56e284a2ab0b4c8d3719f3a2585/.

31. О внесении изменений в Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 30.11.2016 № 1267 (ред. от 28.12.2019). – Режим доступа:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208056/fd146f0d21ec2ee92fa4c3bce8d79ee237238bcd/#dst100026.

32. О гражданской обороне ситуаций [Электронный ресурс] : федер. закон Российской Федерации от 12.02.1998 № 28–ФЗ. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17861/.

33. О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : постановление правительства от 08.11.2013 № 1007 (ред. от 19.06.2020). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_154394/.

34. Об утверждении перечня экстренных оперативных служб, вызов которых круглосуточно и бесплатно обязан обеспечить оператор связи пользователю услугами связи, и о назначении единого номера вызова экстренных оперативных служб [Электронный ресурс] : постановление Правительства РФ от 31.12. 2004 № 894. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/187754/#ixzz5wZ6BlxJj>.

35. О внесении изменений в Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс] : федер. закон от 08.03.2015 № 38–ФЗ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70885212/#ixzz5w6pn1z59>.

36. Методические материалы по созданию системы-112 в субъектах Российской Федерации [Электронный ресурс] // <https://static.mchs.ru/>. – Режим доступа: https://static.mchs.ru/upload/site1/document_file/uFgInyc8UI.pdf.

37. Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях (с изм. на 24 февраля 2009 года) [Электронный ресурс] : приказ МЧС России от 08.07.2004 № 329. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902066864>.

38. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : постановление Правительства от 21.05.2007 № 304 (с изм. на 20.12.2019). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902043525>.

39. О создании Ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями – структурного подразделения ОАО «РЖД»

[Электронный ресурс] : приказ ОАО «РЖД» от 08.11.2010 №184. – Режим доступа:

<http://www.rzd->

[expro.ru/innovation/eastholme_management_and_traffic_safety_reducing_the_risk_of_emergencies/creating_situational_monitoring_center_and_emergency_management/](http://www.rzd-expro.ru/innovation/eastholme_management_and_traffic_safety_reducing_the_risk_of_emergencies/creating_situational_monitoring_center_and_emergency_management/).

40. Соглашение о порядке взаимодействия и информационном обмене между Свердловской железной дорогой – филиалом ОАО «РЖД» и федеральным казенным учреждением «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Свердловской области» при решении задач в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций : соглашение от 29.12.2017 № 2716304. – Екатеринбург, 2017. – 14 с.

41. Об утверждении правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ Минтранса России от 21.12.2010 № 286 (ред. от 25.12.2018). – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110021/55ff97d8e3f87b7558cbef0c97932545ab59b3ee/.

42. Копылова, Е. В. Ведение поездной документации в условиях автоматизированного места ДСП и ДНЦ : методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок» / Е.В. Копылова. – М. : МИИТ, 2009. – 70 с.

43. Тимухина, Е. Н. Техническое нормирование работы железных дорог : учеб. пособие / Е. Н. Тимухина, О. П. Югина. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – 127 с.

44. Об утверждении внутренних форм первичного учета ОАО «РЖД» ДУ-2 И ДУ-3 [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 01.12.2009 № 2444р. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2009/dekabr-2009/7040-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-01-12-2009-n-2444r>.

45. Назаров, А. А. Теория массового обслуживания : учеб. пособие / А. А. Назаров, А. Ф. Терпугов. – 2-е изд., испр. – Томск : Изд-во НТЛ. 2010. – 228 с.

46. Об утверждении регламента по организации служебных расследований, учета пожаров и их последствий в ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] : распоряжение от 31.05.2019 № 1079р. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420258802>.

47. Система-112 в Пермском крае [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.company.rt.ru/press/news_fill/d439898/.

48. Об утверждении плана мероприятий по созданию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Ямало-Ненецком автономном округе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446497160>.

49. Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Центр обработки вызовов и мониторинга систем обеспечения безопасности жизнедеятельности» [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 23.01.2015 № 13-рп. – Режим доступа : <https://depit.admhmao.ru/obshchestvennyy-sovet/deyatelnost/zasedaniya/2018-god/25-yanvary-a-2018-goda/materialy-k-zasedaniyu/1096016/byudzhethoe-uchrezhdenie-khanty-mansiyskogo-avtonomnogo-okruga-yugry-tsentr-obrabotki-vyzovov-i-moni>.

50. В Тюмени создали Единый центр оперативного реагирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://newsprom.ru/news/Obschestvo/239846.html>.

51. Методические рекомендации о развитии, организации эксплуатации и контроля функционирования системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/557245784>.

