

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»

---

На правах рукописи

СОЛДАТОВ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

НОРМИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ  
Специальность 05.22.08 – «Управление процессами перевозок»

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель  
доктор технических наук,  
профессор А.В. Горелик

Москва – 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>1 ПРОБЛЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТЬЮ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ</b> .....	15
1.1 Состояние вопроса.....	15
1.2 Риск-менеджмент в управлении содержанием железнодорожной инфраструктуры.....	20
1.3 Номенклатура показателей надежности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики.....	29
1.4 Выводы по главе .....	39
<b>2 СБОР, ОБРАБОТКА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ О НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ</b> .....	41
2.1 Источники данных и общая схема формирования статистической совокупности .....	41
2.2 Регистрация статистических данных из информационных систем ОАО «РЖД».....	49
2.3 Формирование статистической совокупности отказов объектов .....	53
2.4 Формирование статистической совокупности предотказных состояний объектов.....	57
2.5 Формирование статистической совокупности отступлений от норм содержания объектов .....	63
2.6 Формирование исходных данных для расчета допустимых значений показателей надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики .....	66
2.7 Выводы по главе .....	71
<b>3 НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ</b> .....	73
3.1 Общие принципы нормирования показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики.....	73

3.2	Нормирование рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики.....	89
3.3	Нормирование показателей функциональной надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики.....	99
3.4	Нормирование показателей структурной надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики.....	120
3.5	Определение фактических значений показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики .....	123
3.6	Выводы по главе.....	125
4	<b>АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ .....</b>	<b>127</b>
4.1	Постановка задачи .....	127
4.2	Структура автоматизированной системы расчета для анализа показателей надежности хозяйства автоматики и телемеханики .....	129
4.3	Интерфейсы взаимодействия автоматизированной системы анализа надежности с пользователями .....	132
4.4	Анализ показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики .....	135
4.5	Выводы по главе .....	141
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>143</b>
	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>146</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....</b>	<b>161</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....</b>	<b>165</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....</b>	<b>182</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....</b>	<b>259</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....</b>	<b>275</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....</b>	<b>290</b>

## Введение

**Актуальность темы исследования.** Сложившаяся на текущий момент обстановка в стране требует от ведущих производственных и промышленных компаний повышения конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Одним из способов достижения данной цели является оптимизация и совершенствование основных технологических процессов производства. В ОАО «Российские железные дороги» одним из ключевых активов является железнодорожная инфраструктура. Важным элементом инфраструктуры железнодорожного транспорта являются технические средства хозяйства автоматики и телемеханики.

Эксплуатация железнодорожной инфраструктуры, как совокупности сложных технических систем, требует существенных затрат, связанных с текущей эксплуатацией, модернизацией, а также дополнительных расходов, обусловленных возникновением отказов технических средств. Отказы объектов инфраструктуры вызывают задержки в движении поездов и, как следствие, - дополнительные расходы транспортной компании. Большинство отказов объектов транспортной инфраструктуры связаны с \их значительным износом. Например, в хозяйстве автоматики и телемеханики по состоянию на 1 января 2016 года назначенный срок службы превысили 68% стрелок электрической централизации и 41% устройств автоблокировки [39, 44].

В связи с этим возникает проблема рационального распределения ограниченных материальных и финансовых ресурсов на поддержание некоторого допустимого уровня надежности объектов транспортной инфраструктуры. Такой уровень определяется, прежде всего, допустимым уровнем риска отказов технических средств, связанным с возможностью предоставления клиентам услуги перевозки надлежащего качества и по приемлемой стоимости. Возникает вопрос: какой уровень потерь, вызванных задержками поездов, считать приемлемым и как определить нормы надежности технических объектов транспортной инфраструктуры, из-за случайных отказов

которых эти задержки возникают. Кроме этого, необходимо спрогнозировать значение этих параметров на несколько лет вперед, чтобы составить план замены и капитального ремонта при значительном дефиците финансирования.

Решение такой задачи является актуальным в рамках внедряемой в настоящее время компанией «Российские железные дороги» методологии управления ресурсами, рисками и анализа надежности (УРРАН). Согласно этой методологии, первичными являются показатели качества перевозочного процесса, а состояние технических средств по параметрам их надежности подразумевается поддерживать ровно таким, насколько это необходимо для обеспечения заданных показателей качества перевозок.

До настоящего времени в структурных подразделениях большинства транспортных компаний применяется подход к нормированию показателей надежности, основанный на анализе динамики отказов за отчетный период времени. В качестве нормы количества отказов на текущий календарный год, как правило, выступает сниженное на установленный уровень (порядка 20-30%) значение количества отказов, зарегистрированных в прошедшем календарном году, что, вряд ли можно назвать эффективным подходом. Такой принцип нормирования не гарантирует технической достижимости норм показателей надежности, не учитывает базовые положения теории надежности.

Поэтому актуальной задачей является разработка научно обоснованных методов нормирования показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). Решение данной проблемы позволит осуществлять «гибкое» нормирование показателей надежности систем обеспечения движения поездов в зависимости от их технических характеристик, условий эксплуатации и применения, уровня технических рисков из-за возможных отказов. При этом будут обеспечиваться технически достижимые и целесообразные с учетом возможных рисков значения норм показателей надежности для систем ЖАТ на железнодорожных линиях различных классов и специализаций, а также эффективное использование ресурсов, связанных с эксплуатацией и обновлением объектов транспортной инфраструктуры.

**Степень научной разработанности темы.** Большой вклад в разностороннее исследование проблем безопасности и надежности объектов транспортной инфраструктуры внесли известные ученые В.И. Апатцев, Л.А. Баранов, Б.Ф. Безродный, А.М. Брылеев, П.Ф. Бестемьянов, Д.В. Гавзов, А.В. Горелик, А.И. Годяев, И.Е. Дмитренко, И.Д. Долгий, В.А. Ивницкий, Ю.А. Кравцов, В.А. Кобзев, Л.Ф. Кондратенко, В.М. Лисенков, А.Б. Никитин, Ю.М. Резников, В.В. Сапожников, В.Вл. Сапожников, В.И. Шамапов, Д.В. Шалягин и другие.

В последние годы большое внимание уделяется проблеме повышения эффективности управления ресурсами и рисками, вопросам автоматизации процесса мониторинга состояния объектов инфраструктуры в различных хозяйствах ОАО «РЖД», в том числе и в хозяйстве автоматики и телемеханики. В этом направлении большой вклад в науку внесли В.А. Гапанович, А.М. Замышляев, Э.К. Лецкий, Е.Н. Розенберг, И.Б. Шубинский.

Для решения задач эффективного управления ресурсами на основе оценки рисков в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» широко используются методы, предложенные в работах Горелика А.В., Безродного Б.Ф., Орлова А.В., Тарадина Н.А., Журавлева И.А., Веселовой А.С., Савченко П.В., при этом отдельные результаты, представленные в диссертации, получены автором совместно с этим коллективом ученых, что отражено в соответствующих совместных публикациях [92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 101]. Применение методов риск-менеджмента для анализа показателей надежности является одним из направлений указанных исследований. В частности, результатом этих совместных исследований является обоснование номенклатуры показателей структурной и функциональной надежности объектов железнодорожной автоматики [101], метод нормирования рисков потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ [98], а также исследование математической модели оценки показателей надежности, основанное на модели обслуживающего прибора с двумя входами и решение для данной модели обратной задачи пересчета на основе итерационного метода [98]. Личный вклад

соискателя состоит в его включенном участии на всех этапах этих научных исследований, изложенных в диссертации, непосредственном участии соискателя в разработке методов и моделей нормирования и оценки показателей надежности систем ЖАТ, личном участии соискателя в апробации результатов исследования, обработке и интерпретации статистических данных, участии соискателя в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

**Цель работы:** разработать метод, позволяющий производить нормирование показателей надежности систем ЖАТ с помощью научно обоснованных алгоритмов и моделей, анализировать и оценивать влияние качества технической эксплуатации и уровня надежности систем ЖАТ на перевозочный процесс.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **следующие задачи:**

- разработать номенклатуру показателей надежности систем ЖАТ, необходимых для анализа состояния технических средств и оценки его влияния на перевозочный процесс;
- разработать статистические и математические модели для оценки и расчета нормативных значений показателей надежности систем ЖАТ, исследовать и обосновать адекватность этих моделей;
- разработать технологию сбора и обработки информации, необходимой для обоснованного нормирования и оценки показателей надежности систем ЖАТ, с учетом возможной интеграции соответствующих технологических алгоритмов в существующие информационные системы инфраструктурного комплекса ОАО «Российские железные дороги».

**Научная новизна** результатов исследования, полученных автором диссертации, состоит в следующем:

- предложена и обоснована номенклатура показателей структурной и функциональной надежности систем ЖАТ, которая, в отличие от известных аналогичных критериев, позволяет осуществлять научно обоснованный анализ и

нормирование уровня надежности этих систем с учетом его влияния на перевозочный процесс;

- предложены и обоснованы технологические алгоритмы сбора и обработки статистической информации, необходимой для обоснованного нормирования и оценки показателей надежности систем ЖАТ, которые, в отличие от применяемых технологий, позволяют обобщить данные из разнородных по структуре информационных систем ОАО «Российские железные дороги» с учетом особенностей их функционирования; разработаны новые классификаторы статистических данных, формируемых в этих системах;

- впервые разработан метод нормирования различных показателей надежности систем ЖАТ, основанный на использовании оригинальных результатов статистического анализа и математического моделирования, который, в отличие от известных подходов, впервые реализует обоснованное применение теории рисков для оценки качества функционирования систем ЖАТ.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в следующем.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что автором предложены и обоснованы новые модели и методы, расширяющие границы применимости результатов анализа показателей надежности систем ЖАТ, прежде всего, для решения задачи нормирования этих показателей при различных условиях эксплуатации. В диссертации изложены и обоснованы теоретические методы и модели оценки допустимых значений показателей надежности систем ЖАТ с учетом различных условий эксплуатации, раскрыты противоречия и проблемы, связанные с научным анализом потенциальной технической возможности и обоснованием производственной целесообразности применения систем ЖАТ с различными показателями надежности, изучены основные факторы и причинно - следственные связи влияния надежности систем ЖАТ на перевозочный процесс.

Наиболее значимые теоретические результаты, изложенные в диссертации, заключаются в следующем.



1. В работе получены и обоснованы новые научные результаты о законе распределения вероятностей случайной величины времени потерь поедо-часов, вызванных отказами систем ЖАТ, позволяющие осуществлять нормирование рисков возникновения этих потерь.

2. Обоснована адекватность применения модели системы массового обслуживания  $M/M/1:Loss$  с абсолютным приоритетом при обслуживании заявок и полными потерями для анализа взаимосвязи между показателями перевозочного процесса, надежности системы ЖАТ и величиной возникающих при отказах этих систем потерь поедо-часов. Автором впервые сформулирована и решена при помощи итерационных методов обратная задача, которую требуется решить с помощью данной системы массового обслуживания при нормировании значения интенсивности потока отказов объекта ЖАТ первой и второй категории.

3. В диссертации разработан новый подход к определению нормы интенсивности инцидентов, связанных с эксплуатацией систем ЖАТ, основанный на применении модели Гейнриха.

4. В работе проведено исследование существующих математических моделей, используемых для оценки значения времени до восстановления систем ЖАТ, предложена методика нормирования этого показателя.

Теоретические исследования, представленные в диссертации, проводятся при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 17-20-03072 по итогам конкурса проектов 2017 года ориентированных научных исследований, проводимый РФФИ совместно с открытым акционерным обществом «Российские железные дороги» на выполнение исследований на тему «Научные основы нормирования и прогнозирования показателей надежности функционирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта» коллективом в составе Горелик А.В., Журавлев И.А., Орлов А.В., Солдатов Д.В.).

Значение полученных в диссертации результатов исследования для практики подтверждается тем, что теоретические методы и модели, предложенные автором, реализованы в виде технологических алгоритмов и

конкретных методик, внедренных на сети железных дорог Российской Федерации.

Технологические алгоритмы сбора и обработки статистической информации, необходимой для обоснованного нормирования и оценки показателей надежности систем ЖАТ, нашли практическое применение при автоматизации процессов расчета фактических и нормативных значений показателей надежности технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики в автоматизированной системы анализа надежности хозяйства автоматики и телемеханики ОАО "РЖД" (АС АНШ).

В частности, в соответствии с основными положениями диссертации и общей концепцией метода, предложенного автором, были реализованы алгоритмы и программное обеспечение по расчету нормативных и фактических значений показателей функциональной надежности: интенсивности отказов 1-й и 2-й категории систем ЖАТ, потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ, коэффициента готовности по отказам систем ЖАТ 1-й и 2-й категории. Соответствующее программное обеспечение применяется в настоящее время для выполнения расчетов и анализа функциональной надежности систем ЖАТ для всей сети железных дорог ОАО «РЖД».

Кроме того, основные результаты, представленные в диссертации, нашли практическое применение при разработке, апробации и реализации методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики. Ряд теоретических положений и математических моделей, представленных в диссертации, использованы в целом ряде нормативных документах ОАО «РЖД», в том числе:

– методике комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта систем и устройств (утвержденной распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД» Г.В. Верховых № 2590/р от 19.12.2016 г);

– методических указаниях «Управление надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики телемеханики на основе

методологий ALARP и УРРАН» (утвержденной распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем № 2651/р от 23.12.2016 г.);

– методике сбора, обработки и представления данных, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики (утвержденной распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем № 2651/р от 23.12.2016 г.);

– методике оценки стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН (утвержденной распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем № 2706/р от 27.12.2016 г.).

Результаты практического использования полученных в диссертации результатов подтверждены соответствующими актами, которые представлены в приложении к диссертации.

**Методология исследований** в диссертационной работе основана на использовании теории рисков, методов математической статистики, теории вероятностей, теории массового обслуживания, структурного моделирования и статистического анализа. Результаты исследований реализуются в качестве методологии управления ресурсами, рисками и анализа надежности в хозяйстве автоматики и телемеханики на российских железных дорогах.

**На защиту выносятся следующие положения:**

- номенклатура показателей структурной и функциональной надежности систем ЖАТ, позволяющая осуществлять анализ и нормирование уровня надежности этих систем;

- метод нормирования рисков потерь поездочасов из-за отказов систем ЖАТ;

- метод нормирования показателей функциональной надежности объектов ЖАТ, основанный на применении математических моделей массового обслуживания и вероятностного анализа;

- совокупность технологических алгоритмов сбора, обработки и анализа статистической информации, необходимой для обоснованного нормирования

показателей надежности систем ЖАТ, разработанных с учетом особенностей функционирования различных информационных систем ОАО «РЖД», а также классификаторы статистических данных, формируемых в этих системах;

- модель нормирования показателей структурной надежности объектов ЖАТ, основанная на применении методов построения и анализа пирамиды Гейнриха.

**Степень достоверности и апробации** результатов исследования позволяет сделать вывод об обоснованности основных теоретических положений диссертации и представленных в работе практических результатов. Теория построена на известных проверяемых статистических данных об отказах и иных инцидентах, связанных с эксплуатацией систем ЖАТ на сети железных дорог Российской Федерации. Основные идеи, положенные в основу исследования, базируются на анализе существующих и применяемых на практике методов оценки показателей надежности технических средств и качества работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.

Автором использовано сравнение данных по надежности систем ЖАТ, полученных ранее на основе статистической отчетности подразделений автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» с данными, полученными с помощью моделей и методов, предложенных в диссертации.

Результаты теоретических исследований успешно апробированы и внедрены в ОАО «Российские железные дороги»

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на заседании кафедры «Железнодорожная автоматика, телемеханика и связь» РУТ (МИИТ) (с 2011 по 2018 год), на заседании Объединенного ученого совета ОАО «Российские железные дороги» (25 января 2018 года), а также на конференциях: восьмой международной научно-практической конференции «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», г. Ростов-на-Дону, 2016 г.; X Международной научно-практической конференции «TRANS-MECH-ART-СHEM», г. Москва, 2014 г.; VIII Международной научно-практической конференции «Транспортная инфраструктура Сибирского региона», г. Иркутск,

2017 г.; III Всероссийской научно-практической конференции «История и перспективы развития транспорта на севере России (к 40-летию начала строительства БАМа)», г. Ярославль, 2014 г.

**Публикации.** Полученные в диссертационной работе результаты отражены в 18 научных работах, в том числе 5 работ опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 131 наименования, шести приложений. Диссертация изложена на 294 страницах машинописного текста.

В первой главе проведен анализ текущего состояния инфраструктуры хозяйства автоматики и телемеханики и выполнена оценка его влияния на перевозочный процесс, проанализированы современные подходы к управлению надежностью объектов железнодорожной инфраструктуры, обоснована целесообразность нормирования показателей надежности систем ЖАТ на основе концепции риск-менеджмента. В данной главе предложена и обоснована номенклатура показателей функциональной и структурной надежности систем ЖАТ.

Во второй главе решается задача формирования совокупности исходных данных, необходимых и достаточных для обоснованной оценки допустимых и фактических значений показателей надежности, а также рисков по надежности функционирования систем ЖАТ, приводится анализ работы различных информационных систем ОАО «РЖД», из которых эти данные можно получить. На основе выполненной систематизации в данной главе описана и обоснована технология сбора и обработки исходных данных для оценки и анализа показателей надежности систем ЖАТ, синтезированы соответствующие технологические алгоритмы, реализовано формализованное описание структуры исходных данных.

В третьей главе диссертации разработана общая концепция нормирования показателей надежности систем ЖАТ и рисков потерь поездочных часов из-за отказов этих систем, разработаны методики определения допустимых значений

показателей надежности систем ЖАТ: величины потерь поездо-часов из-за отказов, среднего времени устранения отказов первой и второй категории и среднего времени до восстановления, интенсивности отказов первой и второй категории, интенсивности инцидентов, разработана методика расчета фактических значений этих показателей.

Четвертая глава посвящена решению проблем, связанных с практической реализацией расчета допустимых значений показателей надежности систем ЖАТ. В этом разделе диссертации обоснована необходимость автоматизации процессов сбора, обработки данных, расчета и представления результатов, описана функциональная структура и программные интерфейсы разрабатываемой для этих задач информационной системы. Для апробации разработанных в диссертации механизмов выполнен анализ показателей надежности систем ЖАТ на различных участках железных дорог Российской Федерации.

# 1 Проблема управления надежностью систем железнодорожной автоматики и телемеханики

## 1.1 Состояние вопроса

Как известно, для реализации технологического процесса железнодорожных перевозок любой транспортной компании недостаточно наличия одного лишь подвижного состава. Данный процесс в существенной мере обеспечивается также за счет эксплуатации разветвленной и территориально распределенной сети железнодорожной транспортной инфраструктуры.

В соответствии с [42] инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования (далее – транспортная инфраструктура) представляет собой технологический комплекс, включающий в себя железнодорожные пути общего пользования и другие сооружения, железнодорожные станции, устройства электроснабжения, сети связи, системы сигнализации, централизации и блокировки, информационные комплексы и системы управления движением и иные обеспечивающие функционирование этого комплекса здания, строения, сооружения, устройства и оборудование.

Стоимость основных фондов железнодорожной транспортной инфраструктуры по некоторым оценкам [85] составляет более 60 % от общей стоимости основных средств компании. При этом эксплуатационные затраты на железнодорожную транспортную инфраструктуру достигают 35% от общего объема. Железнодорожная инфраструктура неоднородна как по структуре и составу, так и по решаемым задачам, специфике содержания и обслуживания. Поэтому в организационной структуре ОАО «Российские железные дороги» (далее – ОАО «РЖД») различные объекты железнодорожной транспортной инфраструктуры соотносят с различными хозяйствами, входящими в центральную дирекцию инфраструктуры. В частности, системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики относят к хозяйству железнодорожной автоматики и телемеханики, которое ответственно за их эксплуатацию и содержание.

Доля стоимости инфраструктуры железнодорожной автоматики и телемеханики в стоимости железнодорожной инфраструктуры в целом, невелика, однако качество ее функционирования в существенной мере влияет на операционные показатели компании, возникающие издержки и риски, связанные с возможными нарушениями технологического процесса перевозок.

Так, согласно [4] анализ состояния безопасности движения поездов, надежности работы систем и устройств ЖАТ в хозяйстве автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры показывает следующее.

Несмотря на относительно небольшую долю в стоимости инфраструктуры в абсолютных единицах уровень оснащенности системами и устройствами значителен (Рисунок П.1.1 Приложения 1). Только отказов в инфраструктуре хозяйства автоматики и телемеханики по данным за 2015 год допущено 10691, что составляет порядка 4 % от общего количества отказов, зарегистрированных по всем хозяйствам ОАО «РЖД» (Рисунок П.1.2 Приложения 1).

Что касается влияния качества функционирования железнодорожной автоматики и телемеханики на перевозочный процесс, то наиболее показательным является анализ влияния отказов технических средств на задержки в движении поездов.

Так из 10691 отказа, существенную задержку в движении поездов вызвали 6363 отказа, которые были классифицированы как отказы 1 и 2 категории, что составляет более 50% от общего количества зарегистрированных отказов. Что примечательно (Рисунок П.1.2 Приложения 1), общее количество отказов по вине хозяйства пути за этот же период составило 157110, но существенную задержку, связанную с простоем в движении поездов, вызвали только 5803, т.е. 3,7%, что говорит о меньшем влиянии этих отказов на возможность реализации перевозок. Количество отказов 1 и 2 категории в хозяйстве автоматики и телемеханики оказалось самым большим среди хозяйств центральной дирекции инфраструктуры.



В целом по сети железных дорог России из-за отказов систем железнодорожной автоматики зарегистрировано 14382,7 потерь поездо-часов в грузовом движении со снижением средней участковой скорости на 0,032 км/ч.

Общее количество задержек поездов из-за отказов составило 24958 (Рисунок П.1.3 Приложения 1), причем наибольшее влияние отказы оказали на грузовые поезда. Если обратить внимание на пассажирские перевозки, то на отдельном учете стоят международные и скоростные поезда. В 2015 году из-за отказов по хозяйству автоматики было зарегистрировано 58 случаев задержки поездов «Аэроэкспресс», 16 случаев задержки поездов «Сапсан», 4 – «Аллегро», 11 – «Ласточка», что влечет существенные потери, как в денежном аспекте, так и в аспекте репутации компании.

Суммарная продолжительность задержки поездов в 2015 году составила чуть менее 15 тысяч часов, а ущерб – порядка 30 миллионов рублей (Рисунок П.1.4 Приложения 1).

Что касается влияния систем ЖАТ на безопасность перевозок, то в 2015 году было зарегистрировано 3 случая нарушений по вине хозяйства автоматики и телемеханики – по одному на Западно-Сибирской, Дальневосточной и

Куйбышевской железных дорогах. Несмотря на, казалось бы, небольшое количество нарушений безопасности, последствия от каждого из них могут составлять десятки миллионов рублей.

Таким образом, функционирование систем железнодорожной автоматики и телемеханики значительно влияет на перевозки как технологический процесс, и существенно влияет на издержки транспортной компании.

Несомненно, качество функционирования железнодорожной инфраструктуры, как и иных технических систем зависит от их состояния.

К сожалению, вследствие многолетнего недофинансирования, возникшего еще во время реформирования ОАО «РЖД» в конце 20 века, наблюдается существенный износ основных средств и несоблюдение сроков замены и обновления оборудования. В результате, износ отдельных элементов железнодорожной инфраструктуры, наиболее критичных по последствиям

выхода из строя, по оценкам различных экспертов достигает 70 – 80 процентов и даже более [0110, 117]. К настоящему времени в компании отсутствуют финансовые резервы для массового обновления изношенной железнодорожной инфраструктуры, включая системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. При этом потребность в обновлении для железнодорожной инфраструктуры на различных участках железных дорог существенно неравномерна, а, следовательно, массовое обновление инфраструктуры целесообразно заменить адресным.

Как и любая транспортная компания в своей деятельности компания ОАО «РЖД» исходит из концепции о том, чтобы предоставить клиентам услуги перевозки надлежащего качества и по приемлемой стоимости, потому что для клиента наиболее важным является именно данный аспект деятельности компании.

В приведенной концепции имеется определенное противоречие, так как увеличение качества услуг, как правило, повышает их стоимость и наоборот, поэтому при необоснованном существенном снижении стоимости услуг в общем случае можно ожидать значительного ухудшения их качества.

В сложившейся ситуации с целью обеспечения окупаемости перевозок, и, как следствие, экономической стабильности при ограниченных финансовых возможностях, компания пытается применять различные инструменты повышения эффективности деятельности, начиная от оптимизации организационной структуры и повышения «клиентоориентированности» за счет различных новых сервисов и услуг и заканчивая внедрением передовых подходов в управлении эксплуатационной деятельностью, реализацией основных и вспомогательных технологических процессов. Основная цель – научиться более рационально расходовать ограниченные ресурсы без заметного снижения качества предоставляемых услуг. В частности, при организации технологических процессов в компании широко применяют модели «бережливого производства» [0110].

В то же время задачу оптимального управления ресурсами при поддержании состояния железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава – одну из ключевых задач в обеспечении эффективности деятельности – компания стремится решать с применением успешного опыта ряда наиболее развитых европейских стран. Данный подход нашел отражение в методологии обеспечения безотказности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS), которая основана на европейском стандарте [125-131], а также собственном опыте эксплуатации. В дальнейшем накопленный опыт и результат апробации методологии RAMS были обобщены в методологии УРРАН [11, 12, 70, 73, 83, 115, 120] – методологии управления ресурсами, рисками и анализа надежности, которая стала результатом глубокой переработки, адаптации и усовершенствования методологии RAMS, и, по сути, в настоящее время является самостоятельной методологией, оригинальной во многих базовых положениях.

Методология УРРАН, определенная стандартами [103-108], является инструментом рационализации, а в отдельных случаях - оптимизации эксплуатационных расходов, связанных с содержанием железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава при условии обеспечения необходимых (нормативных) уровней таких важных для потребителя свойств, как надежность и безопасность перевозочного процесса. Нормативы уровня надежности перевозочного процесса при этом предполагается определять с учетом различных рисков, в первую очередь - экономических.

Таким образом, в управлении эксплуатационной деятельностью структурных подразделений компании наблюдается переход к подходам, применяемым в риск-менеджменте. Это ключевое отличие новых методов и моделей управления содержанием инфраструктуры от применявшихся до настоящего времени.

## 1.2 Риск-менеджмент в управлении содержанием железнодорожной инфраструктуры

В основе управления эксплуатационной деятельностью структурных подразделений, ответственных за содержание железнодорожной инфраструктуры в компании ОАО «РЖД», лежит концепция рисков [23, 108].

Под риском при этом понимают некоторое сочетание частоты (вероятности) нежелательного (рискового) события и величины ущерба (затрат), возникающего при его реализации [74, 84]. Часто используемым сочетанием этих параметров является их произведение. Частота рискового события и величина ущерба рассматриваются как составляющие риска.

Необходимость применения концепции рисков при управлении содержанием железнодорожной инфраструктуры связана с тем, что абсолютной надежности и безопасности для технических систем не существует. После принятия любых мер в системе железнодорожной автоматики и телемеханики с той или иной вероятностью все равно могут возникать отказы, так как отказ – событие случайное по своей природе. Причем, если отказ возник, то виды и размеры последствий также могут быть совершенно различными, так отказ может не вызвать задержек в движении поездов и потребует затрат только на ремонт, а если вызовет, то величина задержки будет также в существенной мере случайной [16, 50]. Следовательно, в последнем случае могут возникнуть существенные финансовые потери, которые могут существенно превышать затраты на сам ремонт. Поэтому понятие риска обобщает случайную природу событий и величину ущерба, так как риск представляет собой сочетание вероятности или частоты рискового (нежелательного) события с удельной величиной последствий, которые возникнут, если рисковое событие все же случится.

По сути, с позиции рисков можно характеризовать качество и эффективность функционирования технических систем. Следует отметить, что проблеме оценки, анализа, управления эффективностью функционирования технических систем посвящено множество работ [28, 33, 34]. Непосредственно в

области железнодорожной автоматики и телемеханики большое значение имеют работы Абрамова В.М. [1-3], Безродный Б.Ф. [11, 13, 15, 17, 19-21], Бестемьянова П.Ф. [6], Горелика А.В. [11, 13, 15-22, 57-62], Гапановича В.А. [11-13], Дмитренко И.Е. [29], Долгий И.Д. [30, 31], Ивницкий В.А. [41], Замышляева А.М. [39, 40, 70, 120], Кравцова Ю.А. [46], Лисенкова В.М. [50, 51], Никитин А.Б. [55], Орлов А.В. [15, 17, 19, 57-65], Сапожникова В.В. [78-81], Сапожникова Вл.В. [78-80], Шалягина Д.В. [11, 13, 15, 17], Шаманова В.И. [80, 118], Шубинского И.Б. [120-123] и многих других. Некоторые из перечисленных авторов касались и проблемы менеджмента рисков, в том числе в области безопасности функционирования железнодорожной автоматики и телемеханики Розенберга Е.Н. [71-73].

В проблеме менеджмента рисков следует отметить следующие задачи (Рисунок 1.1) [23]:

- оценки и прогнозирования риска;
- анализа риска;
- оценивания риска;
- управления риском.

Под оценкой величины риска понимают процесс получения фактических значений вероятности (частоты) и последствий риска. Оценка риска может осуществляться по различным шкалам: количественной, полуколичественной, качественной [23].

Прогнозирование величины риска заключается в получении его оценочного уровня для некоторого интервала времени, который наступит в будущем. Прогнозная величина риска является предполагаемой, а не фактической.

Оценка риска является одной из процедур анализа риска, который включает в себя также стадии определения области применимости риска и идентификации вида риска [23].

Оценивание риска – это процедура, заключающаяся в сравнении оцененной (прогнозной) величины риска с критериями риска. Цель сравнения –

определение уровня значимости риска. Для каждого уровня значимости риска указывается его интерпретация – краткое смысловое описание.

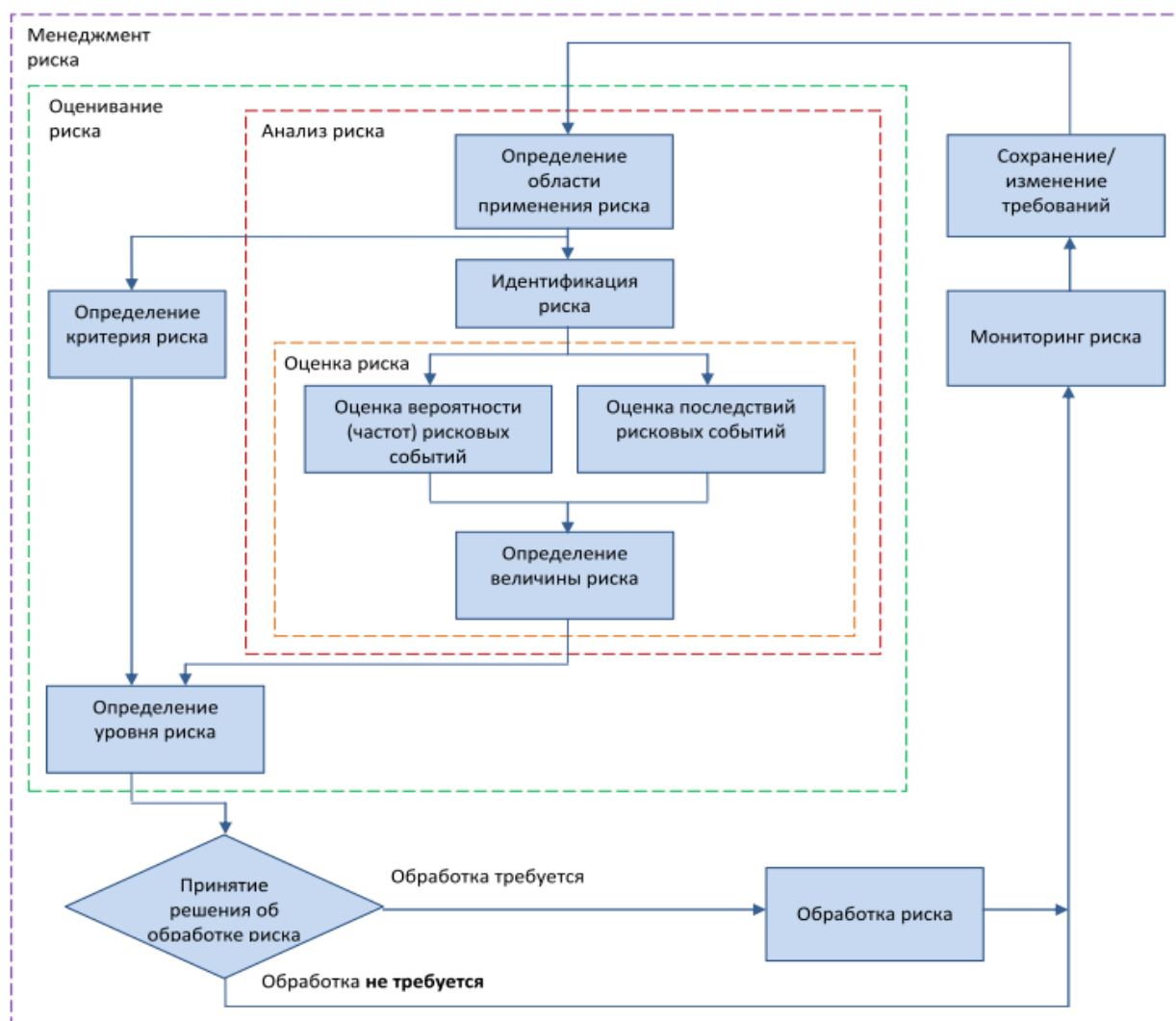


Рисунок 1.1 – Модель риск-менеджмента

Управление риском это целенаправленное изменение, коррекция уровня риска. Цель управления риском – изменение фактического (прогнозного) уровня риска до некоторого приемлемого уровня. Как правило, управление риском подразумевает решение различных оптимизационных задач [23].

Оценку величины риска можно осуществлять на основе анализа статистических данных за некоторый период наблюдения. Прогнозирование величины риска можно осуществлять различными способами: на основе

обработки статистических данных и выявления тенденции в его изменении во времени, на основе аналитических моделей либо имитационного моделирования. Независимо от используемого инструмента, конечным результатом оценки и прогнозирования риска является его численное или качественное значение.

Оценивание рисков согласно [23], реализуют следующим образом.

Как известно, при современном уровне развития науки и техники уровни надежности и безопасности функционирующих систем не абсолютны, хоть могут быть сколь угодно высоки. В связи с этим ключевой отличительной чертой нового подхода к управлению надежностью и безопасностью функционирования железнодорожной транспортной инфраструктуры, базирующегося на применении концепции риск-менеджмента, является то, что по причине принципиальной невозможности обеспечения абсолютной надежности и безопасности функционирования технических систем и риски по надежности и безопасности их функционирования не могут быть равны нулю. Любое мероприятие или их комплекс может привести, лишь к снижению уровня риска (Рисунок 1.2). При этом с ростом затрат (инвестиций) на предупреждение риска, темп его снижения с некоторого момента обычно начинает замедляться, поэтому имеется некоторый целесообразный уровень риска.

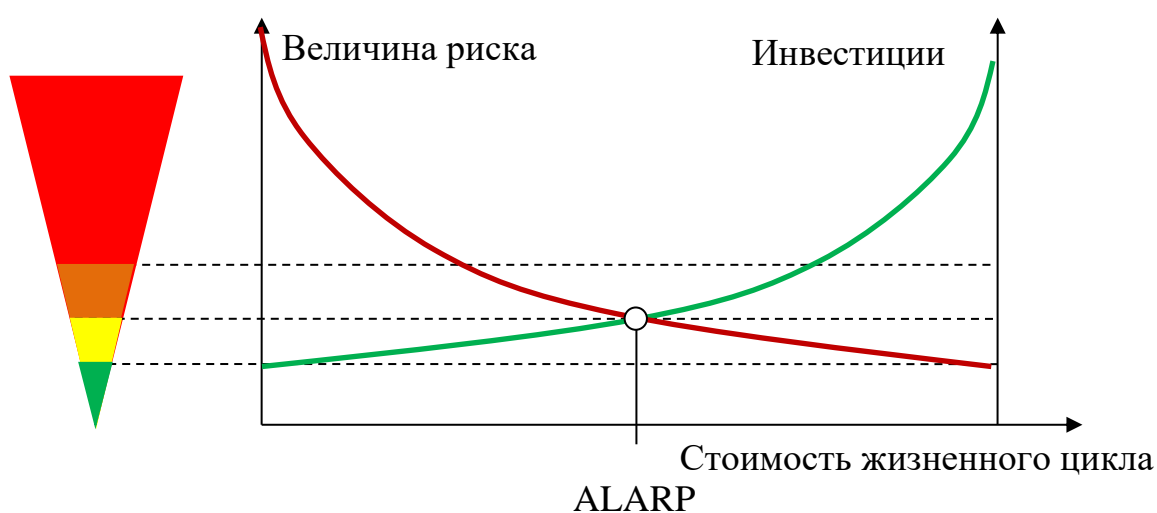


Рисунок 1.2 – Модель ALARP

Целесообразный уровень риска обычно называют ALARP, что означает – риск настолько низкий насколько это возможно и достижимо [101].

Данный вопрос применительно к системам ЖАТ подробно рассмотрен в работах [98, 101].

Целесообразный уровень риска на практике не всегда достижим, поэтому принято оценивать близость фактического риска к точке ALARP. Для этого применяют модель ALARP, называемую также «галстук-бабочкой». Модель ALARP описывает уровень риска по качественной и количественной шкале, в зависимости близости его к целесообразной величине. В соответствии с [23] модель ALARP изображают в виде пирамиды (Рисунок 1.2) состоящей из четырех областей риска различного цвета с категориями: «недопустимый» (красная), «нежелательный» (оранжевая), «допустимый» (желтая), «не принимаемый в расчет» (зеленая). Целесообразный уровень риска считают находящимся на границе областей уровней риска с категориями «нежелательный» и «допустимый». Эти уровни являются целесообразными. В отличие от них уровень «недопустимый» означает экономию инвестиций, при неприемлемом росте потерь по рисковому событиям. Уровень «не принимаемый в расчет» говорит о том, что по рисковому событиям потери незначительны, но, возможно, это достигнуто за счет излишних инвестиций, в результате чего стоимость жизненного цикла технических систем оказывается завышенной.

В рамках проекта УРРАН модель ALARP получила дальнейшее развитие в виде матриц рисков [101]. Общий вид типовой матрицы рисков представлен на Рисунке 1.3 [52, 99].

В отличие от модели ALARP матрица рисков двумерна: вертикальная ось – ось частоты (вероятности) рисковому событиям, а горизонтальная – ось средней, максимальной, либо удельной величины последствий по рисковому событиям. Интегральный уровень риска определяется цветом клетки, находящейся на пересечении соответствующих уровней частоты рисковому событиям и ущерба. Смысл раскраски клеток аналогичен модели ALARP. Составляющие риска



выступают координатами уровня риска в матрице рисков, благодаря чему матрица позволяет выполнять первичный факторный анализ. Следует отметить, что методика построения матриц рисков, применяемая в ОАО «РЖД» [52], представляет собой абстрагированное описание, а конкретизированную по видам рисков матрицу должны разрабатывать различные структурные подразделения ОАО «РЖД» в зависимости от того, какие риски требуется оценивать.

Частота рисковых событий (вероятность)		Потери по рисковым событиям			
		Незначительный	Значительный	Существенный	Критический
		1	2	3	4
Частое	Ч				
Вероятное	В				
Случайное	С				
Редкое	Р				
Крайне редкое	К				
Маловероятное	М				

Рисунок 1.3 – Матрица рисков

Проведенный первичный анализ показал, что приемлемым видом рисков, описывающих влияние надежности систем ЖАТ на перевозочный процесс, являются риски потерь поездо-часов из-за отказов элемента инфраструктуры ЖАТ. Данный подход изложен в работах [22]. Как следует из документа [4] потери поездо-часов непосредственно связаны с влиянием инфраструктуры на качество перевозок, кроме того, данный показатель фиксируется в информационных системах ОАО «РЖД» для различных структурных подразделений и является понятной «общей» технической единицей измерения последствий. Поездо-часы потерь  $P_o$  – это обобщенный уровень ущерба для перевозочного процесса, описывающий как количество задержанных поездов

различных категорий, так и задержки каждого из них (по отправлению, прибытию, проследованию) из-за отказов элемента транспортной инфраструктуры.

Инфраструктура железнодорожной автоматики и телемеханики функционирует в существенно различных условиях перевозок, включая разные классы и специализации железнодорожных линий, разные размеры и интенсивность движения поездов. Очевидно, что риски потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ даже при ее одинаковом уровне надежности будут различными, и тем более будут различными при разном уровне надежности, поэтому целесообразно в качестве элемента, рассматриваемого в качестве базового уровня детализации при оценке рисков потерь поездо-часов из-за отказов рассматривать систему ЖАТ на конкретной станции или перегоне. В дальнейшем будем отдельную станционную или перегонную систему на конкретном участке железных дорог называть объектом ЖАТ [22, 98, 101].

На основе базового уровня в последующем могут формироваться риски более высоких уровней, например, риски по надежности инфраструктуры ЖАТ для участков железнодорожных линий, риски по надежности инфраструктуры ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики, а также и иные риски.

Таким образом, в хозяйстве автоматики и телемеханики целесообразным видом риска по надежности функционирования систем ЖАТ является риск потерь поездо-часов из-за отказов инфраструктуры  $R_o$ .

Потери поездо-часов  $P_o$  являются единицей ущерба (последствий) по рисковому событию и могут откладываться вдоль горизонтальной оси матрицы рисков. В соответствии с [52] рекомендуется выражать ущерб в удельных единицах на одно рисковое событие, поэтому ось потерь поездо-часов должна быть выражена в удельных единицах.

Ось частоты рискованных событий должна быть связана с причиной потерь поездо-часов – отказами. В компании ОАО «РЖД» по уровню последствий

отказы классифицируют на три категории [69]. Риски поездо-часов потерь возникают преимущественно из-за отказов первой и второй категории, тогда как от отказов третьей категории поездо-часы потерь незначительны, либо отсутствуют вовсе и существенных потерь для компании не несут. Следовательно, ось частоты рисков событий – это ось частоты отказов первой и второй категории  $f_{o12}$ , причем частота событий в соответствии с [52] должна быть приведена на расчетный период – календарный год.

С учетом приведенного анализа целесообразный вид матрицы рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ представлен на Рисунке 1.4 [97, 102], при этом интегральный риск потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ можно вычислить по формуле:

$$R_o = P_o \cdot f_{o12}. \quad (1.1)$$

Таким образом, вид матрицы рисков определен, далее необходимо решить задачу определения количественных значений составляющих риска, соответствующих тому или иному качественному значению для различных временных промежутков, а также разработать методику оценивания фактического уровня рисков с помощью синтезированной матрицы.

Частота отказов 1 и 2 категории, 1/год		Потери поездо-часов из-за отказа объекта ЖАТ, п-ч/отказ			
		Незначительный	Значительный	Существенный	Критический
		1	2	3	4
Частое	Ч				
Вероятное	В				
Случайное	С				
Редкое	Р				
Крайне редкое	К				
Маловероятное	М				

Рисунок 1.4 – Матрица риска потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ

Матрица рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ (далее по тексту – матрица рисков) должна играть ключевую роль в управлении надежностью объектов ЖАТ, так как она описывает качество предоставляемых в результате эксплуатации объектов ЖАТ услуг перевозки, которое в настоящее время является приоритетом компании ОАО «РЖД». Цвет клеток в ней характеризует допустимые и недопустимые уровни риска.

Фактический уровень риска, определяемый по матрице рисков, есть результат влияния фактического уровня надежности объекта ЖАТ на перевозочный процесс. Если каждому уровню риска потерь поездо-часов на заданном участке железных дорог соответствует свой уровень надежности объекта ЖАТ, то расчетным путем можно решать и обратную задачу, которая заключается в том, что при известном уровне риска потерь поездо-часов и заданных характеристиках участка железной дороги, на котором расположен исследуемый объект ЖАТ, можно определить допустимые значения показателей надежности объекта ЖАТ, при которых такой уровень риска возможен, с заданной вероятностью. В этом случае можно решить задачу определения значений показателей надежности объекта ЖАТ, соответствующих вероятному переходу перевозочного процесса в матрице рисков в различные клетки. Такие граничные значения показателей могут использоваться для оценки эффективности функционирования объекта ЖАТ на конкретном участке с позиции рисков потерь поездо-часов из-за его отказов, то есть рассматриваться как соответствующие нормы. Задача нормирования показателей надежности является одной из основных задач настоящей диссертационной работы, наряду с задачей синтеза матрицы рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ. Но, до того, как решать задачу нормирования показателей надежности, следует определить их перечень и структуру.

### 1.3 Номенклатура показателей надежности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Начиная с середины прошлого века активно ведутся исследования, направленные на повышение надежности систем ЖАТ, основные результаты которых отражены в работах Сапожникова В.В. [78-81], Сапожникова Вл.В. [78-80], Шаманова В.И. [118], Ягудина Р.Ш. [124], Дмитренко И.Е. [29] и многих других известных ученых.

Трудоемкость расчета надежности устройств ЖАТ определяется в первую очередь особенностями их построения и условиями эксплуатации [54]:

- большим количеством взаимодействующих между собой устройств (особенно для релейных систем);
- сложными климатическими условиями эксплуатации;
- динамическими нагрузками со стороны подвижного состава;
- электромагнитным влиянием со стороны тяговой сети, ЛЭП, грозовых разрядов и ряда других [54].

Подробный анализ применения различных показателей надежности для оценки качества систем ЖАТ с учетом особенностей процесса эксплуатации этих систем приведен в работе [53]. Обоснование выбора номенклатуры показателей надежности, используемых при реализации методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики, приведено в работах [92, 98, 99, 101].

Наиболее часто применяемые при оценке надежности железнодорожной автоматики и телемеханики единичные и комплексные показатели представлены на Рисунке 1.5. Эти показатели на Рисунке 1.5 выделены цветом.

Как видно из Рисунка 1.5, методология УРРАН в настоящее время ориентируется на три показателя, определенных в [24]:

- средняя интенсивность отказов;
- среднее время до восстановления;
- коэффициент готовности.



Рисунок 1.5 – Надежность технических систем и ее показатели

Следует отметить, что в рамках внедрения методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики термин «техническая система» конкретизируется в формулировке «объект ЖАТ» - система железнодорожной автоматики и телемеханики на некоторой станции или перегоне, поэтому все перечисленные показатели должны соотноситься с объектом ЖАТ.

Анализ показал, что приведенные в [24] показатели надежности не в полной мере отражают задачи методологии УРРАН. Это связано с тем, что, как указано ранее, в методологии УРРАН первичными являются показатели, характеризующие перевозочный процесс, который позволяет компании ОАО «РЖД» предоставить основную услугу – услугу перевозки, поэтому показатели надежности технических систем и подвижного состава являются лишь

вторичными, которые целесообразно поддерживать на таком уровне, чтобы обеспечить выполнение заданных значений первичных показателей.

Для решения данной задачи необходимо выполнить декомпозицию свойства «надежность» аналогично тому, как это предложено выполнять применительно к информационным системам в работах [76, 121-123]. В этом случае надежность технической системы следует разделять на две составляющих (Рисунок 1.6):

- структурную надежность;
- функциональную надежность.

Указанные понятия описывают свойство надежности в разных аспектах. Под структурной надежностью подразумевается надежность продукции – объектов (элементов, систем). Функциональная надежность – это надежность оказания услуг (выполнения процессов) [121].

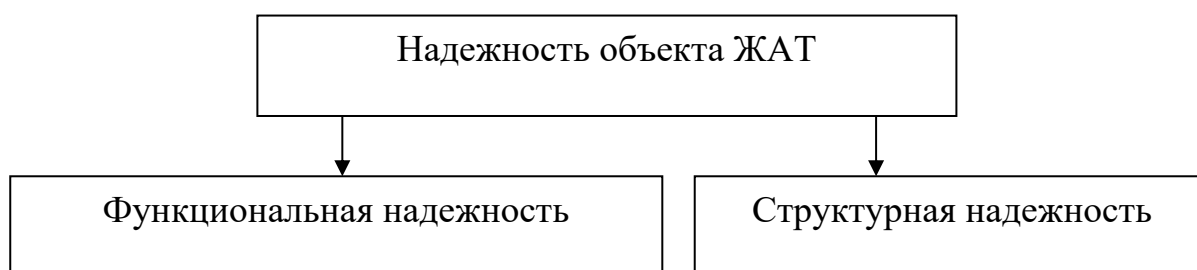


Рисунок 1.6 – Надежность объектов ЖАТ

Таким образом, функциональная надежность объекта ЖАТ должна характеризовать влияние объекта ЖАТ на перевозочный процесс [76], а структурная надежность и является свойством объекта ЖАТ без учета процесса его применения по назначению. Данное разделение должно стать ключевым в методологии УРРАН.

Таким образом, надежность объекта ЖАТ целесообразно описать кортежем вида:

$$H = \langle H_c, H_\phi \rangle, \quad (1.2)$$

где  $H_c, H_f$  – структурная и функциональная надежность объекта ЖАТ соответственно.

Очевидно, что указанные на Рисунке 1.5 показатели описывают только структурную надежность, что является недостаточно для их применения в риск-менеджменте и реализации методологии УРРАН. Можно выделить две основных причины, несоответствия показателей потребностям:

- недостаточная объективность оценки показателей структурной надежности в условиях производственного процесса в хозяйстве автоматики и телемеханики;
- отсутствие возможности оценки влияния надежности объектов ЖАТ на перевозочный процесс.

На начальных этапах реализации методологии УРРАН при участии автора была предпринята попытка оценки и анализа показателей структурной надежности объектов ЖАТ на основе данных из информационных систем ОАО «РЖД» с целью управления ресурсами и оценке рисков [15, 19, 20, 36, 37, 57-60, 85-88]. Был получен некоторый положительный опыт, однако было установлено, что приведенные показатели полной картины о состоянии объектов ЖАТ не дают. Казалось бы, все данные об отказах регистрируются в информационных системах ОАО «РЖД», однако, сам процесс регистрации данных осуществляется в большинстве случаев ручным способом оперативным персоналом, что приводит к ошибкам и искажениям данных об отказах, в силу ряда объективных, а чаще – субъективных причин.

Кроме того, следует учитывать, что инфраструктура в хозяйстве автоматики и телемеханики сильно изношена (более 80%) [117], и, как следствие, помимо отказов объективно по многим объектам ЖАТ регистрируется достаточно большое количество предотказных состояний и отступлений от норм содержания. Вследствие их накопления, становится весьма вероятным переход количества в качество, когда предотказные состояния и отступления от норм



содержания перерастают в отказы, что при текущем состоянии инфраструктуры должно обязательно учитываться при анализе.

Отметим, что далеко не каждое предотказное состояние или отступление от норм содержания вызовет в последующем отказ, поэтому требуется выработать подход к оценке их влияния на надежность объектов ЖАТ. Таким образом, дополнительные статистические данные должны проходить строгий отбор, с обоснованным отсеиванием тех, которые на надежность функционирования объекта ЖАТ влияния не оказывают. Перечисленные события имеет смысл учитывать при оценке и анализе структурной надежности  $H_c$  объекта ЖАТ.

Для совокупности различных событий, учитываемых при анализе структурной надежности, введем обобщающее понятие – инцидент – событие, вызванное переходом железнодорожной техники в неработоспособное или предотказное состояние, либо в состояние с зафиксированным отступлением от норм содержания.

Минимальная совокупность первичных показателей структурной надежности, необходимая для применения в методологии УРРАН представлена в Таблице 1.1 [98, 99].

Таблица 1.1 – Показатели структурной надежности объекта ЖАТ

№ п/п	Показатель	Обозначение	Характеризуемое свойство	Единицы измерения
1	Средняя интенсивность инцидентов объекта ЖАТ	$\lambda_u$	Безотказность	1/ч
2	Среднее время до восстановления объекта ЖАТ	$T_v$	Ремонтопригодность	ч

Средняя интенсивность инцидентов  $\lambda_u$  объекта ЖАТ по своей сути аналогична средней интенсивности его отказов, но характеризует инциденты.

Расчет данного показателя может выполняться аналогично среднему значению интенсивности отказов, но на основе специфического набора статистических данных.

Среднее время до восстановления объекта ЖАТ  $T_v$  должно определяться согласно [24], на основе данных обо всех отказах рассматриваемой технической системы.

Таким образом, структурную надежность объекта ЖАТ можно описать кортежем:

$$H_c = \langle \lambda_u, T_v \rangle. \quad (1.3)$$

Функциональная надежность характеризует влияние объекта ЖАТ на процесс перевозок. Результат влияния надежности функционирования объекта ЖАТ на технологический процесс перевозки наглядно отражается таким показателем, как потери поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ  $P_o$ . Как указано ранее, данный показатель является обобщенным, фиксируемым в различных информационных системах ОАО «РЖД», представляет собой одну из составляющих риска по надежности функционирования объектов ЖАТ и характеризует качество предоставления услуги объектом ЖАТ. Его применение позволяет установить взаимосвязь показателей рисков по надежности к непосредственно показателям надежности.

В компании ОАО «РЖД» имеется утвержденная классификация отказов объектов инфраструктуры по категориям в зависимости от того, как они повлияли на перевозочный процесс [69]. Данная классификация используется при регистрации уже случившихся отказов в информационной системе КАС АНТ:

- отказы первой категории – это отказы, которые привели к задержке пассажирского или пригородного поезда на 6 минут и более, грузового поезда на перегоне (станции) на 1 час и более или приведшие, или при тех же условиях которые привели бы к случаям нарушения безопасности движения в поездной или маневровой работе;

- отказы второй категории – это отказы, которые привели к задержке грузового поезда на перегоне (станции) продолжительностью от 6 минут до 1-го часа, или когда оказанное воздействие привело или при тех же условиях могло привести к ухудшению эксплуатационных показателей, исключая задержки поездов, относящиеся к отказам первой категории;

- отказы третьей категории – это отказы, не имеющие последствий, относящихся к отказам первой и второй категории [69].

Вместе с тем, в методологии УРРАН требуется характеризовать не только уже случившиеся отказы, но и те, которые потенциально могут возникнуть и попасть в ту или иную категорию, поэтому определения категорий отказов в настоящей работе потребовали коррекции и расширения.

Таким образом, существенное влияние на потери поездо-часов оказывают только отказы первой и второй категории.

Проведенный анализ показал, что минимальный набор показателей функциональной надежности помимо величины потерь поездо-часов  $P_o$  должен быть дополнен следующими показателями:

– средним временем устранения отказа первой и второй категории  $T_{\text{в12}}$  объекта ЖАТ;

– средней интенсивностью отказов первой и второй категории  $\lambda_{12}$  объекта ЖАТ;

– коэффициентом готовности по отказам первой и второй категории объекта ЖАТ  $K_{\text{в12}}$ .

Очевидно, что приведенный набор показателей является избыточным, так как, если известны любые два показателя, то третий может быть вычислен на основе них.

Совокупность показателей функциональной надежности объекта ЖАТ представлена на Рисунке 1.7 [98, 99].

Средняя интенсивность отказов первой и второй категории  $\lambda_{12}$  и среднее время устранения отказов первой и второй категории  $T_{\text{в12}}$  аналогичны таким показателям структурной надежности, как средняя интенсивность отказов и среднее время до восстановления, однако относятся только к отказам первой и второй категории. Коэффициент готовности по отказам первой и второй категории представляет собой вероятность того, что в произвольный момент времени объект ЖАТ не будет находиться в неработоспособном состоянии, вызванном отказом первой или второй категории (т.е. отказом, вызывающим существенную задержку в движении поездов).

Таким образом, функциональная надежность объекта ЖАТ может быть описана кортежем вида:

$$H_{\phi} = \langle \lambda_{12}, T_{\text{в12}}, K_{\text{г12}}, P_o \rangle. \quad (1.4)$$



Рисунок 1.7 – Показатели функциональной надежности

Необходимость использования средних показателей функциональной и структурной надежности обусловлена тем, что деятельность структурных подразделений хозяйства автоматики, как правило, оценивается по средним показателям за некоторый отчетный интервал времени: месяц, квартал, год.

Каждый из показателей надежности может иметь несколько значений, которые отличаются друг от друга по смыслу, а также тем, какие исходные данные использовались для их расчета, каким способом проводились вычисления. При реализации методологии УРРАН различают три значения показателей надежности: проектное, фактическое и допустимое [11, 15, 21, 99].

Проектное значение – это значение показателя, найденное расчетным путем с помощью типовых схем надежности. Проектные значения показателя можно найти еще на стадии опытно-конструкторской разработки объекта ЖАТ. Проектное значение показателя может вычисляться для усредненных (эталонных) условий, либо для конкретных предполагаемых условий применения объекта ЖАТ.

Фактическое (достигнутое) значение – это значение показателя, определяемое на основе статистических данных о функционировании реально существующего объекта ЖАТ в процессе его эксплуатации.

Допустимое значение (норма) – это значение показателя, на основе которого формируются критерии эффективности функционирования объекта ЖАТ по заданному показателю. Допустимое значение показателя может быть задано еще на стадии научно-исследовательских работ и далее корректироваться на протяжении всего жизненного цикла объекта ЖАТ.

Сопоставление указанных выше трех значений каждого показателя надежности между собой позволяет формулировать выводы об эффективности с позиции рисков и надежности функционирования объекта ЖАТ и, при необходимости, разрабатывать мероприятия по управлению надёжностью.

С учетом этого, формально совокупность значений показателей технологической эффективности объекта ЖАТ с точки зрения надежности его

функционирования можно представить структурой на Рисунке 1.8

Следует отметить, что структурные подразделения хозяйства автоматики и телемеханики преимущественно занимаются содержанием систем железнодорожной автоматики и телемеханики на этапе их эксплуатации, а не разработкой, поэтому в настоящее время эффективность функционирования объектов ЖАТ целесообразно осуществлять на основе сопоставления фактических и допустимых значений показателей.

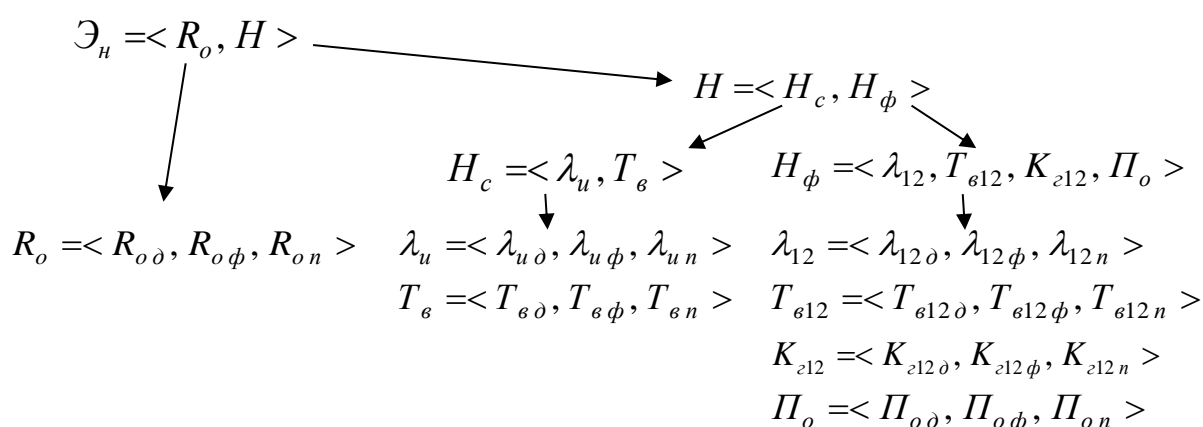


Рисунок 1.8 – Структура рисков и показателей надежности объекта ЖАТ

При этом наибольшую сложность вызывает вопрос нормирования показателей надежности – определения допустимых значений, тогда как задача определения фактических значений указанных показателей значительно проще, так как рассчитываются непосредственно из статистических данных о функционировании объекта ЖАТ за некоторый интервал времени.

Напомним, что без допустимых значений показателей надежности нельзя определить достаточно эффективно функционирует объект ЖАТ или нет. Поэтому актуальной видится задача разработки подхода к нормированию показателей надежности, которому будет посвящена дальнейшая часть диссертации.

При разработке механизма нормирования показателей надежности объекта ЖАТ необходимо учесть ранее рассмотренные концептуальные положения методологии УРРАН, положения теории риск-менеджмента и теории надежности. В частности, в методологии УРРАН допустимые значения показателей надежности предполагается рассчитывать на основе экономических или технических издержек, связанных с рисковыми событиями, то есть, как ранее выяснено, – с задержками в движении поездов.

К допустимым значениям показателей надежности объекта ЖАТ должны быть применимы требования:

- технической достижимости допустимых значений показателей реально функционирующими объектами ЖАТ;
- учета условий применения объекта ЖАТ;
- объективности и прозрачности оценки и анализа показателей надежности объекта ЖАТ.

Для того, чтобы решить заявленную задачу потребуется:

- определить перечень исходных данных, источники, способы их получения и обработки;
- разработать методику нормирования показателей надежности;
- разработать рекомендации и предложения по автоматизации процесса нормирования показателей надежности.

С целью оценки результатов работы на основе разработанных решений в заключительной части работы будет выполнен анализ надежности функционирования для различных объектов ЖАТ, эксплуатируемых в разных условиях.

#### **1.4 Выводы по главе**

В первой главе диссертационной работы получены следующие результаты:

1. Проведена аналитическая оценка состояния инфраструктуры хозяйства автоматики и телемеханики и ее влияния на технологический процесс железнодорожных перевозок.

2. Проанализированы современные подходы к управлению надежностью железнодорожной инфраструктуры, применяемые в России и в Европейских странах. Выяснено, что в настоящее время целесообразным является управление надежностью с позиции риск-менеджмента. Это нашло отражение в методологии УРРАН, реализованной в компании ОАО «РЖД».

3. Установлено, что в настоящее время уровень надежности инфраструктуры ЖАТ должен быть таким, чтобы в первую очередь обеспечивать необходимые характеристики перевозочного процесса, как предоставляемой компанией основной услуги.

4. Предложено свойство надежности систем ЖАТ рассматривать в двух аспектах: с позиции структурной и функциональной надежности.

5. Определено понятие риска, выявлено, что целесообразно влияние надежности систем ЖАТ на перевозочный процесс оценивать риском потерь поездо-часов из-за их отказов, определен смысл составляющих риска: ущерб должен характеризоваться удельными потерями поездо-часов на один отказ первой и второй категории, а частота ущерба – частотой отказов первой и второй категории в год.

6. Проведен анализ действующего стандарта с целью формирования совокупности показателей надежности объектов ЖАТ. Выяснено, что в рамках реализации методологии УРРАН требуется сформировать дополнительный набор показателей функциональной надежности. Приведена классификация и разработана структура показателей надежности, применимая для реализации методологии УРРАН, в хозяйстве автоматики и телемеханики выполнено их формализованное описание.

7. Сформулированы цель и основные задачи диссертационного исследования, определена последовательность их решения.



## **2 Сбор, обработка и представление данных о надежности функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

### **2.1 Источники данных и общая схема формирования статистической совокупности**

Статистические данные о функционировании объектов ЖАТ на различных участках железных дорог в настоящее время распределены в различных информационных системах ОАО «РЖД» и их отдельных подсистемах, основными из которых являются [92]:

- комплексная автоматизированная система управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки второго поколения (АСУ-Ш-2);
- комплексная автоматизированная система учета, контроля устранения отказов технических средств и анализа их надежности (КАС АНТ);
- автоматизированная система технической диагностики и удаленного мониторинга систем ЖАТ (СТДМ);
- комплексная автоматизированная система учета, расследования и анализа случаев технологических нарушений (КАСАТ);
- единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой (ЕК АСУИ);
- автоматизированная система ведения актов комиссионного месячного осмотра (АС КМО).

Каждая из перечисленных выше информационных систем разрабатывалась отдельной группой специалистов для решения специфических задач. В связи с этим в настоящее время имеются следующие основные проблемы эффективного использования имеющихся в этих системах статистических данных для решения задач нормирования и оценки фактических значений показателей надежности объектов ЖАТ:

– сведения из любой отдельной информационной систем недостаточны для оценки в целом состояния объекта ЖАТ с позиции надежности в соответствии с Рисунком 1.8;

– базы данных информационных систем имеют различную, часто несовместимую между собой в полной мере структуру;

– имеется частичное дублирование данных, размещенных в отдельных информационных системах;

– для одинаковых типов данных в различных информационных системах имеются расхождения по отдельным зафиксированным значениям, что связано как с неполной совместимостью структур, так и ошибками ввода, поскольку данные вводятся в информационные системы преимущественно вручную (за исключением СТДМ);

– часть случайных событий (особенно это относится к отступлениям от норм содержания), зафиксированных в базах данных, существенного влияния на значения показателей надежности объекта ЖАТ не оказывают;

– информация о функционировании для различных объектов ЖАТ охватывает различные периоды времени, для некоторых объектов ЖАТ данные о предотказных состояниях в системе СТДМ отсутствуют.

Таким образом, важным представляется решение следующих задач:

– отбор необходимой и достаточной для расчета норм показателей надежности (Рисунок 1.8) совокупности исходных данных;

– повышение объективности исходных данных за счет устранения имеющихся противоречий, исключения избыточности и снижения влияния ошибок ввода;

– представление исходных данных в виде, пригодном для расчета допустимых значений показателей надежности.

В результате первичного анализа с учетом концепции, которая в последующем будет применяться при нормировании показателей надежности, была разработана обобщенная схема сбора исходных данных из описанных выше информационных систем, которая представлена на Рисунке 2.1. Основные

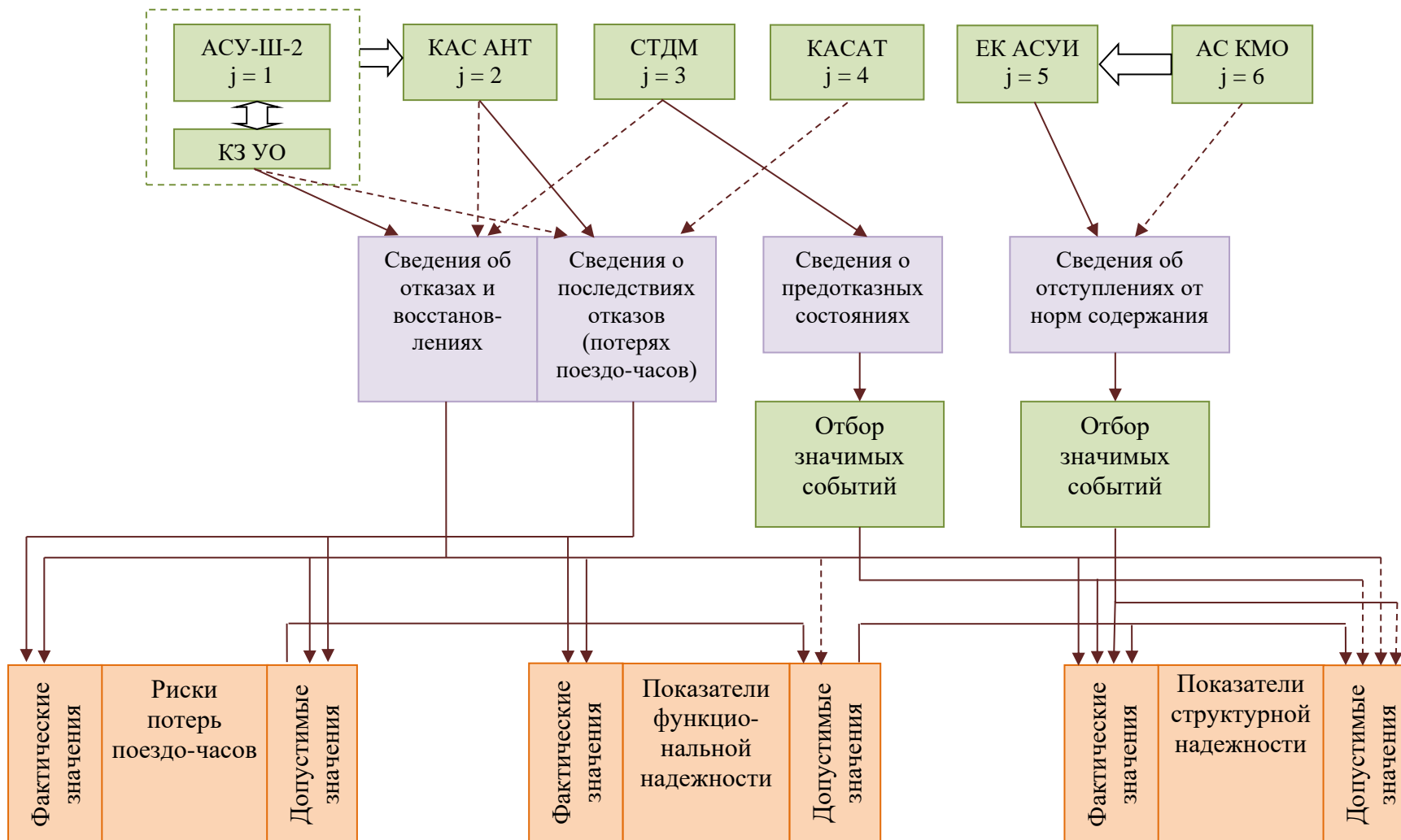


Рисунок 2.1 – Общая схема сбора исходных данных для определения фактических и допустимых значений показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ

источники данных показаны на Рисунке 2.1 сплошными линиями, а дополнительные – пунктирными.

В целом для расчета как фактических, так и допустимых значений показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ используются однотипные данные. Однако, если фактические значения показателей надежности могут вычисляться независимо на основе соответствующих статистических данных, то допустимые значения показателей надежности должны вычисляться в определенной последовательности. При этом статистические данные при расчете допустимых значений показателей надежности нужны для обеспечения требования технической достижимости норм.

Ранее было указано, что первичными в методологии УРРАН являются риски по надежности, с которыми связаны показатели функциональной надежности, а показатели структурной надежности должны обеспечиваться лишь в той мере, насколько это необходимо для выполнения показателей функциональной надежности.

По этой причине при нормировании показателей надежности должна соблюдаться последовательность операций, представленная на Рисунке 2.2:

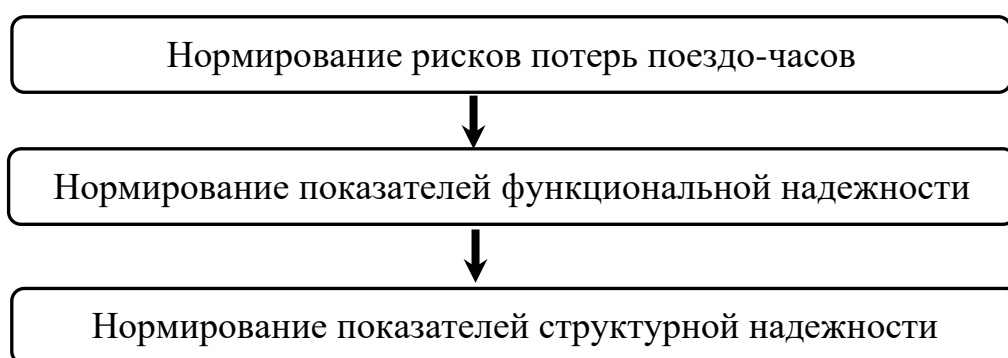


Рисунок 2.2 – Схема последовательности нормирования

Все собираемые данные при сборе целесообразно классифицировать на четыре группы:

- отказы и восстановления объекта ЖАТ;
- последствия отказов объекта ЖАТ в виде потерь поездо-часов;
- предотказные состояния объекта ЖАТ;
- отступления от норм содержания объекта ЖАТ.

Для удобства каждой информационной системе присвоим соответствующее значение индекса  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 6$ ) согласно Рисунку 2.1 при описании любого множества  $Z_{ij}$  и  $R_j$ .

Статистическая совокупность данных об отказах формально описывается множеством  $Z_o$ :

$$Z_o = Z_{o1} \cup Z_{o2} \cup Z_{o3}, \quad (2.1)$$

где  $Z_{o1}$ ,  $Z_{o2}$ ,  $Z_{o3}$  – множество данных об отказах в системе АСУ-Ш-2 ( $Z_{o1}$ ), КАСАНТ ( $Z_{o2}$ ) и СТДМ ( $Z_{o3}$ ) соответственно.

Множеству отказов ставится в соответствие множество последствий отказов в виде потерь поездо-часов:

$$Z_o \rightarrow R_n. \quad (2.2)$$

При этом статистическая совокупность данных о последствиях отказов описывается множеством  $R_n$ :

$$R_n = R_1 \cup R_2 \cup R_3, \quad (2.3)$$

где  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  – множество данных о потерях поездо-часов в системе АСУ-Ш-2 ( $R_1$ ), системе КАСАНТ ( $R_2$ ) и множество данных о технологических нарушениях в системе КАСАНТ ( $R_3$ ) соответственно.

Совокупность принятых к статистическому учету данных о предотказных состояниях описывается множеством:

$$Z_n = Z'_{n3}, \quad Z'_{n3} \subset Z_{n3}, \quad (2.4)$$

где  $Z_{n3}$  – множество данных о предотказных состояниях, зарегистрированных в СТДМ;

$Z'_{n3}$  – подмножество множества данных о предотказных состояниях  $Z_{n3}$ , полученное путем отбора принимаемых к статистическому учету предотказных состояний по некоторому правилу.

Совокупность принятых к статистическому учету данных об отступлениях от норм содержания описывается множеством:

$$Z_3 = Z'_{35} \cup Z'_{36}, \quad Z'_{35} \subset Z_{35}, \quad Z'_{36} \subset Z_{36}, \quad (2.5)$$

где  $Z_{35}$ ,  $Z_{36}$  – множества данных об отступлениях от норм содержания в системе ЕК АСУИ ( $Z_{35}$ ) и системе АС КМО ( $Z_{36}$ ) соответственно;

$Z'_{35}$ ,  $Z'_{36}$  – подмножества множеств данных об отступлениях от норм содержания  $Z_{35}$  и  $Z_{36}$ , полученные путем отбора принимаемых к статистическому учету отступлений от норм содержания по некоторому правилу.

Данные, описанные формулами (2.1) - (2.5) представляют собой первичную статистическую выборку, которая должна подвергаться последующей обработке. В зависимости от того, какой показатель оценивается, а также какое из его значений требуется вычислить (проектные, фактические и допустимые) должна использоваться совокупность статистических данных определенных групп.

События, попадающие в множества (2.1) - (2.5) являются реализациями соответствующих случайных процессов во времени. Поэтому при формировании статистической совокупности необходимо задавать интервал времени, который она характеризует.

Интервалы времени, относящиеся к фактическим и допустимым значениям показателей надежности, относятся к различным временным промежуткам. Фактические значения показателей надежности предполагается определять интервалом времени в течение текущего календарного года. Для расчета допустимых значений показателей надежности требуется анализировать данные за прошедшие календарные годы, однако соотносить результаты, как правило, требуется с тем же интервалом времени в течение

текущего календарного года, для которого вычисляются фактические значения показателей. Это связано с тем, что для выполнения анализа, основанного на сравнении, допустимые и фактические значения показателей должны быть сопоставимы между собой, а, следовательно, должны характеризовать и одинаковый временной промежуток.

Для удобства будем использовать два интервала времени:

- период наблюдения  $T_{набл}$ ;
- период оценивания  $T_{расч}$ .

Период наблюдения характеризует сбор статистических данных для расчета норм показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ, а период оценивания – это интервал времени на который осуществляется пересчет норм, а также расчет фактических значений показателей надежности.

Важные значения имеют объемы выборки данных для расчета допустимых и фактических значений показателей надежности объекта ЖАТ. Данные для расчета допустимых значений показателей должны выбираться по множеству объектов ЖАТ, эксплуатирующихся в схожих условиях, с целью оценки их достижимости общей совокупностью объектов ЖАТ на различных участках железных дорог. В противном случае, если отталкиваться от статистических данных одного объекта ЖАТ, то с учетом того, что события, характеризующие функциональную надежность и риски потерь поездо-часов достаточно редки, статистическая совокупность может оказаться ничтожной. Предлагаемое обобщение при нормировании показателей функциональной надежности и рисков потерь поездо-часов позволит обеспечивать сопоставимость характеристик перевозочного процесса в пределах участков железных дорог.

В качестве признака, определяющего сопоставимость условий эксплуатации различных объектов ЖАТ при вычислении допустимых значений показателей надежности, целесообразно использовать

соответствующие класс и специализацию железнодорожной линии, так как эта классификация согласно [56] описывает специфику перевозочного процесса на том или ином участке железных дорог. Кроме того, анализ показал [102], прослеживается умеренная корреляционная связь между классом железнодорожной линии и потерями поездо-часов, которая выражается значениями коэффициента корреляции от 0,53 до 0,65.

Что касается данных для расчета фактических значений показателей надежности, то они должны ограничиваться отдельным объектом ЖАТ.

Статистические данные характеризуют функционирование объектов ЖАТ во времени, для выполнения нормирования необходимо также знать:

- характеристики самого объекта ЖАТ;
- условий перевозочного процесса, реализуемого посредством объекта ЖАТ.

Общие данные об объекте ЖАТ формально можно описать кортежем:

$$Q = \langle q_i \mid i = 1, \dots, 10 \rangle, \quad (2.6)$$

где  $q_1$  – название станции/перегона;

$q_2$  – тип системы: 1- станционная/0 - перегонная;

$q_3$  – дата внедрения в эксплуатацию;

$q_4$  – дата последнего капитального ремонта;

$q_5$  – класс железнодорожной линии;

$q_6$  – специализация железнодорожной линии (числовой код);

$q_7$  – класс станции (для станционных систем);

$q_8$  – регламентное время устранения отказа, ч;

$q_9$  – количество стрелок для станции/количество блок-участков для перегона;

$q_{10}$  – количество путей на перегоне (для станций количество путей на смежном перегоне самого нагруженного направления).



Данные о перевозочном процессе можно с учетом ее типа описать кортежем:

$$q_2 = \begin{cases} 1 & \rightarrow P = \langle p_{1j} | j = 1, \dots, 4 \rangle; \\ 0 & \rightarrow P = \langle p_{2j} | j = 1, 2 \rangle. \end{cases} \quad (2.7)$$

где  $p_{11}$  – количество формируемых поездов в сутки, поезд/сутки;

$p_{12}$  – количество расформируемых поездов в сутки, поезд/сутки;

$p_{13}$  – количество принимаемых поездов в сутки, поезд/сутки;

$p_{14}$  – количество отправляемых поездов в сутки, поезд/сутки;

$p_{21}$  – количество поездов в четном направлении, поезд/сутки;

$p_{22}$  – количество поездов в нечетном направлении, поезд/сутки.

Установлено [92, 98], что, если при формировании норм показателей надежности использовать статистические данные о функционировании объектов ЖАТ в пределах железной дороги – структурного подразделения ОАО «РЖД», то устойчивые оценки норм показателей надежности могут получаться при длительности периода наблюдения порядка трех календарных лет. Что касается периода оценивания, то он должен быть привязан к стандартным интервалам времени, на которые приводят свою отчетность структурные подразделения хозяйства автоматики и телемеханики: 1 месяц, 1 квартал, 1 полугодие, 1 календарный год.

## 2.2 Регистрация статистических данных из информационных систем ОАО «РЖД»

В системе КАСАНТ события классифицируют в соответствии с утвержденными классификаторами (Приложение 2). В статистическую совокупность данных об отказах из системы КАСАНТ для расчета допустимых значений показателей надежности следует включать события со следующими признаками:

– вид события: инциденты, возникшие по причине отказа технических средств;

– характер причины: эксплуатационный отказ, производственный отказ; конструктивный отказ; деградационный отказ.

Отказы, вызванные внешними по отношению к объекту ЖАТ факторами, в статистическую совокупность включать не требуется, так как они связаны с факторами, не относящимися к самому объекту ЖАТ.

Статистические данные об отказах объекта ЖАТ из системы КАСАНТ целесообразно представить кортежем вида [109]:

$$Z_{o2} = \langle z_{2k} \mid k = 1, \dots, 4 \rangle, \quad (2.8)$$

где  $z_{21}$  – дата возникновения отказа;

$z_{22}$  – время возникновения отказа;

$z_{23}$  – продолжительность отказа, ч;

$z_{24}$  – категория отказа: 1, 2, 3.

Для каждого отказа указывают последствия в виде кортежа:

$$z_{24} = \begin{cases} 1, 2 & \rightarrow R_2 = \langle r_{2f} \mid f = 1, \dots, 4 \rangle; \\ 3 & \rightarrow R_2 = \emptyset, \end{cases} \quad (2.9)$$

где  $r_{21}$  – № поезда;

$r_{22}$  – суммарное время задержки поезда, ч;

$r_{23}$  – вид задержки: по приему, пропуску, отправлению (код);

$r_{24}$  – нарушение безопасности: 1 – да/0 – нет.

Данные в системе КЗ УО ЖАТС, являющейся подсистемой системы АСУ-Ш-2, частично дублируют данные системы КАСАНТ в части инцидентов по причине отказа технических средств, при этом данные об отказах имеют схожую структуру.

Кортеж данных об отказах имеет вид:

$$Z_{o1} = \langle z_{1k} \mid k = 1, \dots, 4 \rangle, \quad (2.10)$$

где  $z_{11} - z_{14}$  – имеют тот же смысл, что и показатели  $z_{21} - z_{24}$ .

Последствия отказов согласно данным системы АСУ-Ш-2 следует описывать кортежем:

$$z_{14} = \begin{cases} 1, 2 & \rightarrow R_1 = \langle r_{1f} \mid f = 1, \dots, 3 \rangle; \\ 3 & \rightarrow R_1 = \emptyset, \end{cases} \quad (2.11)$$

где параметры  $r_{11} - r_{13}$  имеют тот же смысл, что и параметры  $r_{21} - r_{23}$ .

В СТДМ фиксируются данные об отказах и предотказных состояниях объектов ЖАТ, однако на сети железных дорог имеются объекты ЖАТ, состояния которых в СТДМ не отображаются.

Выборка статистических данных из системы СТДМ осуществляется из окна группировок программы «Отказы» и включает в себя типы ситуаций в соответствии с классификатором событий, зафиксированных в системе СТДМ: «отказы устройств СЦБ» и «предотказы устройств СЦБ» с указанием одного из дополнительных признаков: «выявленные» и «учтенные». Кроме того, в статистическую совокупность должны включаться события, для которых в столбце «Карточка учета» не указано время взятия отказа на учет в КЗ УО ЖАТС, из чего следует, что сведения о таких отказах не были переданы в АСУ-Ш-2.

Кортеж данных об отказах, полученных из системы СТДМ имеет вид:

$$Z_{o3} = \langle z_{3k} \mid k = 1, \dots, 4 \rangle, \quad (2.12)$$

где  $z_{31}$  – дата возникновения отказа;

$z_{32}$  – время возникновения отказа;

$z_{33}$  – продолжительность отказа, ч (соответствует столбцу «длительность»);

$z_{34}$  – категория отказа, если отказ в КЗ УО ЖАТС не зарегистрирован.

Кортеж данных о предотказных состояниях объекта ЖАТ есть:

$$Z_{n3} = \langle z_{n3k} \mid k = 1, \dots, 4 \rangle, \quad (2.13)$$

где  $z_{n31}$  – дата возникновения предотказного состояния объекта ЖАТ в соответствии с полем «Начало»;

$z_{n32}$  – время возникновения предотказного состояния объекта ЖАТ в соответствии с полем «Начало»;

$z_{n33}$  – описание предотказного состояния в соответствии со значением поля «Тип ситуации и описание» программы «Отказы»;

$z_{n34}$  – продолжительность предотказного состояния в часах в соответствии с полем «Длительность».

Источниками данных об отступлениях от норм содержания (Рисунок 2.1) являются система ЕК АСУИ, а также система АС КМО, данные из которой с заданной периодичностью должны переноситься в ЕК АСУИ.

К статистическому учету должны приниматься только отступления от норм содержания объектов ЖАТ, которые относятся к состоянию технических средств.

Кортежи, описывающие структуру данных об отступлениях от норм содержания в системах ЕК АСУИ и АС КМО аналогичны друг другу:

$$\begin{aligned} Z_{35} &= \langle z_{35r} \mid r = 1, \dots, 4 \rangle; \\ Z_{36} &= \langle z_{36r} \mid r = 1, \dots, 4 \rangle, \end{aligned} \quad (2.14)$$

где  $z_{n51}$ ,  $z_{n61}$  – дата возникновения (регистрации) отступления от норм содержания в системах ЕК АСУИ и АС КМО соответственно;

$z_{n52}$ ,  $z_{n62}$  – время возникновения (регистрации) отступления от норм содержания в системах ЕК АСУИ и АС КМО соответственно, при отсутствии сведений указывается 00:00;

$z_{n53}$ ,  $z_{n63}$  – продолжительность устранения в часах, зарегистрированная в ЕК АСУИ и АС КМО соответственно;

$z_{n54}$ ,  $z_{n64}$  – описание характера замечаний в системах ЕК АСУИ и АС КМО в соответствии с принятой в информационных системах классификацией (код).

Описанные кортежами (2.8) – (2.14) данные представляют собой первичную совокупность статистических данных, из которой должны быть сформированы множества (2.1) – (2.5). Для этого в соответствии с Рисунком 2.1 требуется выполнить:

- объединение отдельных кортежей;
- «прореживание» предотказных состояний и отступлений от норм содержания путем отбрасывания малозначимых событий.

### **2.3 Формирование статистической совокупности отказов объектов**

Информация об отказах, описанная выражением (2.1), представлена в нескольких информационных системах. В силу особенностей репликации данных, сведения в базах данных в некоторые моменты времени неидентичны. Кроме того, в зависимости от полноты базы данных (количества отраженных событий и сведений о них) той или иной информационной системы и доступности различным структурным подразделениям ОАО «РЖД» для предоставляемых ей данных устанавливается уровень приоритета. Поэтому возникает необходимость логического обобщения статистических данных.

При объединении статистических данных по схеме (2.1) возможны ситуации, когда событие зарегистрировано либо в одной информационной системе, либо в нескольких. В последнем случае имеет место дублирование информации. В КЗ УО ЖАТС для учета этой ситуации у отказов в описании имеется статус «дубль» с указанием источника или приемника информации.

В результате проведенного анализа полноты баз данных [92] каждой из информационных систем поставлен в соответствие ранг. Система рангов информационных систем представлена в Таблице 2.1. Чем выше ранг, тем выше приоритет статистических данных, полученных из системы, при

объединении данных для формирования статистической совокупности отказов объектов ЖАТ.

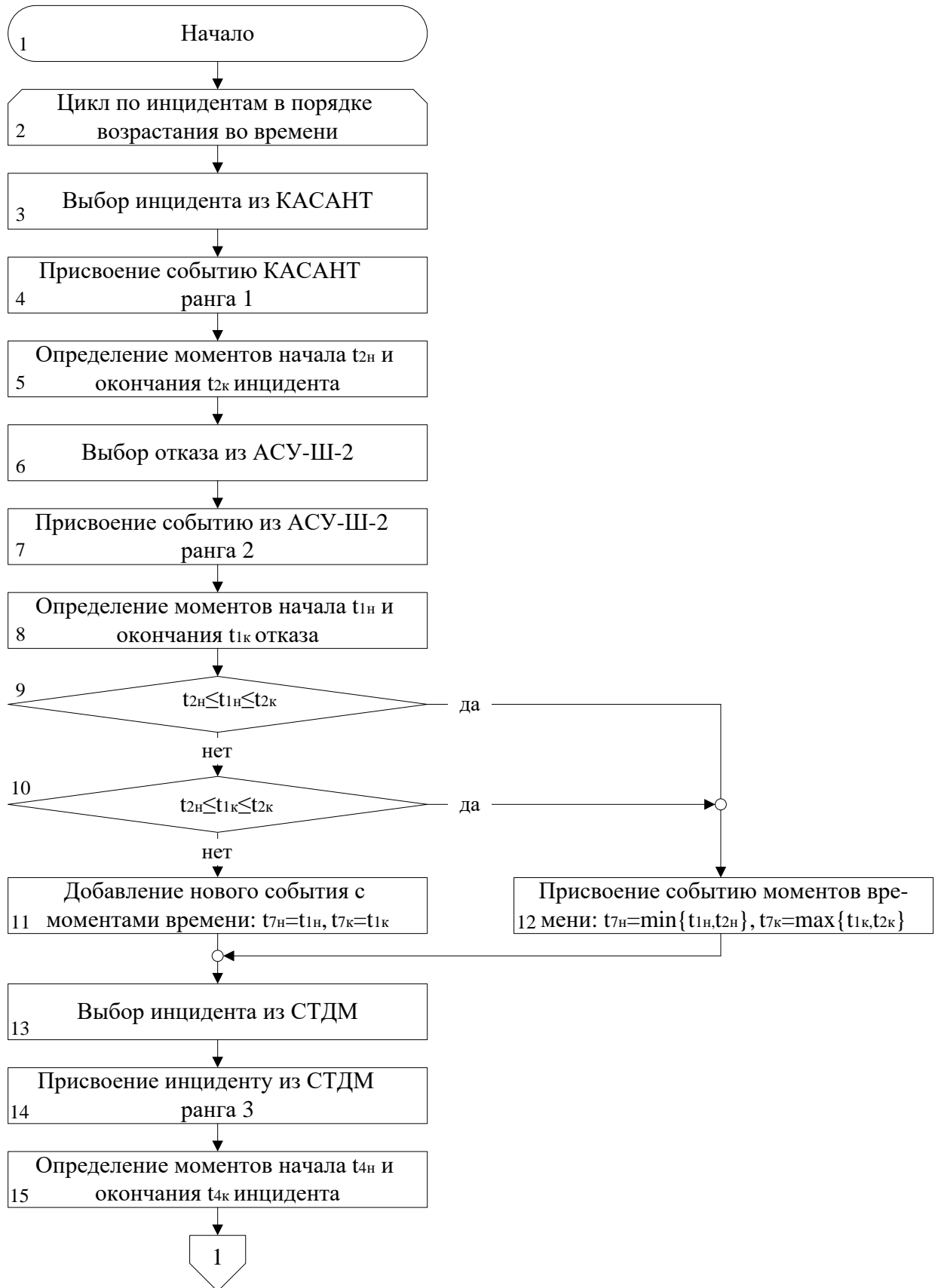
Таблица 2.1 – Ранги информационных систем, регистрирующих отказы объектов ЖАТ

Система	Ранг	Статистическая совокупность
КАСАНТ	1	Основная
АСУ-Ш-2	2	Дополнительная
СТДМ	3	Вспомогательная

Разработанная с учетом рассмотренных выше особенностей блок-схема алгоритма формирования статистической совокупности отказов, представлена на Рисунке 2.2.

Представленный алгоритм реализуется в две стадии. На первой стадии каждый зарегистрированный в системе АСУ-Ш-2 отказ проверяется на частичное или полное перекрытие во времени с соответствующим инцидентом из системы КАСАНТ. Для этого выполняется операция сравнения времени начала и окончания события в системе АСУ-Ш-2 ( $t_{1н}$  и  $t_{1к}$ ) с временем начала и окончания инцидентов в системе КАСАНТ ( $t_{2н}$  и  $t_{2к}$ ). При наличии частичного перекрытия результирующий интервал ( $t_n$ ;  $t_k$ ) получают путем выбора в качестве времени начала – времени наступления самого раннего из перекрывающихся событий, а в качестве времени окончания – времени наступления самого позднего из них. Если интервал времени, который соответствует отказу из системы АСУ-Ш-2 не совпадает ни с одним из интервалов времени, соответствующих инцидентам, зафиксированным в системе КАСАНТ, то исходная статистическая совокупность, полученная из системы более высокого ранга (КАСАНТ), дополняется отказом из системы АСУ-Ш-2.

Затем аналогичным образом выполняется обработка отказов, зарегистрированных в системе СТДМ с целью расширения статистической



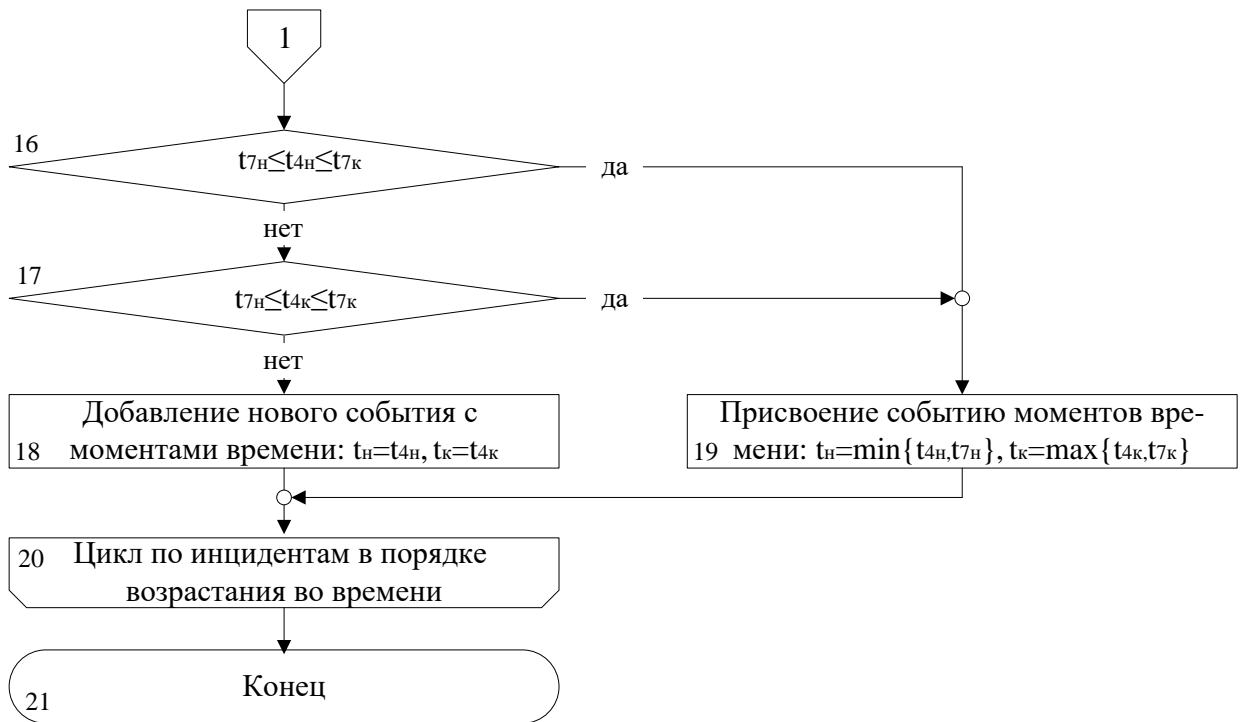


Рисунок 2.2 – Алгоритм формирования статистической совокупности отказов совокупности отказов. Полученная совокупность отказов и представляет собой кортеж  $Z_o$ .

По аналогичному алгоритму (Рисунок 2.2) формируется совокупность данных о последствиях, описываемая кортежем (2.3), при этом признаком объединения выступают зарегистрированные номера задержанных поездов. После этого на основе данных о последствиях в кортеже (2.3), следует для каждого  $j$ -го отказа рассчитать результирующую величину последствий  $T_{3nj}$  по формуле:

$$T_{3nj} = \sum_{i=1}^{n_{nj}} T_{3ni j}, T_{3oj} = \sum_{i=1}^{n_{nj}} T_{3oi j}, T_{3npj} = \sum_{i=1}^{n_{nj}} T_{3npi j}, \quad (2.15)$$

где  $i$  – счетчик количества задержанных из-за  $j$ -го отказа поездов по приему (при последовательной сквозной их нумерации);

$T_{3ni j}$  – потери поездо-часов, указанные в элементах  $r_{12}, r_{22}$  кортежей последствий для  $i$ -го поезда, задержанного из-за  $j$ -го отказа по приему.



$T_{zoi j}$  – потери поездо-часов, указанные в элементах  $r_{12}, r_{22}$  кортежей последствий для  $i$ -го поезда, задержанного из-за  $j$ -го отказа по отправлению.

$T_{znpj j}$  – потери поездо-часов, указанные в элементах  $r_{12}, r_{22}$  кортежей последствий для  $i$ -го поезда, задержанного из-за  $j$ -го отказа по пропуску.

$n_{nj}$  – суммарное количество поездов, задержанных из-за  $j$ -го отказа объекта ЖАТ.

При этом потери поездо-часов следует распределять на величины  $T_{zni j}$ ,  $T_{zoi j}$ ,  $T_{znpj j}$  в зависимости от вида, указанного в полях  $r_{13}, r_{23}$ , описанных в кортежах последствий.

В результате, на основе кортежей (2.1) и (2.3) можно получить модифицированный кортеж отказов с результирующими последствиями:

$$Z_o' = \langle z_k | k = 1, \dots, 7 \rangle, \quad (2.16)$$

где  $z_1$  – дата возникновения отказа;

$z_2$  – время возникновения отказа;

$z_3$  – продолжительность отказа, ч;

$z_4$  – категория отказа: 1, 2, 3;

$z_5$  – суммарные потери поездо-часов по приему  $T_{zni j}$ ;

$z_6$  – суммарные потери поездо-часов по отправлению  $T_{zoi j}$ ;

$z_7$  – суммарные потери поездо-часов по пропуску  $T_{znpj j}$ .

## 2.4 Формирование статистической совокупности предотказных состояний объектов

Статистическая совокупность о предотказных состояниях описана кортежем (2.13). В данном случае статистическому учету должны подлежать только отдельные предотказные состояния, имеющие высокий уровень значимости, т. е. значением вероятности перехода объекта ЖАТ из предотказного в неработоспособное состояние.

Оценку критичности предотказных состояний можно осуществлять разными способами, наиболее приемлемыми из которых для данной задачи являются:

- статистическая оценка вероятности перехода объекта ЖАТ из предотказного состояния в отказ за расчетное время вследствие их накопления во времени с помощью моделей риск-менеджмента;

- экспертная оценка уровня значимости для отдельных видов предотказных состояний.

В риск-менеджменте широко известна пирамида Гейнриха [48, 49, 64, 113, 114]. Данная модель изначально была разработана для анализа производственного травматизма и основана на эмпирических данных (Рисунок 2.3). Согласно пирамиде Гейнриха, на 300 происшествий на производстве приходится 30 случаев легких травм и 1 случай с тяжелыми последствиями. Схожим образом выглядит процесс накопления различных отклонений и ошибок в большинстве технологических процессов [49, 106, 113], модель Гейнриха применяется в авиации, судоходстве и других областях [27]. Однако в каждой отрасли требуется уточнение соотношений количества событий с различным уровнем последствий.

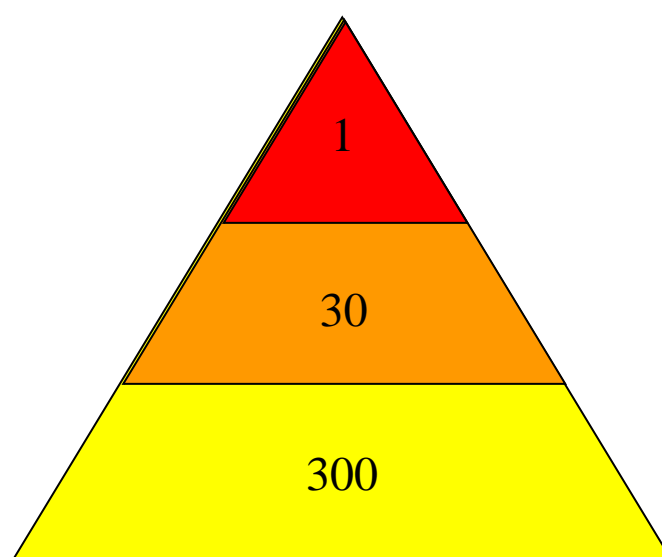


Рисунок 2.3 – Модель Гейнриха

Не устраненные предотказные замечания, как правило, по отдельности не приводят к отказу, однако при накоплении их количества вероятность возникновения отказа значительно возрастает.

Вместе с тем, применение пирамиды Гейнриха для описания перехода предотказных состояний в отказы возможно только для грубой усредненной оценки без разделения всей совокупности предотказных состояний на виды. Это не позволит учитывать специфику отдельных объектов ЖАТ при проведении нормирования показателей структурной надежности, так как для разных объектов ЖАТ характерны различные виды предотказных состояний. Применение пирамиды Гейнриха для отдельных видов предотказных состояний - сложно реализуемая задача как с точки зрения трудоемкости (количество видов регистрируемых предотказных состояний велико), так и из-за существенного уменьшения статистической совокупности и, как следствие, низкой точности оценки.

Для решения данной задачи более целесообразным представляется использовать метод экспертных оценок [5, 65], так как он позволяет при невысокой трудоемкости оценить уровень критичности различных видов предотказных состояний с учетом опыта, накопленного специалистами.

Для определения уровня значимости каждого из предотказных состояний с точки зрения вероятности перехода объекта ЖАТ в неработоспособное состояние была сформирована экспертная анкета, в которую включены все виды предотказных состояний, которые регистрируются в системе СТДМ. После этого была сформирована группа экспертов из специалистов и руководителей Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре – филиала ОАО «РЖД» в количестве 10 человек. Анкетирование было проведено в декабре 2015 года, методом индивидуальной оценки. Каждому эксперту независимо от других в анкете с индивидуальным номером предлагалось расставить ранги от 1 до  $n$ , где 1 означает высокий уровень значимости, а  $n$  – низкий.

Далее на основе анкет была составлена результирующая таблица, где в строках указывались эксперты, а в столбцах – оцениваемые виды предотказных состояний.

На основании таблицы последовательно вычислялись следующие показатели:

– сумма рангов, набранных каждым  $g$ -ым видом предотказных состояний с учетом мнений всех экспертов:

$$Rg_g = \sum_{j=1}^m Rg_{g j}, \quad (2.17)$$

где  $m$  – количество экспертов (10 экспертов);

– средний ранг:

$$\overline{Rg_g} = \frac{\sum_{g=1}^n Rg_g}{n}, \quad (2.18)$$

где  $n$  – количество видов предотказных состояний;

– суммарное квадратичное отклонение рангов:

$$S = \sum_{g=1}^n (Rg_g - \overline{Rg_g})^2. \quad (2.19)$$

После этого вычислялся коэффициент конкордации для случая связанных рангов по формуле [65]:

$$W = \frac{12 \cdot S}{\frac{1}{12} \cdot m^2 \cdot (n^3 - n) - m \cdot \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (2.20)$$

причем:

$$T_j = \frac{1}{12} \cdot \sum_{g=1}^n (t_g^3 - t_g), \quad (2.21)$$

где  $t_g$  – количество повторяющихся оценок  $j$ -го эксперта для разных видов предотказных состояний.

Оценка значимости коэффициента конкордации выполнялась по критерию Пирсона по формуле [65]:

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} \cdot m \cdot n \cdot (n+1) + \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^m T_j}. \quad (2.22)$$

Критическое значение критерия Пирсона определялось с учетом числа степеней свободы  $f = n - 1$  и уровня значимости 0,05.

Была достигнута умеренная (более 0,5) согласованность мнений экспертов.

После этого был вычислен диапазон рангов путем поиска минимального и максимального ранга (2.17) среди всех  $n$  видов предотказных состояний:

$$\begin{aligned} Rg_{g \min} &= \min\{Rg_g\}; \\ Rg_{g \max} &= \max\{Rg_g\}. \end{aligned} \quad (2.23)$$

Далее диапазон был разделен на три равных части. Всем видам предотказных состояний, чей суммарный ранг, рассчитанный по формуле (2.17) соответствовал части, содержащей границу  $Rg_{g \min}$ , присваивался уровень приоритета 1. Тем предотказным состояниям, чей суммарный ранг, рассчитанный по формуле (2.17), соответствовал части, содержащей границу  $Rg_{g \max}$  присваивался уровень приоритета 3. Оставшимся предотказным состояниям присваивался уровень 2.

В результате с участием автора был разработан Классификатор отказов и предотказных состояний устройств ЖАТ, выявляемых средствами СТДМ [классификатор] – далее по тексту – классификатор предотказных состояний (Таблица П.2.2 Приложения 2).