52. О единой модели перехода железных дорог на безотделенческую структуру управления [Электронный ресурс] : распоряжение ОАО «РЖД» от 29.06.2010 № 1405р. – Режим доступа: <https://jd-doc.ru/2010/iyun-2010/6451-rasporyazhenie-oao-rzhd-ot-29-06-2010-n-1405r> 21.08.2019.

53. Свердловская железная дорога – филиал ОАО «РЖД», структура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://old-www.rzd.ru/ent/public/ru?STRUCTURE_ID=5185&layer_id=5553&make=search&type_id=&activity_type_id=&country_id=®ion_id=&place_dict_railway_id=76&lastName=&firstName=&middleName=&textSearch=&textSearchParam=1.

54. ПАМР.460018.006.ТП. ПВ Технический проект система обеспечения вызовов экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Свердловской области. Описание организационной структуры. – Санкт-Петербург, 2012. – 37 с.

55. Пономарев, Д. Ю. Теория телетрафика : учеб. пособие / Д. Ю. Пономарев. – Красноярск : СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2017. – 160 с.

56. Назаров, А. А. Теория массового обслуживания : учеб. пособие / А. А. Назаров, А. Ф. Терпугов. – 2-е изд., испр. – Томск : Изд-во НТЛ, 2010. – 228 с.

57. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е. С. Вентцель. – 2-е изд., стер. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 208 с.

58. Юркин, Ю. В. Оперативно-технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте : учебник для вузов железнодорожного транспорта / Ю.В. Юркин и др. – М. : ГОУ Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2007. – 264 с.

59. Simulink Моделирование и модельно-ориентированное проектирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/simulink/>.

60. SimEvents моделировать и моделировать системы дискретных событий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/simevents/>.

61. Черных, И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем [Электронный ресурс] / И. В. Черных. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/appendix2.php>.

62. Бусленко, Н. П. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) и его реализация на ЦВМ / Н. П. Бусленко, Ю. А. Шрейдер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 1961. – 228 с.

63. Слеповичев, И. И. Генераторы псевдослучайных чисел [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. И. Слеповичев. – Режим доступа: https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2018/07/09/slepovichev_i.i._generator_psevdosluchaynyh_chisel_2017.pdf.

64. Некрасов, К. А. Метод Монте-Карло на графических процессорах : учеб. пособие / К. А. Некрасов и др. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 60 с.

65. Шевченко, Д. Н. Методика тестирования и использования генераторов псевдослучайных последовательностей / Д. Н. Шевченко, С. В. Кривенков // ПФМТ. – 2014. – № 2(19). – С. 89–95.

66. C. Borrelli. IEEE 802.3 Cyclic Redundancy Check [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.xilinx.com/support/documentation/application_notes/xapp209.pdf.

67. Кнут, Д. Э. Искусство программирования: получисленные алгоритмы. Том 2 : учеб. пособие / К. Д. Эрвин (Donald Ervin Knuth) ; под общ. ред. Ю. В. Козаченко. – 3-е изд., перевод с англ. – М. : Вильямс, 2001. – 832 с.

68. Справочник по MATLAB – Массивы, матрицы и операции с ними [Электронный ресурс] / сост. В.Г. Потемкин. – Режим доступа: <https://hub.exponenta.ru/post/kniga-spravochnik-po-matlab-massivy-matritsy-i-operatsii-s-nimi-vgpotemkin660#rand>.

69. Будько, М. Б. Методы генерации и тестирования случайных последовательностей / М. Ю. Будько, А. В. Гирик, В. А. Грозов. – СПб. : Университет ИТМО, 2019. – 70 с.

70. Creating and Controlling a Random Number Stream [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.exponenta.ru/matlab/math/creating-and-controlling-a-random-number-stream.html>.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

71. Сисина, О. А. Моделирование информационного обмена для случая возникших нештатных и чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / О. А. Сисина, Н. Ф. Сирина // Вестник УрГУПС. – 2020. – № 1 (45). – С. 58–68 (0,89 п. л.).

72. Сисина, О. А. Имитационное моделирование информационного обмена для случая возникших чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / О. А. Сисина, Н. Ф. Сирина // Транспорт Урала. – 2020. – № 1 (64). – С. 15–22. – DOI: 10.20291/1815-9400-2020-1-15-22 (0,9 п. л.).

73. Сисина, О. А. Результаты имитационного моделирования процесса информационного взаимодействия для случая возникших чрезвычайных ситуаций во время перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / О. А. Сисина, Н. Ф. Сирина // Вестник РГУПС. – 2020. – № 2 (78). – С. 123–131 (0,55 п. л.).

74. Модель процесса информационного обмена на железной дороге при возникновении ситуаций чрезвычайного характера (АСИО) : свид. №2020612204 / Сисина О. А., Сирина Н. Ф. ; правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Уральский государственный университет путей сообщения; заявка №2020611131; дата поступления 05.02.2020; зарег. в Реестре программ для ЭВМ 19.02.2020.