Данный классификатор может использоваться для выявления принимаемых к статистическому учету предотказных состояний из общей совокупности этих состояний зарегистрированных за интервал наблюдения у каждого объекта ЖАТ. Блок-схема алгоритма применения Классификатора предотказных состояний представлена на Рисунке 2.4. В соответствии с представленным алгоритмом последовательной обработке подвергаются все предотказные состояния объекта ЖАТ, зарегистрированные в интервале

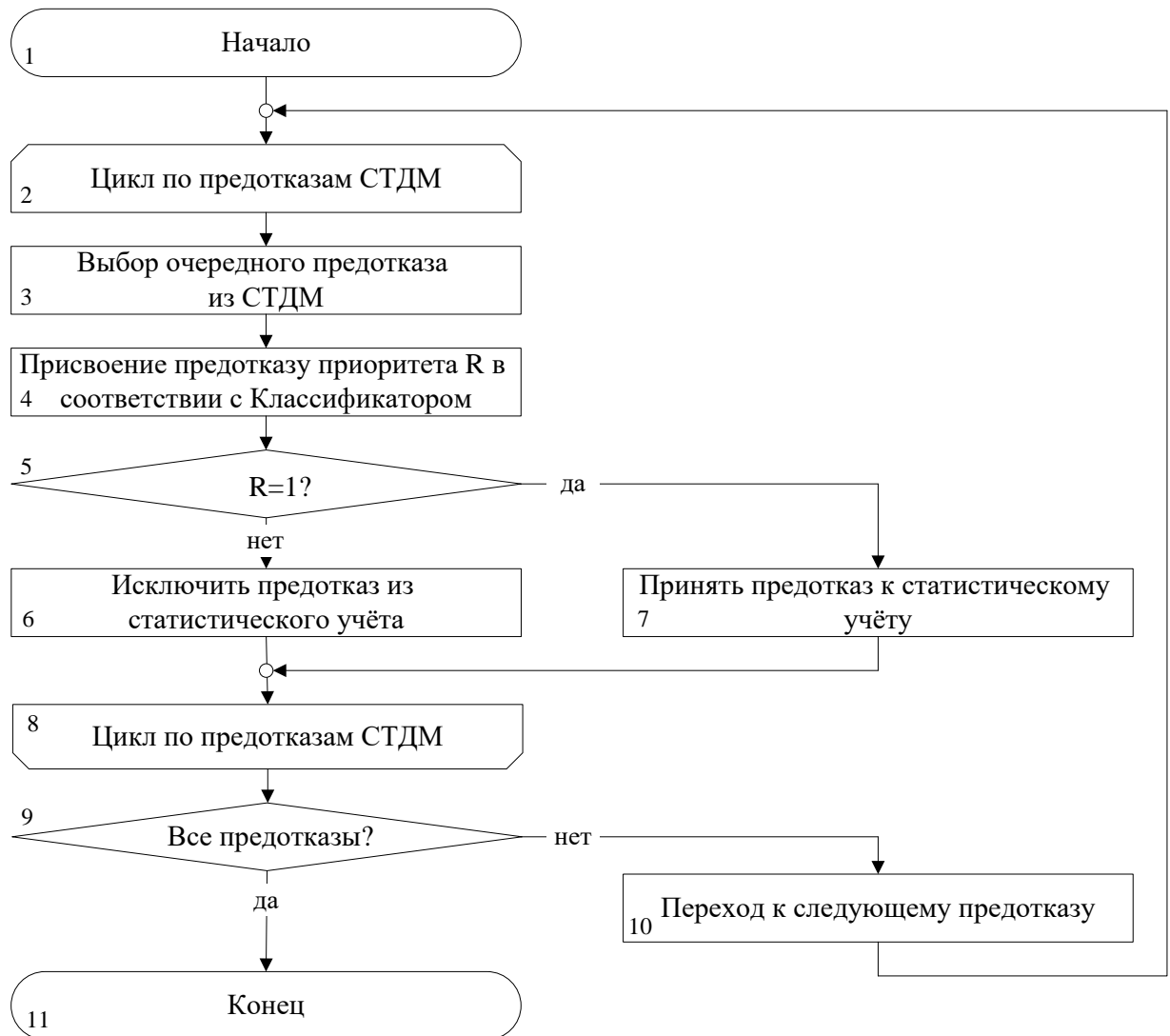


Рисунок 2.4 – Блок-схема применения Классификатора отказов и предотказных состояний устройств ЖАТ, выполняемых средствами технической диагностики и мониторинга

наблюдения. Уровень приоритета каждому предотказному состоянию присваивают на основании значения элемента  $z_{n43}$  кортежа 2.13, то есть на основании типа ситуации и ее описания. Принимают к статистическому учету только предотказные состояния с приоритетом 1, остальные из статистического учета исключаются. Указанные процедуры выполняются до тех пор, пока не будут обработаны все зарегистрированные предотказные

состояния. Формально из кортежа (2.13) после выполнения алгоритма образуется кортеж предотказных состояний первого уровня критичности (приоритета) меньшей мощности:

$$Z'_{n3} = \langle z_{n31}, z_{n32}, z_{n34} \rangle, \quad (2.24)$$

где элементы кортежа имеют то же смысл, что и в формуле (2.13).

## 2.5 Формирование статистической совокупности отступлений от норм содержания объектов

Статистическая совокупность об отступлениях от норм содержания описана ранее двумя кортежами (2.14) с одинаковой структурой. Формирование принимаемой к учету статистической совокупности отступлений от норм содержания следует выполнять в две стадии:

- объединение кортежей в один;
- «отсеивание» отступлений от норм содержания с низким уровнем значимости (приоритета).

Результат объединения двух кортежей есть кортеж  $Z_3$ , описанный ранее формулой (2.5). Алгоритмически процесс объединения множеств реализуется путем присоединения данных одной информационной системы к другой.

Определенная экспертным путем система рангов информационных систем в зависимости от полноты информации в вышеуказанном контексте представлена в Таблице 2.2. Смысл рангов аналогичен Таблице 2.1.

Таблица 2.2 – Ранги информационных систем, регистрирующих отказы объектов ЖАТ

Система	Ранг	Статистическая совокупность
ЕК АСУИ	1	Основная
АС КМО	2	Дополнительная

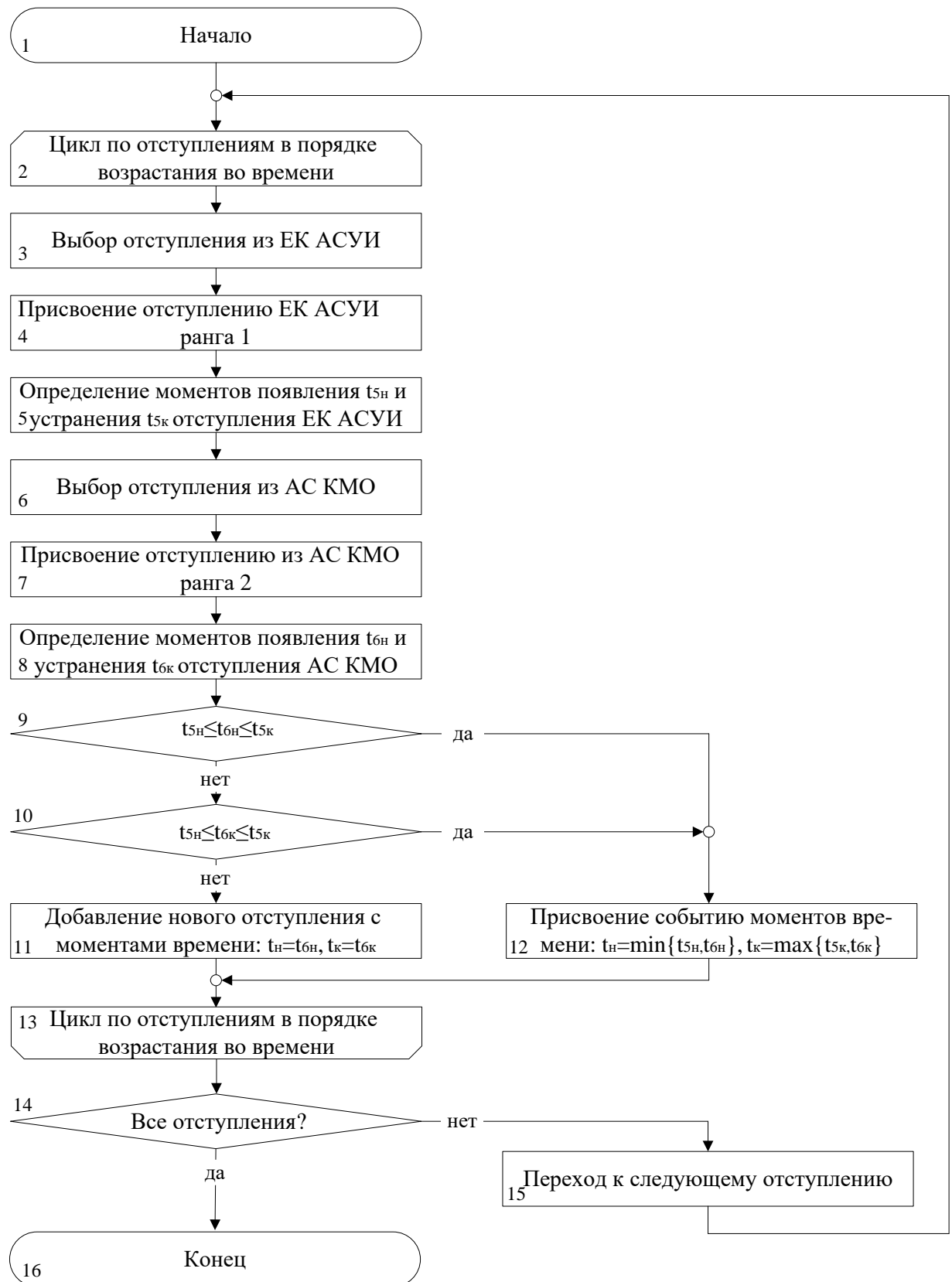


Рисунок 2.5 – Алгоритм формирования статистической совокупности отступлений от норм содержания объекта ЖАТ



Алгоритм формирования статистической совокупности отступлений от норм содержания объекта ЖАТ с учетом Таблицы 2.1 представлен блок-схемой на Рисунке 2.5.

Отличительными особенностями отступлений от норм содержания являются их значительное количество и большая продолжительность устранения по сравнению с отказами, поэтому алгоритм позволяет достоверно исключать дублирующиеся в обеих информационных системах записи с одинаковым временем начала и окончания, но при этом добавлять уникальные, зарегистрированные только в системе АС КМО.

Для оценки значимости различных видов отступлений от норм содержания при участии автора был разработан Классификатор отступлений от норм содержания (Таблица П.2.1 Приложения 2). Классификатор отступлений от норм содержания разработан по аналогии с Классификатором предотказных состояний с помощью метода экспертных оценок. Уровень значимости в классификаторе характеризуется понятием «уровень критичности». Высокий уровень значимости имеют отступления от норм содержания с уровнем критичности 1, остальные являются малозначимыми. Алгоритм «отсеивания» малозначимых отступлений от норм содержания и формирования статистической совокупности принятых к учету отступлений при нормировании показателей надежности представлен на Рисунке 2.6.

За исключением терминологических отличий алгоритм на Рисунке 2.6 аналогичен алгоритму на Рисунке 2.4.

В результате реализации алгоритмов, представленных на Рисунке 2.3 и Рисунке 2.4 формируется кортеж отступлений от норм содержания первого уровня критичности меньшей мощности:

$$Z_3 = \langle z_{31}, z_{32}, z_{33} \rangle, \quad (2.25)$$

где подмножества  $z_{31}, z_{32}, z_{33}$  – имеют тот же смысл, что в исходных кортежах с одинаковыми правыми индексами.

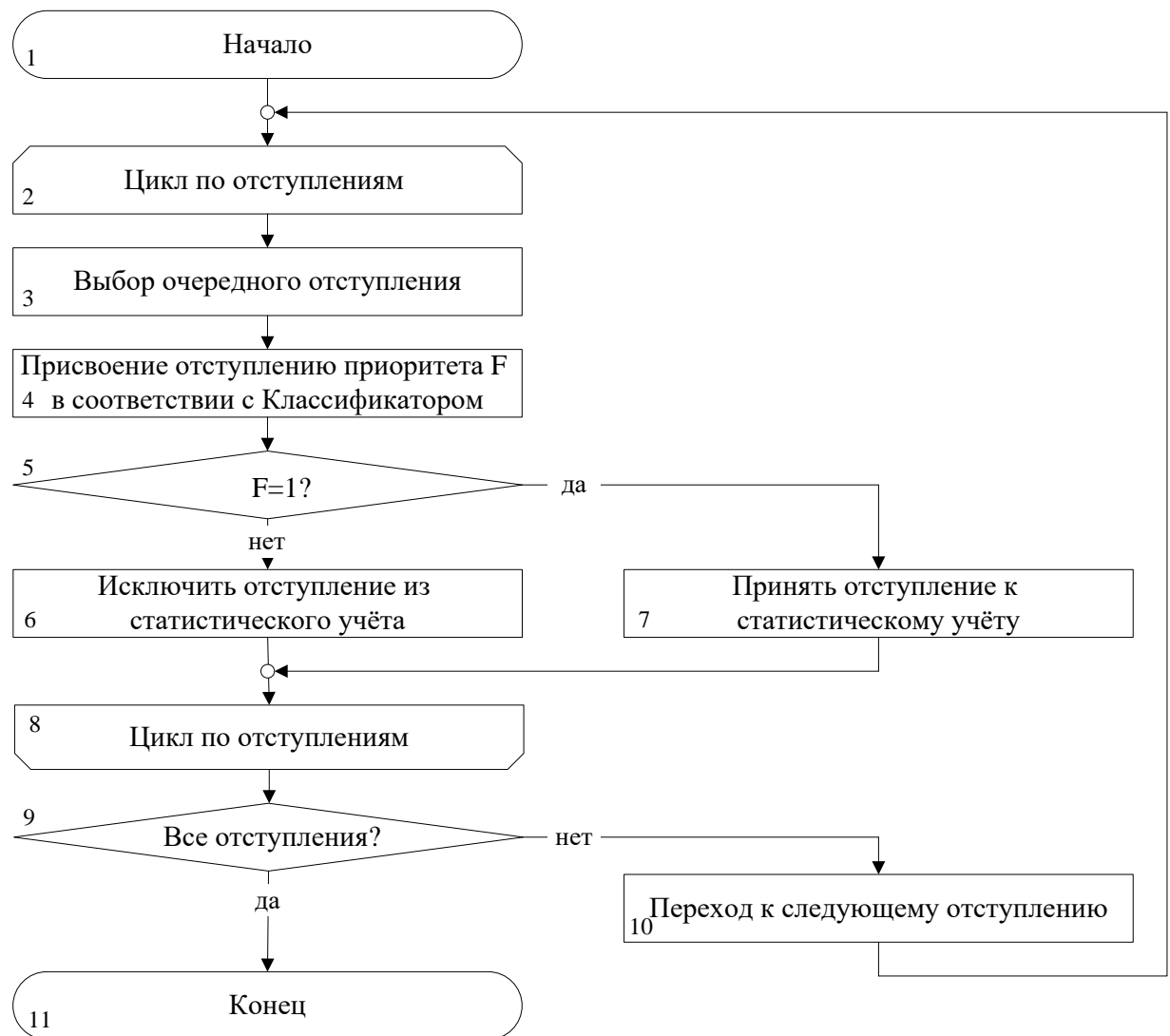


Рисунок 2.6 – Блок-схема применения Классификатора отступлений от норм содержания

## 2.6 Формирование исходных данных для расчета допустимых значений показателей надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики

Номенклатура нормируемых показателей надежности определена на Рисунках 1.6 и 1.7. Для нормирования каждого из них требуется из всей совокупности описанных в параграфах 2.1-2.5 данных, выбрать

соответствующий набор. Последовательность представления данных соответствует предполагаемой последовательности проведения расчетов, связанных с нормированием показателей надежности, представленной на Рисунке 2.7.

Кортеж данных для определения расчетных потерь поездо-часов за отчетный интервал времени формируется из элементов кортежей  $Q$  и  $Z'_o$ :

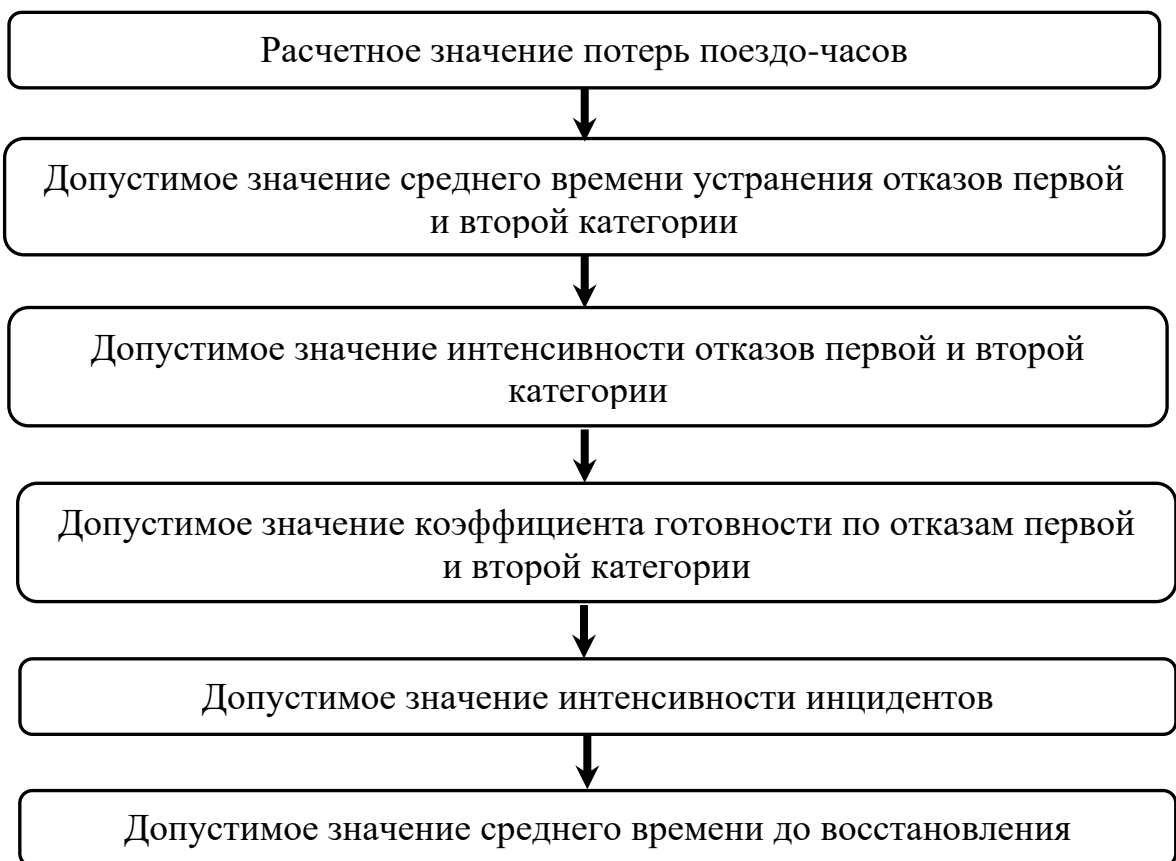


Рисунок 2.7 – Последовательности проведения расчетов, связанных с нормированием показателей надежности

$$Q_{nc} = \langle q_1, q_5, q_6, q_8, z'_5, z'_6, z'_7 \rangle, \quad (2.26)$$

где  $q_1, q_5, q_6, q_8$  – элементы кортежа  $Q$  (2.6);

$z'_5, z'_6, z'_7$  – элементы, полученные из элементов  $z_5, z_6, z_7$  кортежа  $Z'_o$  (2.16), представляющие собой суммарные потери по приему, отправлению и пропуску за период наблюдения, и вычисляемые по формулам:

$$T_{3n} = \sum_{j=1}^m T_{3nj}, T_{3o} = \sum_{j=1}^m T_{3oj}, T_{3np} = \sum_{j=1}^m T_{3npj}, \quad (2.27)$$

где  $m$  – количество отказов объекта ЖАТ за период наблюдения, причем,  $T_{3n} \rightarrow z'_5, T_{3o} \rightarrow z'_6, T_{3np} \rightarrow z'_7$ .

Расчетное значение потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ  $\Pi_{od}$  есть результат математической обработки элементов кортежа (2.26). Оно входит в кортеж (1.4) в соответствии с Рисунком 1.8.

В качестве грубой оценки допустимого значения среднего времени устранения отказов первой и второй категории целесообразно использовать регламентное время устранения отказов, по следующим причинам:

- данный показатель обоснован характеристиками объекта и вида технических средств, у которых могут происходить отказы, а потому персонал имеет возможность уложиться в регламентное время при устранении отказов;
- значения регламентного времени устранения отказов утверждены в регламенте для объекта ЖАТ, следовательно, нормативно закреплено;
- имеется ограничение времени на отдельное восстановление объекта ЖАТ, то есть данный показатель может использоваться для усечения нормы времени устранения отказов первой и второй категории.

Точная оценка для обеспечения достижимости нормы должна осуществляться с учетом данных о фактическом времени устранения отказов первой и второй категории по совокупности объектов ЖАТ, восстанавливаемых в схожих условиях эксплуатации.

С учетом сделанных замечаний кортеж данных для определения допустимого значения среднего времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{612d}$  имеет вид:

$$Q_{T612} = \langle q_1, q_8, m_{12}, z'_8 \rangle, \quad (2.28)$$

где  $q_1, q_8$  – элементы кортежа  $Q$  (2.6);

$m_{12}$  – количество отказов первой и второй категории объекта ЖАТ за период наблюдения, то есть отказов с признаком  $z_4 = 1, 2$  в кортеже  $Z'_o$  (2.16);

$z'_8$  – элемент, полученный из элементов  $z_3$  кортежа  $Z'_o$  (2.16) с признаком  $z_4 = 1, 2$  в результате суммирования по  $m_{12}$  отказам:

$$T_{\epsilon_{12}\Sigma} = \sum_{j=1}^{m_{12}} T_{\epsilon_{12}j}, \quad (2.29)$$

где  $T_{\epsilon_{12}j}$  – время устранения  $j$ -го отказа первой и второй категории из  $m_{12}$  таких отказов объекта ЖАТ, причем,  $T_{\epsilon_{12}\Sigma} \rightarrow z'_8$ .

Допустимое значение интенсивности отказов первой и второй категории зависит от расчетной величины потерь поездо-часов за отчетный период, то есть данная норма должна зависеть от другой ранее рассчитанной нормы. Остальные данные могут быть получены из кортежей исходных данных об объекте ЖАТ и перевозочном процессе –  $Q$  и  $P$ :

$$Q_{\lambda_{12}} = \langle q_1, P_{o\delta}, q_8 \rangle \cup P. \quad (2.30)$$

Расчитанное на основе данных кортежа (2.30) допустимое значение интенсивности отказов первой и второй категории объекта ЖАТ  $\lambda_{12\delta}$  входит в соответствующий кортеж на Рисунке 1.8.

Коэффициент готовности по отказам первой и второй категории  $K_{\epsilon_{12\delta}}$  является комплексным показателем функциональной надежности объекта ЖАТ. Для определения его допустимого значения достаточно знать допустимые значения среднего времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{\epsilon_{12\delta}}$  и интенсивности отказов первой и второй категории объекта ЖАТ  $\lambda_{12\delta}$ :

$$Q_{K_{\epsilon_{12}}} = \langle q_1, \lambda_{12\delta}, T_{\epsilon_{12\delta}} \rangle. \quad (2.31)$$

Показатели структурной надежности следует определять на основании статистических данных об инцидентах. При этом нормы показателей

структурной надежности должны определяться на основании норм показателей функциональной надежности.

Тогда кортеж исходных данных для вычисления допустимого значения интенсивности инцидентов объекта ЖАТ имеет вид:

$$Q_{\lambda_{12\delta}} = \langle q_1, \lambda_{12\delta} \rangle \cup Z_o \cup Z_n \cup Z_3. \quad (2.32)$$

Нормы времени на устранение отказов, предотказных состояний и отступлений от норм содержания существенно отличаются друг от друга, так как требования к оперативности устранения перечисленных видов инцидентов различны.

Допустимое значение среднего времени до восстановления должно вычисляться на основании данных об отказах без учета их категории. Следовательно, кортеж исходных данных имеет вид:

$$Q_{T_{6\delta}} = \langle q_1, T_{612\delta}, m, z_9' \rangle, \quad (2.33)$$

где  $m$  – количество отказов объекта ЖАТ за период наблюдения.

$z_9'$  – элемент, полученный из элементов  $z_3$  кортежа  $Z_o'$  (2.16) без учета признака  $z_4$  ( $z_4 = 1, 2, 3$ ) в результате суммирования по  $m$  отказам:

$$T_{6\sum} = \sum_{j=1}^m T_{6j}, \quad (2.34)$$

где  $T_{6j}$  – время устранения  $j$ -го отказа без разделения на категории из  $m$  отказов объекта ЖАТ, причем,  $T_{6\sum} \rightarrow z_9'$ .

Величина риска потерь поездо-часов, как следует из (1.1), определяется значениями двух составляющих. Выборка исходных данных для величины потерь поездо-часов  $\Pi_{o\delta}$  должна определяться в соответствии с ранее представленным кортежем (2.26).

Исходные данные для оценки допустимой величины частоты отказов первой и второй категории  $f_{o12\delta}$ :

$$Q_{f_{o12\delta}} = \langle q_1 \rangle \cup Z_o'(z_4 = 1, 2). \quad (2.35)$$

Таким образом, кортежи (2.26) – (2.35) описывают совокупность исходных данных, которая совместно с периодами времени  $T_{набл}$  и  $T_{расч}$  достаточна для выполнения расчетов допустимых значений каждого из показателей, представленных на Рисунке 1.8.

## 2.7 Выводы по главе

Во второй главе диссертационной работы получены следующие основные результаты:

1. Определен перечень информационных систем ОАО «РЖД», данные из которых требуется использовать при нормировании показателей надежности объектов ЖАТ и рисков потерь поездо-часов из-за их отказов, определены основные проблемы обобщения данных из этих информационных систем.

2. Разработана технология сбора исходных данных для определения фактических и допустимых значений показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ.

3. Сформирован перечень исходных данных, необходимых и достаточных для определения допустимых значений показателей надежности объектов ЖАТ.

4. Показано, что структуру исходных данных из информационных систем ввиду использования в них связанных таблиц с фиксированным набором полей, целесообразно описывать с помощью кортежей. Предложены и обоснованы структуры исходных данных, формируемых с помощью информационных систем, процедуры их предварительной обработки и преобразованию к виду, пригодному для проведения расчетов.

5. Предложен подход к формированию совокупности инцидентов принимаемых к статистическому учету при расчете показателей структурной надежности, включающий в себя отказы всех категорий, отдельные предотказные состояния и отступления от норм содержания.

6. Разработаны алгоритмы формирования статистической совокупности инцидентов на основе однородных статистических данных из различных информационных систем ОАО «РЖД», используемых при нормировании показателей надежности.

7. С помощью метода экспертных оценок разработан классификатор отказов и предотказных состояний, выявляемых средствами систем СТДМ и классификатор отступлений от норм содержания объектов ЖАТ, а также алгоритмы их применения при формировании принимаемой к статистическому учету совокупности инцидентов.



### **3 Нормирование показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

#### **3.1 Общие принципы нормирования показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Допустимые значения показателей надежности объектов ЖАТ должны рассчитываться с помощью процедуры их нормирования [17, 18]. В соответствии с применяемой концепцией риск-менеджмента, которая описана в главе 1, допустимые значения показателей надежности должны определяться исходя из значения допустимой величиной риска потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ. Потери поездо-часов представляют собой суммарное время задержки поездов из-за отказов за период оценивания.

Ранее было установлено, что все показатели надежности целесообразно подразделить на показатели функциональной и структурной надежности, причем, нормы показателей функциональной надежности имеют приоритет перед нормами показателей структурной надежности, так как они характеризуют качество технологического процесса – перевозки пассажиров и грузов, тогда как показатели структурной надежности характеризуют надежность самих технических средств. Исходя из этого, можно сформировать следующую последовательность расчета допустимых значений показателей надежности:

1. Расчет допустимого значения рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ.
2. Расчет допустимых значений показателей функциональной надежности объекта ЖАТ.
3. Расчет допустимых значений показателей структурной надежности объекта ЖАТ.

Проанализируем особенности расчета допустимых значений указанных показателей.

### 3.1.1 Специфика расчета допустимых значений рисков потерь из-за отказов систем железнодорожной автоматики

В [23] для оценивания различных рисков, связанных с перевозочным процессом на железнодорожном транспорте, обосновывается целесообразность использования матриц рисков, которые по сути реализуют принцип ALARP. Принцип ALARP применительно к эксплуатации технических систем подразумевает, что величина риска должна быть настолько низкой, насколько это экономически оправдано и технически достижимо [6, 101]. Эта величина характеризует допустимый уровень риска и графически описывается точкой ALARP – точкой оптимума между затратами на предупреждение риска и потенциальными потерями от возникновения рисков событий (Рисунок 1.2). В более общем случае под допустимым уровнем риска понимается уровень риска, который приемлем при данных обстоятельствах на основании существующих в текущий период времени ценностей в обществе [52]. Матрица рисков позволяет оценивать уровни риска в некоторой окрестности от точки ALARP, разделяя риски на несколько различных уровней, помимо допустимого. Характеристики окрестности, как следует из принципа ALARP, должны определяться областью технически достижимых рисков.

Таким образом, при определении границ допустимого уровня рисков потерь поездочных часов из-за отказов объектов ЖАТ целесообразно отталкиваться от технических возможностей существующих систем ЖАТ в различных условиях эксплуатации, которые должны определять границы области риска, характеризуемого уровнем «недопустимый» (самым нежелательным).

ГОСТ Р 54505 [23] определяет общий подход к оценке и оцениванию рисков: данный подход применительно к железнодорожному транспорту конкретизируется в методических рекомендациях по построению матрицы рисков [52]. В соответствии с ними границы уровней риска рекомендуется

оценивать по количественной шкале. Согласно [52], границы допустимого уровня риска могут быть рассчитаны путем построения матрицы по заданному правилу на основе известных границ отдельных клеток матрицы. Такие границы клеток и сами клетки назовем характеристическими.

Каждый уровень риска в матрице рисков есть сочетание двух составляющих: частоты ущерба и последствий. Последствия в соответствии с [52, 100] должны быть удельными, приведенными на одно рисковое событие. Частота ущерба должна приводиться на один календарный год.

Следовательно, допустимый уровень риска потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ должен характеризоваться двумя составляющими:

- допустимым удельным значением потерь поездо-часов на один отказ объекта ЖАТ первой или второй категории  $P'_{o\delta}$  – нормой последствий;
- допустимым значением частоты отказов первой и второй категории объекта ЖАТ в год  $f'_{o12\delta}$  – нормой частоты ущерба.

Составляющим риска в матрице рисков сопоставлены координатные оси, поэтому нахождение допустимых значений составляющих риска должно быть основано на определении характеристических границ и характеристических клеток с учетом методики построения матрицы рисков.

В дальнейшем необходимо более глубоко проанализировать методику построения матрицы рисков для того, чтобы выяснить как определить характеристические клетки и выяснить какие их границы связаны с технически достижимыми нормами составляющих риска. Принципы выбора параметров, обеспечивающих построение матрицы рисков приведены в работе [56].

Сами нормы составляющих риска для обеспечения их достижимости могут формироваться на основе следующих подходов:

- аналитического – исходя из проектных значений показателей надежности технических средств ЖАТ и характеристик процесса эксплуатации;

- имитационного – на основе процедур, имитирующих влияние функционирования технических средств ЖАТ на процесс перевозок;

- статистического – исходя из статистических данных о возникновении задержек в движении поездов по причине отказов технических средств ЖАТ.

Аналитический подход, основанный на использовании проектных значений показателей надежности технических средств ЖАТ при оценке достижимых уровней рисков имеет ряд существенных недостатков:

- во-первых, для аналитического расчета требуется большое количество допущений и ограничений, приводящих к погрешностям расчета по отношению к реальности.

- во-вторых, проектные значения показателей надежности, как правило, задаются разработчиками технических средств ЖАТ косвенным путем по различным, часто не согласующимся между собой методикам, поэтому указываются с различной, часто весьма значительной, погрешностью.

- в-третьих на сети дорог в настоящее время эксплуатируется большое количество устройств, находящихся в стадии старения, для которых фактические значения показателей надежности существенно отличаются от проектных, но при этом средний их уровень, по субъективному мнению специалистов компании, как правило, признается достаточным.

Так как при оценке допустимого уровня рисков требуется оценивать влияние случайных по своей природе событий, то в рамках подхода, основанного на применении имитационного моделирования, наиболее приемлемым видится использование метода статистического имитационного моделирования – Монте-Карло [38, 63, 64, 100]. Однако, по мнению автора, сформированному на основе целого исследования [85, 87, 88, 90], статистическое моделирование методом Монте-Карло в данном случае нецелесообразно по причине высокой трудоемкости как самой процедуры, так и процессов сбора исходных данных и обработки результатов моделирования, хотя при правильной реализации позволило бы получать адекватные результаты с приемлемой точностью, в том числе, при изменяющихся

условиях. Кроме того, в рамках метода Монте-Карло, как правило, требуется осуществлять сбор и статистическую обработку первичных данных с целью реализации датчиков случайных величин, т.е. использовать статистический подход.

Статистический подход для решения задачи определения технических достижимых допустимых значений составляющих рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ в настоящее время рассматривается как наиболее целесообразный, по следующим причинам:

- данные об отказах и о возникающих из-за них потерях поездо-часов регистрируются в информационных системах по всей сети дорог на протяжении достаточно продолжительного времени;

- имеется возможность централизованного доступа к указанным данным и их автоматизированной обработки;

- вышеуказанные данные характеризуют явно и объективно существующий уровень влияния технических средств ЖАТ на качество перевозочного процесса;

- трудоемкость расчетов ниже, чем при реализации статического имитационного моделирования.

Вместе с тем, следует учесть, что на каждом участке железных дорог, в силу специфики реализуемого там перевозочного процесса, даже при соизмеримом уровне надежности эксплуатируемых средств ЖАТ будут достижимы разные уровни потерь-поездо часов и частоты отказов первой и второй категории. Следовательно, допустимый уровень рисков потерь поездо-часов должен быть разным для различных участков железных дорог. Выполненный анализ (Таблица П.3.2 Приложения 3) показал, что прослеживается умеренная корреляционная связь между потерями поездо-часов и классом и специализацией железнодорожной линии (0.53-0.65 в зависимости от класса и специализации), поэтому допустимые значения рисков потерь поездо-часов целесообразно задавать отдельно для каждого класса железнодорожной линии, с учетом ее специализации. Таким образом,

допустимые уровни рисков должны быть одинаковыми для всех объектов ЖАТ, эксплуатируемых на железнодорожных линиях одного класса и специализации.

Совокупность нормативных показателей составляющих рисков для железнодорожных линий различных классов и специализаций представлена в Таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Нормативные показатели составляющих рисков потерь поездо-часов для железнодорожных линий различных классов и специализаций

№ п/п	Класс и специализация	Допустимое значение удельных потерь поездо-часов на один отказ 1 и 2 категории	Допустимая частота отказов 1 и 2 категории в год
1	1(В)	$P'_{o\partial(1B)}$	$f'_{12\partial(1B)}$
2	1(С)	$P'_{o\partial(1C)}$	$f'_{12\partial(1C)}$
3	1(П)	$P'_{o\partial(1П)}$	$f'_{12\partial(1П)}$
4	1(О)	$P'_{o\partial(1O)}$	$f'_{12\partial(1O)}$
5	1 (Г)	$P'_{o\partial(1Г)}$	$f'_{12\partial(1Г)}$
6	1 (Т)	$P'_{o\partial(1Т)}$	$f'_{12\partial(1Т)}$
7	1 (М)	$P'_{o\partial(1М)}$	$f'_{12\partial(1М)}$
8	2 (В, С)	$P'_{o\partial(2BC)}$	$f'_{12\partial(2BC)}$
9	2(П)	$P'_{o\partial(2П)}$	$f'_{12\partial(2П)}$
10	2(О)	$P'_{o\partial(2O)}$	$f'_{12\partial(2O)}$
11	2 (Г, Т)	$P'_{o\partial(2ГТ)}$	$f'_{12\partial(2ГТ)}$
12	2 (М)	$P'_{o\partial(2М)}$	$f'_{12\partial(2М)}$
13	3 (все)	$P'_{o\partial(3)}$	$f'_{12\partial(3)}$
14	4 (все)	$P'_{o\partial(4)}$	$f'_{12\partial(4)}$
15	5 (все)	$P'_{o\partial(5)}$	$f'_{12\partial(5)}$

Примечание: для классов железнодорожных линий от 2 до 5 произведено объединение отдельных специализаций близких по величине потерь поездо-часов.

Подводя краткий итог, отметим следующие задачи, связанные с определением допустимого уровня риска, которые требуется решить:

- необходимо определить технически достижимые значения составляющих риска потерь поездо-часов потерь из-за отказов объекта ЖАТ на железнодорожных линиях различных классов и специализаций;
- требуется выяснить, каким характеристическим клеткам матрицы рисков и их границам соответствуют технически достижимые значения составляющих риска.

### 3.1.2 Специфика расчета допустимых значений показателей функциональной надежности

Совокупность показателей функциональной надежности представлена на Рисунке 1.7. Необходимо определить общую последовательность их расчета, а также разработать методику их определения.

Потери поездо-часов за отчетный интервал времени – это величина, непосредственно связанная с удельной величиной ущерба в матрице рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ и отличается только тем, что приводится на интервал времени, а не на одно событие (отказ первой или второй категории). Следовательно, расчетное значение потерь поездо-часов за период оценивания  $P_{o\delta}$  может быть найдено непосредственно на основе допустимых удельных потерь поездо-часов на один отказ объекта ЖАТ первой и второй категории и частоты отказов первой и второй категории в год, то есть на основании составляющих риска:

$$P_{o\delta} = P'_{o\delta} \cdot f'_{o12\delta} \cdot T_{расч} , \quad (3.1)$$

где  $T_{расч}$  равно одному календарному году.

Расчетное значение потерь поездо-часов, как следует из Рисунка 1.8, характеризует последствия, тогда как причиной их возникновения являются отказы технических средств ЖАТ, характеризующиеся показателями функциональной надежности:  $K_{\delta 12}$ ,  $T_{\delta 12}$ ,  $\lambda_{12}$ .

Коэффициент готовности по отказам объекта ЖАТ первой и второй категории  $K_{\delta 12}$  является комплексным показателем, вычисляемым на основе

среднего времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{\varepsilon 12}$  и их средней интенсивности  $\lambda_{12}$  и, очевидно, его допустимое значение может быть определено, после определения этих показателей.

Указанные показатели непосредственно влияют на потери поездо-часов, возникновение которых может быть обусловлено, как значительным количеством отказов объекта ЖАТ в единицу времени, так и продолжительным временем их устранения [91, 93-97, 101].

Для решения поставленной задачи возникает необходимость в применении математической модели, описывающей причинно-следственную связь между показателями  $\lambda_{12}$ ,  $T_{\varepsilon 12}$  и  $P_{o\partial}$ . Нетривиальность решаемой задачи заключается в том, что модель должна решать в определенном смысле обратную задачу, то есть позволять ответить на вопрос, как должны действовать причины, чтобы получить известное следствие. Это связано с тем, что к моменту определения значений показателей  $\lambda_{12}$ ,  $T_{\varepsilon 12}$ ,  $K_{\varepsilon 12}$ , значение показателя  $P_{o\partial}$  должно быть уже известно.

Для решения данной задачи можно воспользоваться:

- эмпирическими (статистическими) моделями;
- имитационными моделями;
- аналитическими моделями.

Эмпирические модели могут быть получены методами корреляционного или регрессионного анализа [67]. Данный класс математических моделей позволяет оценивать силу связи между факторами значениями коэффициентов, которые получают путем обработки экспериментальных статистических данных. Как правило, такие модели компактно и в явном виде описывают взаимосвязь между величинами, позволяя выражать одни из них через другие, в том числе и решать обратную задачу. Сложность их применения связана с обработкой большого массива статистических данных. При этом статистические данные об отказах в информационных системах ОАО «РЖД» довольно существенно искажены из-за значительного влияния



человеческого фактора. В связи с этим данные модели могут быть, при необходимости, использованы для уточнения результатов моделирования и для улучшения сходимости полученных результатов с данными информационных систем.

Для решения рассматриваемой задачи могут быть применены имитационные статистические модели, о которых говорилось в п.3.1.1. Следует отметить, что в рамках решаемой задачи требуется, либо построить имитационную модель: «причина» → «следствие» и затем использовать ее для решения обратной задачи, либо разработать модель «следствие» → «причина». Оба варианта имеют существенные трудности, прежде всего, затраты на практическую реализацию, особенно последний, что говорит о нецелесообразности его применения для данной задачи.

Аналитические модели в явном виде описывают причинно-следственные связи, поэтому, в общем случае, могут эффективно применяться как для решения прямых, так и обратных задач. Среди основных сложностей их применения следует отметить проблему точности, сложности модификации при изменении характеристик описываемых процессов, наличия большого количества ограничений и допущений при их применении. Несмотря на это, по мнению автора, для решения указанной обратной задачи применение данных моделей наиболее эффективно, так как требует наименьших усилий на их реализацию и обеспечивает необходимую точность результатов. При этом можно воспользовавшись принципом аналогии найти уже применяющиеся адекватные изучаемым процессам модели.

Таким образом, количественное описание причинно-следственной связи между отказами объекта ЖАТ и потерями поездо-часов целесообразно описывать комбинацией аналитических и эмпирических моделей.

При решении сформулированной выше обратной задачи неизбежно возникнет проблема мультивариантности решений, так как рассматривается одно следствие – значение потерь поездо-часов и два фактора-причины: интенсивность отказов объекта ЖАТ первой и второй категории и среднее

время устранения этих отказов. Проще всего указанную проблему решить, зафиксировав один из факторов. Удобно зафиксировать показатель  $T_{\varepsilon 12}$ , пронормировав его отдельно, по следующим причинам:

- данный показатель характеризует не столько техническую систему, сколько оперативность работы персонала, технологию ремонта и т.д.

- в структурных подразделениях ОАО «РЖД» уже действуют нормативы, регламентирующие время устранения отказов технических средств  $T_{\varepsilon \text{рег}}$ , как для объектов ЖАТ, так и по видам отказавших технических средств [87, 88, 90].

Регламентное время устранения отказов  $T_{\varepsilon \text{рег}}$ , определяется в каждой дистанции СЦБ для различных технических средств и описывает отдельный процесс восстановления, поэтому может использоваться в качестве грубой верхней оценки допустимого значения среднего времени устранения отказов объекта ЖАТ первой и второй категории  $T_{\varepsilon 12 \partial}$ , так как показатель  $T_{\varepsilon 12 \partial}$  является усредненным по множеству аналогичных процессов. Первичный анализ статистических отчетов из информационной системы АСУ-Ш-2 (Таблица П.3.1 Приложения 3) показал, что фактическое значение времени устранения отказов, как правило, меньше регламентного, причем, в подавляющем большинстве случаев – в несколько раз. Следовательно, достижимая норма среднего времени устранения отказов может быть жестче, чем регламентное время устранения отказов и должна быть обоснована на основе фактических статистических данных о времени устранения отказов объектов ЖАТ. При этом следует учесть, что регламентное время определяется расчетом, учитывающим специфику участка, включая расстояние до места возникновения отказа, местонахождение оперативного персонала и ряд иных факторов. В связи с этим целесообразно для объектов ЖАТ установить совокупность нормативных значений  $T_{\varepsilon 12 \partial}$  в зависимости от рассчитанного для них значения параметра  $T_{\varepsilon \text{рег}}$ . Этого можно достичь,

группируя статистические данные о времени устранения отказов и обрабатывая полученную совокупность для объектов с близкими значениями регламентного времени устранения отказов.

Возможная совокупность значений  $T_{\epsilon_{12} \delta}$  для объектов с различными значениями регламентного времени устранения отказов представлена в Таблице 3.2. Выборку данных следует осуществлять по объектам ЖАТ в зависимости от принадлежности значений регламентного времени устранения отказов этих объектов различным интервалам времени. В рамках работы планируется провести расчеты в рамках пилотных участков, не превышающих отдельных дорог – структурных подразделений ОАО «РЖД». Для исключения существенного уменьшения статистической совокупности в этом случае сами интервалы времени должны формироваться с нелинейным шагом по шкале и иметь ширину не менее 0,5 часа.

Таблица 3.2 – Допустимые значения времени устранения отказов первой и второй категории при различных значениях регламентного времени устранения отказов

№ п/п	Регламентное время устранения отказов, ч	Допустимое значение времени устранения отказов первой и второй категории
1	$0 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 0,5$	$T_{\epsilon_{12} \delta 1}$
2	$0,5 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 1$	$T_{\epsilon_{12} \delta 2}$
3	$1 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 1,5$	$T_{\epsilon_{12} \delta 3}$
4	$1,5 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 2$	$T_{\epsilon_{12} \delta 4}$
5	$2 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 2,5$	$T_{\epsilon_{12} \delta 5}$
6	$2,5 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 3$	$T_{\epsilon_{12} \delta 6}$
7	$3 \leq T_{\epsilon_{рег}} < 4$	$T_{\epsilon_{12} \delta 7}$
8	$4 \leq T_{\epsilon_{рег}}$	$T_{\epsilon_{12} \delta 8}$

Конкретная шкала может быть определена после апробации на всей сети железных дорог.

Очевидно, что показатель  $T_{612\delta}$  должен быть определен до того, как с помощью обратной задачи будет осуществляться расчет показателя  $\lambda_{12\delta}$ . В последнюю очередь может быть найдено нормативное значение коэффициента готовности  $K_{612\delta}$

С учетом проведенного в данном разделе анализа предлагается модель расчета допустимых значений показателей функциональной надежности, представленная на Рисунке 3.1 [98, 101].

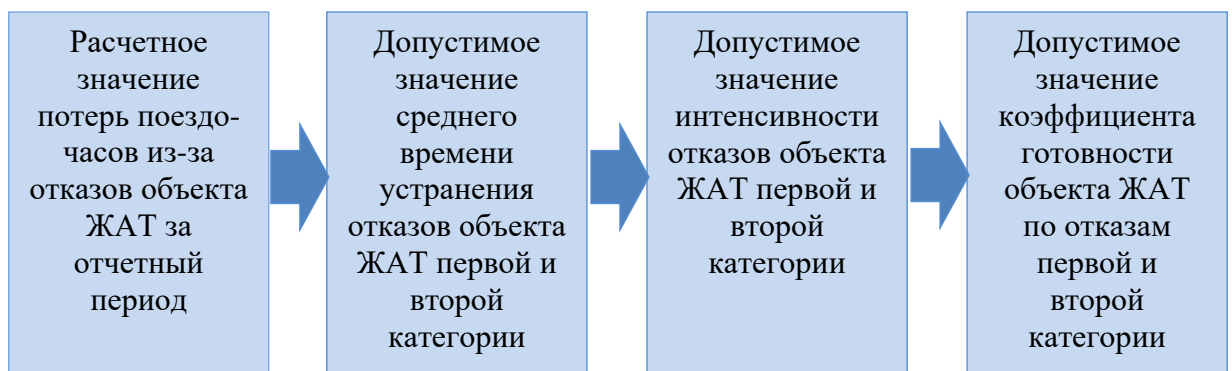


Рисунок 3.1 – Последовательность нормирования показателей функциональной надежности объекта ЖАТ

Реализация модели расчета, представленной на Рисунке 3.1, осуществляется с учетом следующих положений:

- расчетное значение потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ за отчетный период должно рассчитываться на основе значения допустимой величины рисков потерь поездо-часов за отчетный период;

- допустимое значение среднего времени устранения отказов первой и второй  $T_{612\delta}$  категории должно определяться на основе регламентного времени устранения отказов объекта ЖАТ и статистических данных о фактическом времени устранения отказов;

– допустимое значение интенсивности отказов должно рассчитываться с помощью аналитической и эмпирической моделей (комбинированной модели) путем решения обратной задачи;

– допустимое значение коэффициента готовности  $K_{z12d}$  должно находиться на основе допустимого значения среднего времени устранения отказов объекта ЖАТ первой и второй категории, а также допустимого значения интенсивности отказов объекта ЖАТ первой и второй категории.

### **3.1.3 Особенности расчета допустимых значений показателей структурной надежности объекта железнодорожной автоматики и телемеханики**

Совокупность показателей структурной надежности объектов ЖАТ представлена на Рисунке 1.6. Каждый из показателей может нормироваться отдельно, так как описывает непосредственно не связанные друг с другом свойства структурной надежности.

Отличительной особенностью показателей структурной надежности, применяемой в методологии УРРАН, является то, что они должны описывать характеристики случайного потока инцидентов.

Инциденты описывают события, которые потенциально могут стать отказами первой и второй категории при определенных обстоятельствах. Поэтому множество отказов первой и второй категории  $Z_{o12}$ , очевидно, является подмножеством множества инцидентов  $Z_u$ :

$$Z_{o12} \subset Z_o \subset Z_u. \quad (3.1)$$

Сначала сформулируем основные принципы нормирования интенсивности инцидентов объекта ЖАТ.

Специфика совокупности инцидентов  $\lambda_{u,d}$  заключается в значительном объеме статистической совокупности, которая в несколько раз, а иногда и на порядки больше статистической совокупности отказов первой и второй

категории, т.е. для мощностей множеств отказов первой и второй категории и множества инцидентов существует соответствие:

$$M(Z_{o12}) \leq M(Z_u). \quad (3.2)$$

В связи с этим целесообразно нормирование допустимого значения интенсивности инцидентов  $\lambda_{u \partial}$  проводить с учетом значения допустимого значения интенсивности отказов первой и второй категории.

При формировании нормы интенсивности инцидентов объекта ЖАТ следует учесть и то, что классификаторы (Таблица П.3.2), которые следует использовать для формирования статистической совокупности инцидентов, могут периодически пересматриваться с целью их актуализации, что не должно влиять на методику нормирования.

Последнее обстоятельство обуславливает необходимость применения эмпирических моделей для нормирования, так как они могут периодически пересчитываться с целью актуализации без изменения методики расчета. В частности, удобно определять допустимое значение интенсивности инцидентов  $\lambda_{u \partial}$  на основе регрессии нулевого порядка, которая математически описывает модель Гейнриха (Рисунок 2.3) [64]. В модели Гейнриха вершина при этом может соответствовать одному отказу первой и второй категории, середина – среднему количеству отказов любой категории, приходящихся на один отказ первой и второй категории и основание – среднему количеству инцидентов объекта ЖАТ (Рисунок 3.2).

Ранее было установлено, что в рамках разрабатываемой концепции потери поездо-часов в различном масштабе входят в матрицу рисков и одновременно являются одним из первичных показателей функциональной надежности. При этом норма потерь поездо-часов зависит от класса и специализации железнодорожной линии, на которой функционирует тот или иной объект ЖАТ (Таблица 3.1). Следовательно, эмпирическая модель должна рассчитываться отдельно при определении допустимого значения

интенсивности инцидентов объектов ЖАТ  $\lambda_{и\delta}$  на железнодорожных линиях различных классов и специализаций.



Рисунок 3.2 – Модель Гейнриха при описании надежности объекта ЖАТ

Кроме того, при формировании допустимого значения интенсивности инцидентов  $\lambda_{и\delta}$  следует учесть, что системы СТДМ применяются далеко не на всех участках железных дорог, в связи с чем, по множеству объектов ЖАТ статистическая совокупность зарегистрированных предотказных состояний отсутствует:

$$Z_n = \emptyset. \quad (3.3)$$

При этом, если система СТДМ используется для контроля состояния объекта ЖАТ, то количество регистрируемых ей предотказных состояний часто существенно превышает количество отказов первой и второй категории. Поэтому, если не учитывать факт отсутствия или наличия систем СТДМ на участке и формировать единую норму для объектов ЖАТ оборудованных и необорудованных системой СТДМ, то, норма интенсивности инцидентов для объектов ЖАТ, не оборудованных системой СТДМ окажется излишне мягкой, а для оборудованных – жесткой.

Для принципов нормирования среднего времени до восстановления  $T_{\text{в.о.}}$ , был проведен анализ нормативной документации структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики. Он показал, что при расчете показателей ремонтпригодности данные об отказах дополнять сведениями о предотказных состояниях и отступлениях от норм содержания нецелесообразно, так как время их устранения регламентируется иначе, чем время устранения отказов, а их количество существенно превышает количество отказов первой и второй категории. Это внесет существенные искажения в расчетные значения показателей.

Общий подход к нормированию рассматриваемого показателя может быть аналогичен подходу, используемому при нормировании среднего времени устранения отказов первой и второй категории (параграф 3.1.2), за исключением того, что статистическая совокупность должна включать в себя отказы всех категорий, а не только первой и второй.

Таким образом, подход к нормированию показателей структурной надежности характеризуется следующими особенностями:

- при нормировании интенсивности инцидентов необходимо, во-первых, использовать в качестве основы норму интенсивности отказов первой и второй категории, а, во-вторых, применять эмпирическую модель, рассчитываемую для объектов ЖАТ, находящихся на железнодорожных линиях каждого класса и специализации с учетом наличия, либо отсутствия системы СТДМ;

- при нормировании среднего времени до восстановления следует учесть, что принципы нормирования могут быть аналогичны методу нормирования среднего времени устранения отказов первой и второй категории, при этом в качестве исходных данных должна использоваться вся совокупность данных об отказах, независимо от их категории.

При расчете всех показателей надежности потребуется учесть то, что информационные системы, данные из которых должны использоваться при



нормировании показателей надежности и рисков содержат информацию за разные по продолжительности промежутки времени, так как системы внедрялись постепенно. В связи с этим, при формировании норм исходные данные потребуется приводить к единому интервалу времени, в качестве которого целесообразно использовать один календарный год – минимальный интервал наблюдения. При этом данные о количестве событий за разные интервалы времени следует привести к эквивалентным за один календарный год.

Таким образом на основе проведенного анализа, сформирована общая концепция нормирования рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ и показателей надежности его функционирования. Далее требуется разработать механизмы реализации конкретных норм.

## **3.2 Нормирование рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики**

### **3.2.1 Определение допустимых уровней составляющих риска потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики**

Достижимый уровень риска для объектов ЖАТ должен определяться на основе обработки статистических данных о потерях поездо-часов из-за отказов у различных объектов в пределах каждой из железнодорожных линий определенного класса и специализации (параграф 3.1.1).

С этой целью из отчетов информационных систем АСУ-Ш-2 и КАСАНТ была произведена выборка статистических данных за три календарных года: 2014-2016, которая представлена в Приложении 3 [102].

По данной выборке был проведен анализ удельной величины потерь поездо-часов на один отказ первой или второй категории и частоты отказов объекта ЖАТ первой и второй категории за год. Обе величины

рассматривались как случайные. Для обеих величин строились вероятностные распределения с использованием метода моментов.

Исследование проводилось по следующей схеме:

- 1) выборка статистических данных по объектам ЖАТ;
- 2) построение вариационного ряда и эмпирической плотности распределения случайной величины (гистограммы);
- 3) подбор вероятностного распределения;
- 4) проверка адекватности выбранного вероятностного распределения.

Поскольку схема исследования одинакова, то для удобства далее случайные величины обозначены обезличено переменной  $X$ .

Выборка статистических данных по объектам ЖАТ выполнялась из Таблицы П.1.1 по признакам «класс» и «специализация» железнодорожной линии. Для обеспечения объективности расчетов и анализа результатов специализации железнодорожных линий были закодированы числами от 1 до 7. Проверка достаточности выборки осуществлялась по критерию Стьюдента [9, 10]. При недостаточности выборки или невозможности получить адекватное вероятностное распределение производилось объединение отдельных специализаций железнодорожных линий.

Вариационные ряды строились на основе полученных выборок данных:

- наблюдаемые значения случайной величины  $X$ , называемые вариантами, записывались в возрастающем порядке;
- диапазон изменения величины  $X \in [x_{\min}, x_{\max}]$  разделялся преимущественно на  $m = 7$  подынтервалов, длиной:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}, \quad (3.4)$$

- выполнялась группировка значений параметра  $X$  в пределах полученных интервалов и вычислялось количество значений выборки  $n_q$  попадающих в  $q$ -ый интервал, а также относительная частота:

$$\xi_q = \frac{n_q}{h \cdot \sum_{q=1}^m n_q}. \quad (3.5)$$

Для визуализации вариационного ряда строилась гистограмма распределения исследуемой случайной величины – эмпирическая плотность ее распределения.

Подбор теоретического вероятностного распределения случайной величины  $f(x)$  для сглаживания статистических данных осуществлялся на основании визуального анализа гистограммы. Последовательно выдвигались гипотезы о нормальном, экспоненциальном и равномерном распределениях случайных величин.

Неизвестные параметры «сглаживающего» теоретического распределения находились методом моментов с учетом того, что при большой статистической совокупности данных статистические моменты случайных величин по вероятности сходятся с вероятностными.

Первый статистический момент - оценка математического ожидания находилась по формуле выборочного среднего [45]:

$$\tilde{x} = \frac{\sum_{q=1}^m \hat{x}_q \cdot n_q}{\sum_{q=1}^m n_q}, \quad (3.6)$$

где  $\hat{x}_q$  – представляет собой значение параметра, соответствующее середине  $q$ -го интервала и определяемое по формуле:

$$\hat{x}_q = \frac{x'_q + 0.5 \cdot h}{2}, \quad (3.7)$$

где  $x'_q$  – значение, соответствующее левой границе  $q$ -го подынтервала.

Второй статистический момент – генеральная дисперсия, вычислялась по формуле [45]:

$$\tilde{D}_x = \frac{N}{N-1} \cdot \frac{\sum_{q=1}^m n_q \cdot (\hat{x}_q - \tilde{x})^2}{\sum_{q=1}^m n_q}. \quad (3.8)$$

где  $N$  – размер статистической совокупности (количество значений случайной величины):

$$N = \sum_{q=1}^m n_q. \quad (3.9)$$

Стандартное отклонение вычислялось по формуле:

$$\sigma_x = \sqrt{\tilde{D}_x}. \quad (3.10)$$

Генеральная дисперсия и стандартные отклонения вычислялись только для двухпараметрических распределений.

Проверка адекватности теоретического распределения выполнялась с помощью статистического критерия согласия Пирсона (хи-квадрат). Для этого на основе эмпирического и теоретического вероятностного распределений выполнялся расчет статистики [67]:

$$\chi_{набл}^2 = \sum_{q=1}^m \frac{(n_q - N \cdot p_q)^2}{N \cdot p_q}, \quad (3.11)$$

где  $p_q$  – теоретическая вероятность попадания случайной величины в  $q$ -ый интервал, определяемая по аналитической функции, описывающей вероятностное распределение  $\tilde{f}(x)$ .

После этого осуществлялся поиск критической точки  $\chi_{кр}^2(r, \alpha)$  в правосторонней области. Для этого вычислялось число степеней свободы полученного распределения Пирсона по формуле:

$$r = m - s, \quad (3.12)$$

где  $m$  – соответствует количеству подынтервалов в эмпирической плотности распределения случайной величины;

$s$  – количество ограничений: 2 – для однопараметрического распределения, 3 – для двухпараметрического.

Уровень значимости  $\alpha$  задавался равным 0,95.

Вывод об адекватности вероятностного распределения формулировался на основании сравнения  $\chi_{набл}^2$  и  $\chi_{кр}^2(r, \alpha)$ : если  $\chi_{набл}^2 \leq \chi_{кр}^2(r, \alpha)$  – вероятностное распределение не противоречит экспериментальным данным, то есть адекватно, иначе – противоречит и неадекватно.

Основные результаты исследования удельных потерь поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ первой и второй категории и частоты отказов объекта ЖАТ первой и второй категории в год представлены в Приложении 4 и в работе [102].

На Рисунках П.4.1 – П.4.7 Приложения 4 представлены теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий:

- первого класса первой (условной) специализации;
- первого класса второй (условной) специализации;
- второго класса четвертой (условной) специализации;
- третьего класса;
- четвертого класса;
- пятого класса.

На Рисунке П.4.10 Приложения 4 в качестве примера представлены результаты исследования частоты отказов первой и второй категории для железнодорожной линии первого класса первой (условной) специализации.

В перечисленных случаях адекватно описывающим статистические данные потерь поездо-часов распределением явилось показательное распределение с различными значениями первого момента. Распределение частоты отказов первой и второй категории адекватно описывается распределением Пуассона, что подтверждает статистически теорему о случайном прореживании случайных потоков. Так как поток отказов первой и второй категории является результатом случайного прореживания общего потока отказов (который принято также описывать законом Пуассона), то в соответствии с этой теоремой ожидаемым был простейший поток или иначе –

поток Пуассона, а, как известно, показательное распределение является частным распределением Пуассона.

Несмотря на полученные результаты, для каждого участка железных дорог и интервала времени были повторно выполнены исследования указанных случайных величин, так как имеются публикации о том, что распределение потерь поездо-часов может распределяться и по нормальному закону [7].

Полученные в результате статистической обработки вероятностные распределения случайных величин удельных потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ первой и второй категории  $P'_{o\delta}$  и частоты отказов объекта ЖАТ первой и второй категории  $f'_{o12\delta}$  полностью описывают их и могут быть использованы для формирования допустимых значений указанных показателей.

Формирование допустимых значений  $P'_{o\delta}$  и  $f'_{o12\delta}$  целесообразно выполнить с помощью интервальной оценки случайной величины. Суть интервальной оценки случайной величины заключается в задании некоторого интервала, который называют доверительным, границы которого заданы двумя числами – концами интервала. В пределах доверительного интервала случайная величина может находиться с некоторой доверительной вероятностью. Взаимосвязь между ними описывается известным соотношением [67]:

$$P(a - \Delta_1 \leq a \leq a + \Delta_2) = \int_{a - \Delta_1}^{a + \Delta_2} f(x) dx, \quad (3.13)$$

где  $P(a - \Delta_1 \leq a \leq a + \Delta_2)$  – доверительная вероятность того, что случайная величина  $X$  будет находиться в некотором наперед заданном интервале  $a - \Delta_1 \leq a \leq a + \Delta_2$ ;

$a$  – математическое ожидание величины  $X$  ;

$f(x)$  – плотность распределения случайной величины  $X$  ;

$\Delta_1, \Delta_2$  – левая и правая границы интервала соответственно.

Согласно требованиям, установленным в ОАО «РЖД» для объектов ЖАТ, в качестве допустимых значений  $\Pi'_{o\delta}$  и  $f'_{o12\delta}$  следует рассматривать такие уровни, которые будут достижимы не менее чем для 70% объектов ЖАТ на железнодорожной линии каждого класса и специализации, то есть фактические значения указанных показателей должны находиться в пределах доверительного интервала, задаваемого нормой с доверительной вероятностью 0,7:

$$\Pi'_{o\delta} = f(\Pi'_o(P = 0.7)), f'_{o12\delta} = f(f'_{o12}(P = 0.7)). \quad (3.14)$$

Этот уровень представляет собой некий «компромисс» между «мягкостью» нормы и уровнем гарантии.

Нижняя граница доверительного интервала должна быть  $\Delta_1 = 0$  - минимально возможные потери поездо-часов и частоты отказов первой и второй категории. Тогда допустимые значения показателей есть верхние границы соответствующих доверительных интервалов  $\Delta_{2i}$ , найденных путем интегрирования соответствующей плотности вероятности теоретического вероятностного распределения (Рисунок П.4.1-4.7, П.4.10 Приложения 4) при доверительной вероятности 0,7.

Верхняя граница доверительного интервала, совпадающая с допустимым значением потерь поездо-часов, находится по эмпирическим формулам:

– при показательном законе распределения:

$$\Pi'_{o\delta} = 1,25 \cdot \alpha_{\Pi}, \quad (3.15)$$

где  $\alpha_{\Pi}$  – параметр показательного распределения (интенсивность событий).

– при нормальном (усеченном по нижней границе в соответствии с Приложением 4) законе распределения:

$$\Pi'_{o\delta} = a_{\Pi} + 0,25 \cdot \sigma_{\Pi}, \quad (3.16)$$

где  $a_{\Pi}, \sigma_{\Pi}$  – математическое ожидание и стандартное отклонение потерь поездо-часов, взятые из вероятностного распределения, описывающего указанную случайную величину.

Аналогичным образом можно определить допустимое значение частоты отказов первой и второй категории  $f'_{o12o}$ .

Таким образом, полученные на основе приведенной методики допустимые значения составляющих риска потерь поездо-часов соответствуют значениям, которые выполнимы для не менее чем 70% объектов ЖАТ в пределах железнодорожной линии одного класса и специализации.

### **3.2.2 Особенности построения матрицы рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики**

Матрица рисков должна синтезироваться в соответствии с [52, 56].

Графически риски представляют в двумерной плоскости. Области риска, соответствующие его различным уровням (не принимаемому в расчет, допустимому, нежелательному, недопустимому) разделяются в матрице рисков в общем случае криволинейной границей. Для упрощения построения матрицы исходные линейные шкалы, поставленные в соответствие с составляющими риска, заменяют логарифмическими. Пример представления областей риска при линейных шкалах координатных осей и после их логарифмирования представлен на Рисунке 3.3 [56].

Сама матрица рисков строится на основе кластеризации областей, соответствующих различным качественным уровням риска. Выделяют ряд типовых шаблонов матрицы рисков, различающихся количеством областей. Целесообразным для решения большинства задач является шаблон матрицы размерностью  $6 \times 4$ , который имеет место при параметре  $\mu = 1,5$ . При этом 6 уровней выделяют для частоты последствий и 4 – для величины последствий [52].



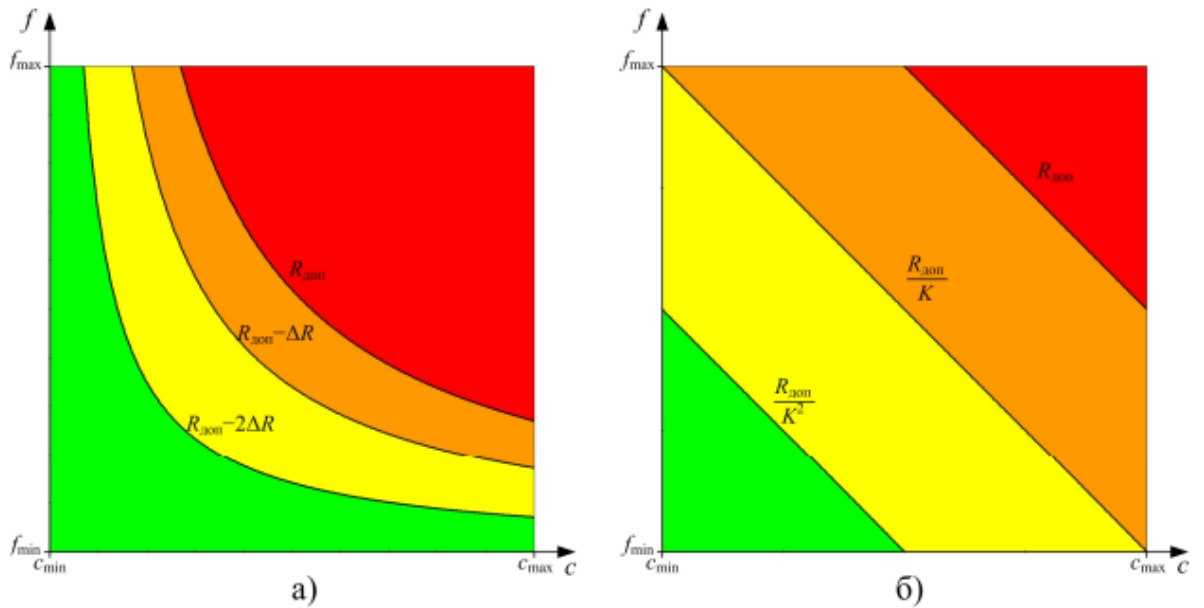


Рисунок 3.3 – Двумерное представление риска в системе координат «частота – последствия» с линейным (а) и логарифмическим (б) масштабом

Типовой случай кластеризации при формировании матрицы рисков  $6 \times 4$  представлен на Рисунке 3.4. Данный тип матрицы применяется для анализа рисков потерь поездо-часов из-за отказов в хозяйстве автоматики и телемеханики [99]. В этом случае, каждая из составляющих риска приобретает конкретный смысл:

- частота потерь – это частота отказов первой и второй категории в год;
- величина ущерба – это удельные потери поездо-часов на один отказ первой или второй категории.

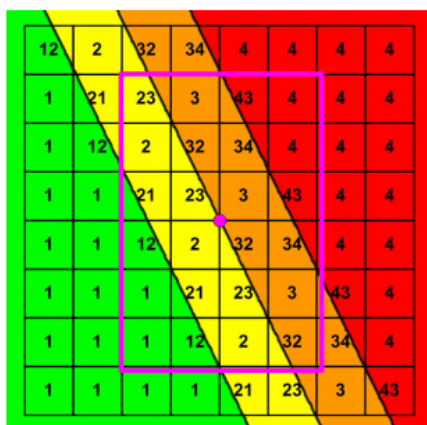


Рисунок 3.4 – Формирование матрицы рисков

Построение матрицы рисков осуществляют с использованием:

- координат критических клеток;
- относительного шага.

Критические клетки – являются частным случаем характеристических клеток и описывают границы перехода в уровни ничтожного (не принимаемого в расчет) и неприемлемого (недопустимого) риска. При построении матрицы рисков необходимо знать координаты обеих критических клеток или хотя бы критической клетки, характеризующей переход риска в недопустимый уровень.

Представленная на Рисунке 3.5 матрица рисков, применяемая в хозяйстве автоматики и телемеханики, получена в результате кластеризации с учетом функции принадлежности клеток матрицы на Рисунке 3.4 по областям с соответствующей окраской (уровнем риска). Поэтому, на основе сопоставления рисунков можно сделать вывод о том, что критической клеткой в матрице рисков является клетка с координатами В4. Координаты ее левого нижнего угла выступают в качестве допустимых значений составляющих риска, так как описывают переход в область недопустимых значений риска.

Таким образом, допустимое значение удельных потерь поездочасов из-за отказов объекта ЖАТ  $P'_{od}$  соответствует границе между уровнями 3 и 4 («существенный» и «критический»), а допустимое значение частоты отказов

первой и второй категории в год  $f'_{o12\delta}$  соответствует границе между уровнями В и С («вероятное» и «случайное») (Рисунок 3.5).

Остальные границы матрицы находят, задавшись величиной относительного шага  $K$ , на основе которого вычисляют относительные шаги по оси частот  $k_f$  и последствий  $k_c$ :

$$k_f = K^{1/3}; k_c = K^{2/3}. \quad (3.17)$$

Частота отказов 1 и 2 категории, 1/год		Потери поезд-часов из-за отказа объекта ЖАТ, п-ч/отказ			
		Незначительный	Значительный	Существенный	Критический
		1	2	3	4
Частое	Ч				
Вероятное	В				
Случайное	С				
Редкое	Р				
Крайне редкое	К				
Маловероятное	М				

$f'_{o12\delta}$  (на уровне «Случайное»)  
 $\Pi'_{o\delta}$  (на уровне «Существенный»)

Рисунок 3.5 – Взаимосвязь матрицы рисков потерь поезд-часов из-за отказов объекта ЖАТ с допустимыми значениями составляющих риска

Взаимосвязь между матрицей рисков потерь поезд-часов из-за отказов объекта ЖАТ с допустимыми значениями составляющих риска, методика расчета которых показана выше, установлена. Далее можно перейти к определению допустимых значений показателей функциональной надежности.

### 3.3 Нормирование показателей функциональной надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики

### 3.3.1 Определение расчетного значения потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики за отчетный период

Перечень показателей функциональной надежности представлен на Рисунке 1.7. Концепция и общая последовательность нормирования показателей функциональной надежности представлены в параграфе 3.1.1 и на Рисунке 3.1.

Формула (3.1) служит для определения расчетного значения потерь поездо-часов в год  $P_{oo}$  за отчетный период. Как показал анализ статистических данных о потерях поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ, данный показатель обладает свойством накопления во времени, при этом накопление во времени происходит неравномерно, когда происходят отказы.

Длительность отчетного периода может задаваться от одного месяца, до нескольких лет. Однако отказы – явления достаточно редкие. Как правило, по отдельному объекту ЖАТ регистрируется не более нескольких отказов в год. Еще более редкими являются отказы объекта ЖАТ первой и второй категории. Количество отказов – это всегда число натуральное. В связи с этим средние потери поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ допустимо оценивать на периодах времени не менее календарного года, в том числе и для случая, когда задана длительность отчетного периода менее года:

$$T_{расч} = \left] \frac{T_{om}}{12} \right], \text{ лет} \quad (3.18)$$

где  $T_{om}$  – исходный заданный интервал времени на длительность которого требуется выполнить расчет нормы потерь поездо-часов, выраженный в месяцах;

$\left] \right[$  – операция округления до ближайшего целого в большую сторону.

В то же время, если требуется получить среднее значение потерь поездо-часов одновременно по множеству объектов ЖАТ, то операция округления в большую сторону по формуле (3.18) не должна выполняться, так как для

множества объектов ЖАТ будет иметь место существенный рост статистической совокупности отказов и, как следствие, рост поездо-часов потерь во времени будет близким к равномерному.

Расчетное значение потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ  $P_{od}$  далее будет использовано в качестве целевого значения при расчете допустимого значения интенсивности отказов первой и второй категории.

### 3.3.2 Определение допустимого значения среднего времени устранения отказов первой и второй категории

Время до восстановления после отдельных отказов объекта ЖАТ  $T_{\epsilon}$  – это интервал времени от момента возникновения отказа, до момента включения устройства в работу после ремонта. Обычно его описывают формулой из нескольких слагаемых [119]:

$$T_{\epsilon} = T_{обн} + T_{под} + T_{пр} + T_{рем} + T_{вкл}, \quad (3.19)$$

где  $T_{обн}$ ,  $T_{под}$ ,  $T_{пр}$ ,  $T_{рем}$ ,  $T_{вкл}$  – время обнаружения, подготовки и инструктажа персонала, проследования, ремонта и включения в работу соответственно.

В некоторых случаях в формуле (3.19) может выделяться и ряд дополнительных слагаемых.

Время до восстановления после отказа – величина случайная, конкретное значение каждой реализации которой определяется сочетанием множества факторов: наличием или отсутствием системы диагностирования, местонахождением отказа и персонала, наличием путей подхода и подъезда, способом размещения аппаратуры, видом отказа, квалификацией персонала и иными факторами.

Время устранения отказов первой и второй категории по сути представляет собой время до восстановления, но относится только к отказам первой и второй категории.

Следует отметить, что в дистанциях СЦБ имеется регламент устранения отказов, где выполнен расчет значений регламентного времени  $T_{\epsilon\text{рег}}$ , который

учитывает вид отказов технических средств, местонахождение персонала в соответствии с размерами и конфигурацией дистанции СЦБ и ряд иных сведений. Данный расчет носит детерминированный характер, а само регламентное время является характеристикой отдельной реализации процесса восстановления, а не усредненной характеристикой этого процесса. По сути, она оценивает максимальный лимит времени на устранение отказа. В связи с этим, данный показатель не может быть использован в качестве нормы, так как его значение явно превышает фактически достижимые в среднем. Как следует из отчетов информационных систем, в действительности в большинстве случаев время устранения отказов первой и второй категории в несколько раз меньше, чем значение величины  $T_{в\text{рег}}$ . Это требует разработки механизма нормирования.

Устранение отказов – это технологический процесс, где исполнителями является оперативный персонал. Описанию временных характеристик процесса восстановления посвящен ряд работ [8, 28, 32-35, 85, 87, 88, 90].

Устранение любого отказа предполагает выполнение определенного объема работы  $s_{12}$  [28]. Однако, производительность отдельных исполнителей различна в силу физических, психических отличий, различной квалификации и иных причин. Как известно, из теории вероятностей [9] нормальный закон удовлетворительно описывает процессы, где действует не менее 7-8 случайных факторов с примерно равным вкладом в результат. Поэтому, как правило, на практике скорость выполнения работы  $v_{12}$  считается подчиненной нормальному закону распределения. Если известен объем работы и скорость ее выполнения, то время выполнения можно найти по известной формуле:

$$T_{в12} = \frac{s_{12}}{v_{12}}. \quad (3.20)$$

Доказано [8, 32], что если случайная величина скорости выполнения работы распределена по нормальному закону, то время выполнения работы

распределено в соответствии с альфа-распределением. Данное распределение является несимметричным двухпараметрическим.

Однако, данное распределение на практике часто заменяют треугольным вероятностным распределением [32-35], общий вид плотности вероятности которого представлен на Рисунке 3.6, а описывающее ее соотношение имеет вид:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < t_n; t > t_k; \\ \frac{2(t-t_n)}{(t_k-t_n)(t_m-t_n)} & \text{при } t_n \leq t \leq t_m; \\ \frac{2(t_k-t)}{(t_k-t_n)(t_m-t_n)} & \text{при } t_m \leq t \leq t_k. \end{cases} \quad (3.21)$$

Треугольное распределение существенно проще для расчетов, хоть и дает большую погрешность и часто применяется, если случайные величины имеют ограниченную область возможных значений  $(t_k, t_n)$  [32].

Положение и форму треугольного распределения характеризуют три параметра:  $t_n, t_k$  – границы области возможных значений: максимального и минимального,  $t_m$  – мода.

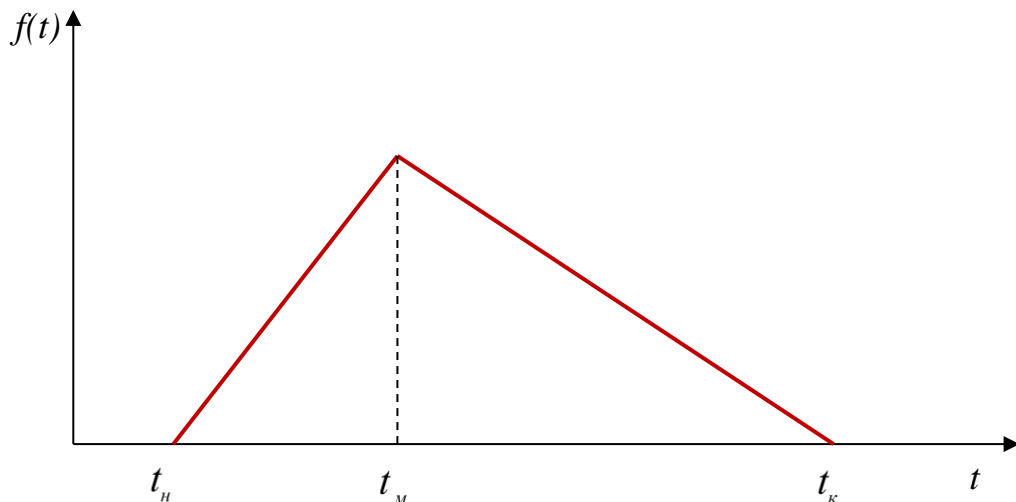


Рисунок 3.6 – Плотность треугольного распределения

Данное распределение предлагается использовать для нормирования среднего времени устранения отказов первой и второй категории. При этом допустимое значение среднего времени устранения отказов  $T_{\text{в12}\delta}$  будет соответствовать моде распределения, так как последняя характеризует момент начала массового завершения работы [8, 87, 88, 101].

Если применить нормированное треугольное распределение, когда  $t_n$  соответствует  $y_n = 0$ , а  $t_k - y_k = 1$ , то модовое значение треугольного распределения находят по формуле [32]:

$$T_{\text{в12}\delta} = t_m = 0,25 \cdot (t_k + 3 \cdot t_n), \quad (3.22)$$

Для того, чтобы воспользоваться данной формулой необходимо определить  $t_n, t_k$ .

Распределение справа в точке  $t_k$  достаточно ограничивать величиной регламентного времени устранения отказов, так как данную величину оперативный персонал на практике старается не превышать:

$$t_k = T_{\text{врег}}. \quad (3.23)$$

Что касается левого ограничения  $t_n$ , то предлагается сначала оценить математическое ожидание величины времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{12}$ :

$$M_{t_{12}} = \frac{\sum_{j=1}^m T_{12j}}{m}, \quad (3.24)$$

где  $T_{12j}$  – зарегистрированной в информационной системе  $j$ -ое значение времени устранения отказа первой и второй категории из  $m$  таких отказов.

При этом следует учесть, что в треугольном распределение математическое ожидание есть:

$$M_{t_{12}} = \frac{t_n + t_k + t_m}{3}. \quad (3.25)$$

Подставив (3.25) в (3.24) получим формулу расчета  $t_n$ :



$$t_n = \frac{3 \cdot M_{t12} - 1,25 \cdot t_k}{1,75}. \quad (3.26)$$

Таким образом, допустимое значение среднего времени устранения отказов первой и второй категории должно рассчитываться в следующей последовательности:

- 1) по формуле (3.24) на основе статистических данных об отказах первой и второй категории вычисляют оценку математического ожидания;
- 2) в качестве значения параметра  $t_k$  принимают значение регламентного времени устранения отказов  $T_{в\text{рег}}$ ;
- 3) по формуле (3.26) вычисляют  $t_n$ ;
- 4) по формуле (3.22) вычисляют допустимое значение среднего времени устранения отказов объекта ЖАТ первой и второй категории  $T_{в12\text{д}}$ .

Данная величина далее будет использоваться в качестве исходных данных при расчете допустимого значения интенсивности отказов первой и второй категории.

### 3.3.3 Определение допустимого значения интенсивности отказов первой и второй категории

Допустимое значение интенсивности отказов  $\lambda_{12\text{д}}$ , как показано в параграфе 3.1.2, эффективно рассчитывать с помощью аналитических и эмпирических моделей.

Нормирование данного показателя должно осуществляться с учетом ранее определенных норм:

- расчетного значения потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ за отчетный период  $П_{о\text{д}}$ ;
- допустимое значение среднего времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{в12\text{д}}$ .

При поиске математической модели-аналога учитывалась следующая специфика процессов, которые она должна описывать.

Включенный в работу объект ЖАТ непосредственно регулирует движение поездов непостоянно, так как поезда идут с некоторыми интервалами. Поэтому промежутки времени функционирования объекта ЖАТ при отсутствии поезда чередуются с промежутками времени, когда объектом ЖАТ непосредственно обеспечивается некоторое передвижение (поездное или маневровое). Состояния объекта ЖАТ при наличии и отсутствии реализации конкретных передвижений по станции или перегону будем называть активным и пассивным состоянием соответственно [50, 111]. Кроме того, объект ЖАТ с точки зрения надежности представляет собой восстанавливаемый объект, а, следовательно, в различные моменты времени в процессе эксплуатации может находиться в чередующихся между собой состояниях: работоспособном и неработоспособном. Переходы между активными и пассивными состояниями, а также между работоспособными и неработоспособными, очевидно, носят случайный характер.

Таким образом, при аналитическом описании объекта ЖАТ требуется ввести два случайных процесса:

- процесса переходов между работоспособным и неработоспособным состояниями, то есть процесса отказов и восстановлений;
- процесса переходов между активными и пассивными состояниями объекта ЖАТ.

Потери поездо-часов могут возникать в случае, если объект ЖАТ одновременно находится в активном состоянии и происходит его переход в неработоспособное состояние или он еще находится в неработоспособном состоянии. Следовательно, математическая модель формально должна позволять находить характеристики результирующего процесса, получаемого в результате наложения друг на друга двух случайных процессов.

В результате проведенного поиска математических моделей аналогов было выявлено, что схожие аналитические модели, используемые в различных областях [10, 14, 47, 82]:

- модель системы массового обслуживания;

- модель телетрафика;
- модель случайных импульсных потоков.

Наиболее близкой по получаемым результатам (средние значения показателей) оказалась модель системы массового обслуживания (СМО), которая широко применяется в теории массового обслуживания и в теории телетрафика.

СМО – это математическая модель, которая представляет собой описание вида «входной поток требований и способ обработки требований» [47]. Кроме того, в СМО при обработке требований используют понятие дисциплины обслуживания – правила выбора заявок из потока требований, что отражается в том числе в способе обработки требований.

В зависимости от типа входного потока, потока обслуживания и количества серверов все СМО классифицируют по Кендалу.

Общий формат записи СМО по Кендалу имеет вид:

$$a/b/c:d/e/f, \quad (3.27)$$

где  $a$  – описывает тип входного потока;

$b$  – описывает время обслуживания заявки;

$c$  – характеризует количество серверов в СМО;

$d/e/f$  – дополнительные поля, описывающие дисциплину обслуживания и иные свойства.

Обязательными являются только первые три поля от  $a$  до  $c$ .

Типовые обозначения, указываемые в полях, приведены в Таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Типовые обозначения в классификации Кендала

Обозначение	Описание
Обязательные поля	
M	Марковская модель процесса
D	Детерминированная модель процесса
Ek	Распределение Эрланга порядка k
U	Равномерное распределение
Дополнительные поля	
Loss	С полными потерями
k	С максимальным размером очереди, равным k

Для того, чтобы определить класс СМО по Кендалу требуется изучить формализуемые случайные потоки. В Приложении 4 приведены результаты исследования случайных потоков, полученные на основании отчетов информационных систем, представленных в Приложении 3.

Проанализируем поток отказов и восстановлений объекта ЖАТ.

Из теории надежности известно, что на стадии нормальной эксплуатации, когда приработка завершилась, а процессы старения еще не проявляются, поток отказов принято описывать пуассоновским случайным потоком с показательным распределением времени между отдельными отказами [28, 116, 119].

Время восстановления, как следует из Рисунков П.2.8-П.2.9, также адекватно описывается показательным распределением. Однако, известно, что часто время выполнения работ подчинено альфа-распределению [28]. Проверка адекватности для альфа-распределения в настоящей работе не проводилась, поэтому не исключено, что оно тоже является адекватным, в том числе в других случаях.

Проанализируем поток переходов объекта ЖАТ в активное и пассивное состояния.

В настоящей работе такие исследования не проводились, а были использованы результаты других ученых. В частности, в [16] указывается, что потоки поездов различны для станций и перегонов. В частности, для перегонов характерны потоки Эрланга различных порядков, так как поезда там движутся друг за другом по одному пути с защитными интервалами. Это было подтверждено результатами статистического анализа. Для станций, где имеется путевое развитие чаще имеет место простейший поток. Простейшие потоки были получены также для участков пригородного сообщения в работах [53, 64]. Аналогичный простейший поток, как правило, может использоваться для описания времени занятия поездом системы ЖАТ [53, 64], особенно при посекционном размыкании маршрутов.

В данном случае система ЖАТ выступает в качестве единственного сервера. В связи с этим типовая модель СМО, которая может использоваться для описания функционирования систем ЖАТ, имеет вид: М/М/1.

Для случаев, когда потоки событий отличны от марковских может использоваться метод поправочных коэффициентов, позволяющий корректировать результаты расчета в зависимости от вида распределения и его характеристик. Пример такого подхода приведен в [1-3]. Сами поправочные коэффициенты при этом могут быть найдены с помощью аналитических, либо имитационных моделей.

Как указывалось ранее, поездо-часы потерь могут возникать, если одновременно система ЖАТ находится в активном и неработоспособном состоянии. Следовательно, в случае отказа в течение времени устранения отказа система ЖАТ не используется для реализации каких-либо передвижение. В этом случае между случайными потоками событий следует установить приоритет.

Различают абсолютный и относительный приоритеты. Если требование в процессе обслуживания может быть удалено с сервера при поступлении требования более высокого приоритета, то имеет место абсолютный приоритет, если обслуживание любого требования на сервере не может быть прервано, то приоритет относительный. В модели СМО при описании системы ЖАТ требуется установить дисциплину с абсолютным приоритетом, причем отказы имеют приоритет перед потоком поездов, так как при возникновении отказа в объекте ЖАТ контроль и управление движением поезда в полной мере техническими средствами перестают обеспечиваться. Следует учесть также, что требования, которые удаляются с сервера в общем случае могут теряться, обслуживаться повторно или дообслуживаться. Как правило, поезд при возникновении отказа пропускается со сниженной скоростью, поэтому целесообразно рассматриваться абсолютный приоритет с полными потерями. Соответственно, окончательно по классификации Кендала СМО есть: М/М/1:Loss [47].

Разработанная модель системы ЖАТ, как СМО, представлена на Рисунке 3.7. Она неоднократно применялась и использовалась для моделирования отказов и восстановлений объектов ЖАТ в работах [18, 53, 99, 101].

Как видно из рисунка в модели системы ЖАТ присутствует два входа: приоритетный, на который поступает случайный поток отказов (красная стрелка) и неприоритетный, куда поступает случайный входящий поток поездов – поток поездов, который требуется обработать. Поток отказов имеет интенсивность  $\lambda$ , а поездов –  $\lambda_n$ . Одновременно система ЖАТ может обрабатывать только одну заявку. Рассмотрим случай, когда в систему ЖАТ поступает ровно одна заявка по очереди на каждый из входов при условии, что система ЖАТ свободна от обработки других заявок. Если в некоторый момент времени поступает заявка на верхний вход модели (Рисунок 3.7), это означает, что в системе ЖАТ произошел отказ. Обработка отказа, заключается в восстановлении системы ЖАТ, которое может выполняться с интенсивностью  $\mu_g$ , характеризующей оперативность устранения отказа персоналом. Если в другой момент времени поступит заявка на нижний вход модели (Рисунок 3.7), то это означает, что требуется обеспечить пропуск очередного поезда. Обработка такого события заключается в реализации пропуска поезда, которая на станции заключается в установке и реализации маршрута, а на перегоне – в регулировании попутного интервала. Пропуск поездов осуществляется с интенсивностью  $\mu_n$ , которая описывает в совокупности тип, длину, скорость поезда и характеристики путевого развития участка, а также типа системы ЖАТ [18, 53].

Можно рассчитать загрузку системы ЖАТ по каждому входу с помощью коэффициентов удельной нагрузки.

– Коэффициент удельной нагрузки по отказам [47]:

$$\rho_o = \frac{\lambda}{\mu_g}. \quad (3.30)$$

Причем:

$$\mu_{\varepsilon} = \frac{1}{T_{\varepsilon}}. \quad (3.31)$$

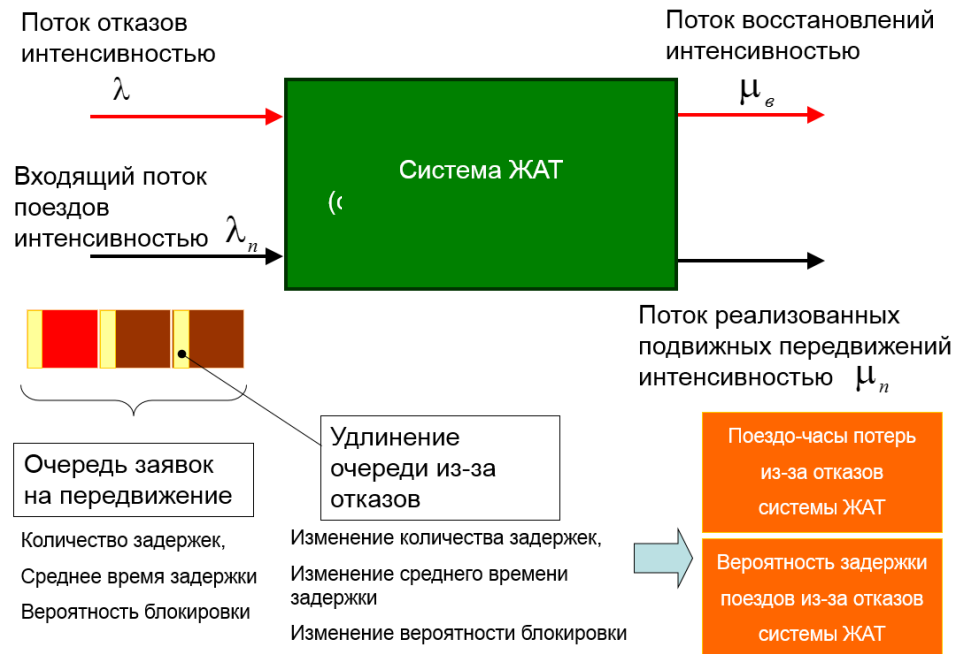


Рисунок 3.7 – Система ЖАТ, как СМО

– Коэффициент удельной нагрузки по поездам:

$$\rho_n = \frac{\lambda_n}{\mu_n}. \quad (3.32)$$

Причем:

$$\lambda_n = \frac{N_n}{24}, \quad \mu_n = \frac{1}{T_n}, \quad (3.33)$$

где  $N_n$  – количество поездов в сутки на самом нагруженном направлении;

$T_n$  – среднее время занятия системы ЖАТ поездом.

В СМО при ненулевом входном потоке на входе всегда формируется очередь заявок определенной длины, поэтому на обоих входах системы ЖАТ присутствуют очереди заявок с соответствующими приоритетами. Каждая из очередей характеризуется длиной (количеством заявок) и средним временем ожидания заявкой обслуживания в очереди. Искомая характеристика – потери

поездо-часов есть результат задержек обслуживания заявок на передвижение поездов. Следовательно, данные потери непосредственно связаны с характеристиками очереди заявок на передвижение поездов, которая для случая изолированных потоков заявок на обоих входах на Рисунке 3.6 представлена коричневыми прямоугольниками.

Далее рассмотрим случай, когда заявки начинают поступать на оба входа системы ЖАТ, либо на момент поступления очередной заявки на любой вход в системе ЖАТ на обслуживании еще находится ранее поступившая заявка. В этом случае заявки начинают выбираться из очередей и обрабатываться в соответствии с дисциплиной обслуживания.

До тех пор, пока поступают заявки в виде запросов на передвижение поездов только на нижний неприоритетный вход модели, очередь на этом входе сохраняет длину. Однако, заявка в виде отказа, поступившая на верхний – приоритетный вход, отменяет обслуживание очередной неприоритетной, даже если она уже обслуживается, и занимает систему ЖАТ на время собственного обслуживания, то есть на время восстановления. Только после обслуживания всех отказов система ЖАТ вновь станет обслуживать поток поездов. Как следствие, в результате появления потока отказов, скапливающаяся на неприоритетном входе модели очередь из входящего потока поездов удлинится (Рисунок 3.6): изменится количество заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания, а также вероятность блокировки неприоритетной заявки.

Так как одновременно система ЖАТ в состоянии обслужить только одну заявку, поступившую на любой из входов, то существует ограничение стационарности очередей:

$$\rho_o + \rho_n \leq 1. \quad (3.34)$$

Легко убедиться, что изменение очереди входного потока поездов и характеризует влияние уровня надежности на системы ЖАТ на процесс перевозок.



Для случая загрузки системы ЖАТ только потоком поездов имеем формулу:

$$T_1 = \frac{(1 - \rho_n) + \frac{\lambda_n}{2 \cdot \mu_n^2}}{(1 - \rho_n)}. \quad (3.35)$$

Для случая загрузки системы ЖАТ одновременно потоком отказов и поездов имеет место соотношение:

$$T_2 = \frac{\frac{(1 - \rho_n)}{\mu_n} \cdot (1 - \rho_n - \rho_o) + \frac{\lambda}{2 \cdot \mu_o^2} + \frac{\lambda_n}{2 \cdot \mu_n^2}}{(1 - \rho_n - \rho_o)(1 - \rho_o)}. \quad (3.36)$$

Тогда среднее время задержки поезда из-за отказов системы ЖАТ есть:

$$T_{3П} = (T_2 - T_1) \cdot k_1, \quad (3.37)$$

где  $k_1$  – коэффициент учета вариантности поездных передвижений.

Дополнительное количество задержек поездов можно найти с помощью формулы Литтла [47]:

$$N_{3П} = T_{3П} \cdot \lambda_n. \quad (3.38)$$

Тогда потери поезда-часов на один поезд есть:

$$R_o = T_{3П} \cdot N_{3П}, \quad (3.39)$$

а потери поезда-часов за отчетный период  $T_{расч}$ :

$$\Pi_o = R_o \cdot T_{расч} \cdot \lambda_n. \quad (3.40)$$

Вероятность задержки поезда из-за отказов объекта ЖАТ может быть найдена, как вероятность блокировки неприоритетной заявки в СМО, по формуле [47]:

$$P_{3О} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu_o} + \left(\frac{\lambda}{\lambda_n} + 1\right) \cdot P_{исп} - \frac{\lambda_n}{\mu_n + \lambda_n}, \quad (3.41)$$

где  $P_{исп}$  – вероятность занятости системы ЖАТ другим поездом (замкнутости маршрута на станции, минимального попутного интервала на перегоне).

$P_{исп}$ , в свою очередь, может быть вычислено по формуле:

$$P_{исп} = \frac{\lambda_n \cdot \mu_o}{(\lambda + \mu_n)(\lambda + \mu_o) + \lambda_n \mu_o}. \quad (3.42)$$

Для проверки адекватности предложенной модели были взяты данные о потерях поездо-часов из-за отказов различных объектов ЖАТ за три календарных года, приведенные в Приложении 3. На основании них с помощью предложенной математической модели вычислялось расчетное значение потерь поездо-часов  $\Pi_o$ . С целью оценки наличия линейной взаимосвязи между результатами расчета и фактическими зарегистрированными у объекта потерями поездо-часов  $\Pi_{o\phi}$ , был вычислен нормированный коэффициент корреляции Браве-Пирсона по формуле [67]:

$$r_{nc} = \frac{\sum_{i=1}^m \left( \Pi_{oi} - \frac{\sum_{i=1}^m \Pi_{oi}}{m} \right) \cdot \left( \Pi_{o\phi i} - \frac{\sum_{i=1}^m \Pi_{o\phi i}}{m} \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left( \Pi_{oi} - \frac{\sum_{i=1}^m \Pi_{oi}}{m} \right)^2 \cdot \sum_{i=1}^m \left( \Pi_{o\phi i} - \frac{\sum_{i=1}^m \Pi_{o\phi i}}{m} \right)^2}}. \quad (3.43)$$

Между результатами моделирования и фактическими потерями поездо-часов была выявлена положительная взаимосвязь со значением коэффициента  $r_{nc} = 0,481$ . Такая взаимосвязь может характеризоваться по шкале Чеддока, как умеренная. Уровень корреляции между математической моделью и фактической статистикой был признан достаточным. Следует отметить, что умеренный уровень корреляции может объясняться малостью статистической совокупности из-за небольшой длительности периода наблюдения.

Оценка значимости коэффициента корреляции выполнялась по критерию Стьюдента.

Наблюдаемое значение критерия вычислялось по формуле [67]:

$$t_{набл} = r_{nc} \cdot \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{nc}^2}}. \quad (3.44)$$

Оно составило:  $t_{набл} = 20,659$

Критическая точка находилась с учетом числа степеней свободы  $k = m - 2$  (количество результатов в Приложении 4  $m = 1420$ ) при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и составила  $t_{кр} = 2,244$ .

Так как наблюдаемое значение t-критерия превышает критическое, коэффициент корреляции является статистически значимым, поэтому математическая модель адекватна.

Вместе с тем, применение математической модели СМО для нормирования интенсивности отказов объекта ЖАТ первой и второй категории требует решения ряда дополнительных проблем:

1. Как следует из Рисунка 3.6 и формул (3.30) - (3.40), математическая модель позволяет выполнить расчет потерь поездо-часов, если известны показатели надежности системы ЖАТ и характеристики перевозочного процесса, то есть она позволяет решать прямую задачу, тогда как при нормировании показателя надежности требуется решать обратную задачу. Из анализа формул (3.30) - (3.40) легко заметить, что аналитическое решение обратной задачи представляет трудности.

2. Аналитическая модель использует в качестве одного из параметров интенсивность отказов, тогда как требуется ввести в нее интенсивность отказов первой и второй категории, которые составляют только часть от общего потока отказов.

Сформулируем решаемую задачу.

Исходные данные для решения обратной задачи:

– расчетное значение потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ за отчетный интервал времени  $\Pi_{o,d}$  – результат, который должна формировать аналитическая модель СМО;

– допустимое значение времени устранения отказов системы ЖАТ первой и второй категории  $T_{612}$  – норма времени устранения отказа, которая должна использоваться в формуле (3.31) вместо  $T_e$ ;

- фактическое количество поездов в сутки на самом нагруженном направлении  $N_n$ , используемое в формуле (3.33);
- фактическое значение среднего времени занятия системы ЖАТ поездом  $T_n$ , также используемое в формуле (3.33).

Требуется найти такое значение интенсивности отказов, при котором с учетом допустимого значения времени устранения отказов системы ЖАТ первой и второй категории, фактического количества поездов в сутки и фактического времени занятия системы ЖАТ поездом аналитическая модель позволит получить на выходе расчетное значение потерь поездо-часов за отчетный период. Найденное значение интенсивности отказов и будет допустимым. Решение данной задачи приведено в работах [98, 101].

Решение обратной задачи для нахождения допустимого значения интенсивности отказов первой и второй категории с учетом сделанных замечаний предлагается выполнить в две стадии:

- расчет допустимого значения интенсивности отказов объекта ЖАТ выполнить итерационным методом;
- с помощью регрессии нулевого порядка на основе допустимого значения интенсивности отказов объекта ЖАТ вычислить допустимое значение интенсивности отказов первой и второй категории.

Итерационный метод [66, 68] следует применять в две стадии:

- локализация корня уравнения;
- уточненная оценка корня уравнения.

Под локализацией корня понимают нахождение грубого решения, а уточненная оценка есть результат циклического применения итерационной формулы.

Грубое решение при оценке допустимого значения интенсивности отказов предлагается найти путем задания интенсивности отказов с определенным шагом в пределах заданного диапазона в соответствии со столбцом 3 Таблицы 3.4.

Далее по формулам (3.30) - (3.40) выполняется расчет потерь поездо-часов, результат заносится в столбец 4 той же таблицы.

Далее в столбце 4 Таблицы 3.4 находят значение уровня потерь  $P_{oi}(\lambda)$  ближайшее большее или равное расчетному  $P_{o\delta}$  за отчетный период:

$$P_{oi}(\lambda) \geq P_{o\delta}, \quad (3.45)$$

где  $i$  – индекс, соответствующий номеру из столбца 1 Таблицы 3.4.

Таблица 3.4 – Расчетные потери поездо-часов при различных значениях интенсивности отказов объекта ЖАТ

№ п/п $i$	Обозначение показателя	Расчетное значение интенсивности отказов, 1/ч	Расчетные потери, п-ч
1	2	3	4
1	$\lambda_1$	0.00001	
2	$\lambda_2$	0.00005	
3	$\lambda_3$	0.0001	
4	$\lambda_4$	0.0005	
5	$\lambda_5$	0.001	
6	$\lambda_6$	0.005	
7	$\lambda_7$	0.01	
8	$\lambda_8$	0.05	

Значение  $\lambda_i$ , соответствующее  $P_{oi}(\lambda)$  является грубой оценкой допустимого значения интенсивности отказов:

$$\lambda_{\max} = \lambda_i. \quad (3.46)$$

а расчетное значение потерь поездо-часов, соответствующее  $\lambda_{\max}$ , является грубой оценкой уровня последствий:

$$P_{o\max} = P_{oi}(\lambda) = P_o(\lambda_{\max}). \quad (3.47)$$

После получения грубых оценок  $\lambda_{\max}$  и  $T_{з\max}$  следует перейти к точной оценке допустимого значения интенсивности отказов.

Точную оценку допустимого значения интенсивности отказов объекта ЖАТ предлагается осуществить с помощью модификации итерационного метода хорд [66]. Суть модификации заключается в построении хорд всегда от дальней точки, так как ранее получена заведомо большая грубая оценка (3.47).

Расчетная формула имеет вид:

$$\lambda_z = \frac{(P_{o\partial} - P_{o_{z-1}}) \cdot (\lambda_{\max} - \lambda_{z-1})}{(P_{o_{\max}} - P_{o_{z-1}})} + \lambda_{z-1}, \quad (3.48)$$

где  $z$  – номер итерации;

$P_{o_{z-1}}, \lambda_{z-1}$  – значения потерь поездо-часов и интенсивности отказов, вычисленные по формуле (3.48) в предыдущей итерации;

$\lambda_z$  – значение интенсивности отказов, вычисленное в текущей итерации (на текущем шаге).

Причем  $P_{o_{z-1}}$  для подстановки в формулу (3.48) вычисляют по формулам (3.30) - (3.40), при сохранении всех значений исходных параметров такими же, как при заполнении Таблицы 3.4, за исключением того, что выполняют подстановку значения интенсивности отказов  $\lambda_{z-1}$ .

Количество итераций можно ограничить, как значением остаточной погрешности, так и количеством итераций (при апробации модели было решено ограничить количество итераций диапазоном:  $z = 1, \dots, 30$ ). При первом расчете с помощью итерационной формулы (3.48) следует задавать:  $P_{o_0} = \lambda_0 = 0$ .

Полученное после выполнения всех итераций по формуле (3.48) значение интенсивности отказов  $\lambda_r$  может как угодно мало отличаться от истинного, поэтому его и следует принимать за норму:

$$\lambda'_o = \lambda_r. \quad (3.49)$$

Для получения нормы интенсивности отказов первой и второй категории требуется выполнить эмпирическую поправку с помощью регрессии нулевого порядка [67]:

$$k_{12} = \frac{\sum_{j=1}^v \lambda_{c12j}}{\sum_{j=1}^v \lambda'_{\partial j}}, \quad (3.50)$$

где  $\lambda_{\partial j}$  – допустимое значение интенсивности отказов  $j$ -го объекта ЖАТ, вычисленное по формуле (3.49);

$\lambda_{c12j}$  – фактическое значение интенсивности отказов первой и второй категории, полученное в результате обработки статистических данных за период наблюдения  $T_{набл}$ .

Кроме эмпирической поправки требуется учесть, что количество отказов, которое используется при расчете фактического значения интенсивности отказов первой и второй категории  $\lambda_{12\phi}$  всегда принадлежит ряду натуральных чисел.