Приложение А. Свидетельство о государственной регистрации программы
для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020612204

**Модель процесса информационного обмена на железной
дороге при возникновении ситуаций чрезвычайного
характера (АСИО)**

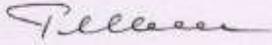
Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Уральский
государственный университет путей сообщения» (RU)*

Авторы: *Сисина Ольга Андреевна (RU),
Сиринина Нина Фридриховна (RU)*

Заявка № **2020611131**
Дата поступления **05 февраля 2020 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **19 февраля 2020 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 **Г.П. Иванов**

Приложение Б. Акт о рассмотрении результатов диссертационной работы



УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер Уральского
отделения
АО «ВНИИЖТ»
Куликанов И. А.

« 02 » сентября 2020 года

А К Т

о рассмотрении результатов диссертационной работы
Сисиной Ольги Андреевны

«Повышение эффективности организации реагирования при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций (на примере ОАО «РЖД»)»
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (транспорт, технические науки)

Комиссия в составе:

Председатель комиссии:

- главный научный сотрудник лаборатории «Комплексные системы безопасности» КСБ д. т. н. В.С. Наговицын;

Члены комиссии:

- заведующий лабораторией «Комплексные системы безопасности» КСБ А.Л. Ципи;

- старший научный сотрудник лаборатории КСБ к. т. н. С.А. Пряников;

- старший научный сотрудник лаборатории КСБ к. т. н. А. Н. Антропов

составили настоящий акт о том, что комиссией рассмотрены результаты, изложенные в диссертационной работе «Повышение эффективности организации реагирования при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций (на примере ОАО «РЖД»)», а именно модели и результаты моделирования процесса реагирования, методика организации реагирования структурных подразделений на возникшую НиЧС для минимизации последствий за счет применения информационных карт и единого информационного пространства для участников реагирования на различные по масштабам нештатные и чрезвычайные ситуации возникшие в границах Свердловской железной дороги – филиале ОАО «РЖД».

Полученная по результатам исследования процессов реагирования структурных подразделений на нештатные и чрезвычайные ситуации имитационная модель, позволяет получать данные об оптимальных временных маршрутах передачи информации с учетом задержек в цепях передачи информации, учесть уровни реагирования, регламенты взаимодействия. Программная реализация разработанной модели и автоматизирующий ее процесс работы код подтверждаются свидетельством

на программный продукт, зарегистрированный в Реестре программ для ЭВМ – «АСИО» (свид. № 2020612204).

Комиссия отмечает, что использование предложенных в исследовании разработок позволит сократить время доведения информации до структурных подразделений железной дороги, экстренных оперативных служб, находящихся на различных уровнях реагирования при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций, что позволит минимизировать последствия происшествий на объектах железной дороги.

Предложенная автором методика и программный продукт, могут быть применены для автоматизации процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» и интегрированы в интеллектуальную систему управления перевозочным процессом железнодорожного транспорта.

Председатель комиссии

18.09.2020  Маслов В. В.
Листов (подпись) 011111

Члены комиссии:

18.09.2020  Маслов В. В.
Листов (подпись) 011111

18.09.2020  Иванова С. В.
Листов (подпись) 011111

18.09.2020  Антонов А. Н.
Листов (подпись) 011111

Приложение В. Акт о внедрении результатов диссертационной работы

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер Свердловской
железнодорожной

Пидяшов А.М.

« 18 » сентября 2020 года

А К Т № 25613/СВЖД

о внедрении результатов диссертационной работы

Сисиной Ольги Андреевны

Комиссия в составе:

председатель комиссии – Иванов С.Н.
(должность, Ф.И.О.)

Члены комиссии: Александров Р.И.
(должность, Ф.И.О.)

Таннаев С.В.

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Повышение эффективности организации реагирования при возникновении нештатных и чрезвычайных ситуаций (на примере ОАО «РЖД»)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы при разработке, интегрированной в интеллектуальную систему управления перевозочным процессом, системы организации процесса реагирования на Свердловской железной дороге – филиале ОАО «РЖД».

Использование результатов диссертации позволяет повысить эффективность процесса реагирования структурных подразделений ОАО «РЖД» на нештатные и чрезвычайные ситуации.

Председатель комиссии 18.09.2020. Иванов С.Н.
(дата) (должность, Ф.И.О.)

Члены комиссии: 18.09.2020. Александров Р.И.
(дата) (должность, Ф.И.О.)
18.09.2020. Таннаев С.В.
(дата) (должность, Ф.И.О.)