Тогда формула расчета допустимого значения интенсивности отказов объекта ЖАТ первой и второй категории имеет вид:

$$\lambda_{12\partial j} = \left[ \frac{\lambda'_{\partial j} \cdot k_{12} \cdot (T_{набл} - n_{12c j} \cdot T_{\partial 12\partial j})}{T_{набл} - n_{12c j} \cdot T_{\partial 12\partial j}} \right], \quad (3.51)$$

где  $T_{\partial 12\partial j}$  – допустимое значение времени устранения отказа  $j$ -го объекта ЖАТ;

$n_{12c j}$  – количество отказов  $j$ -го объекта ЖАТ первой и второй категории за период наблюдения  $T_{набл}$ .

$\lceil \lceil$  – операция округления до ближайшего целого в большую сторону.

Очевидно, что рассчитанное по предложенной методике допустимое значение интенсивности отказов первой и второй категории  $\lambda_{12\partial j}$  будет различным для разных объектов ЖАТ в пределах участка железной дороги одного класса и специализации в силу отличий исходных данных. Оно будет определять такой уровень функциональной надежности объекта ЖАТ, при котором обеспечивается расчетное значение потерь поездо-часов за отчетный период.

### 3.3.4 Определение допустимого значения коэффициента готовности по отказам первой и второй категории

Допустимое значение коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категории может быть найдено на основе допустимого значения интенсивности отказов объекта ЖАТ первой и второй категории  $\lambda_{12\delta}$  и допустимого значения среднего времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{\delta 12\delta}$  по формуле, аналогичной используемой для расчета коэффициента готовности:

$$K_{\delta 12\delta} = \frac{1}{1 + \lambda_{12\delta} \cdot T_{\delta 12\delta}}. \quad (3.52)$$

После определения допустимых значений показателей функциональной надежности можно произвести расчет допустимых значений показателей структурной надежности объекта ЖАТ.

## 3.4 Нормирование показателей структурной надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики

Перечень показателей структурной надежности и концепция их расчета представлены в параграфе 3.1.3. Нормы показателей могут рассчитываться независимо, поэтому последовательность их расчета в общем случае является произвольной.

Допустимое значение среднего времени до восстановления  $T_{\delta\delta}$  предлагается рассчитать аналогично допустимому значению среднего времени устранения отказов первой и второй категории  $T_{\delta 12\delta}$  в соответствии с методикой, изложенной в п.3.3.2 за исключением того, что в качестве исходных данных должно использоваться значение регламентного времени устранения отказов  $T_{рег}$  в сочетании с фактическим учетом всех отказов, независимо от их категории.

Статистическая совокупность инцидентов, как указано в п. 3.1.3, формируется на основе классификаторов (Приложение 2) и при их



актуализации может изменяться. Механизм расчета нормы интенсивности инцидентов должен оставаться универсальным при актуализации классификаторов, поэтому целесообразным подходом является применение модели Гейнриха, с количественным описанием соотношения событий в различных уровнях модели на основе регрессии нулевого порядка. Следовательно, для объекта ЖАТ:

$$\lambda'_{u\delta} = \frac{k_u}{k_{12}} \cdot \lambda_{12\delta}, \quad (3.53)$$

где  $k_{12}$  – коэффициент перевода допустимого значения интенсивности отказов в допустимое значение интенсивности отказов первой и второй категории, вычисляемый по формуле (3.50);

$k_u$  – коэффициент перевода допустимого значения интенсивности отказов в допустимое значение интенсивности инцидентов.

Поправочные коэффициенты  $k_{12}$  и  $k_u$ , можно заменить одним результирующим коэффициентом  $k_p$  перевода нормы интенсивности отказов первой и второй категории в норму интенсивности инцидентов объекта ЖАТ:

$$k_p = \frac{k_u}{k_{12}}. \quad (3.54)$$

Нормативное значение интенсивности инцидентов объекта ЖАТ должно быть различной для объектов ЖАТ, оборудованных системой СТДМ и не оборудованных этой системой, так как фактическая регистрируемая совокупность инцидентов у них, как правило, существенно отличается. Для учета наличия или отсутствия системы СТДМ введем бинарный оператор  $\delta$ :

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{– система СТДМ имеется,} \\ 0 & \text{– система СТДМ отсутствует.} \end{cases}$$

Тогда коэффициент  $k_p$  для каждого  $j$ -го объекта ЖАТ в зависимости от наличия или отсутствия системы СТДМ можно вычислить по формуле:

$$k_{pj} = \begin{cases} \frac{\sum_{j=1}^m n_{ncj} \cdot m + \sum_{j=1}^m n_{ocj} + \sum_{j=1}^m n_{зcj}}{\sum_{j=1}^m \delta_j} & \text{при } \delta_j = 1; \\ \frac{\sum_{j=1}^m n_{12cj}}{\sum_{j=1}^m n_{ocj} + \sum_{j=1}^m n_{зcj}} & \text{при } \delta_j = 0, \end{cases} \quad (3.55)$$

где  $n_{ocj}$  – количество отказов  $j$ -го объекта ЖАТ всех категорий за период наблюдения  $T_{набл}$ ;

$n_{зcj}$  – количество отступлений от норм содержания  $j$ -го объекта ЖАТ первого уровня критичности за период наблюдения  $T_{набл}$ ;

$n_{ncj}$  – количество предотказных состояний  $j$ -го объекта ЖАТ первого уровня критичности за период наблюдения  $T_{набл}$ ;

$m$  – количество объектов ЖАТ на железнодорожной линии одного класса и специализации.

Количество инцидентов – это всегда число натуральное, поэтому, результат расчета для  $j$ -го объекта ЖАТ по формуле (3.53), с учетом (3.54) и (3.55), должен приводиться к целому числу инцидентов, по аналогии с формулой (3.51):

$$\lambda_{удj} = \left\lfloor \frac{\lambda'_{удj} \cdot (T_{набл} - n_{ocj} \cdot T_{вдj})}{T_{набл} - n_{ocj} \cdot T_{вдj}} \right\rfloor. \quad (3.56)$$

Полученный результат представляет собой допустимое значение интенсивности инцидентов  $j$ -го объекта ЖАТ.

Расчет норм показателей надежности имеет смысл при условии, что в последующем на этапе эксплуатации они будут сравниваться с фактическими значениями показателей. На этом будет базироваться анализ надежности объектов ЖАТ в различных условиях эксплуатации.

### 3.5 Определение фактических значений показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики

Все показатели надежности и составляющие рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ, перечень которых представлен на Рисунках 1.6-1.8, имеют не только допустимые, но и фактические значения. Далее приведем соотношения для оценки фактических значений показателей надежности. Отметим, что фактические значения показателей надежности должны рассчитываться непосредственно по статистическим данным, зарегистрированным в рассмотренных ранее информационных системах ОАО «РЖД», в течение отчетного периода с фиксированным моментом времени начала и окончания статистического наблюдения, включающего в себя текущий календарный год [21, 61, 62, 75, 86].

Фактическое значение потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ определяется непосредственным суммированием за отчетный период величин задержек всех поездов из-за всех отказов объекта ЖАТ, как по отправлению, так и по проследованию и прибытию:

$$P_{o\phi} = \sum_{i=1}^n P_{oi} . \quad (3.57)$$

Фактическое значение частоты отказов первой и второй категории рассчитывается по формуле:

$$f_{o12\phi} = \frac{n_{12}}{Z} , \quad Z = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{расч} \leq 8760 \text{ ч;} \\ T_{расч}, & \text{если } T_{расч} > 8760 \text{ ч.} \end{cases} \quad (3.58)$$

где  $n_{12}$  – количество отказов объекта ЖАТ первой и второй категории, зарегистрированное в течение  $T_{расч}$ .

Фактическое значение интенсивности отказов объекта ЖАТ первой и второй категории можно вычислить по формуле:

$$\lambda_{12\phi} = \frac{n_{12}}{T_{расч} - \sum_{i=1}^{n_{12}} T_{\epsilon 12 i}}, \quad (3.59)$$

где  $T_{\epsilon 12 i}$  – время устранения  $i$ -го отказа объекта ЖАТ первой и второй категории в течение отчетного периода  $T_{расч}$ .

Фактическое значение среднего времени устранения отказов объекта ЖАТ первой и второй категории следует определять, как:

$$T_{\epsilon 12 \phi} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{12}} T_{\epsilon 12 i}}{n_{12}}. \quad (3.60)$$

Фактическое значение коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категории есть:

$$K_{\epsilon 12 \phi} = \frac{1}{1 + T_{\epsilon 12 \phi} \cdot \lambda_{12 \phi}}. \quad (3.61)$$

Фактическое значение интенсивности инцидентов объекта ЖАТ есть:

$$\lambda_{\phi} = \frac{n_o + n_z + n_n}{T_{расч} - \sum_{i=1}^{n_o} T_{\epsilon i}}, \quad (3.62)$$

где  $n_o, n_z, n_n$  – количество отказов (всех категорий), отступлений от норм содержания и предотказных состояний за отчетный период соответственно.

$T_{\epsilon i}$  – время устранения  $i$ -го отказа (любой категории) объекта ЖАТ.

Подсчет количества принятых к учету отступлений от норм содержания и предотказных состояний должен также осуществляться после применения разработанных ранее классификаторов.

Фактическое значение среднего времени до восстановления объекта ЖАТ следует вычислять по формуле:

$$T_{\epsilon \phi} = \frac{\sum_{i=1}^{n_o} T_{\epsilon i}}{n_o}. \quad (3.63)$$

На основе формул (3.57) - (3.63) определяются фактические значения всех показателей надежности и составляющих рисков функционирования объекта ЖАТ, для которых в п.3.1-3.4 разработан механизм нормирования.

### **3.6 Выводы по главе**

В третьей главе диссертационной работы получены следующие основные результаты:

4. Разработана общая концепция нормирования показателей надежности систем ЖАТ и рисков потерь поездо-часов из-за их отказов.

5. Предложен и обоснован алгоритм, определена последовательность расчета допустимых значений показателей надежности и рисков потерь.

6. Проведен анализ статистических данных о функционировании систем ЖАТ на различных участках и построены статистические распределения случайных величин потерь поездо-часов, времени до восстановления, количества отказов первой и второй категории, выполнена проверка их адекватности.

7. Установлено соответствие между нормами показателей функциональной надежности систем ЖАТ и матрицей рисков потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ.

8. Предложено для обеспечения достижимости нормы потерь поездо-часов из-за отказов системы ЖАТ и частоты отказов первой и второй категории определять на основе оценки доверительного интервала с доверительной вероятностью.

9. Разработана методика оценки допустимого значения среднего времени устранения отказов системы ЖАТ первой и второй категории, основанная на описании случайной величины времени устранения отказов первой и второй категории с помощью треугольного вероятностного распределения.

10. Разработана методика нормирования интенсивности отказов первой и второй категории, основанная на применении аналитических и

эмпирических моделей. Проведенный анализ показал, что для моделирования взаимосвязи между перевозочным процессом, функционированием системы ЖАТ и возникающими при отказах потерями поездо-часов целесообразно использовать модель системы массового обслуживания  $M/M/1:Loss$  с абсолютным приоритетом при обслуживании заявок и полными потерями.

11. Сформулирована обратная задача, которую требуется решить с помощью системы массового обслуживания при нормировании интенсивности отказов объекта ЖАТ первой и второй категории и предложена методика ее решения, основанная на применении итерационных методов.

12. Разработан подход к определению нормы интенсивности инцидентов, основанный на применении модели Гейнриха.

13. Приведены формулы для расчета фактических значений показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ.

## **4 Автоматизация процессов оценки и анализа надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики**

### **4.1 Постановка задачи**

Практическое применение разработанных в настоящей диссертации методик нормирования показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ входит в программу работ, инициированных поручением президента ОАО «РЖД» О.В. Белозерова № ПП-170 от 19.12.2016 г. «Об обеспечении перехода на систему нормирования показателей надежности работы технических средств транспортной инфраструктуры со второго полугодия 2017 года», хотя разработка и апробация полученных результатов началась с января 2016 года. Данные о практическом применении результатов диссертации приведены в Приложении 6.

Так как задача оказалась достаточно сложной, то было принято решение отдельные ее элементы апробировать на специальных пилотных участках, в качестве которых выступала Куйбышевская и Октябрьская железные дороги. При реализации предложенного подхода к нормированию показателей надежности был выявлен ряд проблем, связанных с практической реализацией. Основными из них были:

- значительный объем необходимых исходных данных из различных источников, требующий предварительной обработки;
- сложность практической реализации исполнителями проводимых расчетов, в том числе, связанная с применением разнородных методов и моделей, а также их многошаговостью;
- наличие ошибок и неточностей различного характера в исходных данных, включая ошибки ввода данных, ошибки преобразования, вычислительные ошибки, неточности округления и прочие.

При отладке и пробном проведении расчетов требовалось выполнять их в сжатые сроки, что усугубляло вносимые в них персоналом ошибки и неточности.

Среда проведения расчетов первоначально не оговаривалась, но преимущественно в качестве среды для выполнения расчетов персоналом использовался Microsoft Excel. Однако разный уровень подготовки и навыков работы в данном продукте, а также отличные друг от друга подходы к выполнению непосредственно процедур расчетов исключали возможность быстрого поиска и устранения ошибок.

В связи с этим, было решено разработать и распространить шаблоны расчетов в среде Microsoft Excel, однако и такое решение проблемы практически не уменьшило, так как шаблон получился громоздким и требовал проведения значительного объема ручных операций по адаптации для конкретного участка железной дороги.

В результате единственным возможным выходом оказалось применение средств автоматизации расчетов. Это обусловило разработку соответствующей отдельной информационной системы, так как на базе существующей системы АС УРРАН [40, 70] реализация проекта была отвергнута по причине отсутствия возможности его доработки и доступа системы к необходимым исходным данным из-за перехода компании ОАО «РЖД» к разработке новой системы ЕКП УРРАН. Система была разработана при непосредственном участии автора совместно со специалистами ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения» и получила название «Автоматизированная система расчета для анализа показателей надежности хозяйства автоматики и телемеханики» (АС АНШ). Она функционирует в тестовом режиме с декабря 2016 года, а с июля 2017 – в штатном, обслуживая всю сеть.

Далее будет описана структура информационной системы и ее основные возможности. С использованием предоставленных ей данных будет выполнен



анализ показателей надежности и рисков потерь поездо-часов для различных объектов ЖАТ в соответствии с приведенным в главе 3 подходом.

#### **4.2 Структура автоматизированной системы расчета для анализа показателей надежности хозяйства автоматики и телемеханики**

Большое количество ошибок было связано с ручным выбором и обработкой данных из информационных систем, поэтому основной задачей является обеспечение доступа разрабатываемой информационной системы к различным информационным ресурсам, которые использует хозяйство автоматики и телемеханики, без посредничества человека, а также интеграции новой системы в одну из уже существующих в качестве некоторой подсистемы, так как это потребовало бы существенно меньших усилий по реализации, чем разработка полностью нового ресурса.

К моменту принятия решения об автоматизации наиболее полной и корректной базой данных об отказах располагала информационная система АСУ-Ш-2. У системы имелся свой сайт с возможностью доступа. В нее уже передавались уведомления, формируемые системой КАСАНТ, автоматически удалялись дублирующие записи, а разработчики были готовы к реализации задач по автоматизации в короткие сроки. Это и обусловило выбор ее в качестве основы для реализации системы АС АНШ.

Функциональная структура АС АНШ представлена на Рисунке 4.1.

Состав АС АНШ выделен красным пунктиром. Как видно из рисунка, программное обеспечение системы АС АНШ подразумевает двухуровневую иерархию и распределено между главным вычислительным центром (ГВЦ) ОАО «РЖД» и информационными вычислительными центрами (ИВЦ) на дорогах. Программное обеспечение, размещенное на серверах ГВЦ преимущественно предназначено для автоматизированного сбора исходных данных, взаимодействия с иными информационными системами и передачей в них результатов расчетов. В системе обеспечивается следующее

взаимодействие, выполняемое в части сбора исходных данных и передачи результатов расчетов:

а) для выполнения расчетов:

– считывание информации о классах железнодорожных линий из системы АС ЦНСИ;

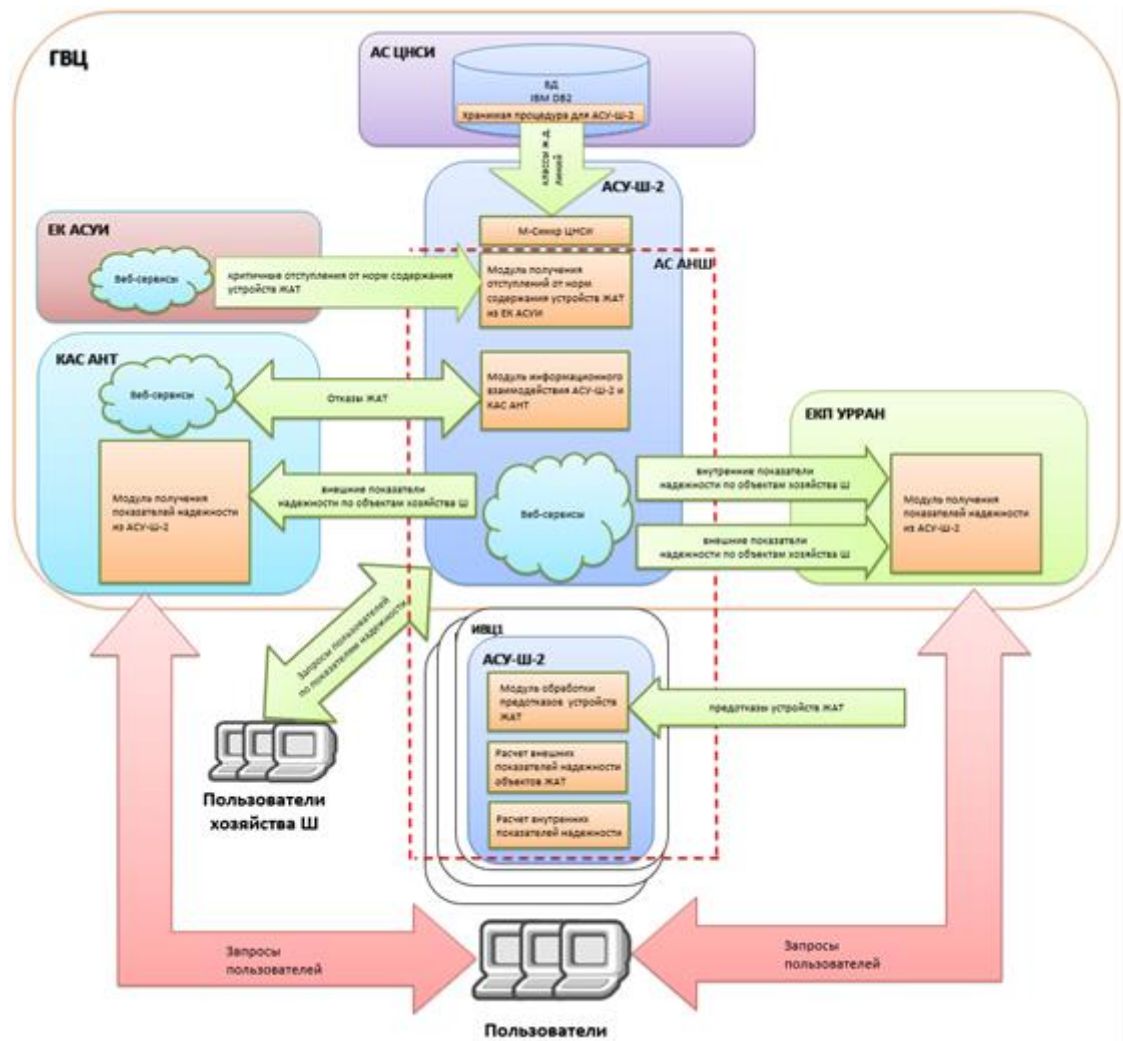


Рисунок 4.1 – Функциональная структура АС АНШ

– считывание информации об отступлениях от норм содержания из системы ЕК АСУИ с автоматическим выбором и включением в статистическую совокупность тех, которые имеют первый уровень критичности;

– считывание и передача уведомлений об отказах в системе КАС АНТ;

б) для передачи результатов расчетов:

- в систему ЕКП УРРАН в части внешних (функциональных) и внутренних (структурных) показателей надежности;
- в систему КАС АНТ в части внешних (функциональных) показателей надежности.

Для считывания информации о классах железнодорожных линий используется уже существующий модуль системы АСУ-Ш-2 «М-Синхр ЦНСИ». Отступления от норм содержания из системы ЕК АСУИ обрабатываются подсистемой «Модуль получения отступлений от норм содержания устройств ЖАТ из ЕК АСУИ», обмен данными об отказах с системой КАС АНТ реализуется с помощью «Модуля информационного взаимодействия АСУ-Ш-2 и КАСАНТ» соответственно.

Модули расчета показателей надежности, реализующие предложенную в работе методику нормированию и расчета фактических значений показателей надежности, реализуются преимущественно на серверах ИВЦ, и условно разделены на следующие модули:

- модуль расчета внешних (функциональных) показателей надежности;
- модуль расчета внутренних (структурных) показателей надежности.

На этом же уровне расположен «Модуль обработки предотказов устройств ЖАТ», который обеспечивает считывание данных о предотказных состояниях из системы СТДМ.

Расчет нормативных и фактических значений показателей надежности по причине их высокой трудоемкости, выполняются путем запуска соответствующих процедур с установленной периодичностью: один раз в год для нормативных значений и один раз в месяц – для фактических значений показателей.

Исходные данные поступают в систему АС АНШ из систем АСУ-Ш-2, КАС АНТ и ЕК АСУИ в начале каждого календарного месяца, расчет фактических значений показателей надежности и рисков осуществляется позже – в середине месяца. Весь расчет полностью выполняется средствами

системы управления базой данных СУБД, чем обеспечивается высокая производительность. Результаты расчета сохраняются на сервере АСУ-Ш-2 ИВЦ дороги, а затем передаются на уровень выше в сервер АСУ-Ш ГВЦ, откуда они становятся доступными на сайте АСУ-Ш сетевого уровня.

Взаимодействие с пользователями, как хозяйства автоматики телемеханики, так и иных хозяйств осуществляется посредством веб-сервисов. Информация предоставляется на основе их запросов.

### **4.3 Интерфейсы взаимодействия автоматизированной системы анализа надежности с пользователями**

Интерфейсы АС АНШ в основном представляют формы с результатами различных расчетов. Взаимодействие с пользователем осуществляется преимущественно путем выборки им интересующих его результатов, осуществляемой путем воздействия на соответствующие активные элементы на веб-странице.

Все результаты отображаются согласно альбому типовых форм и включают в себя:

- таблицы-сравнения, описывающие фактическое значение показателя, нормативное значение показателя, процент отклонения от нормы;
- таблицы-рейтинги, выстроенные на основе ранжирования объектов ЖАТ в порядке ухудшения того или иного показателя;
- таблицы-распределения долей, отражающие процентное соотношение между объектами ЖАТ, находящимися в разном состоянии с позиции надежности и рисков функционирования;
- матрицу рисков, отражающую интегральный уровень риска и качественные характеристики его составляющих;
- карту рисков, представляющую собой геокарту с изображением областей различного уровня риска на схематической карте дороги.

Таблицы, как правило, позволяют выполнять отображение результатов расчета с различной детализацией, либо за интервалы времени разной продолжительности.

Пример первой формы ЦНОТС-ЦШ, содержащей показатели функциональной надежности представлен на Рисунке 4.2.

Пример обобщенной матрицы рисков и таблицы рейтинга представлен на Рисунке 4.3.

Пример карты рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ представлен на Рисунке 4.4.

Для удобства пользователей все интерфейсы сконструированы единообразно и оформлены в едином стиле. Легко заметить три фрейма:

- левый;
- верхний;
- центральный.

Подразделения		Интенсивность *10 <sup>-3</sup>			Коэффициент готовности			Среднее время восстановления			Потери поездо-часов				
		допуст.	факт.	%	допуст.	факт	%	допуст.	факт	%	допуст.	2015	2016	%	
ОКТ Ж.Д.		26.59	20.72	77.92	0.9326	0.9577	102.69	2.72	2.13	78.31	1737.34	1681.85	1247.35	71.80	
КЛНГ Ж.Д.		0.50	0.47	94.00	0.9990	0.9995	100.05	2.06	2.87	139.32	10.82	11.63	6.17	57.02	
МОСК Ж.Д.		24.47	26.04	106.42	0.9595	0.9667	100.75	1.72	1.32	76.74	970.17	1151.72	1281.20	132.06	
ГОРЬК Ж.Д.		16.27	11.54	70.93	0.9515	0.9720	102.15	3.13	2.49	79.55	1259.55	1190.72	781.03	62.01	
СЕВ Ж.Д.		13.46	11.14	82.76	0.9659	0.9762	101.07	2.62	2.19	83.59	2237.71	699.87	2103.18	93.99	
С-КАВ Ж.Д.		16.44	11.77	71.59	0.9429	0.9704	102.92	10.92	3.68	2.59	70.38	516.84	553.55	673.05	130.22
Ю-ВОСТ Ж.Д.															
ПРИВ Ж.Д.															
КБШ Ж.Д.															
СВЕРД Ж.Д.															
Ю-УР Ж.Д.	ОКТ	937	742	79%	1087,57	848,87	78%	1,16	1,14	98%	1681,85	1247,35	74%	74%	
З-СИБ Ж.Д.	КЛНГ	20	10	50%	35,80	9,53	27%	1,79	0,95	53%	11,63	6,17	53%	53%	
КРАС Ж.Д.	МОСК	767	800	104%	561,67	523,58	93%	0,73	0,65	89%	1151,72	1281,2	111%	111%	
В-СИБ Ж.Д.	ГОРЬК	481	349	73%	441,37	326,35	74%	0,92	0,94	102%	1190,72	781,03	66%	66%	
ЗАВ Ж.Д.	СЕВ	399	362	91%	531,75	461,7	87%	1,33	1,28	96%	699,87	2103,18	137%	137%	
ДВОСТ Ж.Д.	С-КАВ	521	397	76%	414,03	296,32	72%	0,79	0,75	95%	553,55	673,05	126%	126%	

Рисунок 4.2 – Первая форма ЦНОТС-ЦШ в сравнении с предыдущей формой отчетности

Левый и верхний используются для выбора данных, а центральный – для отображения результатов. В частности, в левом можно выбрать рассчитываемый показатель или форму, а на верхнем временной интервал и

участок железной дороги для которого будут отображаться результаты, загружаемые в центральный фрейм.

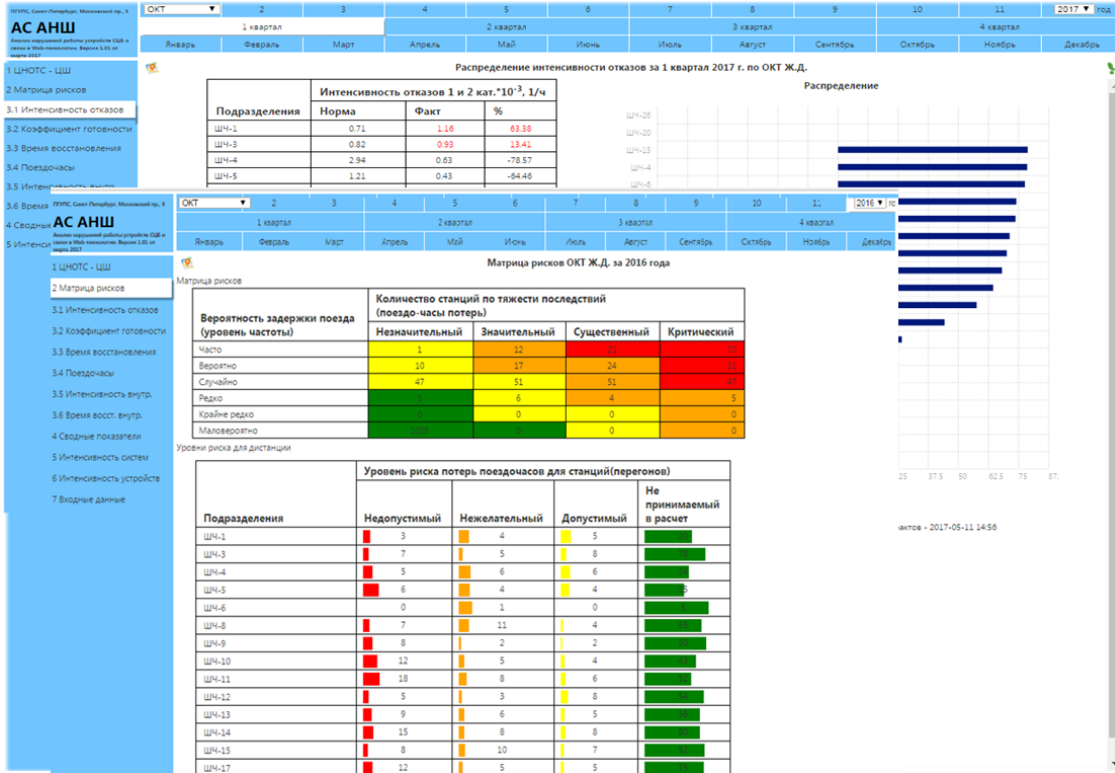


Рисунок 4.3 – Таблица-рейтинг и матрица рисков

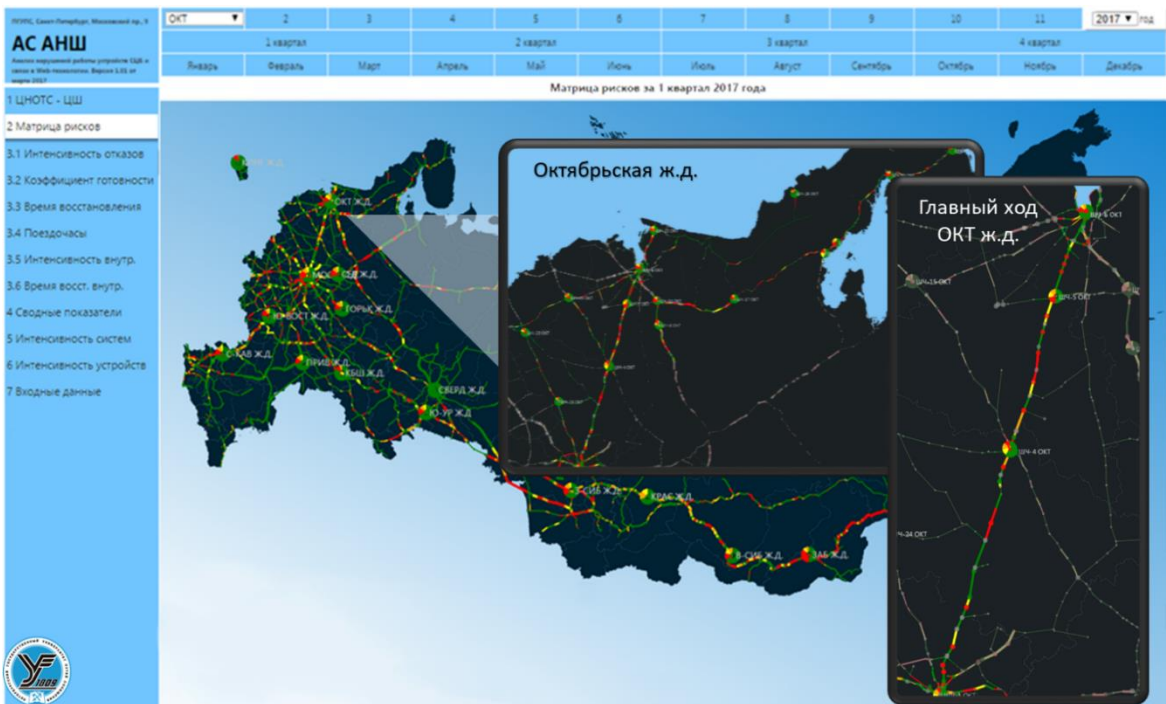


Рисунок 4.4 – Карта рисков потерь поездочасов из-за отказов объектов ЖАТ

Примечание: В настоящее время в АС АНШ помимо показателей надежности отдельных объектов ЖАТ также выполняется расчет интегральных показателей надежности и рисков для структурных подразделений хозяйства А и Т, реализуемый на основе обобщения показателей объектов ЖАТ, находящихся в границах их производственной деятельности. Данный расчет в настоящей работе не отражен.

Далее приведены результаты расчетов, выполненных в АС АНШ на основе данных, приведенных в Приложении 3.

#### **4.4 Анализ показателей надежности и рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов железнодорожной автоматики и телемеханики**

##### **4.4.1 Общие положения**

На основе предложенных в настоящей диссертационной работе методик выполнялся расчет и анализ показателей надежности систем ЖАТ на основе данных по сети дорог ОАО «РЖД». Перечень проанализированных систем ЖАТ приведен в Приложении 3.

Общее количество систем ЖАТ, для которых выполнялся расчет, составляет 1420. На железнодорожных линиях 1-го класса находятся 221 система ЖАТ, на железнодорожных линиях 2-го класса – 167, на железнодорожных линиях 3-го класса – 531, на железнодорожной линии 4-го класса – 257, на железнодорожной линии 5-го класса – 244.

Выполнялся расчет допустимых значений показателей функциональной и структурной надежности, а также их фактических значений.

Анализ выполнялся путем сравнения фактического и допустимого значений каждого из показателей надежности между собой с использованием формулы:

$$\delta\Pi = \frac{\Pi_{\phi}}{\Pi_{н}} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

где  $\Pi_{\phi}$  – фактическое значение показателя надежности;

$P_n$  – допустимое значение показателя надежности.

Расчет по формуле (4.1) использовался для сравнения фактического и допустимого значения показателя надежности в процентном соотношении. Исходные данные для расчета допустимых значений показателей надежности были взяты за три календарных года с 2014 по 2016. Исходные данные для расчета фактических значений показателей надежности были взяты за февраль 2017 года. В качестве источника данных использовалась информационная система АСУ-Ш-2 с дополнительно разработанным интерфейсом АС АНШ.

Полученные из отчетов информационной системы данные представлены в соответствующих приложениях: Исходные данные для расчета допустимых значений показателей надежности представлены в Приложении 1, а для расчета фактических значений показателей надежности – в Приложении 4.

Результаты расчета представлялись в виде столбиковых диаграмм, построенных на основе таблиц-сравнений, и круговых диаграмм.

#### **4.4.2 Анализ показателей функциональной надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Показатели функциональной надежности включают в себя:

- потери поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ  $P_o$ ;
- интенсивность отказов 1 и 2 категории систем ЖАТ  $\lambda_{12}$ ;
- среднее время устранения отказов 1 и 2 категории систем ЖАТ  $T_{в12}$ ;
- коэффициент готовности систем ЖАТ по отказам 1 и 2 категории  $K_g12$ .

Распределение расчетных значений потерь поездо-часов в год для участков железнодорожных линий различных классов и специализаций представлено на рисунке П.3.1

Как видно, все расчетные значения потерь поездо-часов получились различными для систем ЖАТ, находящихся на железнодорожных линиях различных классов и специализаций. Легко заметить, что средний уровень столбцов с ростом номера класса железнодорожной линии снижается. Это



означает, что для систем ЖАТ, расположенных на железнодорожных линиях низких классов (4 и 5) в среднем достижимым является меньшее значение потерь поездо-часов, чем для расположенных на железнодорожных линиях высоких классов (1 и 2). Последнее связано, в первую очередь, с меньшими размерами движения поездов и, как следствие, меньшим влиянием структурной надежности систем ЖАТ на перевозочный процесс.

На рисунке П.3.2 представлено распределение расчетного значения потерь поездо-часов в год по количеству систем ЖАТ. Диапазон расчетных значений потерь поездо-часов составил от 0,1 до 4 поездо-часа в год. Для оценки того, как часто задаются нормы в различных частях диапазона, расчетные значения потерь поездо-часов для различных систем ЖАТ были соотнесены с четырьмя подынтервалами значений [0,1; 1), [1; 2), [2; 3), [3, 4].

Как видно из приведенных данных, большинство норм находятся в левой части диапазона значений, причем максимальное количество приходится на диапазон от 1 до 2 поездо-часов в год. Расчетные значения поездо-часов потерь из этого подынтервала были получены у 768 систем ЖАТ.

Пример соотношения фактических и расчетных значений потерь поездо-часов у различных систем ЖАТ представлен на рисунке П.3.3. Как видно, фактические потери поездо-часов за февраль 2017 были далеко не у всех систем ЖАТ. У тех систем ЖАТ, где были зафиксированы отказы 1 и 2 категории годовая норма была выбрана в разном объеме, а у 6 систем из представленных, годовая норма была превышена фактическим значением показателя.

В целом отказы 1 и 2 категории за февраль 2017 года были зарегистрированы только у 2,4 % систем ЖАТ из проанализированных. Следует отметить, что в течение календарного года количество систем ЖАТ с отказами 1 и 2 категории очевидно должно увеличиться, а значения потерь поездо-часов в среднем должны также возрасти, так как потери поездо-часов накапливаются во времени.

Среди систем ЖАТ, где были отказы 1 и 2 категории в течение отчетного интервала времени, по формуле (1) вычислялось соотношение фактического и расчетного значения потерь поездо-часов в процентном соотношении. Результаты расчета представлены в диаграмме П.3.4.

Для 51,2 % систем ЖАТ фактическое значение потерь поездо-часов за февраль не превысило 40% от расчетного, и лишь у 16,5% наблюдалось превышение фактическим значением потерь поездо-часов расчетного, причем превышение более, чем на 110% наблюдалось только у 14,7%.

Таким образом, можно утверждать, что расчетные значения потерь поездо-часов достижимы для большинства систем ЖАТ.

Пример соотношения фактических и допустимых значений интенсивности отказов 1 и 2 категории у различных систем ЖАТ представлен на рисунке П.3.5. Допустимые значения интенсивности отказов 1 и 2 категории приведены к целому числу отказов в год, что необходимо для обеспечения их сравнимости с фактическим значением показателя. Последнее связано с тем, что регистрируемое фактическое количество отказов 1 и 2 категории, используемое при расчете фактического значения интенсивности отказов 1 и 2 категории является числом натуральным. В связи с этим большинство допустимых значений интенсивности отказов 1 и 2 категории представлены столбцами мало отличной длины.

Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений интенсивности отказов 1 и 2 категории в процентном выражении, полученное в результате расчета по формуле (1) для систем ЖАТ у которых были зарегистрированы такие отказы, представлено на Рисунке П.3.6.

Как видно из проведенного анализа, допустимое значение фактическим превышает у 8,8% систем ЖАТ, причем более, чем на 110% у порядка 5,9% систем ЖАТ. У 67,6% систем ЖАТ фактическое значение интенсивности отказов составляет от 80% до 100% от допустимого значения. Последнее обусловлено относительно малым количеством отказов 1 и 2 категории у

систем ЖАТ в течение года и тем, что количество отказов – число целое. Как следствие, даже один-два произошедших отказа 1 и 2 категории уже полностью перекрывают норму. Таким образом, можно предположить, что допустимое значение интенсивности отказов 1 и 2 категории является достаточно жесткой нормой.

Пример соотношения фактических и допустимых значений среднего времени устранения отказов 1 и 2 категории у различных систем ЖАТ представлен на рисунке П.3.7. Допустимые значения среднего времени устранения отказов 1 и 2 категории не превышают 4 часа.

Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений среднего времени устранения отказов 1 и 2 категории в процентном выражении, полученное в результате расчета по формуле (1) для систем ЖАТ, у которых они были зарегистрированы, представлено на Рисунке П.3.8. У 47,1 %, то есть почти у половины систем ЖАТ, фактическое значение показателя не превышает 40% от допустимого и только у 8,8% превышает более, чем на 110% допустимое. При этом в целом превышение имеется у 14,7% систем ЖАТ из проанализированных. Учитывая, что соотношение фактического и допустимого значений среднего времени устранения отказов 1 и 2 категории на уровне менее, чем 80%, наблюдается у 82,4% систем ЖАТ можно заключить, что норма времени устранения отказов 1 и 2 категории достижима и является достаточно мягкой.

Пример соотношения фактических и допустимых значений коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории у различных систем ЖАТ представлен на рисунке П.3.8. Состояние систем ЖАТ считается удовлетворительным по данному показателю, если фактическое значение показателя не ниже допустимого.

На рисунке П.3.9 представлено распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории в процентном выражении, полученное в результате расчета по формуле (1) для систем ЖАТ, у которых они были

зарегистрированы. Как видно, фактическое значение коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории ниже допустимого у 5,9% систем ЖАТ, тогда как у остальных оно не ниже нормы.

#### **4.4.3 Анализ показателей структурной надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики**

Совокупность показателей структурной надежности включает в себя:

- интенсивность инцидентов систем ЖАТ;
- среднее время до восстановления систем ЖАТ.

На рисунке П.3.10 представлено соотношение в процентном выражении количества систем ЖАТ, у которых в течение отчетного интервала времени были зарегистрированы инциденты, к системам ЖАТ, у которых инцидентов не было. Как видно, количество систем ЖАТ, у которых в течение февраля 2017 года регистрировались инциденты, существенно превышает количество систем ЖАТ, где были зарегистрированы отказы 1 и 2 категории: доля систем ЖАТ, у которых имелись инциденты, составила 23% против 2,4% систем ЖАТ с отказами 1 и 2 категории. Таким образом, инциденты в феврале были чуть меньше, чем у четверти всех систем ЖАТ.

Пример соотношения фактических и допустимых значений интенсивности инцидентов у различных систем ЖАТ представлен на рисунке П.3.11, а распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений интенсивности инцидентов в процентном выражении среди систем ЖАТ, где были инциденты за отчетный интервал времени, – на рисунке П.3.12. Как видно, превышение допустимого значения интенсивности инцидентов фактическим зарегистрировано у 12,6% систем ЖАТ, причем у 5,4% – более, чем на 110%. Вместе с тем, у большинства систем ЖАТ (62,5%) фактическое значение составляет не более 40% от допустимого.

Пример соотношения фактических и допустимых значений среднего времени до восстановления у различных систем ЖАТ представлен на рисунке П.3.13, а распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и

допустимого значений среднего времени до восстановления в процентном выражении среди систем ЖАТ, где были инциденты за отчетный интервал времени, – на рисунке П.3.14. Превышение нормативного значения имеется у 14,1% систем ЖАТ, при этом превышение на величину более 110% наблюдается у 7,5% систем ЖАТ. Для большинства систем ЖАТ (61,9%) фактическое значение показателя не превышает 40% от допустимого значения.

Следует отметить, что для показателей структурной надежности характерно более равномерное распределение соотношений фактического и нормативного значений показателей. Это можно объяснить большими абсолютными значениями нормативных показателей и большим фактическим количеством событий, по которым выполняется расчет, что снижает влияние того, что количество принимаемых к статистическому учету событий – число целое. В результате, фактические значения показателей могут приближаться к нормативным значениям показателей более «плавно».

Таким образом, по результатам анализа показателей структурной и функциональной надежности на основе месячного среза можно заключить, что в целом нормы всех показателей являются достижимыми для большинства систем ЖАТ. Учитывая то, что по итогам года значения фактических показателей в массе могут увеличиться более, чем на порядок, можно утверждать, что нормы показателей надежности не являются и чрезмерно мягкими.

#### **4.5 Выводы по главе**

В данной главе получены следующие основные результаты:

1. Выполнен анализ проблем, связанных с практической реализацией расчета допустимых значений показателей надежности объектов ЖАТ и обоснована необходимость автоматизации основных процессов сбора, обработки данных, расчета и представления результатов.

2. Описана функциональная структура разрабатываемой для расчета показателей и анализа надежности в соответствии с предложенными в работе подходами информационной системы «Автоматизированная система анализа надежности технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики» (АС АНШ).

3. Приведено описание разработанных интерфейсов пользователя АС АНШ по состоянию на август 2017 года.

4. Приведены результаты расчета допустимых и фактических значений показателей надежности для различных объектов ЖАТ на сети железных дорог, выполненных в соответствии с основными положениями настоящей диссертации.

5. С использованием разработанных в настоящей диссертации методов выполнен анализ надежности систем ЖАТ и проведена оценка достижимости норм показателей надежности.

## Заключение

В результате проведенных исследований в работе решена задача нормирования показателей надежности систем ЖАТ с помощью научно обоснованных алгоритмов и моделей, позволяющих анализировать и оценивать влияние качества технической эксплуатации и уровня надежности систем ЖАТ на перевозочный процесс. При решении данной задачи в диссертации получены следующие основные научные и практические результаты.

1. Предложена и обоснована номенклатура показателей структурной и функциональной надежности систем ЖАТ, которая, в отличие от известных аналогичных критериев, позволяет осуществлять научно обоснованный анализ и нормирование уровня надежности этих систем с учетом его влияния на перевозочный процесс;

2. Разработан метод нормирования рисков потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ; а также алгоритм построения и алгебраизации матрицы рисков, связанных с отказами этих систем, что в отличие от других подходов, позволяет учесть случайный характер как отказов систем ЖАТ, так и величины возможных потерь, вызванных этими отказами.

3. Разработаны и обоснованы технологические алгоритмы сбора и обработки статистической информации, необходимой для обоснованного нормирования и оценки показателей надежности систем ЖАТ, которые, в отличие от применяемых технологий, позволяют обобщить данные из разнородных по структуре информационных систем ОАО «Российские железные дороги» с учетом особенностей их функционирования; разработаны новые классификаторы статистических данных, формируемых в этих системах;

4. Разработан метод нормирования показателей функциональной надежности объектов ЖАТ, основанный на применении математических моделей массового обслуживания и теории вероятностей. На основе анализа

статистических данных о функционировании систем ЖАТ на различных участках российских железных дорог впервые построены статистические распределения случайных величин потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ, времени до восстановления, количества отказов первой и второй категории систем ЖАТ, выполнена проверка адекватности полученных распределений.

5. Для анализа взаимосвязи между показателями перевозочного процесса, надежности системы ЖАТ и величиной возникающих при отказах этих систем потерь поездо-часов обоснована адекватность применения для сети российских железных дорог модели системы массового обслуживания  $M/M/1:Loss$  с абсолютным приоритетом при обслуживании заявок и полными потерями. Для данной модели впервые решена обратная задача пересчета на основе итерационного метода.

6. Предложена модель нормирования показателей структурной надежности объектов ЖАТ, основанная на применении методов построения и анализа пирамиды Гейнриха.

7. Представлена концепция автоматизации расчета и анализа показателей надежности объектов инфраструктуры для хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги».

8. Теоретические методы и модели, предложенные в диссертации, реализованы в виде технологических алгоритмов и конкретных методик, внедренных на сети железных дорог Российской Федерации.

Проведенные в работе исследования и полученные результаты являются теоретической основой для решения актуальных в настоящее время для хозяйства автоматики и телемеханики практических задач в области оценки и анализа надежности, управления состоянием технических средств ЖАТ, а также обоснованной оценки качества деятельности различных структурных подразделений.

В перспективе, с использованием разработанных в диссертации инструментов, представляется возможным решать задачи по изучению



влияния на качество перевозочного процесса уровня надежности различных объектов транспортной инфраструктуры, а также повышения эффективности производственного планирования в структурных подразделениях хозяйств инфраструктуры с учетом показателей технической оснащенности, объемов ремонтных работ и модернизации основных средств.

### Список литературы

1. Абрамов, П.Б. Оценка параметров многоканальных систем массового обслуживания с учетом последействия в потоках обслуженных заявок / П.Б. Абрамов, А.В. Леньшин // Вестник Воронежского института МВД России. – Воронеж – 2013. – №4. – С. 182-189.
2. Абрамов, П.Б. Оценка параметров систем массового обслуживания при аппроксимации дисциплины обслуживания потоками Эрланга / П.Б. Абрамов, А.В. Леньшин // Вестник Воронежского института МВД России. – Воронеж – 2012. – №2. – С. 13–18.
3. Абрамов, П.Б. Об одном подходе к оценке параметров многоканальных систем массового обслуживания с учетом последействия в потоках обслуженных заявок / П.Б. Абрамов, А.В. Леньшин // Вестник Воронежского института МВД России. – Воронеж – 2012. – № 3. – С. 156–161.
4. Анализ состояния безопасности движения поездов, надежности работы систем и устройств ЖАТ в хозяйстве автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры за 2015 год // М. – «РЖД»: Управление автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры – 2016. – 86 с.
5. Афоничкин, А.И. Управленческие решения в экономических системах: учебник для вузов / А.И. Афоничкин, Д.Г. Михаленко // СПб.: Питер, 2009. – 480 с.
6. Бестемьянов, П.Ф. Статистические модели потенциально-опасных отказов устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте / П.Ф. Бестемьянов // Москва: НТТ. - №1, – 2012. – С.87-91.
7. Бушуев, С.В. Подходы к определению ущерба для перевозочного процесса в метрополитенах при отказах устройств железнодорожной

- автоматики / С.В. Бушуев, А.Н. Попов, С.В. Стюков // Автоматика на транспорте – 2016. – № 3, том 2. – С.413-424.
8. Василенкова, Т.А. Моделирование и оценка эффективности производственного процесса технического обслуживания устройств железнодорожной автоматики / Т.А. Василенкова // дисс. канд. техн. наук. – М.: РГОТУПС – 2007. – 149 с (на правах рукописи).
  9. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров // М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1988. – 480 с.
  10. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров // М.: Высшая школа, 2000. – 383 с.
  11. Гапанович, В.А. Внедрение методологии УРРАН в хозяйстве АТ / В.А. Гапанович, Б.Ф. Безродный., А.В. Горелик, Д.В. Шалягин // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – №4. – С. 12-15.
  12. Гапанович, В.А. Система УРРАН. Универсальный инструмент поддержки принятия решений / В.А. Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2012. – №10. – С. 16-22.
  13. Гапанович, В.А. Методология анализа работы структурных подразделений. /В.А. Гапанович, Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, Д.В. Шалягин //АСИ. - 2013. - №1. - С.2-5.
  14. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания. / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко // М.: КомКнига, 2005. – 400 с.
  15. Горелик, А.В. Методика расчета показателей надежности, безопасности и оценки рисков функционирования систем интервального регулирования / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин. // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ – 2012. – №298-В2012. – 49 с.
  16. Горелик, А.В. Технологическая эффективность процесса проектирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики /

- А.В. Горелик // дисс. д-ра техн. наук – М.: РГОТУПС. – 2005. – 315 с. (на правах рукописи).
17. Горелик, А.В. Модель анализа экономического ущерба при отказах устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Д.В. Шалягин // М.: РГОТУПС. – деп. в ВИНТИ. – 2007. – № 1122-В2007 – 8 с.
18. Горелик, А.В. Методы анализа надежности и эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, Н.А. Тарадин // НТТ – Наука и техника транспорта. – 2011. – №3. – С. 88 – 93.
19. Горелик, А.В. Принципы комплексного управления надежностью систем железнодорожной автоматики и телемеханики. / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, Е.А. Михеев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, К.Д. Хромушкин, Д.В. Шалягин. // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ – 2010. – №689-В2010. – 22 с.
20. Горелик, А.В. Управление надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики по экономическому критерию / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, Д.В. Шалягин // Экономика железных дорог – 2011. – №3. – С.60.
21. Горелик, А.В. Методы расчета показателей надежности и безопасности функционирования систем электрической и диспетчерской централизации / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин. // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ – 2011. – №534-В2011. – 62 с.
22. Горелик, А.В. Реализация методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики /В.В. Аношкин, А.В. Горелик, Д.М. Поменков, С.Б. Смагин // АСИ - №6, 2017. – С.2-6.

23. ГОСТ Р 54505-2011 Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. – М.: Стандартинформ. – 2012.
24. ГОСТ Р 27.002-2015 Надежность в технике: Термины и определения. – М.: Стандартинформ. – 2015.
25. Годяев, А.И. Системы менеджмента качества в хозяйстве автоматики и телемеханики: расчет и обеспечение показателей качества: Методическое пособие/ А.И. Годяев, Е. Р. Крамаренко, А.Г. Прохоренко, А.С. Петрова // – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС – 2014. – 92 с.
26. Годяев, А.И. Методологические основы и принципы построения систем поддержки принятия решений в задачах обеспечения безопасности управления движением на железнодорожном транспорте: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности: 05.22.08 / А.И. Годяев, // – М – 2006. – 265 с.
27. Григорьев, Н.Н. Человеческий фактор – матрица аварийности / Н.Н. Григорьев // Морской флот. – 2016. – №2. – С. 1–3.
28. Губинский, А.И. Надёжность и качество функционирования эргономических систем / А.И. Губинский – М.: Наука, 1982. – 270 с.
29. Дмитренко, И.Е. Техническая диагностика и автоконтроль систем железнодорожной автоматики и телемеханики/ И.Е. Дмитренко // М.: Транспорт – 1986. – 141 с.
30. Долгий, И.Д. Методы, модели и алгоритмы обеспечения безопасности движения поездов в системе «ДЦ-ЮГ с РКП» / И.Д. Долгий // М.: Информатизация и связь – 2011. – №3. – С. 83-89.
31. Долгий, И.Д. Прогнозирование поездной обстановки в автоматизированных системах диспетчерского управления на основе иерархической нейронной сети/ И.Д. Долгий, С.В. Криволапов // Ростов-на-Дону: Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения – 2013. – №1. – С. 71-74.

32. Дружинин, Г.В. Анализ эрготехнических систем / Г.В. Дружинин – М.: Энергоатомиздат – 1984.
33. Дружинин, Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем / Г.В. Дружинин – М.: Энергоиздат – 1986.
34. Дружинин, Г.В. Надежность автоматизированных систем / Г.В. Дружинин – М.: Энергия – 1977. – 536 с.
35. Дружинин, Г.В. Анализ и оценка безопасности функционирования технологических систем / Г.В. Дружинин // Качество и надёжность изделий. – том №1(17). – М.: Знание – 1991.
36. Журавлев, И.А. Модели и методы оценки показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики / И.А. Журавлев // дисс. канд. техн. наук – М.: МГУПС – 2013. – 244 с. (на правах рукописи).
37. Журавлев, И.А. Управление надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики по экономическому критерию / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров // Экономика железных дорог. – 2011. – №3. – С.60-69.
38. Журавлев, И.А. Принципы имитационного моделирования среднего времени до восстановления устройств железнодорожной автоматики / И.А. Журавлев // НТТ – Наука и техника транспорта. – 2012. – №3. – С. 86 – 89.
39. Замышляев А.М. Автоматизация процессов комплексного управления техническим содержанием инфраструктуры железнодорожного транспорта / дисс. на соискание доктора техн. наук. – М.: МГУПС (МИИТ). – 2013. – 340 с.
40. Замышляев, А.М. Прикладные информационные системы управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте / А.М. Замышляев. – Ульяновск: Областная типография «Печатный двор» – 2013. – 143 с.

41. Ивницкий, В.А. Надежность технических средств железнодорожного транспорта и ее связь с пропускной способностью направлений / В.А. Ивницкий // М.: ВЕСТНИК ВНИИЖТ – 2008 - №1 - С. 98-108.
42. Инфраструктура железнодорожного транспорта общего пользования: Словарь финансовых и юридических терминов // Консультант плюс / <http://www.consultant.ru/> [электронный ресурс].
43. Кащеева, Н.В. Функциональная надежность – теоретические основы и принципы расчета: Современные проблемы транспортного комплекса России. Межвузовский сборник научных трудов молодых ученых, магистрантов и аспирантов / Е.Н. Тимухина, Н.В. Кащеева // Магнитогорск. – 2012. – С. 98-108.
44. Концепция комплексного управления надежностью, рисками, стоимостью жизненного цикла на железнодорожном транспорте: распоряжение ОАО "РЖД" от 31 июля 2010 г. // [Электронный ресурс]. Доступ из справ. - правовой системы «АСПИЖТ». – 132 с.
45. Кибзун, А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. Базовый курс с примерами и задачами: учебное пособие / Е.Р. Горяинова, А.И. Кибзун, А.В. Наумов, А.Н. Сиротин – М.: ФИЗМАТЛИТ – 2002. – 224 с.
46. Кравцов, Ю.А. Эксплуатационная надежность устройств автоблокировки и АЛС / А.В. Шишляков, Ю.А. Кравцов, А.Ф. Михайлов // - М.: Транспорт, 1969. - 95 с.
47. Крылов, В.В. Теория телетрафика и её приложения / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург. – 2012. – 288с.
48. Лакин, И.К. Модель управления рисками отказов локомотивов / И.К. Лакин, А.А. Аболмасов, В.А. Мельников // Мир транспорта. – 2013. – №4. – С.14-15.
49. Лакин, И.К. Анализ основных показателей работы железнодорожного транспорта / Транспорт РФ. – 2007. – № 1. – С.60-63.

50. Лисенков, В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов: учебник для вузов / В.М. Лисенков // М.: ВИНТИ РАН – 1999. – 332 с.
51. Лисенков, В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов / В.М. Лисенков // М.: Транспорт – 1992. – 191 с.
52. Методика построения матрицы рисков. // ОАО «РЖД» – Утверждена распоряжением от 22.09.2016 – №1946р – 2016.
53. Неваров, П.А. Методы анализа эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / П.А. Неваров // дисс. канд. техн. наук. – М.: МГУПС – 2010. – 204 с.
54. Неваров, П.А. Особенности расчета показателей эксплуатационной надежности устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта. Межвузовский сборник научных трудов / П.А. Неваров // М.: РГОТУПС – 2008. – С. 31-33.
55. Никитин, А.Б. Задачи концепции защиты от перенапряжений инфраструктуры обеспечения движения поездов. Сборник научных трудов/ А.Д. Манаков, А.Б. Никитин, О.А. Наседкин, В.А. Шатохин // СПб.: ПГУПС – 2014. – С. 5-13.
56. Об утверждении Методики классификации и специализации железнодорожных линий ОАО "РЖД": Распоряжение ОАО «РЖД» от 23.12.2015 № 3048р // – 32 с.
57. Орлов, А.В. Методика расчета показателей надежности, безопасности и оценки рисков функционирования горочных систем автоматики / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ. – 2012. – № 299-В2012. – 58 с.
58. Орлов, А.В. Методика расчета показателей надежности, безопасности и оценки рисков функционирования систем интервального



- регулирования // Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ. – 2012. – № 298-В2012. – 49 с.
59. Орлов, А.В. Методы оценки рисков для систем электрической и диспетчерской централизации / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин. // М.: МГУПС – деп. в ВИНТИ. – 2011. – № 532-В2011. – 35 с.
60. Орлов, А.В. Метод определения среднего времени до восстановления объектов железнодорожной автоматики / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин. // М.: МГУПС – деп. в ВИНТИ. – 2012. – № 297-В2012. – 62 с.
61. Орлов, А.В. Оптимальные алгоритмы автоматизированного нормирования и прогнозирования показателей надежности систем железнодорожной автоматики / А.В. Горелик, А.С. Веселова, А.В. Орлов, В.С. Порошков // История и перспективы развития транспорта на Севере России. – 2017. – № 1., том 1. – С.68–72.
62. Орлов, А.В. Статистическая оценка остаточного ресурса устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Б.Ф. Безродный, Д.Н. Болотский, А.С. Веселова, А.С. Голубев, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин, Д.В. Шалягин // М.: МГУПС – деп. в ВИНТИ. – 2013. – № 293-В2013. – 20 с.
63. Орлов, В.В. Мониторинг и оценка эффективности функционирования объектов транспортной инфраструктуры / Д.Н. Болотский, А.С. Веселова, А.В. Орлов, В.В. Орлов, И.В. Охотников // М.: МГУПС – деп. в ВИНТИ. – №25-В2016. – 112 с.
64. Орлов, В.В. Мониторинг и оценка надёжности и безопасности функционирования объектов железнодорожной инфраструктуры на основе методологии УРРАН / В.В. Орлов // магистерская диссертация. – М.: МГУПС – 2016. – 115 с.

65. Орлов, А.И. Экспертные оценки: учебное пособие /А.И. Орлов – М. – 2002. – 31 с.
66. Осиновская, И.В. Численные методы решения алгебраических уравнений и их систем: электрон, учеб. пособие / И. В. Осиновская, А.Г. Шляпугин, Я.А. Ерисов // Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. - Самара, 2012. – 69 с. [электронный ресурс]
67. Павлов, С.В. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / С.В. Павлов – М.: РИОР. – 2006. – 186 с.
68. Пирумов, У.Г. Численные методы: учеб. пособие / У. Г. Пирумов. – М.: Изд-во МАИ. – 1998. – 188 с.
69. Положение по учету, расследованию и проведению анализа случаев отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО "РЖД" с использованием автоматизированной системы КАС АНТ // ОАО «РЖД» – Утверждена распоряжением от 23.12.2013 – № 2852р – 2013.
70. Розенберг, И.Н. Создание АС УРРАН / И.Н. Розенберг, А.М. Замышляев, С.В. Калинин // Железнодорожный транспорт. – 2012. – №10. – С.41-44.
71. Розенберг, Е.Н. Реализация стратегии обеспечения безопасности перевозочного процесса. /Е.Н. Розенберг //АСИ. – 2014. - №1. - С.6-9.
72. Розенберг, Е.Н. Экономические критерии принятия решений. /Е.Н. Розенберг, М.Ю. Рачковский, М.С. Никифорова // Железнодорожный транспорт. - 2012. - №10. - С.34-36.
73. Розенберг, Е.Н. УРРАН оценит риски // Пульт управления. Журнал для руководителей компаний транспортной отрасли. – 2014. – №4. – 122 с. // [www.pult.gudok.ru/](http://www.pult.gudok.ru/) [электронная версия журнала]
74. Савченко, П.В. Общие принципы управления ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики / Д.Н. Болотский, А.С. Веселова, А.В. Горелик,

- И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ – №186–В2015. – 17 с.
75. Савченко, П.В. Оценка показателей надежности и безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / Д.Н. Болотский, А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин // М.: МГУПС. – деп. в ВИНТИ – №189 – В2015. – 20 с.
76. Савченко, П.В. Методы обеспечения и оценки живучести станционных систем железнодорожной автоматики /дисс. канд. техн. наук. – М.: РГОТУПС – 2007. – 194 с. (на правах рукописи).
77. Савченко, П.В. Обобщенная системная модель многофункционального комплекса управления и обеспечения безопасности / А.В. Горелик, Г.Д. Казиев, А.В. Орлов, П.В. Савченко // М.: РГОТУПС – деп. в ВИНТИ. – №474 – В2007. – 58 с.
78. Сапожников, В.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики. / Ю.А. Кравцов, В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников – М.: Транспорт, 1995. – 384 с.
79. Сапожников, В.В. Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Талалаев, Д.В. Гавзов, А.А. Красногоров, Т.А. Белишкина, О.А. Наседкин, П.Е. Булавский – М.: Транспорт, 1997. – 288 с.
80. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Шаманов – М.: Маршрут, 2003. – 263 с.
81. Сапожников, В.В. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики. Под редакцией Вл.В. Сапожникова. / В.В. Сапожников, Х.А. Христов, Д.В. Гавзов – М.: Транспорт, 1995. – 272 с.

82. Седякин, Н.М. Элементы теории случайных импульсных потоков / Н.М. Седякин – М.: Сов. Радио – 1965. – 261 с.
83. Система УРРАН. Управление ресурсами, рисками и надежностью объектов железнодорожного транспорта на всех этапах жизненного цикла. В.А. Гапанович, старший вице-президент ОАО «РЖД». Использование методологии УРРАН // Тематическая подборка. инв.№ 299113. Западно-Сибирский центр научно-технической информации и библиотек. – Новосибирск – 2014.
84. Смит, Д.Дж. Безотказность, ремонтпригодность и риск. Практические методы для инженеров, включая вопросы оптимизации надёжности и систем, связанных с безопасностью / Д.Дж Смит // М.: ООО «Группа ИДТ». – 2007. – 432 с.
85. Солдатов, Д.В. Моделирование технологического процесса восстановления объектов транспортной инфраструктуры / А.В. Горелик, Д.В. Солдатов // Наука и техника транспорта. – 2013. – №4. – С. 80–83.
86. Солдатов, Д.В. Оценка качества функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, Д.В. Солдатов, Д.В. Шалягин. // М.: МГУПС – деп. в ВИНТИ. – №346. – В2012. – 25 с.
87. Солдатов, Д.В. Моделирование процесса восстановления систем железнодорожной автоматики / Д.В. Солдатов // Перспективные инновации в науке образовании, производстве и транспорте 2013: Сборник научных трудов SWorld,. – Иваново.: Научный мир. – 2013. – Том 2 – с 59-64.
88. Солдатов, Д.В. Проблемы оценки и оптимизации процесса восстановления объектов транспортной инфраструктуры на примере Северной железной дороги / Д.В. Солдатов // История и перспективы развития транспорта на севере России (к 40-летию начала строительства

- Бама): материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Ярославль.: МИИТ, 2014. – С. 63-65.
89. Солдатов, Д.В. Нормативное обеспечение контракта жизненного цикла / Б.Ф. Безродный, А.С. Голубев, Д.В. Солдатов // Автоматика, связь, информатика. – 2015. – №1. – С. 12–13.
90. Солдатов, Д.В. Методы оценки времени восстановления после отказов объектов транспортной инфраструктуры / Д.В. Солдатов // TRANS-MECH-ART-CHEM: труды X Международной научно-практической конференции. – М.: МИИТ, 2014. – С. 95-96.
91. Солдатов, Д.В. Оценка стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.В. Орлов, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин, П.А. Неваров. // М.: МИИТ. – деп. в ВИНТИ. – №160– В2016. – 59 с.
92. Солдатов, Д.В. Принципы сбора и обработки данных для расчета показателей эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.В. Орлов, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин, П.А. Неваров. // М.: МИИТ – деп. в ВИНТИ. – №165 – В2016. – 59 с.
93. Солдатов, Д.В. Оценка состояния и остаточного ресурса технических средств ЖАТ на основе мониторинга показателей надежности / Д.В. Солдатов // Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте: Сборник докладов Восьмой международной научно-практической конференции ТрансЖАТ – 2016. – Ростов-на-Дону, 2016. – С. 356-359.
94. Солдатов, Д.В. Оценка стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики с учетом непроизводительных потерь / А.В. Горелик, В.Ю. Горелик, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов // Перспективные инновации в науке образовании, производстве и

- транспорте 2016: Сборник научных трудов SWorld,. – Иваново.: Научный мир. – 2016. – Выпуск 45, Т.1 – С 54-68.
95. Солдатов, Д.В. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики / А.С. Веселова, Н.А. Тарадин, Д.В. Солдатов // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: материалы VIII Международной научно-практической конференции в 2-х томах. – Иркутск, ИрГУПС, 2017. – Т.1 – С. 354-359.
96. Солдатов, Д.В. Оценка стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики / А.С. Веселова, И.А. Журавлев, Д.В. Солдатов // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта. /Межвузовский сборник научных трудов / под общей редакцией д.т.н., проф. Бугреева В.А. – М.: РУТ (МИИТ). – 2017. – С. 108-112.
97. Солдатов, Д.В. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов //Автоматика на транспорте. СПб.: ПГУПС – 2017. – №3, том 3. – С.319-334.
98. Солдатов, Д.В. Нормирование показателей надежности объектов железнодорожной инфраструктуры / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.В. Орлов, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов // Наука и техника транспорта. – 2017. – №2. – С. 32–36.
99. Солдатов, Д.В. Методология управления рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики / А.Е. Ёрж, А.В. Горелик, Д.В. Солдатов, А.В. Орлов // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – №7. – С. 2–6.
100. Солдатов, Д.В. Имитационная модель оценки риска поездо-часов потерь из-за отказов систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, А.В. Орлов, В.В. Орлов, Д.В. Солдатов, Д.Н. Болотский // Наука и техника транспорта. – 2017. – №3. – С. 34–38.
101. Солдатов, Д.В. Нормирование показателей надежности функционирования систем железнодорожной автоматики и

- телемеханики на основе методологий ALARP и УРРАН / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.В. Орлов, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин, П.А. Неваров. // М.: МИИТ. – деп. в ВИНТИ. – №158 – В2016. – 48 с.
102. Солдатов, Д.В. Нормирование оценка и анализ показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе данных, представляемых информационными системами железнодорожного транспорта/ А.В. Горелик, А.В. Орлов, Д.В. Солдатов – М.: РУТ(МИИТ), 2017. – 474 с. – Деп. В ВИНТИ, 17.11.17, №136. – В2017.
103. СТО РЖД 1.02.031-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Программа обеспечения функциональной безопасности объектов железнодорожного транспорта. // М.: Трансинфо. – 2011.
104. СТО РЖД 1.02.033-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Порядок идентификации опасностей и рисков. // М.: Трансинфо. – 2011.
105. СТО РЖД 1.02.034-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Общие правила оценки и управления рисками. // М.: Трансинфо. – 2011.
106. СТО РЖД 1.02.035-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Порядок определения допустимого уровня риска. // М.: Трансинфо. – 2011.
107. СТО РЖД 02.037-2011 «Управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла (УРРАН). Управление стоимостью жизненного цикла систем, устройств и оборудования хозяйств ОАО «РЖД». // М.: Трансинфо. – 2012.
108. СТО РЖД 02.044-2011 «Управление ресурсами, рисками и надежностью на этапах жизненного цикла (УРРАН). Термины и определения». // М.: Трансинфо. – 2012.

109. СТО РЖД 02.046-2014 Классификация инцидентов, вызывающих нарушения графика движения поездов. // М.: Трансинфо. – 2014.
110. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года // Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. – № 877-р. – 2008.
111. Тарадин, Н.А. Методы оценки безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / Н.А. Тарадин // дисс. канд. техн. наук. – М.: МГУПС – 2010. – 209 с.
112. Тимухина, Е.Н. Влияние параметров элементов и процессов на показатели работы транспортной системы / Е.Н. Тимухина, Н.В. Кащеева // М.: Транспорт: Наука, техника, управление – №3 – 2017. – С. 27-30.
113. Тишанин, А.Г. Методика управления безопасностью на основе пирамиды Гейнриха / В.А. Лapidус, А.Г. Тишанин, А.Н. Усольцев // Методы менеджмента качества. – 2011. – № 11. – С. 4–9.
114. Толмачев, В.Н. Безопасность – показатель устойчивости процессов / В.Н. Толмачев // Евразия Вести – 2008. – №12. / <http://www.eav.ru/> [электронный ресурс].
115. Управление ресурсами, рисками на всех этапах жизненного цикла на основе анализа надежности УРРАН. Инновационный дайджест / <http://www.rzd-expo.ru/> [электронный ресурс].
116. Хенли, Э.Дж. Надёжность технических систем и оценка риска / Э.Дж. Хейнли, Х. Кумамото – М.: Машиностроение – 1981. – 526 с.
117. Чепланова, М. РЖД не хватает на рельсы. // Ведомости № 3471 от 12.11.2013 / [www.vedomosti.ru](http://www.vedomosti.ru) [электронный ресурс].
118. Шаманов, В.И. Методика расчета эффективности технических мероприятий по повышению надежности действующих устройств сигнализации, централизации и блокировки / В.И. Шаманов, Б.М. Ведерников – М.: МПС. – 1989. – 80 с.



119. Шишляков, А.В. Эксплуатационная надёжность устройств автоблокировки и АЛС / А.Ф. Михайлов, Ю.А. Кравцов, А.В. Шишляков – М.: Транспорт. – 1969. – 96 с.
120. Шубинский, И.Б. Основные научные и практические результаты разработки системы УРРАН / И.Б. Шубинский, А.М. Замышляев // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 10. – С.23-28.
121. Шубинский, И.Б. Надежные отказоустойчивые информационные системы. Методы синтеза: монография / И. Б. Шубинский. – М. : Печ. Двор. – 2016. – 342 с.
122. Шубинский, И.Б. Функциональная надёжность информационных систем. Методы анализа : монография / И. Б. Шубинский. – Ульяновск : Надежность. – 2012 – 295 с.
123. Шубинский, И.Б. Структурная надёжность информационных систем. Методы анализа : монография / И. Б. Шубинский. – Ульяновск : Надежность. – 2012 – 215 с.
124. Ягудин, Р.Ш. Надежность устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. / Р.Ш. Ягудин. – М.: Транспорт. – 1990 – 158 с.
125. ISO 9000: Quality management and quality assurance standards. – 1991
126. CENELEC EN 50126: Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). – 1998.
127. CENELEC EN 50126-2: Railway Applications – Dependability for Guided Transport Systems. Part 2: Safety. – 1999.
128. CENELEC EN 50128: Railway Applications – Communications, signaling and processing systems – Software for Railway Control and Protection Systems. – 2000.
129. CENELEC EN 50129: Railway Applications – Safety-related Electronic Systems for Signaling. – 2000.

130. CSN EN 50126-1 - Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). – 2001.

131. UK Defence Standard 00-56 Safety Management Requirements. – 1999.

## Приложение 1

## СОСТОЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В ХОЗЯЙСТВЕ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Электрическая централизация (кол-во станций/постов)	5023/5278	Автоблокировка (км/перегонов)	60979,8/4857
в т.ч. станций МПЦ (РПЦ)	318	в один путь (км/перегонов)	23896,6/2135
в т.ч. станций с кодовым управлением	4	в 2 пути (км/перегонов)	36095,5/2593
Стрелок ЭЦ всего / из них т.ч. МПЦ (РПЦ)	129692/9430	с централизованным размещением аппаратуры, км	7967,6
Сбрасывающих стрелок/остряков	4873/4047	с децентрализованным размещением аппаратуры, км	53012,2
Стрелок с кодовым управлением	211	Рельсовые цепи, шт. (всего/кодируемые)	267624/167340
Колёсосбрасывателей	1517	Станционных РЦ / горочных РЦ	159935/12718
Тормозных упоров	1852	Перегонные РЦ / РЦ наложения	82945/4888
Станций с ключевой зависимостью	402	Полуавтоматическая автоблокировка (км/перегонов)	20311,6/1138
Стрелок МКУ	4300	Электрожелезная система (км/перегонов)	1540,5/61
Сбрасывающих стрелок/остряков	83/137	Диспетчерская централизация, км	43567,1
Электроприводы на станциях (всего), шт.	135079	Станций управления / диспетчерских кругов, шт.	3036/307
в т.ч. постоянного тока	85053	Диспетчерский контроль, км	36029,5
в т.ч. переменного тока	50026	Станций / количество кругов, шт.	2089/284
в т.ч. шпального типа	44	Переездов / сигнальных точек АБ, шт.	2750/23505
Горочная централизация (кол-во горок/постов)	138/157	Переезды, оборудованные ПС	8983
в т.ч. оборудованных ГЭЦ / ГАЦ / Горочная МПЦ	55/61/22	Без дежурного / с дежурным	6630/2353
Стрелок горочной централизации/электроприводов, шт.	2682	Автоматическая локомотивная сигнализация, км	66588,7
Электроприводов горочных, шт.	2682	в т.ч. АЛС-ЕН (ОКТ)	811,1
в т.ч. постоянного/переменного тока	2619/63	Точек САУТ, шт. всего / из них САУТ-ЦМ	18676/10531
Вагонных замедлителей, шт.	8517	Датчиков УКПС, шт.	16579
Компрессоров (всего/поршневых/винтовых), шт.	566/392/174	Комплектов КТСМ, шт. всего / из них КТСМ-02	5668/4100

Рисунок П.1.1 – Оснащенность хозяйства автоматики и телемеханики (по состоянию на 1 января 2015 года)

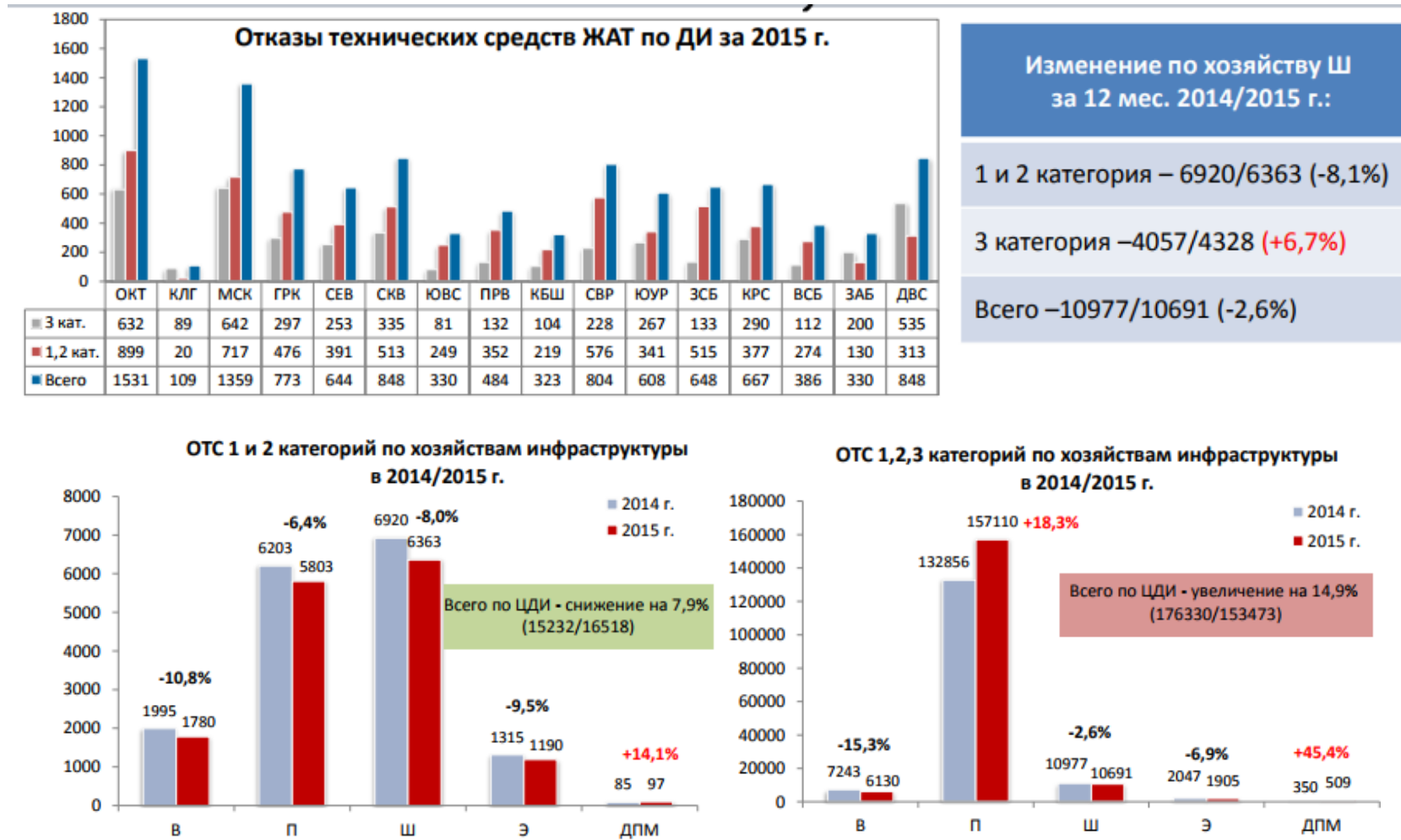
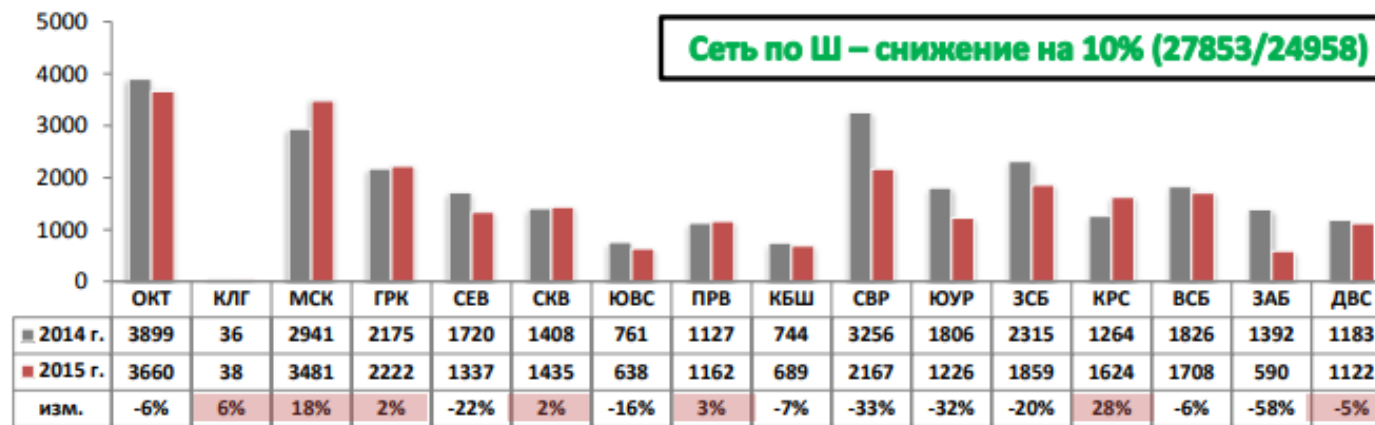


Рисунок П.1.2 – Отказы в работе технических средств ЖАТ по вине хозяйства автоматики и телемеханики (АС КАСАНТ)

## Общее количество задержанных поездов



## Задержки поездов по видам движения

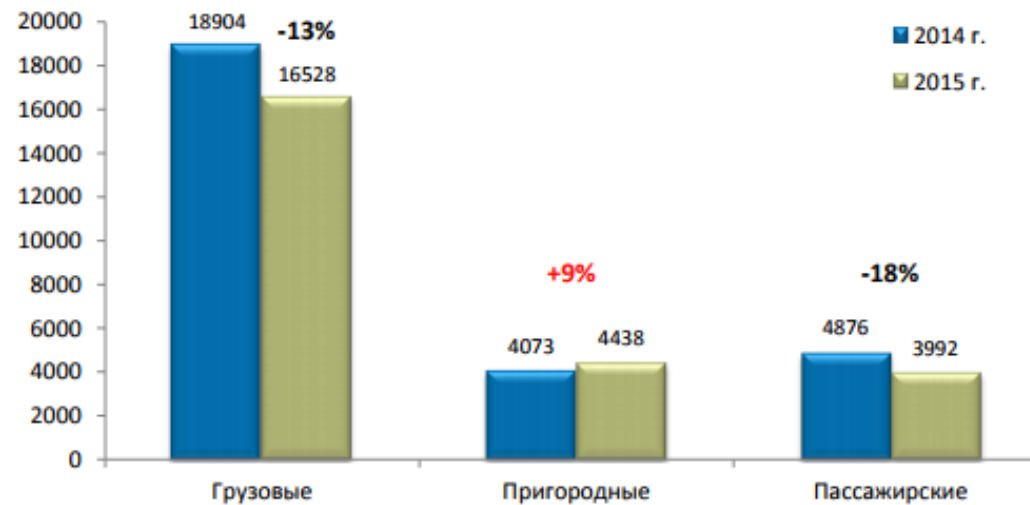


Рисунок П.1.3 – Влияние отказов 1 и 2 категории на количество задержанных поездов

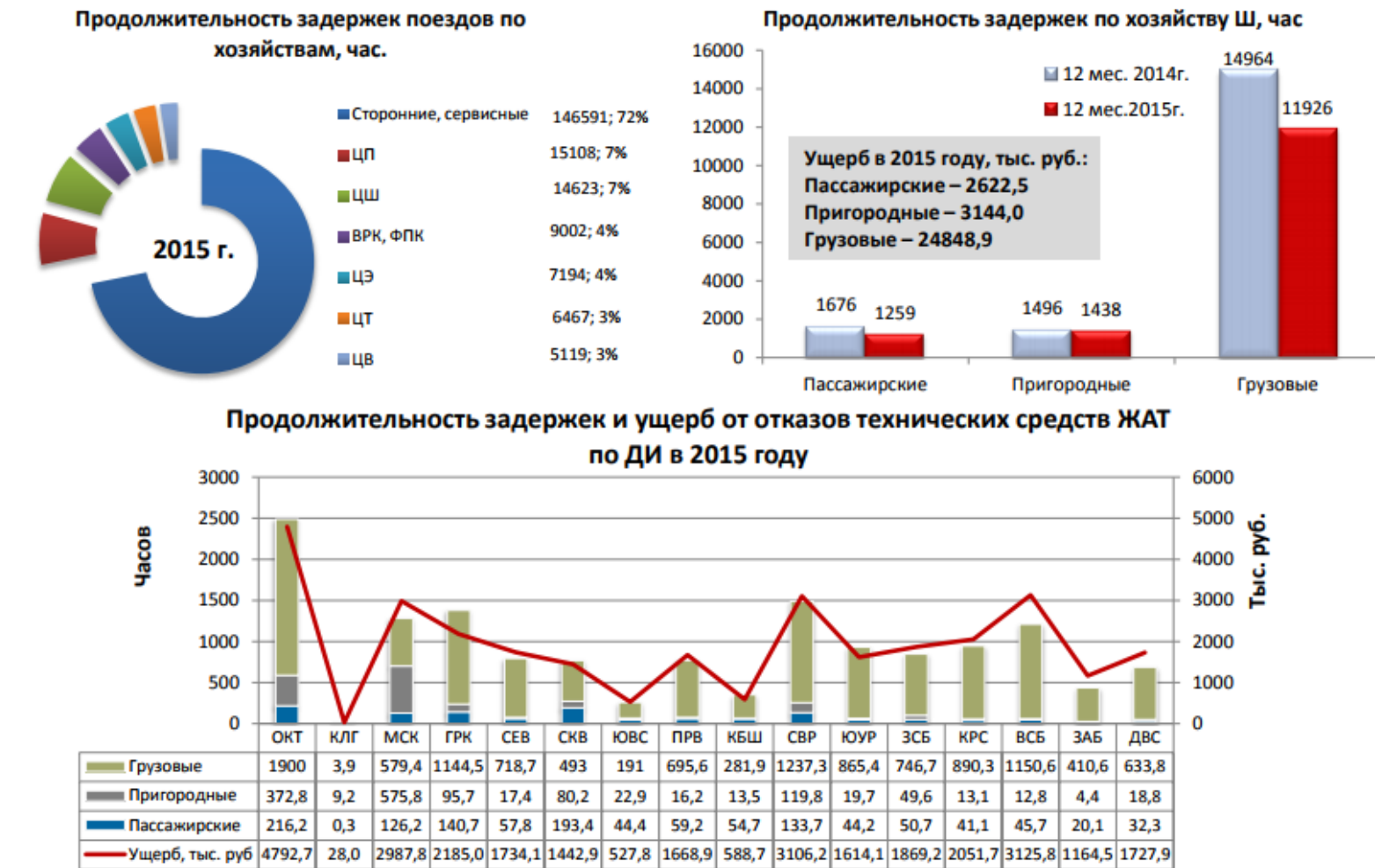


Рисунок П.1.4 – Продолжительность задержек поездов из-за отказов 1 и 2 категории и ущерб от них (АС КАСАНТ)

## Приложение 2

Таблица П.2.1 – Классификатор отступлений от норм содержания

№ п/п	Неисправность	Уровень критичности
1	Не опломбированы секции, кнопки, счетчики пульта, табло, ЩВП	3
2	Перегорели лампочки на пульт–табло	2
3	Неисправность стрелочной рукоятки	1
4	Неисправность кнопки	1
5	Неисправность ключ-жезла на пульте	1
6	Неисправность контактора (пускателя, переключателя)	2
7	Не соблюдена фазировка на панелях электропитания	3
8	Неправильное отображение в АРМ МПЦ фактического состояния устройств СЦБ	2
9	Неправильное отображение на мониторе ДНЦ(ДС) фактического состояния устройств СЦБ	3
10	Неисправность аппаратуры	1
11	Нарушение шунтовой чувствительности при наложении шунта	1
12	Неисправность источника питания аппаратуры тональных РЦ	3
13	Неправильная работа схемы защиты при замыкании изолирующих стыков	3
14	Несоответствие кодовых посылок АЛСН показаниям путевого светофора	3
15	Отсутствие/неисправность основного и дублирующего соединителя	1
16	Отсутствие/неисправность стрелочного соединителя	1
17	Неисправность дроссельной перемычки	1
18	Неисправность междроссельной перемычки	1
19	Неисправность изоляции фундаментальных угольников	1
20	Неисправность сережек остряков	1
21	Неисправность стрелочной изоляции	1

№ п/п	Неисправность	Уровень критичности
22	Неисправность изолирующих стыков	1
23	Пробой изоляции стрелки	1
24	Пробой изоляции тяг	1
25	Отсутствуют изолирующие элементы стрелочной тяги	1
26	Отсутствуют изолирующие элементы стяжной полосы	1
27	Пробой изолирующих стыков	3
28	Пробой изоляции стяжной полосы	1
29	Пробой изоляции в серьгах остряков	1
30	Отсутствуют изолирующие элементы в серьгах остряков	1
31	Неисправность светофора (потухший, иллюминация сигналов и т.д.)	1
32	Неисправность комплекта мигания	3
33	Неисправен пригласительный огонь	1
34	Загрязнены линзы светофора	2
35	Неисправность линзового комплекта	1
36	Перегорела нить лампы	3
37	Перегорела лампа	1
38	Не горят более 3094 светодиода	2
39	Отсутствие контроля прилегания остряков при закладке шаблона 2 мм	1
40	Замыкание стрелки при закладке щупа 4 мм	1
41	Отставание остряка от рамного рельса на 4 мм и более	3
42	Неисправность угольника гарнитуры	2
43	Усилие перевода стрелки не соответствует норме	1
44	Неисправность башмакосбрасывателей	1
45	Неисправность тягового механизма (короткая контрольная тяга)	1
46	Неисправность валика контрольной линейки	1
47	Не отрегулирована работа курбельной заслонки	3



## Продолжение Таблицы П.2.1

№ п/п	Неисправность	Уровень критичности
48	Не закреплен двигатель электропривода, ослаблены болты крепления	2
49	Не закреплен редуктор	2
50	Не закреплены ножевые колодки автопереключателя	1
51	Неисправность колодки автопереключателя	1
52	Неисправность контакта автопереключателя	1
53	Не отрегулировано врубание контактов автопереключателя	2
54	Неисправность автопереключателя	1
55	Неисправен электродвигатель	3
56	Не отрегулирован ток электродвигателя при работе на фрикцию	1
57	Нарушена целостность электропривода (наличие вмятин, трещин, сколов) требующая замены ЭП	3
58	Отсутствует резистор в цепи Л2 (неправильный номинал резистора)	1
59	Отсутствие крышки	2
60	Неисправна дроссель-трансформаторная перемычка	1
61	Отсутствует обогрев камеры	2
62	Неудовлетворительное состояние/неисправна аппаратура напольной камеры	2
63	Неисправен датчик счета осей	1
64	Не отрегулирован ток шлейфа	1
65	Неисправность датчика	1
66	Неправильная работа схемы контроля датчиков УКСПС	3
67	Неисправность УКСПС	1
68	Неисправность КГН, КГУ	1
69	Неисправность автоматической переездной сигнализации - не производится включение красного огня на переездном светофоре при приближении подвижного состава	3

№ п/п	Неисправность	Уровень критичности
70	Неисправность автоматической переездной сигнализации - не перекрываются на запрещающее показание заградительные светофоры	3
71	Неисправность переездного светофора	1
72	Несоответствие сигнализации входных, маршрутных и выходных светофоров, маршрутных указателей, таблице взаимодействия положения стрелок и сигналов	3
73	Несоответствие сигнализации проходных светофоров ИСИ технической документации	3
74	Нарушение габарита приближения строений к устройствам СЦБ	3
75	Неисправны измерительные приборы (амперметр, вольтметр, осциллограф, счетчик переключения фидеров и т.д.)	3

Примечание: в таблице приведен фрагмент Классификатора без указания уровней управляемости, оригинал Классификатора подписан Начальником отделения автоматики и телемеханики ПКБ И - филиала ОАО «РЖД» В.Н. Новиковым.

Таблица П.2.2 – Классификатор отказов и предотказных состояний устройств  
ЖАТ, выявляемых средствами ТДМ

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
<b>1. Рельсовая цепь</b>	
1.1 Логическая ложная свободность РЦ	1
1.2 Логическая ложная занятость РЦ	2
1.3 Кратковременная занятость РЦ	3
1.4 Короткое замыкание изолирующего стыка РЦ	2
1.5 Обрыв в цепи повторителя	2
1.6 Подпитка повторителя путевого реле	1
1.7 Повышенное напряжение	1
1.7.1 на выходе генератора ТРЦ	1
1.7.2 на входе ПП ТРЦ	1
1.7.3 на выходе ПП ТРЦ	2
1.7.4 на выходе фильтра ТРЦ	1
1.7.5 на путевом реле	1
1.8 Пониженное напряжение	1
1.8.1 на входе 1Ш ТРЦ	2
1.8.2 на генераторе ТРЦ	2
1.8.3 на выходе 1Л1 ТРЦ	2
1.8.4 на выходе; фильтра ТРЦ 1.8.5. на путевом реле	2
1.8.5 на путевом реле	2
1.9 Отклонение напряжения на питающем конце РЦ	↑ 1/↓ 2
1.10 Завышение напряжения на входе ПП занятой РЦ/ Завышенное остаточное напряжение РЦ	1
1.11 Не включилось кодирование РЦ	3
1.12 Не выключилось кодирование РЦ	3
1.13 Неисправность основного канала ГПЗС-Р	3
1.14 Неисправность резервного канала ГПЗС-Р	2
1.15 Неисправность обоих каналов ГПЗС-Р (или отсутствие питания)	1
<b>2. Путевые устройства САУТ при АБТ, ЧКАБ</b>	
2.1 Неисправность САУТ	1
2.2 Отклонение тока путевого шлейфа САУТ	1
<b>3. АЛС-ЕН</b>	
3.1 Завышение несущей частоты ФС-ЕН (предотказ)	3
3.2 Занижение несущей частоты ФС-ЕН (предотказ)	3
3.3 Завышение напряжения на выходе ФС-ЕН (предотказ)	3
3.4 Занижение напряжения на выходе ФС-ЕН (предотказ)	3
3.5 Завышение напряжения питания ФС-ЕН (предотказ)	3

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
3.6 Занижение напряжения питания ФС-ЕН (предотказ)	3
<b>4. АЛСН</b>	
4.1 Занижение тока кодирования	3
4.2 Отклонение напряжения кодирования	3
4.3 Отклонение длительности 1 интервала	3
4.4 Отклонение длительности кодового цикла	3
4.5 Отсутствие кода	2
<b>5. Стрелка</b>	
5.1 Отклонение напряжения источника питания рабочей цепи	2
5.2 Отклонение рабочего тока	2
5.3 Завышение времени перевода	3
5.4 Потеря контроля стрелки	2
5.5 Кратковременная потеря контроля	2
5.6 Потеря контроля занятой или замкнутой стрелки	1
5.7 Неперевод стрелки/невозможность перевода стрелки	2
<b>6. Светофор</b>	
6.1 Отклонение времени перекрытия поездного светофора	2
6.2 Логическое перекрытие светофора	2
6.3 Перегорание нити лампы разрешающего огня	2
6.4 Перегорание основной нити лампы разрешающего огня	3
6.5 Перегорание резервной нити лампы разрешающего огня	2
6.6 Перегорание нити лампы запрещающего огня	3
6.7 Перегорание основной нити лампы запрещающего огня	3
6.8 Перегорание резервной нити лампы запрещающего огня	1
6.9 Авария в РЩ светофора	1
<b>7. Устройства электропитания</b>	
7.1 Отклонение напряжения питающих устройств	↑ 1/↓ 2
7.2 Занижение тока заряда батареи	2
7.3 Отклонение напряжения фаз фидера	2
7.4 Неисправность питающих устройств	2
7.5 Перегорание предохранителей	2
7.6 Неисправность схемы контроля предохранителей	3
7.7 Неисправность комплекта мигания	2
7.8 Разряд батареи	1
7.9 Отсутствие фидера	3
7.10 Превышение времени переключения фидеров	2
7.11 Снижение уровня топлива ДГА	2

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
7.12 Завышение напряжения фаз ДГ А	2
7.13 Занижение напряжения фаз ДГ А	2
7.14 Отклонение частоты питающей сети	1
7.15 Отклонение частоты фидера	1
7.17 Неисправность УБП	2
7.18 Отсутствие нагрузки на инверторе УБП	
7.19 Нагрузка на байпасе	3
7.20 Тревога УБП	2
7.21 Остановка работы УБП	2
7.22 Перенапряжения фидера	1
7.23 Переключение фидеров	3
7.24 Срабатывание защиты от перенапряжения	3
7.25 Нарушение чередования фаз	1
7.26 Перенапряжение вводных устройств	1
7.27 Неисправность шины гарантированного питания	2
7.28 Отклонение напряжения батареи УБП	↑ 1/↓ 2
7.29 Неисправность батареи УБП	2
7.30 Работа УБП от батареи	3
7.31 Завышение температуры УБП	3
7.32 Неисправность входа УБП	2
7.33 Неисправность выхода УБП	2
7.34 Отклонение напряжения на выходе УБП	↑ 1/↓ 2
7.35 Режим Вуразз	3
7.36 Неисправность Вуразз	2
7.37 Отклонение напряжения Вуразз	↑ 1/↓ 2
<b>8. Кабельная сеть и внутренний монтаж</b>	
8.1 Снижение сопротивления изоляции	1
8.2 Срабатывание сигнализатора заземления	1
8.4 Занижение напряжения контролируемого источника постоянного тока	2
8.5 Снижение межканального сопротивления изоляции	3
8.6 Авария сопротивления изоляции	1
8.7 Неисправность кабеля АБТЦ	2
<b>9. Схема отмены маршрута</b>	
9.1 Отклонение выдержки времени отмены поездного маршрута	↓ 1

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
9.2 Отклонение выдержки времени отмены маневрового маршрута	1
9.3 Отклонение выдержки времени отмены маршрута со свободного пути	3
9.4 Отклонение выдержки времени искусственной разделки	1
<b>10. Дешифратор</b>	
10.1 Несоответствие принимаемого кода состоянию реле Ж и З	1
10.2 Отклонение питания ДА	2
10.3 Занижение напряжения на реле Ж	2
10.4 Занижение напряжения на реле З	2
<b>11. Датчик температуры</b>	
<b>12. Переезд</b>	
12.1 Неисправность станционного переезда	2
12.2 Неисправность переезда на перегоне	2
12.3 Включение заграждения	2
12.4 Неисправность шлагбаумов	1
12.5 Неисправность переездного светофора	2
12.6 Авария переездного светофора	1
12.7 Неисправность заградительного светофора	1
12.8 Авария заградительного светофора	1
<b>13. Устройства безопасности</b>	
13.1 Срабатывание датчика УКСПС	1
13.2 Неисправность УКСПС	1
13.3 Неисправность С АУТ	1
13.4 Тревога КТСМ	2
13.5 Срабатывания КГУ	2
<b>14. Охранно-пожарная сигнализация</b>	
14.1 Срабатывание пожарной сигнализации	
14.2 Срабатывание охранной сигнализации	
14.3 Неисправность охранно- пожарной сигнализации	
<b>15. РШ переезда</b>	
15.1 Неисправность светодиодной головки переездного	2
15.2 Перегорание нити лампы заградительного светофора	1
15.3 Включение заграждения	2
15.4 Неисправность в работе шлагбаумов	1
15.5 Превышение времени подъема бруса шлагбаума	3

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
15.6 Занижение времени замедления на опускание бруса шлагбаума	3
15.7 Превышение времени опускания бруса шлагбаума	3
15.8 Завышение времени замедления опускание бруса	3
15.9 Неисправность датчика ДТР УЗП	2
15.10 Несоответствие положения крышки УЗП состоянию	1
15.11 Выключение УЗП	2
15.12 Неисправность МАПС	1
15.13 Ограничение функционирования МАПС (состояние деградации)	1
15.14 Неисправность обогрева РШ	3
15.15 Завышение температуры в РШ	3
15.16 Занижение температуры в РШ	3
15.17 Неисправность питающих устройств РШ	1
15.18 Отклонение напряжения питающих устройств РШ	↑ 1/↓ 2
15.19 Разряд батареи АКБ	1
15.20 Отклонение напряжения питающих устройств АКБ	2
15.21 Занижение тока заряда аккумуляторной батареи	2
15.22 Занижение сопротивления изоляции	1
15.23 Отклонение напряжения питающих устройств РЦ	↑ 1/↓ 2
15.24 Включение режима ДСН	1
15.25 Неисправности комплекта мигания	2
15.28 Отклонение частоты мигания	3
15.29 Отсутствие питания с выпрямителя	2
15.31 Разряд буфера УВП	1
15.32 Отклонение напряжения на входе ПП	↑ 1/↓ 2
15.33 Завышение остаточного напряжения на входе ПП	1
15.34 Отклонение напряжения на выходе ПП	2
15.35 Завышение остаточного напряжения на путевом реле	1
15.36 Занижение тока на входе ПП	не измеряется
15.37 Кратковременная логическая занятость	3
15.38 Отклонение напряжения на выходе ФП	↑ 1/↓ 2
<b>16. РШ САУТ</b>	
16.1 Занижение тока путевого шлейфа САУТ	1
16.2 Завышение тока путевого шлейфа САУТ	1
16.3 Неисправность САУТ	1
16.4 Неисправность обогрева РШ	2
16.5 Неисправность обогрева РШ	2

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
16.6 Завышение температуры в РШ	2
16.7 Занижение температуры в РШ	2
16.8 Занижение напряжения гарантированного питания в РШ	2
16.9 Завышение напряжения гарантированного питания в РШ	1
<b>17. РШ входного светофора</b>	
17.1 Перегорание основной нити лампы запрещающего огня входного светофора	3
17.2 Перегорание резервной нити лампы запрещающего огня входного светофора	2
17.3 Перегорание нити лампы разрешающего огня входного светофора	2
17.4 Неисправность цепи запрещающего огня светофора входного светофора	1
17.5 Неисправность цепи разрешающих огней светофора входного светофора	2
17.6 Неисправность обогрева РШ	3
17.7 Завышение температуры в РШ	3
17.8 Занижение температуры в РШ	3
17.9 Неисправность питающих устройств в РШ	2
17.10 Отклонение напряжения питающих устройств в РШ	↓ 1
17.11 Включение режима ДСН	2
17.12 Занижение сопротивления изоляции	1
17.13 Неисправность выпрямителя УЭП	2
17.14 Разряд буфера УБП	2
17.15 Разряд батареи АКБ	2
17.16 Отклонение напряжения питающих устройств АКБ	2
17.19 Занижение тока заряда батареи АКБ	↑ 1/↓ 3
<b>18. Тоннельная сигнализация</b>	
18.1 Перегорание нити лампы заградительного светофора	1
18.2 Включение заграждения	2
18.3 Неисправность обогрева РШ	3
18.4 Завышение температуры в РШ	3
18.5 Занижение температуры в РШ	3
18.6 Неисправность питающих устройств в РШ	2
18.7 Отклонение напряжения питающих устройств в РШ	↑ 1/↓ 2
18.8 Разряд батареи АКБ	2



Событие	Приоритет (от 1 до 3)
18.9 Отклонение напряжения питающих устройств АКБ	2
18.10 Занижение тока заряда аккумуляторной батареи	2
18.11 Занижение сопротивления изоляции	1
18.12 Включение режима ДСН	2
18.13 Неисправность в РШ	2
18.14 Неисправность выпрямителя УЭП	2
18.15 Разряд буфера УБП	2
<b>19. РШ пешеходного перехода</b>	
19.1 Неисправность обогрева РШ	3
19.2 Завышение температуры в РШ	3
19.3 Занижение температуры в РШ	3
19.4 Неисправность питающих устройств в РШ	2
19.5 Завышенное напряжение питающих устройств в РШ	↑ 1/↓ 2
19.7 Занижение сопротивления изоляции	1
19.8 Неисправность выпрямителя УЭП	2
19.9 Разряд буфера УБП	2
<b>20. Кабельная сеть и внутренний монтаж (ИМСИ)</b>	
20.1 Снижение сопротивления изоляции (отказ) ИМСИ	1
20.2 Снижение сопротивления изоляции (предотказ) ИМСИ	2
<b>21. Кабельная сеть и внутренний монтаж (СЗИЦ-Д)</b>	
21.1 Отклонение напряжения контролируемого источника постоянного тока (СЗИЦ-Д)	3
21.2 Нестабильное напряжение контролируемого источника постоянного тока (СЗРЩ-Д)	3
21.3 Срабатывание сигнализатора заземления	1
21.4 Снижение сопротивления изоляции	2
<b>22. Батарея ШУ ДГА</b>	
22.1 Низкое напряжения АКБ	3
<b>23. Генератор ШУ ДГА</b>	
23.1 Низкое напряжения генератора	3
23.2 Высокое напряжения генератора	3
23.3 Обратное чередование фаз	3
23.4 Низкая частота генератора	3
23.5 Высокая частота генератора	3
23.6 Высокий ток нагрузки	3
<b>24. ДГА ШУ ДГА</b>	
24.1 Отключен автоматический выключатель	3

## Продолжение Таблицы П.2.2

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
24.2 Высокая Температура ОЖ (дискретный датчик)	3
24.3 Низкое давление масла (дискретный датчик)	3
24.4 Низкий уровень топлива (дискретный датчик)	3
24.5 Высокая температура ОЖ (аналоговый датчик)	3
24.6 Низкое давление масла (аналоговый датчик)	3
24.7 Низкий уровень топлива (аналоговый датчик)	3
24.8 Неуспешный пуск	3
24.9 Неуспешный останов.	3
<b>25. Рельсовые цепи АБТЦ-М</b>	
25.1 Ложная занятость РЦ (АБТЦ-М)	1
25.2 Логическая занятость РЦ (АБТЦ-М)	2
25.3 Завышение напряжения на входе путевого приемника	2
25.4 Занижение напряжения на входе путевого приемника	2
25.5 Изменение КРЛ	
25.6 Авария КРЛ	2
<b>26. Светофор АБТЦ-М</b>	
26.1 Перегорание основной нити лампы красного огня	2
26.2 Перегорание резервной нити лампы красного огня	2
26.3 Перегорание основной нити лампы желтого огня	2
26.4 Перегорание резервной нити лампы желтого огня	2
26.5 Перегорание основной нити лампы зеленого огня	3
26.6 Перегорание резервной, нити лампы зеленого огня	3
26.7 Нарушение зависимостей показаний светофора (для проходных светофоров)	1
<b>27. Переезд АБТЦ-М</b>	
27.1 Неисправность на переезде	2
27.2 Авария на переезде	2
27.3 Включение заграждения	1
<b>28. Устройства электропитания АБТЦ-М</b>	
28.1 Неисправность БУЗМ, снижение напряжения батареи или обрыв батареи	2
28.2 Отключение аккумуляторной батареи	2
28.3 Занижение напряжения на батарее	2
28.4 Завышение напряжения на батарее	2
28.5 Выключение ЦВПУ	1
28.6 Остановка работы УБП	3
28.7 Автоматический байпас УБП	3

## Продолжение Таблицы П.2.2

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
28.8 Отсутствие напряжения на входе УБП	3
28.9 Общая тревога УБП	3
<b>29. Кодирование РЦ АБТЦ-М</b>	
29.1 Несоответствие кода АЛСН показанию проходного	1
29.2 Отсутствие кодирования	2
29.3 Отклонение длительности 1 интервала	2
29.4 Отклонение длительности кодового цикла	2
29.5 Несоответствие передаваемого кода АЛСН блоком БКРЦ сигналам блока ПМИ-РЦ	1
<b>30. Рельсовые цепи и путевые устройства АЛС ЧКАБ</b>	
30.1 Логическая занятость	2
30.2 Логическая свобода	1
30.3 Логический пробой изолирующего стыка	2
30.4 Кратковременная логическая занятость рельсовой цепи	2
30.5 Отклонение напряжения на путевом реле	2
30.6 Нарушение работы повторителя путевого реле	2
30.7 Отклонение тока кодирования	3
30.8 Отсутствие кодирования	2
30.9 Отклонение временных параметров кода АЛС	3
30.10 Несоответствие показания проходного светофора кодам	1
30.11 Отклонение напряжения на выходе преобразователя частоты (путевого трансформатора)	2
<b>31. Сигнальная установка ЧКАБ</b>	
31.1 Нарушение зависимостей показаний светофора	1
31.2 Перегорание основной, резервной нитей лампы светофора	3
31.3 Отклонение тока потребления лампами светофора	2
<b>32. Устройства электропитания ЧКАБ</b>	
32.1 Отсутствие основного, резервного питания	3
32.2 Отклонение напряжения основного питания	3
32.3 Отклонение напряжения резервного питания	3
32.4 Отклонение напряжения СХ20/МСХ	3
32.5 Отклонение напряжения СХ12/МСХ	3
32.6 Отклонение напряжения СХ 16/МСХ	3
32.7 Отклонение напряжения П/М	2
32.8 Отклонение напряжения линейной цепи	2
32.9 Отклонение напряжения ЧДК	3
32.10 Снижение сопротивления изоляции кабеля, монтажа цепей питания	2

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
<b>33. Дешифраторная ячейка ЧКАБ</b>	
33.1 Несоответствие принимаемого кода состоянию реле Ж, 3	2
33.2 Отклонение напряжения питания реле Ж, 3	2
<b>34. КГУ и УКСПС при ЧКАБ</b>	
34.1 Срабатывание датчика УКСПС (КГУ)	2
34.2 Отклонение напряжения питания УКСПС (КГУ)	2
<b>35. Релейный шкаф ЧКАБ</b>	
35.1 Неисправность обогрева	3
35.2 Неисправность аппаратуры «БАРЬЕР»	3
<b>36. Рельсовая цепь и путевые устройства АЛС АБТ</b>	
36.1 Логическая занятость	2
36.2 Логическая свободность	1
36.3 Кратковременная логическая занятость рельсовой цепи	2
36.4 Нарушение работы повторителя путевого реле	2
36.5 Отклонение напряжения на выходе 11П	2
36.6 Отклонение напряжения на входе 1И1	2
36.7 Отклонение напряжения на выходе ГП	2
36.8 Отклонение напряжения на выходе ФП	2
36.9 Отклонение напряжения на вторичной обмотке кодового трансформатор	2
36.10 Отклонение тока на входе ПП в селективном режиме	2
36.11 Отклонение тока кодирования	2
36.12 Отсутствие кодирования	2
36.13 Отклонение временных параметров кода АЛС	2
36.14 Несоответствие показаниям проходного светофора кодов	1
<b>37. Светофор сигнальной установки АБТ</b>	
37.1 Нарушение зависимостей показаний светофора	1
37.2 Перегорание основной, резервной нити лампы светофора	3
<b>38. Электропитание АБТ</b>	
38.1 Отсутствие основного, резервного питания	1
38.2 Отклонение напряжения питания основного	3
38.3 Отклонение напряжения питания резервного	3
38.4 Отклонение напряжения питания С31/МС	2
38.5 Отклонение напряжения питания С17/МС17	2
38.6 Отклонение напряжения питания С/МС	2
38.7 Отклонение напряжения питания С3 5/МС3 5	2
38.8 Отклонение напряжения питания П/М	2
38.9 Отклонение напряжения-питания линейной цепи	2

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
38.10 Отклонение напряжения питания ЧДК	2
38.11 Снижение сопротивления изоляции кабеля, монтажа цепей питания	3
<b>39. КГУ и УКСПС при АБТ</b>	
39.1 Срабатывание датчика УКСПС (КГУ)	2
39.2 Отклонение напряжения питания УКСПС (КГУ)	2
<b>40. Релейный шкаф АБТ</b>	
40.1 Неисправность обогрева	3
40.2 Неисправность аппаратуры «БАРЬЕР»	3
<b>41. Устройства АПС и автоматических шлагбаумов</b>	
41.1 Перегорание нити лампы переездного, заградительного светофора	2
41.2 Неисправность в работе шлагбаумов	2
41.3 Превышение времени опускания бруса шлагбаума	2
41.4 Отклонение рабочего тока электродвигателя шлагбаума	2
41.5 Отклонение времени подъема бруса шлагбаума	2
41.6 Отклонение времени замедления на отпускание бруса шлагбаума	2
41.7 Отклонение частоты мигания ламп переездных светофоров	2
<b>42. Устройства электропитания АПС, автоматических шлагбаумов и УЗП</b>	
42.1 Отсутствие основного, резервного питания	1
42.2 Отклонение напряжения питания основного	2
42.3 Отклонение напряжения питания резервного	2
42.4 Отклонение напряжения питания гарантированного питания	2
42.5 Отклонение напряжения питания огневых реле	2
42.6 Отклонение напряжения питания ламп светофоров	2
42.7 Отклонение напряжения питания обмоток реле	2
42.8 Отклонение напряжения питания линейной цепи	2
42.9 Отклонение напряжения питания светодиодного щитка	2
42.10 Отклонение напряжения питания ЧДК	3
42.11 Разряд батареи	2
42.12 Отклонение напряжения аккумуляторной батареи 42 Л 3 Отклонение тока заряда аккумуляторной батареи	2
42.14 Снижение сопротивления изоляции кабеля, монтажа цепей питания	2
<b>43. Релейный шкаф АПС, автоматических шлагбаумов и УЗП</b>	
43.1 Неисправность обогрева	3

Событие	Приоритет (от 1 до 3)
43.2 Неисправность аппаратуры «БАРЬЕР»	3
<b>44. Устройства УЗП</b>	
44.1 Несоответствие положения крышки состоянию переезда	3
44.2 Отклонение тока перевода УЗП	3
44.3 Неисправность датчика ДТР	3
44.4 Выключение УЗП	3
44.5 Отклонение напряжения питания контрольной цепи С/МС	3
44.6 Отклонение напряжения питания ББК	3
<b>45. Устройства тоннельной и мостовой сигнализации</b>	
45.1 Неисправность тоннельной (мостовой) сигнализации	1
45.2 Неисправность цепей включения оптической сигнализации	1
45.3 Неисправность цепей включения акустической	1
45.4 Неисправность контрольного режима оповестительной сигнализации	2
<b>46. Устройства электропитания тоннельной и мостовой сигнализации</b>	
46.1 Отсутствие основного, резервного питания	1
46.2 Отклонение напряжения питания основного	2
46.3 Отклонение напряжения питания резервного	2
46.4 Отклонение напряжения питания огневых реле	2
46.5 Отклонение напряжения питания ламп светофоров	2
46.6 Отклонение напряжения питания обмоток реле	2
46.7 Отклонение напряжения питания линейной цепи	2
46.8 Отклонение напряжения питания светодиодного щитка	2
46.9 Разряд батареи	2
46.10 Отклонение напряжения аккумуляторной батареи	2
46.11 Отклонение тока аккумуляторной батареи	2
<b>47. Релейный шкаф тоннельной и мостовой сигнализации</b>	
47.1 Неисправность обогрева	1
47.2 Неисправность аппаратуры «БАРЬЕР»	1
<b>48. Линия Н-ОН, К-ОК и ДСН-ОДСН на посту ЭЦ</b>	
48.1 Отклонение напряжения питания линий: Н-ОН, К-ОК; ДСН-ОДСН	2
48.2 Снижение сопротивления изоляции кабеля, монтажа линий: Н-ОН; К-ОК; ДСН-ОДСН	2
<b>49. Кабельная сеть и внутренний монтаж</b>	
49.1 Снижение сопротивления изоляции кабеля и монтажа (отказ)	1

<b>Событие</b>	<b>Приоритет (от 1 до 3)</b>
49.2 Снижение сопротивления изоляции кабеля и монтажа (предотказ)	2

Примечание: оригинал Классификатора подписан Начальником отделения автоматики и телемеханики ПКБ И - филиала ОАО «РЖД» В.Н. Новиковым.

## Приложение 3

Таблица П.3.1 – Данные о функционировании систем ЖАТ на различных участках Октябрьской железной дороги за 2014-2016 гг. для расчета допустимых значений показателей надежности (по данным АСУ-Ш-2 от 15.03.2017)

Объект ЖАТ на станции/перегоне	ШЧ	Класс ж.д. линии	Специализация ж.д. линии	Количество пар поездов в сутки	Количество отказов 1 и 2 категории	Суммарная продолжительность отказов 1 и 2 категории	Суммарная продолжительность задержки поездов, мин	Регламентное время восстановления*, мин	Количество предотказных состояний	Количество отступлений от норм содержания	Количество отказов 3 категории	Продолжительность отказов 3 категории, мин	Среднее время устранения отказов в 1 и 2 категории**, ч	Среднее время до восстановления*, ч	Суммарные потери поездо-часов, п-ч	Потери поездо-часов на один отказ 1 и 2 категории, п-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
АБРОСОВО	ШЧ-8	4	1	9				195		17	1	52	3,25	0,87	0,00	0,00
АБРОСОВО : ПЕСТОВО	ШЧ-8	4	1	9	1	60	40,2	195		5			1,00	1,00	0,67	0,67
АВТОВО	ШЧ-9	5	1	17	1	15	45	120	117	225			0,25	0,25	0,75	0,75
АКАДЕМИЧЕСКАЯ : ЛЕОНТЬЕВО	ШЧ-4	1	1	76	1	13	88	92,5	31	3	2	33	0,22	0,26	1,47	1,47
АКАДЕМИЧЕСКАЯ	ШЧ-4	1	1	76	4	116	50	92,5	69	44	2	39	0,48	0,43	0,83	0,21
АКОНЬЯРВИ	ШЧ-26	4	1	14				89,25		60	7	781	1,49	1,86	0,00	0,00
АКОНЬЯРВИ : ГИМОЛЬСКАЯ	ШЧ-26	4	1	14				147		2	2	243	2,45	2,03	0,00	0,00
АЛАКУРТТИ	ШЧ-20	5	1	3				217,5		5	1	20	3,63	0,33	0,00	0,00
АЛЕКСАНДРОВСКАЯ	ШЧ-14	3	1	35	4	455	658	117,5		131	1	240	1,90	2,32	10,97	2,74
АЛЕКСАНДРОВСКАЯ:ВЕРЕВО	ШЧ-14	3	1	34	5	615	194	122,5		25	2	131	2,05	1,78	3,23	0,65
АЛЕШИНКА	ШЧ-4	1	1	71				87,5	83	113	6	137	1,46	0,38	0,00	0,00
АЛЕШИНКА : БЕРЕЗАЙКА	ШЧ-4	1	1	71	1	40	51	82,5	21	4			0,67	0,67	0,85	0,85



## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
АЛХО	ШЧ-11	4	1	16	1	817	57	30		14			0,50	0,50	0,95	0,95
АЛХО : ЭЛИСЕНВААРА	ШЧ-11	4	1	16				30			1	108	0,50	1,80	0,00	0,00
АМБАРНЫЙ	ШЧ-19	2	4	35	3	362	153	120		81	2	221	2,01	1,94	2,55	0,85
АМБАРНЫЙ : БОЯРСКАЯ	ШЧ-19	2	4	35	7	556	496	120		27	5	466	1,32	1,42	8,27	1,18
АНДРЕАПОЛЬ	ШЧ-3	5	1	10				227,5		8			3,79	3,79	0,00	0,00
АНДРЕАПОЛЬ : ТОРОПЕЦ	ШЧ-3	5	1	12				240		5			4,00	4,00	0,00	0,00
АНДРЕЕВО	ШЧ-12	3	1	19	2	67	128	142,5		71	2	58	0,56	0,52	2,13	1,07
АНДРЕЕВО:ОС ТАНОВОЧНЫЙ ПУНКТ 61 КМ	ШЧ-12	3	1	19	1	50	19	142,5			3	400	0,83	1,88	0,32	0,32
АНТРОПШИНО	ШЧ-9	2	3	155	1	33	18	120	23	159	2	35	0,55	0,38	0,30	0,30
АНТРОПШИНО : КОБРАЛОВО	ШЧ-9	2	3	77	1	12	2	120		113	2	113	0,20	0,69	0,03	0,03
АНЦИФЕРОВО- МОЛОГСКОЕ	ШЧ-8	4	1	12	1	141	89	172,5		97			2,35	2,35	1,48	1,48
АПАТИТЫ	ШЧ-21	2	4	43	6	419	243	100	671	819	1	54	1,16	1,13	4,05	0,68
АПАТИТЫ I	ШЧ-21	2	4	43				100		74	1	74	1,67	1,23	0,00	0,00
АПАТИТЫ СОРТИРОВОЧН АЯ:АПАТИТЫ	ШЧ-21	2	4	43				100					1,67	1,67	0,00	0,00
АПАТИТЫ:АПА ТИТЫ I	ШЧ-21	5	1	43				120		1			2,00	2,00	0,00	0,00
АПАТИТЫ:БЛО К-ПОСТ 1268 КМ	ШЧ-21	3	1	43				140	7	1	1	100	2,33	1,67	0,00	0,00
АПАТИТЫ:ТИТ АН	ШЧ-21	5	1	6				145			1	70	2,42	1,17	0,00	0,00
АРИСТОВО	ШЧ-24	3	1	31	4	165	77	180		54	1	51	0,69	0,72	1,28	0,32
АРИСТОВО : РЖЕВ-БАЛТ	ШЧ-24	3	1	31	1	20	70	180		3	1	11	0,33	0,26	1,17	1,17

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
АРТЕМОВО	ШЧ-23	3	1	43				178,5		35	1	159	2,98	2,65	0,00	0,00
АРТЕМОВО : КУНЯ	ШЧ-23	3	1	43				178,5		2			2,98	2,98	0,00	0,00
АФРИКАНДА	ШЧ-20	2	4	65	1	40	14	120	9	94	2	85	0,67	0,69	0,23	0,23
АФРИКАНДА : БП 1256КМ	ШЧ-20	2	4	65	8	685	1555	120	9	10	3	161	1,43	1,28	25,92	3,24
АШЕВО	ШЧ-23	3	1	41	1	102	57	130,5		35			1,70	1,70	0,95	0,95
АШЕВО : ЛОЗОВИЦЫ	ШЧ-23	3	1	41	2	108	113	118,5		14			0,90	0,90	1,88	0,94
БАБАЕВО	ШЧ-8	1	5	94	11	366	3703	105	1220	1075	11	276	0,55	0,49	61,72	5,61
БАБАЕВО : ТИМОШКИНО	ШЧ-8	1	5	88	1	6	66	105	247	16			0,10	0,10	1,10	1,10
БАРСОВО	ШЧ-24	3	1	31				180		11			3,00	3,00	0,00	0,00
БАРСОВО:СТАР АЯ ТОРОПА	ШЧ-24	3	1	31				180					3,00	3,00	0,00	0,00
БАРТЕНЕВО	ШЧ-24	3	1	31	1	5		180		28			3,00	3,00	0,00	0,00
БАРТЕНЕВО : ЗУБЦОВ	ШЧ-24	3	1	31				180		2			3,00	3,00	0,00	0,00
БАТАЛИНО	ШЧ-3	5	1	12				217,5		15			3,63	3,63	0,00	0,00
БАТАЛИНО : ФИРОВО	ШЧ-3	5	1	6				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
БАТЕЦКАЯ	ШЧ-15	3	1	78	3	60	31	173		57	5	333	0,33	0,82	0,52	0,17
БАТЕЦКАЯ : БАХАРЕВО	ШЧ-15	3	1	31	4	270	185	180		1			1,13	1,13	3,08	0,77
БАТЕЦКАЯ : ЛЮБОЛЯДЫ	ШЧ-12	4	1	10	1	95	41	220					1,58	1,58	0,68	0,68
БАХАРЕВО	ШЧ-15	3	1	61	3	253	197	180		15	2	160	1,41	1,38	3,28	1,09
БАХАРЕВО : ПЕРЕДОЛЬСКА Я	ШЧ-15	3	1	31	1	59		180		4			0,98	0,98	0,00	0,00
БЕГЛОВО	ШЧ-15	3	1	52	3	206	0,3	180		41			1,14	1,14	0,01	0,00
БЕЖЕЦК	ШЧ-3	3	1	29				65		135	2	102	1,08	0,85	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
БЕЖЕЦК : ШИШКОВО	ШЧ-3	3	1	29	5	225	163	115		3	1	12	0,75	0,66	2,72	0,54
БЕЛКИНО	ШЧ-23	4	1	21				190,5		30			3,18	3,18	0,00	0,00
БЕЛКИНО : СКАНГАЛИ	ШЧ-23	4	1	21				240		4			4,00	4,00	0,00	0,00
БЕЛОЕ МОРЕ	ШЧ-20	2	4	56				120	14	104	1	59	2,00	0,98	0,00	0,00
БЕЛОЕ МОРЕ:ПРОЛИВ Ы	ШЧ-20	2	4	56				120	11	7			2,00	2,00	0,00	0,00
БЕЛОМОРСК	ШЧ-22	2	4	35	7	399	615	92,5		273	10	439	0,95	0,82	10,25	1,46
БЕЛОМОРСК : ВЫГ	ШЧ-22	2	4	27	1	120	61	120		1	1	36	2,00	1,30	1,02	1,02
БЕЛОМОРСК:Б ЛОК-ПОСТ 791 КМ	ШЧ-19	2	4	35	4	356	264	120		33	1	5	1,48	1,20	4,40	1,10
БЕЛООСТРОВ	ШЧ-13	1	2	115	1	34	202	117,75	115	154			0,57	0,57	3,37	3,37
БЕЛООСТРОВ : ЗЕЛЕНГОРСК	ШЧ-13	1	2	115	6	731	157,3	71	56	17			2,03	2,03	2,62	0,44
БЕЛЫЙ ГОРОД : КАЛЯЗИН ПОСТ	ШЧ-3	5	1	11				205					3,42	3,42	0,00	0,00
БЕРЕЗАЙКА	ШЧ-4	1	1	71	2	36	23	82,5	82	84			0,30	0,30	0,38	0,19
БЕРЕЗАЙКА : БОЛОГОЕ- МОСК	ШЧ-4	1	1	71	3	155	125	92,5	48	5			0,86	0,86	2,08	0,69
БЕРЕЗКИ : ЛЮБЯТОВО	ШЧ-15	5	1	12	1	59	28	215					0,98	0,98	0,47	0,47
БЕРЕЗКИ : ПСКОВ-ТОВ	ШЧ-15	5	1	11				215					3,58	3,58	0,00	0,00
БЕРЕЗКИ:ПСКО В- ПАССАЖИРСК ИЙ	ШЧ-15	3	1	10				180					3,00	3,00	0,00	0,00
БЛОК ПОСТ 1340 КМ	ШЧ-21	3	1	31	1	6	6	95		33			0,10	0,10	0,10	0,10

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
БЛОК ПОСТ 1340 КМ:ЛАПЛАНДИ Я	ШЧ-21	3	1	31	7	1238	510,4	155			1	85	2,95	2,76	8,51	1,22
БЛОК ПОСТ 813 КМ	ШЧ-19	2	4	35	1	116	213	120		38	3	150	1,93	1,11	3,55	3,55
БЛОК ПОСТ 813 КМ:МЯГРЕКА	ШЧ-19	2	4	35	2	141	27	120		13			1,18	1,18	0,45	0,23
БЛОК-ПОСТ 116 КМ	ШЧ-10	1	4	101	2	102	132	77,5	137	77	5	121	0,85	0,53	2,20	1,10
БЛОК-ПОСТ 122 КМ	ШЧ-4	1	7	1				30					0,50	0,50	0,00	0,00
БЛОК-ПОСТ 1256 КМ:АПАТИТЫ	ШЧ-21	2	4	43	1	23	29	120	1				0,38	0,38	0,48	0,48
БЛОК-ПОСТ 1425 КМ	ШЧ-21	3	1	31				115		34	1	20	1,92	0,33	0,00	0,00
БЛОКПОСТ 160 КМ	ШЧ-13	3	1	28				172					2,87	2,87	0,00	0,00
БЛОК-ПОСТ 284 КМ	ШЧ-10	3	1	45	6	304	285	160	1	74	7	173	0,84	0,61	4,75	0,79
БЛОК-ПОСТ 417 КМ	ШЧ-17	3	1	45	1	95		180	15	34			1,58	1,58	0,00	0,00
БЛОК-ПОСТ 704 КМ	ШЧ-22	3	1	23	2	295	78	180	19	38	1	91	2,46	2,14	1,30	0,65
БЛОК-ПОСТ 704 КМ:КОЧКОМА	ШЧ-22	3	1	23	1	89		180	15	4	2	91	1,48	1,00	0,00	0,00
БЛОК-ПОСТ 791 КМ	ШЧ-19	2	4	35	3	337	225	120		55	4	629	1,87	2,30	3,75	1,25
БЛОК-ПОСТ 791 КМ:ШУЕРЕЦКА Я	ШЧ-19	2	4	35	1	133		120		13	4	98	2,22	0,77	0,00	0,00
БОЛОГОЕ- МОСК : БОЛОГОЕ-ПОЛ	ШЧ-3	5	1	6			0	80		7			1,33	1,33	0,00	0,00
БОЛОГОЕ- МОСК : БУШЕВЕЦ	ШЧ-4	1	2	76				82,5	1	2			1,38	1,38	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
БОЛОГОЕ-МОСК : ЗЛИНО	ШЧ-3	3	1	27	1	30	127	85		2	1	5	0,50	0,29	2,12	2,12
БОЛОГОЕ-МОСКОВСКОЕ	ШЧ-4	1	1	115	2	49	64	62,5	579	395	1	15	0,41	0,36	1,07	0,53
БОЛОГОЕ-ПОЛ : КУЖЕНКИНО	ШЧ-3	5	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
БОЛОГОЕ-ПОЛ : МЕДВЕДЕВО	ШЧ-3	5	1	6				80		3			1,33	1,33	0,00	0,00
БОЛОГОЕ-ПОЛОЦКОЕ	ШЧ-3	5	1	6				80		96	1	26	1,33	0,43	0,00	0,00
БОЛЬШАЯ ВИШЕРА	ШЧ-5	1	2	76	1	2	29	30	43	90	4	83	0,50	0,28	0,48	0,48
БОЛЬШАЯ ВИШЕРА:МАЛАЯ ВИШЕРА	ШЧ-5	1	2	76				30	11	9			0,50	0,50	0,00	0,00
БОЛЬШАЯ ИЖОРА	ШЧ-14	4	1	26	2	175	125	150		17	2	84	1,46	1,08	2,08	1,04
БОЛЬШАЯ ИЖОРА:ЛЕБЯЖЬЕ	ШЧ-14	4	1	28				150		4			2,50	2,50	0,00	0,00
БОЛЬШОЙ ДВОР	ШЧ-8	1	5	99	4	128	645	120	235	207	1	17	0,53	0,48	10,75	2,69
БОЛЬШОЙ ДВОР : ПИКАЛЕВО I	ШЧ-8	1	5	99	6	267	1699	120	136	47	1	9	0,74	0,66	28,32	4,72
БОРИСОВА ГРИВА	ШЧ-11	5	1	15	1	10	25	120		92	3	125	0,17	0,56	0,42	0,42
БОРИСОВА ГРИВА : ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО	ШЧ-11	5	1	15	1	8	8	127,5		3			0,13	0,13	0,13	0,13
БОРОВАЯ	ШЧ-26	5	1	1				98,25		13			1,64	1,64	0,00	0,00
БОРОВАЯ:ЮШ КОЗЕРО	ШЧ-26	5	1	1				147		1			2,45	2,45	0,00	0,00
БОРОВЕНКА	ШЧ-5	1	1	78	10	942	135	30	161	127	11	263	1,57	0,96	2,25	0,23
БОРОВЕНКА : ОКУЛОВКА	ШЧ-5	1	1	78	1	20	5	30					0,33	0,33	0,08	0,08

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
БОРОВИНКА	ШЧ-11	4	1	6	2	270	89	240		70			2,25	2,25	1,48	0,74
БОРОВИНКА:КР АСНЫЙ СОКОЛ	ШЧ-11	4	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
БОРОВИЧИ	ШЧ-4	5	1	4				82,5		55			1,38	1,38	0,00	0,00
БОРОДИНСКОЕ	ШЧ-11	4	1	6	4	340	37	240		46			1,42	1,42	0,62	0,15
БОРОДИНСКОЕ : ХИЙТОЛА	ШЧ-11	4	1	6	2	236	58	240		5			1,97	1,97	0,97	0,48
БОЯРСКАЯ	ШЧ-19	2	4	35				120		144	3	940	2,00	2,00	0,00	0,00
БОЯРСКАЯ : ЛОУХИ	ШЧ-19	2	4	56	9	1010	368	120		43	6	468	1,87	1,64	6,13	0,68
БП 1093 КМ	ШЧ-20	2	4	56	1	151	240	120	16	2	1	270	2,52	3,51	4,00	4,00
БП 116 КМ : ВОЛХОВСТР I	ШЧ-10	1	5	101				80					1,33	1,33	0,00	0,00
БП 116 КМ : ПОРОГИ	ШЧ-10	2	4	41				90	17	3			1,50	1,50	0,00	0,00
БП 1256 КМ	ШЧ-21	2	4	43	1	65	32,7	100	60	9	1	50	1,08	0,96	0,55	0,55
БП 1256 КМ : АПАТИТЫ СОРТ	ШЧ-21	2	4	43				120					2,00	2,00	0,00	0,00
БП 1268 КМ	ШЧ-21	3	1	43	3	54	81	110	64	38			0,30	0,30	1,35	0,45
БП 1268 КМ : ХИБИНЫ	ШЧ-21	3	1	43	6	322	297	180	4	7			0,89	0,89	4,95	0,83
БП 1297 КМ : ИМАНДРА	ШЧ-21	3	1	43	2	65	64	90					0,54	0,54	1,07	0,53
БП 1303 КМ	ШЧ-21	3	1	43	3	326	159	120		18			1,81	1,81	2,65	0,88
БП 1303 КМ : РУДНЫЙ	ШЧ-21	3	1	43	3	394	204	180					2,19	2,19	3,40	1,13
БП 1381 КМ	ШЧ-21	3	1	31	1	48	67,7	180		12	1	103	0,80	1,26	1,13	1,13
БП 1381 КМ : КИЦА	ШЧ-21	3	1	31				180					3,00	3,00	0,00	0,00
БП 1391 КМ	ШЧ-21	3	1	31				180		11			3,00	3,00	0,00	0,00
БП 1391 КМ : ЛОПАРСКАЯ	ШЧ-21	3	1	31	1	377	88,9	180			1	377	3,00	3,00	1,48	1,48

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
БП 160 КМ : ВЫБОРГ	ШЧ-13	3	1	24				180					3,00	3,00	0,00	0,00
БП 284 КМ : СВИРЬ	ШЧ-10	3	1	46	7	358	1083	180		11	3	50	0,85	0,68	18,05	2,58
БП 417 КМ : ШУЙСКАЯ	ШЧ-17	3	1	45	1	99	129	180	5	24	1	40	1,65	1,16	2,15	2,15
БП НИВА	ШЧ-20	2	4	65	4	249	286	120	5	33	1	4	1,04	0,84	4,77	1,19
БП НИВА : АФРИКАНДА	ШЧ-20	2	4	65	4	145	84	120	8	6	3	213	0,60	0,85	1,40	0,35
БРОНЕВАЯ	ШЧ-14	5	1	84	4	119	98	105		119	1	29	0,50	0,49	1,63	0,41
БРОНЕВАЯ : ЛИГОВО	ШЧ-14	4	1	77	2	82	82	101,25		12	1	38	0,68	0,67	1,37	0,68
БРОНЕВАЯ : ПРЕДПОРТОВА Я	ШЧ-14	3	1	35	2	48		107,5		7	1	276	0,40	1,80	0,00	0,00
БРОНКА	ШЧ-14	4	1	28	3	203	114	150		66	1	57	1,13	1,08	1,90	0,63
БРУСНИЧНАЯ	ШЧ-26	4	1	11				117,75		37	3	452	1,96	2,51	0,00	0,00
БРУСНИЧНАЯ : ПЕНИНГА	ШЧ-26	4	1	10	2	299	85	202,5			3	1003	2,49	3,38	1,42	0,71
БРУСОВО	ШЧ-3	3	1	32	1	38	65	137,5		27			0,63	0,63	1,08	1,08
БРУСОВО : ЕРЕМКОВО	ШЧ-3	3	1	32	2	225	182	127,5		2	1	10	1,88	1,31	3,03	1,52
БРЫКАНОВО	ШЧ-23	3	1	34	1	265	37	180		24	1	205	3,00	3,92	0,62	0,62
БРЫКАНОВО : НАЩЕКИНО	ШЧ-23	3	1	24				180		9			3,00	3,00	0,00	0,00
БРЯНЧАНИНОВ О	ШЧ-23	3	1	21	1	82		112,5		35			1,37	1,37	0,00	0,00
БРЯНЧАНИНОВ О : РИТУПЕ	ШЧ-23	3	1	21	5	346	100	153		12			1,15	1,15	1,67	0,33
БУГРЫ : АБРОСОВО	ШЧ-8	4	1	9				195	2	2			3,25	3,25	0,00	0,00
БУДОГОЩЬ : ТАЛЬЦЫ- МОЛОГ	ШЧ-8	4	1	12				195		1	2	211	3,25	1,76	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
БУДОГОЩЬ : ТИХВИН	ШЧ-8	5	1	2				120	45	5			2,00	2,00	0,00	0,00
БУРГА	ШЧ-5	1	1	78	2	55	110	30	83	103	3	77	0,46	0,44	1,83	0,92
БУРГА:МСТИН СКИЙ МОСТ	ШЧ-5	1	1	78				30	5	20			0,50	0,50	0,00	0,00
БУСЛОВСКАЯ	ШЧ-13	1	2	34	1	125	151	120	96	94	2	73	2,08	1,10	2,52	2,52
БУСЛОВСКАЯ : ВАЙНИККАЛА	ШЧ-13	1	2	53				120					2,00	2,00	0,00	0,00
БУШЕВЕЦ	ШЧ-4	1	2	76	1	5	9	60	74	66	2	79	1,00	0,47	0,15	0,15
БУШЕВЕЦ : АКАДЕМИЧЕС К	ШЧ-4	1	2	76	2	118	59	67,5	36	8	1	59	0,98	0,98	0,98	0,49
БЫСТРЯГИ	ШЧ-22	3	1	23	4	499	122	180	32	38	2	120	2,08	1,72	2,03	0,51
ВАЕНГА	ШЧ-21	5	1	8				110		36			1,83	1,83	0,00	0,00
ВАЛДАЙ	ШЧ-15	3	1	53	5	211	917	173		36			0,70	0,70	15,28	3,06
ВАЛДАЙ : ДВОРЕЦ	ШЧ-15	3	1	26				180		3			3,00	3,00	0,00	0,00
ВАЛДАЙ : КРЕСТЦЫ	ШЧ-15	5	1	1				200					3,33	3,33	0,00	0,00
ВАЛЯ	ШЧ-10	1	5	97	3	202	3490	102,5	105	126	1	4	1,12	0,86	58,17	19,39
ВАЛЯ : ЦВЫЛЕВО	ШЧ-10	1	5	97	4	307	1199	120	23	10			1,28	1,28	19,98	5,00
ВАСИЛЬЕВСКИ Й МОХ	ШЧ-4	5	1	10				126,25		2			2,10	2,10	0,00	0,00
ВАСКЕЛОВО	ШЧ-11	3	1	53	1	76	78	113	1	130	2	127	1,27	1,13	1,30	1,30
ВАСКЕЛОВО : ОРЕХОВО	ШЧ-11	3	1	47	2	201	109	117,5		11			1,68	1,68	1,82	0,91
ВЕЙМАРН	ШЧ-14	2	4	20	6	352	1344	95	89	122	2	123	0,98	0,99	22,40	3,73
ВЕЙМАРН : КИНГИСЕПП	ШЧ-14	4	1	10	3	274	295	135		2	1	70	1,52	1,43	4,92	1,64
ВЕЛИКИЕ ЛУКИ	ШЧ-23	3	1	53	5	235	667	106,5	40	271	1	40	0,78	0,76	11,12	2,22



## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВЕЛИКИЕ ЛУКИ : ВОРОБЕЦКАЯ	ШЧ-23	3	1	41	1	28	28	130,5		9			0,47	0,47	0,47	0,47
ВЕЛИКИЕ ЛУКИ : ОПУХЛИКИ	ШЧ-23	5	1	6				226,5		11			3,78	3,78	0,00	0,00
ВЕРВЕНКА	ШЧ-14	5	1	2				165		12	1	14	2,75	0,23	0,00	0,00
ВЕРВЕНКА : ВЕЙМАРН	ШЧ-14	5	1	6				165					2,75	2,75	0,00	0,00
ВЕРЕВО	ШЧ-14	3	1	34				127,5		98	1	14	2,13	0,23	0,00	0,00
ВЕРЕВО : ГАТЧИНА- ВАРШАВСКАЯ	ШЧ-14	3	1	34	3	348	394	127,5		17	1	46	1,93	1,64	6,57	2,19
ВЕРККО	ШЧ-17	4	1	17	1	5	23	232,5		35	5	171	3,88	0,49	0,38	0,38
ВЕРККО : ЗАСТАВА	ШЧ-17	4	1	17				240		13			4,00	4,00	0,00	0,00
ВЕРХНЕВОЛЬС КИЙ	ШЧ-8	1	5	94	6	255	575	120	129	76	1	36	0,71	0,69	9,58	1,60
ВЕРХНЕВОЛЬС КИЙ:ТЕШЕМЛЯ	ШЧ-8	1	5	94	1	28	123	120	81	5			0,47	0,47	2,05	2,05
ВЕРХНЕЧЕРКА С : ВЫБОРГ	ШЧ-13	1	2	53	1	33	130	76,25	2				0,55	0,55	2,17	2,17
ВЕРХНЕЧЕРКА СОВО	ШЧ-13	1	2	53	3	178	157	91,25	134	198	3	83	0,99	0,73	2,62	0,87
ВЕШКИ	ШЧ-15	3	1	50	7	921	331	180		50	1	88	2,19	2,10	5,52	0,79
ВЕШКИ : КАРАМЫШЕВО	ШЧ-15	3	1	27	2	152	50	180		1	1	94	1,27	1,37	0,83	0,42
ВИДЛИЦА	ШЧ-10	5	1	6				240		11			4,00	4,00	0,00	0,00
ВИДЛИЦА : ИЛЬИНСКАЯ	ШЧ-10	5	1	6				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
ВИКТОРОВО	ШЧ-3	3	1	32	4	206	23	62,5		66	5	180	0,86	0,71	0,38	0,10
ВИКТОРОВО : СИДОРКОВО	ШЧ-3	3	1	32	3	245	272	125		6			1,36	1,36	4,53	1,51
ВИЛЛАГОРА	ШЧ-17	4	1	17	5	810	221	240		47	4	435	2,70	2,31	3,68	0,74

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВИЛЛАГОРА : ПАДОЗЕРО	ШЧ-17	4	1	17				240		2			4,00	4,00	0,00	0,00
ВИРАНДОЗЕРО	ШЧ-22	2	4	27				120		13			2,00	2,00	0,00	0,00
ВИРАНДОЗЕРО:Р УЙГА	ШЧ-22	2	4	27	3	115	168	120		8			0,64	0,64	2,80	0,93
ВИРМА	ШЧ-22	2	4	27	2	127	60	120		63	2	233	1,06	1,50	1,00	0,50
ВИРМА:СУМСКИ Й ПОСАД	ШЧ-22	2	4	27	1	147	253	120		1	4	308	2,45	1,52	4,22	4,22
ВИЧКА	ШЧ-22	3	1	23	4	353	42	180	79	42	1	47	1,47	1,33	0,70	0,18
ВИЧКА : ЛУМБУШОЗЕРО	ШЧ-22	3	1	23	3	390	423	180	23	3	3	163	2,17	1,54	7,05	2,35
ВЛАДИМИР ЛАГ : ЛАПИНО	ШЧ-15	3	1	20				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ВЛАДИМИРСКА Я	ШЧ-9	2	6	140	3	305	1454	120	54	110	2	536	1,69	2,80	24,23	8,08
ВЛАДИМИРСКИ Й ЛАГЕРЬ	ШЧ-15	3	1	40	1	236	75	180		39			3,93	3,93	1,25	1,25
ВЛАСЬЕ	ШЧ-23	3	1	12	1	80		180		22	1	48	1,33	1,07	0,00	0,00
ВЛАСЬЕ : ИЗОЧА	ШЧ-23	3	1	12	2	127	140	180		2			1,06	1,06	2,33	1,17
ВОДОГОН	ШЧ-8	4	1	12				195		46			3,25	3,25	0,00	0,00
ВОДОГОН : НЕБОЛЧИ	ШЧ-8	4	1	12				195		11			3,25	3,25	0,00	0,00
ВОЗРОЖДЕНИЕ : КАМЕННОГОРС К	ШЧ-11	4	1	16				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ВОЙБОКАЛО	ШЧ-10	1	5	101	3	71	311	110	138	210	1	82	0,39	0,64	5,18	1,73
ВОЙБОКАЛО : НОВЫЙ БЫТ	ШЧ-10	1	5	101	3	94	116	108,75	32	23	2	35	0,52	0,43	1,93	0,64
ВОЙСКОВИЦЫ	ШЧ-14	2	6	5	1	58	9	117,5	27	60	1	58	0,97	0,97	0,15	0,15
ВОЙСКОВИЦЫ : ЕЛИЗАВЕТИНО	ШЧ-14	2	6	5	8	648	1610	120	15	11			1,35	1,35	26,83	3,35
ВОЙТОЛОВКА	ШЧ-6	2	6	44	3	208	622	112,5	22	81			1,16	1,16	10,37	3,46

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВОЙТОЛОВКА : ГОРЫ	ШЧ-6	4	1	2				112,5					1,88	1,88	0,00	0,00
ВОЙТОЛОВКА : ПУСТЫНЬКА	ШЧ-6	2	6	44	2	145	188	112,5	4	2			1,21	1,21	3,13	1,57
ВОЛКОВСКАЯ	ШЧ-9	4	1	175	3	143	370	120		281	5	222	0,79	0,76	6,17	2,06
ВОЛКОВСКАЯ : ГЛУХООЗЕРСКА Я	ШЧ- 11	5	1	40			0	120					2,00	2,00	0,00	0,00
ВОЛКОВСКАЯ : ЦВЕТОЧНАЯ	ШЧ-9	4	1	54				120			2	145	2,00	1,21	0,00	0,00
ВОЛКОВСКАЯ:С АНКТ- ПЕТЕРБУРГ-ТОВ- ВИТЕБСКИЙ	ШЧ-9	5	1	35	2	59	27	120		5			0,49	0,49	0,45	0,23
ВОЛОСОВО	ШЧ- 14	2	6	5	1	32	10	107,5	30	63	2	322	0,53	1,97	0,17	0,17
ВОЛОСОВО : МОЛОСКОВИЦЫ	ШЧ- 14	2	6	78	5	574	1100	120	14	9			1,91	1,91	18,33	3,67
ВОЛОТ	ШЧ- 15	2	4	54	2	124	6	120		21	2	92	1,03	0,90	0,10	0,05
ВОЛОТ : МОРИНО	ШЧ- 15	2	4	27	3	427	305	120		6			2,37	2,37	5,08	1,69
ВОЛХОВСТРОЙ : ВОЛХОВСТРОЙ	ШЧ- 10	1	5	101	2	139	152	77,5			2	106	1,16	1,02	2,53	1,27
ВОЛХОВСТРОЙ : ПОРОГИ	ШЧ- 10	4	1	29				122,5					2,04	2,04	0,00	0,00
ВОЛХОВСТРОЙ I	ШЧ- 10	1	4	97	17	581	1588	77,5	800	678	9	182	0,57	0,49	26,47	1,56
ВОЛХОВСТРОЙ II	ШЧ- 10	1	4	97	5	125	269	73,75	603	217	4	197	0,42	0,60	4,48	0,90
ВОЛХОВСТРОЙ II : КУКОЛЬ	ШЧ- 10	1	5	97				87,5	29	49			1,46	1,46	0,00	0,00
ВОЛХОВСТРОЙ II:МУРМАНСКИЕ ВОРОТА	ШЧ- 10	1	4	48				102,5					1,71	1,71	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВОРОБЕЦКАЯ	ШЧ-23	3	1	41	2	154	117	130,5		65	1	52	1,28	1,14	1,95	0,98
ВОРОБЕЦКАЯ : ГУЩИНО	ШЧ-23	3	1	41				180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
ВСПОМОГАТЕЛЬ НЫЙ ПОСТ 22 КМ	ШЧ-6	2	6	44				112,5	7	1			1,88	1,88	0,00	0,00
ВСПОМОГАТЕЛЬ НЫЙ ПОСТ 22 КМ:СТЕКОЛЬНЫ Й	ШЧ-12	2	6	44			0	120	4		2	148	2,00	1,23	0,00	0,00
ВЫБОРГ	ШЧ-13	1	2	30	9	324	377	49	238	411	10	506	0,60	0,73	6,28	0,70
ВЫБОРГ:ПРИГОР ОДНАЯ	ШЧ-13	1	2	35				120	10	8			2,00	2,00	0,00	0,00
ВЫБОРГ:ТАММИ СУО	ШЧ-11	4	1	16			0	225		1	2	24	3,75	0,20	0,00	0,00
ВЫГ	ШЧ-22	2	4	27	6	835	494	120		41	3	102	2,32	1,74	8,23	1,37
ВЫГ : ГОРЕЛЫЙ МОСТ	ШЧ-22	5	1	21				183			1	21	3,05	0,35	0,00	0,00
ВЫГ : ШИЖНЯ	ШЧ-22	2	4	27	2	93	76	120		3	1	24	0,78	0,65	1,27	0,63
ВЫДУМКА	ШЧ-23	3	1	34				178,5		42			2,98	2,98	0,00	0,00
ВЫДУМКА : МАЕВО	ШЧ-23	3	1	34				180		5			3,00	3,00	0,00	0,00
ВЫРИЦА	ШЧ-9	2	3	61	10	474	246	120	40	148	3	71	0,79	0,70	4,10	0,41
ВЫРИЦА : НОВИНКА	ШЧ-9	2	3	41	4	415	265	120	1	92	3	63	1,73	1,14	4,42	1,10
ВЫРИЦА : ПОСЕЛОК	ШЧ-9	5	1	10				180		145			3,00	3,00	0,00	0,00
ВЫСОКОЕ	ШЧ-24	4	1	14	1	20	20	240		18			0,33	0,33	0,33	0,33
ВЫСОКОЕ : СТАРИЦА	ШЧ-24	4	1	14				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
ВЫСОЦК	ШЧ-13	3	1	13	1	40	74	172		94	1	59	0,67	0,83	1,23	1,23
ВЫХОДНОЙ	ШЧ-21	3	1	31	2	599	201,8	110		79	3	121	1,83	2,40	3,36	1,68

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ВЫХОДНОЙ : КОЛА	ШЧ-21	3	1	31	1	6	25	150		2			0,10	0,10	0,42	0,42
ВЫХОДНОЙ : МУРМАШИ	ШЧ-21	5	1	31				120					2,00	2,00	0,00	0,00
ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК	ШЧ-4	1	1	76	2	202	173	60	200	94	5	85	1,68	0,68	2,88	1,44
ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК:ЕЛИЗ АРОВКА	ШЧ-4	1	1	76	1	13	26	82,5	5	5			0,22	0,22	0,43	0,43
ВЯЖИЩЕ	ШЧ-12	5	1	2				152,5		20			2,54	2,54	0,00	0,00
ВЯЖИЩЕ : ПАВЛОВСКАЯ	ШЧ-12	5	1	2				142,5					2,38	2,38	0,00	0,00
ВЯЗЬЕ	ШЧ-15	3	1	58				180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
ВЯЗЬЕ : ДЕДОВИЧИ	ШЧ-15	3	1	29	3	276	181	180		12			1,53	1,53	3,02	1,01
ВЯРТСИЛЯ	ШЧ-17	5	1	5				240		25	1	136	4,00	2,27	0,00	0,00
ВЯРТСИЛЯ : НИЙРАЛА	ШЧ-17	5	1	5				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ГАВРИЛОВО	ШЧ-13	1	2	54	3	134	69	95	288	226			0,74	0,74	1,15	0,38
ГАВРИЛОВО:В ЕРХНЕЧЕРКАС ОВО	ШЧ-13	1	2	53	2	51	1	110	22	16			0,43	0,43	0,02	0,01
ГАМЗИНО	ШЧ-8	5	1	4				202,5		52			3,38	3,38	0,00	0,00
ГАМЗИНО : НЕБОЛЧИ	ШЧ-8	5	1	4				202,5		15			3,38	3,38	0,00	0,00
ГАРНЕЯ	ШЧ-23	3	1	34				180		29			3,00	3,00	0,00	0,00
ГАРНЕЯ : ПОСИНЬ	ШЧ-23	3	1	34	2	309	50	180		5			2,58	2,58	0,83	0,42
ГАТЧИНА- ВАРШ : СИВЕРСКАЯ	ШЧ-14	1	3	31				105					1,75	1,75	0,00	0,00
ГАТЧИНА- ВАРШ : ФРЕЗЕРНЫЙ	ШЧ-14	1	3	5				120					2,00	2,00	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ГАТЧИНА-ВАРШАВСКАЯ	ШЧ-14	1	3	34	2	132	17	120	19	95			1,10	1,10	0,28	0,14
ГАТЧИНА-ВАРШАВСКАЯ : СУЙДА	#Н/Д	1	3	34	3	193	69	30		1			1,07	1,07	1,15	0,38
ГАТЧИНА-ВАРШАВСКАЯ: ГАТЧИНА-ТОВАРНАЯ-БАЛТИЙСКАЯ	ШЧ-14	4	1	5				117,5					1,96	1,96	0,00	0,00
ГАТЧИНА-ПАССАЖИРСКАЯ-БАЛТИЙСКАЯ	ШЧ-14	5	1	4	1	57	15	107,5		29			0,95	0,95	0,25	0,25
ГАТЧИНА-ПАССАЖИРСКАЯ-БАЛТИЙСКАЯ: ГАТЧИНА-ТОВАРНАЯ-БАЛТИЙСКАЯ	ШЧ-14	5	1	5				107,5					1,79	1,79	0,00	0,00
ГАТЧИНА-Т-БАЛТ : ГАТЧИНА-П-БАЛТ	ШЧ-14	5	1	5				107,5					1,79	1,79	0,00	0,00
ГАТЧИНА-ТОВАРНАЯ-БАЛТИЙСКАЯ	ШЧ-14	2	3	5	6	211	1399	107,5	204	143	5	332	0,59	0,82	23,32	3,89
ГАТЧИНА-ТОВАРНАЯ-БАЛТИЙСКАЯ: ФРЕЗЕРНЫЙ	ШЧ-14	2	6	5	1	371	92	117,5		1			1,96	1,96	1,53	1,53
ГАЧКИ	ШЧ-15	3	1	63	1	65	144	180		16			1,08	1,08	2,40	2,40
ГАЧКИ:РАЗЪЕЗД 241 КМ	ШЧ-15	3	1	32	2	260	65	180			1	23	2,17	1,57	1,08	0,54
ГДОВ	ШЧ-14	5	1	2				165					2,75	2,75	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ГДОВ : СЛАНЦЫ	ШЧ-14	5	1	2				165					2,75	2,75	0,00	0,00
ГЕНЕРАЛА ОМЕЛЬЧЕНКО ( Б.РЗД 131 КМ)	ШЧ-14	1	3	21	2	91	174	120		145			0,76	0,76	2,90	1,45
ГЕНЕРАЛА ОМЕЛЬЧЕНКО ( Б.РЗД 131 КМ):ЛУГА I	ШЧ-14	1	3	21				120		2			2,00	2,00	0,00	0,00
ГИМОЛЬСКАЯ	ШЧ-26	4	1	14				107,25		44	5	848	1,79	2,83	0,00	0,00
ГИМОЛЬСКАЯ : ПЕТРОГРАНИТ	ШЧ-26	4	1	14				144		1	3	599	2,40	3,33	0,00	0,00
ГЛАЖЕВО	ШЧ-12	3	1	19	1	122		180		54	3	316	2,03	1,83	0,00	0,00
ГЛАЖЕВО:ТИХ ОРИЦЫ (БЛОКПОСТ 42 КМ)	ШЧ-12	3	1	19	1	47	1	172,5			5	276	0,78	0,90	0,02	0,02
ГЛУХООЗЕРСК АЯ	ШЧ-11	3	1	50	1	60	153	92,5		62			1,00	1,00	2,55	2,55
ГЛУХООЗЕРСК АЯ:ДАЧА ДОЛГОРУКОВА (ЛАДОЖСКИЙ ВОКЗАЛ)	ШЧ-11	3	1	72				82,5					1,38	1,38	0,00	0,00
ГОЛИКОВКА	ШЧ-17	3	1	46	1	22		165	30	74	5	282	0,37	0,84	0,00	0,00
ГОЛИКОВКА : ПЕТРОЗАВОДС К	ШЧ-17	3	1	46	1	47		165			1	49	0,78	0,80	0,00	0,00
ГОРЕЛОВО	ШЧ-14	5	1	26	1	27	7	117,5		38			0,45	0,45	0,12	0,12
ГОРЕЛЫЙ МОСТ	ШЧ-22	4	1	24	7	602	457	195		32	10	547	1,43	1,13	7,62	1,09
ГОРЕЛЫЙ МОСТ : БЕЛОМОРСК	ШЧ-22	4	1	24	1	34	34	195					0,57	0,57	0,57	0,57
ГОРУШКИ-НЕВ : НЕВЕЛЬ I	ШЧ-23	3	1	10				180					3,00	3,00	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ГОРУШКИ-НЕВ : НЕВЕЛЬ II	ШЧ-23	3	1	12				180		2			3,00	3,00	0,00	0,00
ГОРУШКИ- НЕВЕЛЬСКИЕ	ШЧ-23	3	1	12	2	209	28	180		40	4	281	1,74	1,36	0,47	0,23
ГОРЫ	ШЧ-6	1	5	118	7	450	854	67,5	144	112			1,07	1,07	14,23	2,03
ГОРЫ : МГА	ШЧ-6	1	5	118	5	253	2170	86,25	17	9			0,84	0,84	36,17	7,23
ГРИБЛЯНКА	ШЧ-3	3	1	32	5	292	1404	147,5		35	1	51	0,97	0,95	23,40	4,68
ГРИБЛЯНКА : ДРЕМУХА	ШЧ-3	3	1	32				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ГРОМОВО	ШЧ-11	3	1	25	6	327	224	30		48			0,91	0,91	3,73	0,62
ГРОМОВО : ОТРАДНОЕ	ШЧ-11	3	1	25	2	115	76	30		5			0,96	0,96	1,27	0,63
ГРУЗИНО	ШЧ-11	3	1	53	1	31	20	112,5		88	3	373	0,52	1,68	0,33	0,33
ГРУЗИНО : ВАСКЕЛОВО	ШЧ-11	3	1	53	1	185	28	112,5		5	1	78	3,08	2,19	0,47	0,47
ГРЯДЫ	ШЧ-5	1	2	76	7	160	142	30	71	116	4	81	0,38	0,37	2,37	0,34
ГРЯДЫ:БОЛЬШ АЯ ВИШЕРА	ШЧ-5	1	2	76	1	69	9	30	22	26	1	69	1,15	1,15	0,15	0,15
ГУЗЯТИНО	ШЧ-3	3	1	27				117,5		47	3	47	1,96	0,26	0,00	0,00
ГУЗЯТИНО : НАРАЧИНО	ШЧ-3	3	1	27	3	344	506	127,5		1			1,91	1,91	8,43	2,81
ГУЩИНО	ШЧ-23	3	1	41				180		48			3,00	3,00	0,00	0,00
ГУЩИНО:НОВ ОСОКОЛЬНИК И	ШЧ-23	3	1	41				180		11			3,00	3,00	0,00	0,00
ДАЧА ДОЛГОРУКОВА (ЛАДОЖСКИЙ ВОКЗАЛ)	ШЧ-11	3	1	64	7	308	713	75,5	3	214	5	104	0,73	0,57	11,88	1,70
ДАЧА ДОЛГОРУКОВА (ЛАДОЖСКИЙ ВОКЗАЛ):ЗАНЕ ВСКИЙ ПОСТ II	ШЧ-11	4	1	30	2	66	75	84,5		1			0,55	0,55	1,25	0,63



## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ДАЧА ДОЛГОРУКОВА (ЛАДОЖСКИЙ ВОКЗАЛ):ПОЛЮ СТРОВО	ШЧ-11	3	1	58				83		3			1,38	1,38	0,00	0,00
ДВОРЕЦ	ШЧ-15	3	1	52				180		16			3,00	3,00	0,00	0,00
ДВОРЕЦ : ЛЮБНИЦА	ШЧ-15	3	1	26	7	553	726	180		3			1,32	1,32	12,10	1,73
ДЕВЯТКИНО	ШЧ-11	3	1	53	2	103	50	75		72	2	25	0,86	0,53	0,83	0,42
ДЕВЯТКИНО : КАПИТОЛОВО	ШЧ-11	3	1	53	2	173	41	82,5		5	1	80	1,44	1,41	0,68	0,34
ДЕДОВИЧИ	ШЧ-23	3	1	41	2	188		180		36	2	360	1,57	2,28	0,00	0,00
ДЕДОВИЧИ : СУДОМА	ШЧ-23	3	1	41	4	327	135	180		1	1	41	1,36	1,23	2,25	0,56
ДЕРЕВЯНКА	ШЧ-17	3	1	46	5	775	1059	165	55	123	1	32	2,58	2,24	17,65	3,53
ДЕРЕВЯНКА : ОНЕЖСКИЙ	ШЧ-17	3	1	46	3	299	229	165	16	24	1	40	1,66	1,41	3,82	1,27
ДНО	ШЧ-15	2	4	116	13	560	817	120		228	6	125	0,72	0,60	13,62	1,05
ДНО : ВЯЗЬЕ	ШЧ-15	3	1	29	1	60	61	180					1,00	1,00	1,02	1,02
ДНО : РОЦА	ШЧ-15	3	1	28				180		6			3,00	3,00	0,00	0,00
ДОБЫВАЛОВО	ШЧ-3	3	1	27	3	272	308	147,5		50	4	230	1,51	1,20	5,13	1,71
ДОБЫВАЛОВО : ВАЛДАЙ	ШЧ-15	3	1	27	4	312	315	147,5		1			1,30	1,30	5,25	1,31
ДОРНИНСКАЯ	ШЧ-4	5	1	3				118,75		2	2	240	1,98	2,00	0,00	0,00
ДОРНИНСКАЯ: ВАСИЛЬЕВСКИЙ МОХ	ШЧ-4	5	1	10				100					1,67	1,67	0,00	0,00
ДОРОШИХА	ШЧ-4	1	1	77				85	17	8			1,42	1,42	0,00	0,00
ДОРОШИХА : ДОРНИНСКАЯ	ШЧ-4	5	1	3				118,75					1,98	1,98	0,00	0,00
ДОРОШИХА : КАЛИНИН	ШЧ-4	1	1	140				85	1				1,42	1,42	0,00	0,00

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ДРЕМУХА	ШЧ-3	3	1	32	6	325	93	167,5		22			0,90	0,90	1,55	0,26
ДРЕМУХА : МСТА	ШЧ-3	3	1	32	2	186	175	180					1,55	1,55	2,92	1,46
ДУЛОВСКАЯ	ШЧ-23	3	1	21				178,5		30			2,98	2,98	0,00	0,00
ДУЛОВСКАЯ : ОСТРОВ	ШЧ-23	3	1	21	2	150	42	180		4			1,25	1,25	0,70	0,35
ДЫНИНО	ШЧ-8	4	1	9				195		25			3,25	3,25	0,00	0,00
ДЫНИНО : ОВИНИЩЕ II	ШЧ-3	4	1	9			0	217,5					3,63	3,63	0,00	0,00
ЕДРОВО	ШЧ-3	3	1	27	3	254	441	145		52	1	14	1,41	1,12	7,35	2,45
ЕДРОВО : ДОБЫВАЛОВО	ШЧ-3	3	1	27				155		4	1	23	2,58	0,38	0,00	0,00
ЕЛИЗАВЕТИНО	ШЧ-14	2	6	5	2	50	122	107,5	22	82			0,42	0,42	2,03	1,02
ЕЛИЗАВЕТИНО : КИКЕРИНО	ШЧ-14	2	6	78	4	414	755	120	1	5			1,73	1,73	12,58	3,15
ЕЛИЗАРОВКА	ШЧ-4	1	1	76				82,5	47	28			1,38	1,38	0,00	0,00
ЕЛИЗАРОВКА : ОСЕЧЕНКА	ШЧ-4	1	1	76				90	31	2			1,50	1,50	0,00	0,00
ЕЛОВАЯ	ШЧ-20	5	1	3				186,25		32			3,10	3,10	0,00	0,00
ЕЛОВАЯ : КЕСТЕНЬГА	ШЧ-20	5	1	3				193,75		1			3,23	3,23	0,00	0,00
ЕНА	ШЧ-20	3	1	9	3	321	208	180		50			1,78	1,78	3,47	1,16
ЕНА : КУРОПТА	ШЧ-20	3	1	9	1	96	263	180					1,60	1,60	4,38	4,38
ЕРЕМКОВО	ШЧ-3	3	1	32	2	309	255	120		25	3	205	2,58	1,71	4,25	2,13
ЕРЕМКОВО : УДОМЛЯ	ШЧ-3	3	1	32	3	458	182	180		5	1	75	2,54	2,22	3,03	1,01
ЕРМИЛОВО	ШЧ-13	5	1	4	1	136		173,5		24	1	169	2,27	2,54	0,00	0,00
ЕРМИЛОВО : ПРИМОРСК	ШЧ-13	5	1	4				188,5			1	115	3,14	1,92	0,00	0,00
ЕФИМОВСКАЯ	ШЧ-8	1	5	94	7	334	1701	120	161	152	2	18	0,80	0,65	28,35	4,05
ЕФИМОВСКАЯ : ПОДБОРОВЬЕ	ШЧ-8	1	5	94	3	131	930	120	206	55	2	69	0,73	0,67	15,50	5,17

## Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЖАРКОВСКИЙ	ШЧ-24	5	1	2				240		13			4,00	4,00	0,00	0,00
ЖАРОК	ШЧ-12	3	1	40	5	184	139	152,5		72	2	19	0,61	0,48	2,32	0,46
ЖАРОК : ПОСАДНИКОВО	ШЧ-12	3	1	40	2	295	162	152,5		1			2,46	2,46	2,70	1,35
ЖИЖИЦА	ШЧ-23	3	1	43	1	20	10	180					0,33	0,33	0,17	0,17
ЖИЖИЦА : АРТЕМОВО	ШЧ-23	3	1	43				180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
ЖИХАРЕВО	ШЧ-6	1	5	113	3	111	862	67,5	59	75			0,62	0,62	14,37	4,79
ЖИХАРЕВО : ВОЙБОКАЛО	ШЧ-10	1	5	113	4	150	381	117,5	19	17	1	5	0,63	0,52	6,35	1,59
ЗАБЕЛЬЕ	ШЧ-23	3	1	34				180		29			3,00	3,00	0,00	0,00
ЗАБОРЬЕ	ШЧ-8	1	5	94	1	13	455	120	191	67	2	27	0,22	0,22	7,58	7,58
ЗАБОРЬЕ:ВЕРХН ЕВОЛЬСКИЙ	ШЧ-8	1	5	94	1	14	23	120	109	5			0,23	0,23	0,38	0,38
ЗАВАРУЙКА	ШЧ-23	3	1	34	2	70	149	180		42			0,58	0,58	2,48	1,24
ЗАВАРУЙКА : СЕБЕЖ	ШЧ-23	3	1	34				180		3			3,00	3,00	0,00	0,00
ЗАВЕРЕЖЬЕ : ЕЗЕРИЩЕ	ШЧ-23	3	1	12	3	321	69	180		8	2	179	1,78	1,67	1,15	0,38
ЗАВИДОВО	ШЧ-1	1	2	93	2	68	95	67,5	37	4	2	69	0,57	0,57	1,58	0,79
ЗАВИДОВО : РЕШЕТНИКОВО	ШЧ-1	1	2	93				112,5	5	7			1,88	1,88	0,00	0,00
ЗАГОСКИНО	ШЧ-23	3	1	41				180		24	3	278	3,00	1,54	0,00	0,00
ЗАГОСКИНО : ЛОКНЯ	ШЧ-23	3	1	41	6	559	398	180		3	1	50	1,55	1,45	6,63	1,11
ЗАДЕЛЬЕ	ШЧ-17	3	1	45	5	350	765	180	39	107	3	198	1,17	1,14	12,75	2,55
ЗАДЕЛЬЕ : КОНДОПОГА	ШЧ-17	3	1	45	2	143	71	180	9	34	2	9	1,19	0,63	1,18	0,59
ЗАКЛИНЬЕ	ШЧ-15	3	1	49	1	10	10	180		13	1	55	0,17	0,54	0,17	0,17
ЗАКЛИНЬЕ : БАТЕЦКАЯ	ШЧ-15	3	1	24				180		2	1	10	3,00	0,17	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЗАМОШЬЕ	ШЧ-24	3	1	31	5	712	692	180		18			2,37	2,37	11,53	2,31
ЗАМОШЬЕ:ЗАП АДНАЯ ДВИНА	ШЧ-24	3	1	31	4	75	246	180			1	110	0,31	0,62	4,10	1,03
ЗАНЕВСК ПОСТ II:НЕВА	ШЧ-11	5	1	2				79,25					1,32	1,32	0,00	0,00
ЗАНЕВСКИЙ ПОСТ	ШЧ-11	4	1	17	2	145	156	77		129			1,21	1,21	2,60	1,30
ЗАНЕВСКИЙ ПОСТ II	ШЧ-11	2	3	44	2	36	8	84,5		83	4	129	0,30	0,46	0,13	0,07
ЗАНЕВСКИЙ ПОСТ II : МАНУШКИНО	ШЧ-11	2	3	44	5	149	366	116,25	2	6	11	416	0,50	0,59	6,10	1,22
ЗАНЕВСКИЙ ПОСТ:ЗАНЕВС КИЙ ПОСТ II	ШЧ-11	4	1	17				76,25					1,27	1,27	0,00	0,00
ЗАНЕВСКИЙ ПОСТ:РЖЕВКА	ШЧ-11	4	1	17				80,5					1,34	1,34	0,00	0,00
ЗАОСТРОВЬЕ	ШЧ-10	1	4	48	4	292	73	104,5	93	38	3	108	1,22	0,95	1,22	0,30
ЗАОСТРОВЬЕ : ЛЮДЕЙН ПОЛЕ	ШЧ-10	1	4	48	3	102	204	104,5	26	15	1	5	0,57	0,45	3,40	1,13
ЗАПАДНАЯ ДВИНА	ШЧ-24	3	1	31	1	75	58,9	180		18	1	48	1,25	1,03	0,98	0,98
ЗАПАДНАЯ ДВИНА:УЛИН	ШЧ-24	3	1	31	2	78	186	180					0,65	0,65	3,10	1,55
ЗАПОЛЯРНАЯ	ШЧ-21	5	1	6				240		85	5	848	4,00	2,83	0,00	0,00
ЗАПОЛЯРНАЯ : НИКЕЛЬ- МУРМАНСКИЙ	ШЧ-21	5	1	6				240		2			4,00	4,00	0,00	0,00
ЗАРУБИНСКАЯ	ШЧ-8	5	1	4				202,5		16			3,38	3,38	0,00	0,00
ЗАРУБИНСКАЯ : ГАМЗИНО	ШЧ-8	5	1	4				202,5					3,38	3,38	0,00	0,00
ЗАСТАВА	ШЧ-17	4	1	17				240		43	1	45	4,00	0,75	0,00	0,00
ЗАСТАВА : НОВЫЕ ПЕСКИ	ШЧ-17	4	1	17	1	84	45	240		2			1,40	1,40	0,75	0,75
ЗЕЛЕНОГОРСК	ШЧ-13	1	2	115	4	85	85	113,75	199	232			0,35	0,35	1,42	0,35

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЗЕЛЕНОГОРСК : ПРИВЕТНЕНСК	ШЧ-13	5	1	4	1	84	53	188,5			1	75	1,40	1,33	0,88	0,88
ЗЕЛЕНОГОРСК : РОЩИНО	ШЧ-13	1	2	70				120	1	8			2,00	2,00	0,00	0,00
ЗЕМЦЫ	ШЧ-24	3	1	30				180		25	1	187	3,00	3,12	0,00	0,00
ЗЕМЦЫ : ЖАРКОВСКИЙ	ШЧ-24	5	1	3				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ЗЛИНО	ШЧ-3	3	1	27	2	110	88	145		40	9	324	0,92	0,66	1,47	0,73
ЗЛИНО : ГУЗЯТИНО	ШЧ-3	3	1	27	3	308	128	127,5		5	2	16	1,71	1,08	2,13	0,71
ЗУБЦОВ	ШЧ-24	3	1	31				180		37			3,00	3,00	0,00	0,00
ЗУБЦОВ : АРИСТОВО	ШЧ-24	3	1	31				180		1	1	1	3,00	3,00	0,00	0,00
ИВАНГОРОД- НАРВ : НАРВА	ШЧ-14	4	1	5				107,5					1,79	1,79	0,00	0,00
ИВАНГОРОД- НАРВСКИЙ	ШЧ-14	4	1	10	3	116	39	107,5		20	3	281	0,64	1,10	0,65	0,22
ИДЕЛЬ	ШЧ-22	3	1	24	5	266	360	180		120	3	72	0,89	0,70	6,00	1,20
ИДЕЛЬ : ТУНГУДА	ШЧ-22	4	1	24	5	1559	184,6	195			5	364	3,25	3,21	3,08	0,62
ИДРИЦА	ШЧ-23	3	1	34	1	14		180		33			0,23	0,23	0,00	0,00
ИДРИЦА : ЗАВАРУЙКА	ШЧ-23	3	1	34	1	163	69	180		4			2,72	2,72	1,15	1,15
ИЖОРЫ	ШЧ-6	1	5	84	1	21	38	97,5	126	82			0,35	0,35	0,63	0,63
ИЖОРЫ : САПЕРНАЯ	ШЧ-6	1	5	84	2	104	439	120	15	9			0,87	0,87	7,32	3,66
ИЗОЧА	ШЧ-23	3	1	12	1	156	77,5	180		46			2,60	2,60	1,29	1,29
ИЗОЧА:РАЗЪЕЗД 451 КМ	ШЧ-23	3	1	12	1	141	40	180		9			2,35	2,35	0,67	0,67
ИЛЕМСЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	45	1	14	21	180	20	60	3	76	0,23	0,38	0,35	0,35
ИЛЕМСЕЛЬГА : КЕДРОЗЕРО	ШЧ-17	3	1	45	3	252	230	180	7				1,40	1,40	3,83	1,28
ИЛЬИНСКАЯ	ШЧ-10	5	1	6				240		11			4,00	4,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ИЛЬИНСКАЯ : ОЛОНЕЦ	ШЧ-10	5	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ИЛЬМАНОВКА	ШЧ-24	3	1	27	2	149	6	180		17			1,24	1,24	0,10	0,05
ИЛЬМАНОВКА : МОСТОВАЯ	ШЧ-24	3	1	27	1	24		180		1			0,40	0,40	0,00	0,00
ИМАНДРА	ШЧ-21	3	1	43	8	786	1692	110		100	5	165	1,64	1,22	28,20	3,53
ИМАНДРА : БП 1303 КМ	ШЧ-21	3	1	43				100					1,67	1,67	0,00	0,00
ИМАТОЗЕРО	ШЧ-17	4	1	17				240		44			4,00	4,00	0,00	0,00
ИМАТОЗЕРО : ЭССОЙЛА	ШЧ-17	4	1	17				240		20			4,00	4,00	0,00	0,00
ИРСА	ШЧ-12	3	1	18	2	33	10	142,5		124	3	87	0,28	0,40	0,17	0,08
ИРСА : ПОСАДНИКОВ О	ШЧ-12	5	1	5				132,5					2,21	2,21	0,00	0,00
ИРСА : ТИГОДА	ШЧ-12	3	1	18	5	513	411	157,5		1			1,71	1,71	6,85	1,37
КААЛАМО	ШЧ-17	5	1	20				240		53	5	750	4,00	2,50	0,00	0,00
КААЛАМО:МА ТКАСЕЛЬКЯ	ШЧ-17	5	1	20				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КАБОЖА	ШЧ-8	4	1	9	1	29	40	195		22	1	100	0,48	1,08	0,67	0,67
КАБОЖА : БУГРЫ	ШЧ-8	4	1	9	1	36	55	195	7	1			0,60	0,60	0,92	0,92
КАДУЙ	ШЧ-8	1	5	88	6	189	660	120	398	100	1	46	0,53	0,56	11,00	1,83
КАДУЙ : КОМАРИХА	ШЧ-8	1	5	88	3	195	549	120	83	21	1	17	1,08	0,88	9,15	3,05
КАЛАШНИКОВ О	ШЧ-4	1	1	76	2	27	6	90	28	8	2	331	0,23	1,49	0,10	0,05
КАЛАШНИКОВ О : ЛИХОСЛАВЛЬ	ШЧ-4	1	1	76	2	61	121	120	48	43			0,51	0,51	2,02	1,01
КАЛИЩЕ	ШЧ-14	3	1	24	1	172	10	150		10	1	53	2,87	1,88	0,17	0,17
КАЛИЩЕ : КОПОРЬЕ	ШЧ-14	3	1	6				150					2,50	2,50	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КАЛЯЗИН	ШЧ-3	5	1	8				137,5		4	2	107	2,29	0,89	0,00	0,00
КАЛЯЗИН : УГЛИЧ	ШЧ-3	5	1	4				205					3,42	3,42	0,00	0,00
КАЛЯЗИН ПОСТ	ШЧ-3	5	1	4				127,5		3	1	59	2,13	0,98	0,00	0,00
КАЛЯЗИН ПОСТ : КАЛЯЗИН	ШЧ-3	5	1	4				127,5					2,13	2,13	0,00	0,00
КАЛЯЗИН ПОСТ : КАШИН	ШЧ-3	5	1	11				127,5					2,13	2,13	0,00	0,00
КАМЕННОГОРС К	ШЧ-11	4	1	16	1	80	19	240	12	123			1,33	1,33	0,32	0,32
КАМЕННОГОРС К : КАМЕННОГОРС К I	ШЧ-11	4	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КАМЕННОГОРС К I	ШЧ-11	4	1	16				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КАМЕННОГОРС К I : БОРОВИНКА	ШЧ-11	4	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КАНДАЛАКША	ШЧ-20	2	4	65	5	279	409	120	61	227	1	70	0,93	0,97	6,82	1,36
КАНДАЛАКША : ПИНОЗЕРО	ШЧ-20	2	4	65	2	116	74	120	7	6	3	94	0,97	0,70	1,23	0,62
КАННЕЛЬЯРВИ	ШЧ-13	1	2	65	1	49	88	120	100	141			0,82	0,82	1,47	1,47
КАННЕЛЬЯРВИ : КИРИЛЛОВСКОЕ	ШЧ-13	1	2	61	1	3		120	20	7			2,00	2,00	0,00	0,00
КАПИТОЛОВО	ШЧ-11	3	1	53	4	235	292	84		80	2	25	0,98	0,72	4,87	1,22
КАПИТОЛОВО : ТОКСОВО	ШЧ-11	3	1	53				112,5		1			1,88	1,88	0,00	0,00
КАРАМЫШЕВО	ШЧ-15	3	1	50	3	151	285	180		40	1	58	0,84	0,87	4,75	1,58
КАРАМЫШЕВО : КЕБ	ШЧ-15	3	1	27	2	318	471	180					2,65	2,65	7,85	3,93
КАФТИНО	ШЧ-3	3	1	32	5	353	503	125		39			1,18	1,18	8,38	1,68

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КАФТИНО : ПЛАТИЩЕНКА	ШЧ-3	3	1	32	2	158	40	147,5		5			1,32	1,32	0,67	0,33
КАШИН	ШЧ-3	5	1	10				127,5		18	1	78	2,13	1,30	0,00	0,00
КАШИН : МЮД	ШЧ-3	5	1	10				127,5					2,13	2,13	0,00	0,00
КЕБ	ШЧ-15	3	1	54	2	170	90	180		31	1	59	1,42	1,27	1,50	0,75
КЕБ : БЕРЕЗКИ	ШЧ-15	3	1	27	1	40	5	180					0,67	0,67	0,08	0,08
КЕДРОЗЕРО	ШЧ-17	3	1	45	1	14	12	180	20	90	1	126	0,23	1,17	0,20	0,20
КЕДРОЗЕРО : ЛИЖМА	ШЧ-17	3	1	45	2	132	501	180	7	9	1	42	1,10	0,97	8,35	4,18
КЕМЬ	ШЧ-19	2	4	35	11	392	543	75		139	3	48	0,59	0,52	9,05	0,82
КЕМЬ : ЛАМБИНО	ШЧ-19	2	4	35	2	352	452	120		28	1	31	2,93	2,13	7,53	3,77
КЕСОВА ГОРА	ШЧ-3	5	1	10				145		71	4	585	2,42	2,44	0,00	0,00
КЕСОВА ГОРА : СОНКОВО	ШЧ-3	5	1	11				137,5					2,29	2,29	0,00	0,00
КЕСТЕНЬГА	ШЧ-20	5	1	3				233,75		23			3,90	3,90	0,00	0,00
КЕСТЕНЬГА : ПЯОЗЕРО	ШЧ-20	5	1	3				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
КИВИЯРВИ	ШЧ-26	4	1	11				113,25		93	1	262	1,89	1,89	0,00	0,00
КИВИЯРВИ : ВАРТИУС	ШЧ-26	4	1	11				154,5					2,58	2,58	0,00	0,00
КИКЕРИНО	ШЧ-14	2	6	5	6	542	126	107,5	17	92			1,51	1,51	2,10	0,35
КИКЕРИНО : ВОЛОСОВО	ШЧ-14	2	6	78	1	125	40	120	4	4			2,08	2,08	0,67	0,67
КИМАСОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	13	7	507	154	86,25		73	5	639	1,21	1,59	2,57	0,37
КИМАСОЗЕРО : КОСТОМУК- ТОВ	ШЧ-26	4	1	13	4	417	407	145,5		9	5	796	1,74	2,25	6,78	1,70
КИНГИСЕПП	ШЧ-14	4	1	10	1	24		87,5		36	2	58	0,40	0,46	0,00	0,00
КИНГИСЕПП : САЛА	ШЧ-14	4	1	10	2	200		97,5			3	67	1,67	0,89	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КИПРИЯ	ШЧ-8	4	1	12				195		99	2	310	3,25	2,58	0,00	0,00
КИПРИЯ:АНЦИ ФЕРОВО- МОЛОГСКОЕ	ШЧ-8	4	1	12				195		12			3,25	3,25	0,00	0,00
КИРИЛЛОВСКО Е	ШЧ-13	1	2	61	1	5	108	120	85	165			2,00	2,00	1,80	1,80
КИРИЛЛОВСКО Е : ГАВРИЛОВО	ШЧ-13	1	2	54	4	176	389	120	45	7			0,73	0,73	6,48	1,62
КИРИШИ	ШЧ-12	3	1	40	5	228	435	162,5		561	5	162	0,76	0,65	7,25	1,45
КИРИШИ : ПЧЕВЖА	ШЧ-12	3	1	18	5	406	230	142,5		3	2	14	1,35	1,00	3,83	0,77
КИРПИЧНЫЙ ЗАВОД	ШЧ-11	4	1	15	7	460	299	120		80	3	118	1,10	0,96	4,98	0,71
КИРПИЧНЫЙ ЗАВОД:ПЕТРОК РЕПОСТЬ	ШЧ-11	4	1	21				120		2			2,00	2,00	0,00	0,00
КИСЕЛЕВИЧИ	ШЧ-23	3	1	41	1	93	56	172,5		24	2	47	1,55	0,78	0,93	0,93
КИСЕЛЕВИЧИ : ШУБИНО	ШЧ-23	3	1	41	2	203	81	178,5		4			1,69	1,69	1,35	0,68
КИЦА	ШЧ-21	3	1	31	3	213	189	140		56	3	26	1,18	0,66	3,15	1,05
КИЦА : БП 1391 КМ	ШЧ-21	3	1	31	1	98		180		1			1,63	1,63	0,00	0,00
КЛИН : ПОДСОЛНЕЧН АЯ	ШЧ-1	1	2	166	8	319	1672	112,5	50	10			0,66	0,66	27,87	3,48
КНЕВИЦЫ	ШЧ-15	3	1	52	2	167	516	173		34			1,39	1,39	8,60	4,30
КНЕВИЦЫ : БЕГЛОВО	ШЧ-15	3	1	26	1	41	115	180					0,68	0,68	1,92	1,92
КНЯЖАЯ	ШЧ-20	2	4	56	1	19		120	17	78	4	88	0,32	0,36	0,00	0,00
КНЯЖАЯ:РУЧЬ И-КАРЕЛЬСКИЕ	ШЧ-20	2	4	56	3	130	896	120	13	12	1	5	0,72	0,56	14,93	4,98
КНЯЖЬИ ГОРЫ	ШЧ-24	3	1	31				180		32			3,00	3,00	0,00	0,00
КНЯЖЬИ ГОРЫ : ОBOBPAЖЬЕ	ШЧ-24	3	1	31				180		4	2	67	3,00	0,56	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КОБРАЛОВО	ШЧ-9	2	3	78	1	106		120	7	156	3	55	1,77	0,67	0,00	0,00
КОБРАЛОВО : ВЛАДИМИРСК АЯ	ШЧ-9	4	1	15				180			4	147	3,00	0,61	0,00	0,00
КОБРАЛОВО : СЕМРИНО	ШЧ-9	2	3	61				120	2	8	1	48	2,00	0,80	0,00	0,00
КОВДА	ШЧ-20	2	4	56	1	136	236	120	8	57	4	92	2,27	0,76	3,93	3,93
КОВДА : КНЯЖАЯ	ШЧ-20	2	4	56				120	5	2	3	174	2,00	0,97	0,00	0,00
КОВДОР	ШЧ-20	3	1	9				180		104	1	33	3,00	0,55	0,00	0,00
КОЛА	ШЧ-21	3	1	31	4	67	148	100		132	3	123	0,28	0,45	2,47	0,62
КОЛА : МУРМАНСК	ШЧ-21	3	1	45				130			1	44	2,17	0,73	0,00	0,00
КОЛА : МУРМАШИ	ШЧ-21	5	1	6				120		1			2,00	2,00	0,00	0,00
КОЛЕЖМА : УХТИЦА	ШЧ-22	2	4	27				120		12			2,00	2,00	0,00	0,00
КОЛИ : ЕФИМОВСКАЯ	ШЧ-8	1	5	94	2	109	444	120	107	22			0,91	0,91	7,40	3,70
КОЛПИНО	ШЧ-5	1	2	132	4	388	427	37,5	204	208			1,62	1,62	7,12	1,78
КОЛПИНО : САБЛИНО	ШЧ-5	1	2	132	2	65		37,5	59	18			0,54	0,54	0,00	0,00
КОЛЧАНОВО	ШЧ-10	1	4	48	2	197	138	104,5	143	100	3	88	1,64	0,95	2,30	1,15
КОЛЧАНОВО : ЛУНГАЧИ	ШЧ-10	1	4	48	1	95	159	107,5	27	26	3	50	1,58	0,60	2,65	2,65
КОМАРИХА	ШЧ-8	1	5	88	4	106	589	120	188	55			0,44	0,44	9,82	2,45
КОМАРИХА : СУДА	ШЧ-8	1	5	88	5	264	1103	120	79	18			0,88	0,88	18,38	3,68
КОМСОМОЛ- МУР : ВАЕНГА	ШЧ-21	5	1	8				130		5			2,17	2,17	0,00	0,00
КОМСОМОЛ- МУР : ПРОМЫШЛЕНН АЯ	ШЧ-21	5	1	6				120					2,00	2,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КОМСОМОЛЬСК-МУРМАНСКИЙ	ШЧ-21	5	1	6				100		87			1,67	1,67	0,00	0,00
КОНАКОВО ГРЭС	ШЧ-1	4	1	9				105		12			1,75	1,75	0,00	0,00
КОНАКОВСКИЙ МОХ	ШЧ-1	4	1	9				105		9			1,75	1,75	0,00	0,00
КОНАКОВСКИЙ МОХ:КОНАКОВО ГРЭС	ШЧ-1	4	1	9				105		2			1,75	1,75	0,00	0,00
КОНДОПОГА	ШЧ-17	3	1	45				180	34	93			3,00	3,00	0,00	0,00
КОНДОПОГА:НИГОЗЕРО	ШЧ-17	3	1	45				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
КОПОРЬЕ	ШЧ-14	3	1	6				150		3			2,50	2,50	0,00	0,00
КОПОРЬЕ : КОТЛЫ	ШЧ-14	3	1	6				107,5					1,79	1,79	0,00	0,00
КОСТОМУКША-П : КИВИЯРВИ	ШЧ-26	4	1	11				154,5		17			2,58	2,58	0,00	0,00
КОСТОМУКША-ПАССАЖИРСКАЯ	ШЧ-26	4	1	11	2	135	44	62,25		88	2	19	1,13	0,64	0,73	0,37
КОСТОМУКША-Т : КОСТОМУКША-П	ШЧ-26	4	1	11				109,5		4			1,83	1,83	0,00	0,00
КОСТОМУКША-ТОВАРНАЯ	ШЧ-26	4	1	13				80,25		226	4	144	1,34	0,60	0,00	0,00
КОТЛЫ	ШЧ-14	2	4	6				97,5		15	2	703	1,63	1,63	0,00	0,00
КОТЛЫ : КОТЛЫ П	ШЧ-14	3	1	15				97,5		4			1,63	1,63	0,00	0,00
КОТЛЫ П	ШЧ-14	2	4	15	1	10		97,5	38	38	4	287	0,17	0,99	0,00	0,00
КОТЛЫ П : ЛУЖСКАЯ	ШЧ-14	2	6	15				93,75					1,56	1,56	0,00	0,00
КОТЛЫ П : РЗД 135 КМ	ШЧ-14	3	1	15	1	95	133	97,5	8	4	1	127	1,58	1,85	2,22	2,22

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КОТОВО	ШЧ-8	5	1	4				202,5		56			3,38	3,38	0,00	0,00
КОТОВО : ЗАРУБИНСКАЯ	ШЧ-8	5	1	4				202,5					3,38	3,38	0,00	0,00
КОЧКОМА	ШЧ-22	3	1	24	4	242	266	180	77	89	6	807	1,01	1,75	4,43	1,11
КОЧКОМА : ИДЕЛЬ	ШЧ-22	3	1	24	3	114	142	180	13	40	1	8	0,63	0,51	2,37	0,79
КОЧКОМА:ПЕРТ ОЗЕРО	ШЧ-22	3	1	7			0	180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
КРАСНОЕ СЕЛО	ШЧ-14	5	1	26	1	53	16	107,5		56			0,88	0,88	0,27	0,27
КРАСНОЕ СЕЛО : ТАЙЦЫ	ШЧ-14	5	1	26				107,5		1			1,79	1,79	0,00	0,00
КРАСНОФЛОТСК	ШЧ-14	5	1	4				150					2,50	2,50	0,00	0,00
КРАСНЫЙ СОКОЛ	ШЧ-11	4	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КРАСНЫЙ СОКОЛ:БОРОДИ НСКОЕ	ШЧ-11	4	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КРАСНЫЙ ХОЛМ	ШЧ-3	4	1	11				105		18			1,75	1,75	0,00	0,00
КРАСНЫЙ ХОЛМ : ОСТОЛОПОВО	ШЧ-3	4	1	11				140		2			2,33	2,33	0,00	0,00
КРЕСТЦЫ	ШЧ-15	5	1	1				193					3,22	3,22	0,00	0,00
КРЮКОВО	ШЧ-1	1	2	169	19	556	745	70	1163	326	10	203	0,49	0,44	12,42	0,65
КРЮКОВО : СХОДНЯ	ШЧ-1	1	2	200	4	129	120	70	20	5	3	107	0,54	0,56	2,00	0,50
КУВШИНОВО	ШЧ-24	5	1	5				240		27			4,00	4,00	0,00	0,00
КУВШИНОВО : РАНЦЕВО	ШЧ-24	5	1	5				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КУЖЕНКИНО	ШЧ-3	5	1	6				240		28			4,00	4,00	0,00	0,00
КУЖЕНКИНО : БАТАЛИНО	ШЧ-3	5	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
КУЗЕМА	ШЧ-19	2	4	35	4	366	563	120		119	1	80	1,53	1,49	9,38	2,35

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КУЗЕМА : СИГ	ШЧ-19	2	4	35	4	586	125,3	120		16	4	227	2,44	1,69	2,09	0,52
КУЗНЕЧНОЕ	ШЧ-11	3	1	23	4	242	84	30		174	11	1153	1,01	1,55	1,40	0,35
КУЗНЕЧНОЕ : ХИЙТОЛА	ШЧ-11	4	1	16	1	204	49,9	30		8			3,40	3,40	0,83	0,83
КУКЛИНО	ШЧ-15	3	1	53				180		5	1	9	3,00	0,15	0,00	0,00
КУКЛИНО : ЛЕМЕНКА	ШЧ-15	3	1	32				180					3,00	3,00	0,00	0,00
КУКОЛЬ	ШЧ-10	1	4	97	1	110	130	77,5	124	110			1,83	1,83	2,17	2,17
КУКОЛЬ : МЫСЛИНО	ШЧ-10	1	5	97	3	171	1546	87,5	31	36			0,95	0,95	25,77	8,59
КУНА	ШЧ-21	3	1	43				150		31	1	55	2,50	0,92	0,00	0,00
КУНА : ЯГЕЛЬНЫЙ БОР	ШЧ-21	3	1	43	5	752	1212	180					2,51	2,51	20,20	4,04
КУНЬЯ	ШЧ-23	3	1	43				142,5		61			2,38	2,38	0,00	0,00
КУНЬЯ : СЕРДЦЕ	ШЧ-23	3	1	43				142,5		6	1	100	2,38	1,67	0,00	0,00
КУОККАНИЭМИ	ШЧ-17	4	1	13	1	62	40	240		22	1	79	1,03	1,18	0,67	0,67
КУОЛЕМАЯРВИ	ШЧ-13	5	1	4	1	206	6	151		31	2	84	3,43	1,61	0,10	0,10
КУОЛЕМАЯРВИ : ЕРМИЛОВО	ШЧ-13	5	1	4				188,5					3,14	3,14	0,00	0,00
КУПЧИНСКАЯ	ШЧ-9	4	1	70	4	191	157	120		264	7	425	0,80	0,93	2,62	0,65
КУПЧИНСКАЯ : СРЕДНЕРОГАТСКАЯ	ШЧ-9	4	1	18	1	280	47	180			2	64	3,00	1,91	0,78	0,78
КУПЧИНСКАЯ : ШУШАРЫ	ШЧ-9	5	1	25				180		21			3,00	3,00	0,00	0,00
КУРКОВО	ШЧ-24	3	1	31	4	313	273	180		22	2	221	1,30	1,48	4,55	1,14
КУРКОВО : БАРТЕНЕВО	ШЧ-24	3	1	20				180		3			3,00	3,00	0,00	0,00
КУРОПТА	ШЧ-20	3	1	9	4	212	108	180		60			0,88	0,88	1,80	0,45
КУРОПТА : КОВДОР	ШЧ-20	3	1	9	1	156	107	180					2,60	2,60	1,78	1,78

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
КУШАВЕРА	ШЧ-8	4	1	9				172,5		61			2,88	2,88	0,00	0,00
КУШАВЕРА : КАБОЖА	ШЧ-8	4	1	9	3	82	287	172,5		1			0,46	0,46	4,78	1,59
КУШЕЛЕВКА	ШЧ-11	3	1	102	5	228	50	76		229	7	163	0,76	0,54	0,83	0,17
КУШЕЛЕВКА : ЛАНСКАЯ	ШЧ-11	3	1	18			0	110					1,83	1,83	0,00	0,00
КУШЕЛЕВКА : ПИСКАРЕВКА	ШЧ-11	3	1	102	1	93	27	69					1,55	1,55	0,45	0,45
КЧЕРЫ	ШЧ-15	3	1	61	1	69	59	180					1,15	1,15	0,98	0,98
КЧЕРЫ : УТОРГОШ	ШЧ-15	3	1	31	1	35		180		5	1	23	0,58	0,48	0,00	0,00
КЯППЕСЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	45	4	120	73	180	26	75	3	278	0,50	0,95	1,22	0,30
КЯППЕСЕЛЬГА : ПЕРГУБА	ШЧ-17	3	1	45	1	65	26	180	32	45			1,08	1,08	0,43	0,43
ЛАДВА	ШЧ-17	3	1	46	1	109	189	180	49	148	2	67	1,82	0,98	3,15	3,15
ЛАДВА : ПЯЖИЕВА СЕЛ	ШЧ-17	3	1	46	1	118	137	180	11	32			1,97	1,97	2,28	2,28
ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО	ШЧ-11	5	1	15	1	4	12	124,5		75	3	154	2,08	0,66	0,20	0,20
ЛАМБИНО	ШЧ-19	2	4	35	6	475	695	120		87	5	206	1,32	1,03	11,58	1,93
ЛАМБИНО : ПОНЬГОМА	ШЧ-19	2	4	35	6	724	763	120		10	2	179	2,01	1,88	12,72	2,12
ЛАНСКАЯ	ШЧ-13	3	1	91	5	414	1304	68	92	114			1,38	1,38	21,73	4,35
ЛАНСКАЯ : ШУВАЛОВО	ШЧ-13	3	1	55	4	160	357	30	52	6			0,67	0,67	5,95	1,49
ЛАНСКАЯ:НОВ АЯ ДЕРЕВНЯ	ШЧ-13	5	1	23	1	35	7	90,75		3			0,58	0,58	0,12	0,12
ЛАПИНО	ШЧ-15	3	1	40				180	50	22			3,00	3,00	0,00	0,00
ЛАПИНО : НОВОСЕЛЬЕ	ШЧ-15	3	1	20				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ЛАПЛАНДИЯ	ШЧ-21	3	1	31	2	216	96	100		86	1	30	1,80	1,37	1,60	0,80
ЛАПЛАНДИЯ : ПУЛОЗЕРО	ШЧ-21	3	1	31	6	793	501	180		2	3	129	2,20	1,71	8,35	1,39

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЛАХКОЛАМЕН	ШЧ-26	4	1	14				84,75		158	4	341	1,41	1,42	0,00	0,00
ЛАХКОЛАМЕН : ПОРОСОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	14	3	257	123	135		5	6	446	1,43	1,30	2,05	0,68
ЛАХТА	ШЧ-13	5	1	23	1	35	143	105,75		17			0,58	0,58	2,38	2,38
ЛАХТА : ЛИСИЙ НОС	ШЧ-13	5	1	23	1	81	37	106,5		5			1,35	1,35	0,62	0,62
ЛЕБЯЖЬЕ	ШЧ-14	4	1	26	1	96	43	150		9			1,60	1,60	0,72	0,72
ЛЕБЯЖЬЕ : КАЛИЩЕ	ШЧ-14	4	1	5				150		3	1	55	2,50	0,92	0,00	0,00
ЛЕБЯЖЬЕ : КРАСНОФЛОТСК	ШЧ-14	5	1	4				150					2,50	2,50	0,00	0,00
ЛЕВАШОВО	ШЧ-13	1	2	92	6	335	660	30	116	153			0,93	0,93	11,00	1,83
ЛЕВАШОВО : БЕЛООСТРОВ	ШЧ-13	1	2	115	1	21	14	68,5	24	17			0,35	0,35	0,23	0,23
ЛЕДМОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	13				80,25		79	2	36	1,34	0,30	0,00	0,00
ЛЕДМОЗЕРО : БОРОВАЯ	ШЧ-26	5	1	1				147		1			2,45	2,45	0,00	0,00
ЛЕДМОЗЕРО II	ШЧ-26	3	1	13				85,25		4			1,42	1,42	0,00	0,00
ЛЕДМОЗЕРО II:РАЗЪЕЗД 24 КМ	ШЧ-26	4	1	13				133,5		2			2,23	2,23	0,00	0,00
ЛЕДМОЗЕРО:ЛЕД МОЗЕРО II	ШЧ-26	4	1	13				126,5		2			2,11	2,11	0,00	0,00
ЛЕМЕНКА	ШЧ-15	3	1	53	1	95	34	180		15	1	31	1,58	1,05	0,57	0,57
ЛЕМЕНКА : ГАЧКИ	ШЧ-15	3	1	32				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ЛЕНДЕРЫ	ШЧ-26	5	1	1				117,75		1			1,96	1,96	0,00	0,00
ЛЕОНТЬЕВО	ШЧ-4	1	1	76	2	38	123	60	64	39			0,32	0,32	2,05	1,03
ЛЕОНТЬЕВО:ВЫ ШНИЙ ВОЛОЧЕК	ШЧ-4	1	1	76	1	18	11	82,5	11	3			0,30	0,30	0,18	0,18
ЛЕПЯСИЛТА	ШЧ-10	5	1	3				240		5			4,00	4,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЛЕППЯСИЛТА : ПИТКЯРАНТА	ШЧ-10	5	1	3				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ЛЕППЯСЮРЬЯ	ШЧ-17	4	1	12				232,5		37	1	55	3,88	0,92	0,00	0,00
ЛЕСОГОРСКИЙ	ШЧ-11	4	1	10	2	136	21	240		58			1,13	1,13	0,35	0,18
ЛЕСОГОРСКИЙ : СВЕТОГОРСК	ШЧ-11	4	1	9				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ЛЕТНИЙ	ШЧ-22	4	1	24	6	411	464	195		87	10	400	1,14	0,84	7,73	1,29
ЛЕТНИЙ : СОСНОВЕЦ	ШЧ-22	4	1	24	9	957	402	195			4	271	1,77	1,57	6,70	0,74
ЛИВАМЯЭ	ШЧ-15	4	1	30	1	109	44	233	49	18			1,82	1,82	0,73	0,73
ЛИВАМЯЭ : ПЕЧОРЫ- ПСКОВ	ШЧ-15	4	1	15				205					3,42	3,42	0,00	0,00
ЛИГОВО	ШЧ-14	4	1	50	6	378	178	97,5		154	5	1181	1,05	2,36	2,97	0,49
ЛИГОВО : ГОРЕЛОВО	ШЧ-14	5	1	26				107,5		7			1,79	1,79	0,00	0,00
ЛИГОВО : СТРЕЛЬНА	ШЧ-14	4	1	51	1	50	55	150		7	1	176	0,83	1,88	0,92	0,92
ЛИЖМА	ШЧ-17	3	1	45	2	165	40	180	14	62	1	125	1,38	1,61	0,67	0,33
ЛИЖМА:НОВЫ Й ПОСЕЛОК	ШЧ-17	3	1	45	3	261	190	180	5	15			1,45	1,45	3,17	1,06
ЛИСИЙ НОС	ШЧ-13	5	1	23	2	108	109	129,75		45			0,90	0,90	1,82	0,91
ЛИХОБОРЫ : ХОВРИНО	ШЧ-1	4	1	2				100					1,67	1,67	0,00	0,00
ЛИХОСЛАВЛЬ	ШЧ-4	1	1	77	2	52		92,5	58	6	3	130	0,43	0,61	0,00	0,00
ЛИХОСЛАВЛЬ : ДОРОШИХА	ШЧ-4	1	1	77				120	30				2,00	2,00	0,00	0,00
ЛИХОСЛАВЛЬ : ТЕРЕШКИНО	ШЧ-24	4	1	14	2	186	89	240		5			1,55	1,55	1,48	0,74
ЛОДЕЙН ПОЛЕ : ЯНЕГА	ШЧ-10	3	1	45	1	31		92,5	15	20			0,52	0,52	0,00	0,00
ЛОДЕЙНОЕ ПОЛЕ	ШЧ-10	1	4	48	5	297	110	77,5	242	167	3	66	0,99	0,76	1,83	0,37

Продолжение Таблицы П.3.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЛОЗОВИЦЫ	ШЧ-23	3	1	41	4	296	204	130,5		36	2	102	1,23	1,11	3,40	0,85
ЛОЗОВИЦЫ : СУЩЕВО	ШЧ-23	3	1	41	2	404	49	136,5		12			3,37	3,37	0,82	0,41
ЛОЙМОЛА	ШЧ-17	4	1	12	3	476	160	232,5		45	2	318	2,64	2,65	2,67	0,89
ЛОЙМОЛА : ПЙИТСИЕКИ	ШЧ-17	4	1	12				232,5		1			3,88	3,88	0,00	0,00
ЛОКНЯ	ШЧ-23	3	1	41	1	28		180		29	1	87	0,47	0,96	0,00	0,00
ЛОКНЯ : СТРИМОВИЧИ	ШЧ-23	3	1	41				178,5		4			2,98	2,98	0,00	0,00
ЛОПАРСКАЯ	ШЧ-21	3	1	31	1	23	23	130		65			0,38	0,38	0,38	0,38
ЛОПАРСКАЯ : МАГНЕТИТЫ	ШЧ-21	3	1	31	3	593	190,5	155		3	1	63	3,29	2,73	3,18	1,06
ЛОСЕВО I	ШЧ-11	3	1	25	1	85	12	30	1	78			1,42	1,42	0,20	0,20
ЛОСЕВО I : ГРОМОВО	ШЧ-11	3	1	25	3	330	95	30		2			1,83	1,83	1,58	0,53
ЛОУХИ	ШЧ-20	2	4	56	7	375	1778	120	15	160	2	76	0,89	0,84	29,63	4,23
ЛОУХИ : ЕЛОВАЯ	ШЧ-20	5	1	3				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ЛОУХИ : ЧУПА	ШЧ-20	2	4	56	8	548	461,2	120	8	7	1	5	1,14	1,02	7,69	0,96
ЛУГА I	ШЧ-14	1	3	5	5	372	106	107,5		180	2	34	1,24	0,97	1,77	0,35
ЛУГА I : ЛУГА II	ШЧ-14	5	1	1				117,5		1			1,96	1,96	0,00	0,00
ЛУГА I : СЕРЕБРЯНКА	ШЧ-14	3	1	20			0	180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ЛУГА II	ШЧ-14	5	1	1	1	25	20	127,5		123			0,42	0,42	0,33	0,33
ЛУГА II : БАТЕЦКАЯ	ШЧ-14	5	1	10			0	220		1			3,67	3,67	0,00	0,00
ЛУЖАЙКА	ШЧ-13	1	2	35	1	18	138	120	71	71			0,30	0,30	2,30	2,30
ЛУЖАЙКА : БУСЛОВСКАЯ	ШЧ-13	1	2	34	1	100	67	120	14	4	3	145	1,67	1,02	1,12	1,12
ЛУЖСКАЯ	ШЧ-14	2	6	50	2	138	26	93,75	4	395	2	68	1,15	0,86	0,43	0,22
ЛУЖСКАЯ : УСТЬ- ЛУГА	ШЧ-14	2	6	2				97,5					1,63	1,63	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЛУМБУШОЗЕР О	ШЧ-22	3	1	23	9	1459	2077	180	27	36			2,70	2,70	34,62	3,85
ЛУМБУШОЗЕР О : МАЛЫГА	ШЧ-22	3	1	23	4	291	530	180	9	3	2	147	1,21	1,22	8,83	2,21
ЛУНГАЧИ	ШЧ-10	1	4	48	3	206	499	112,5	148	154	4	150	1,14	0,85	8,32	2,77
ЛУНГАЧИ : ЮГИ	ШЧ-10	1	4	48	5	348	310	120	30	19	4	276	1,16	1,16	5,17	1,03
ЛУНЕВО	ШЧ-15	3	1	54	1	40	34	180		50	1	16	0,67	0,47	0,57	0,57
ЛУНЕВО : ПОДСЕВЫ	ШЧ-15	3	1	27	2	124	159	180			1	27	1,03	0,84	2,65	1,33
ЛУОСТАРИ	ШЧ-21	5	1	5	2	984	93	240		47	3	452	4,00	4,00	1,55	0,78
ЛУОСТАРИ : ЗАПОЛЯРНАЯ	ШЧ-21	5	1	5				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ЛУСТОВКА	ШЧ-12	5	1	3				157,5		3			2,63	2,63	0,00	0,00
ЛУЧЕВОЙ	ШЧ-17	3	1	45	2	164	37	180	33	113	1	69	1,37	1,29	0,62	0,31
ЛУЧЕВОЙ : СУНА	ШЧ-17	3	1	45	8	599	328	180	10	42	1	39	1,25	1,18	5,47	0,68
ЛЫЧКОВО	ШЧ-15	3	1	52	3	112	230	180		22			0,62	0,62	3,83	1,28
ЛЪНЯНАЯ	ШЧ-24	4	1	14				210		18			3,50	3,50	0,00	0,00
ЛЪНЯНАЯ : ВЫСОКОЕ	ШЧ-24	4	1	14				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
ЛЮБАНЬ	ШЧ-5	1	2	74	4	117	230	30	88	153	3	255	0,49	0,89	3,83	0,96
ЛЮБАНЬ : ТОРФЯНОЕ	ШЧ-5	1	2	74	3	78	154	30	74	66			0,43	0,43	2,57	0,86
ЛЮБНИЦА	ШЧ-15	3	1	52	2	111	20	180		15	1	59	0,93	0,94	0,33	0,17
ЛЮБНИЦА : ЛЫЧКОВО	ШЧ-15	3	1	26	5	738	952	180		8			2,46	2,46	15,87	3,17
ЛЮБОЛЯДЫ	ШЧ-12	4	1	10				172,5		12			2,88	2,88	0,00	0,00
ЛЮБОЛЯДЫ : НОВГОРОД- ЛУЖ	ШЧ-12	4	1	10				167,5					2,79	2,79	0,00	0,00
ЛЮБЯТОВО	ШЧ-15	3	1	40				180	24	33			3,00	3,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЛЮБЯТОВО:ПСК ОВ- ПАССАЖИРСКИ Й	ШЧ-15	3	1	19				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ЛЯМЦЕВО	ШЧ-15	3	1	40				180		14			3,00	3,00	0,00	0,00
ЛЯМЦЕВО : ПЛЮССА	ШЧ-15	3	1	20				180		3			3,00	3,00	0,00	0,00
ЛЯСКЕЛЯ	ШЧ-10	5	1	3				240		7			4,00	4,00	0,00	0,00
ЛЯСКЕЛЯ : ЛЕПЯСИЛТА	ШЧ-10	5	1	3				240					4,00	4,00	0,00	0,00
МАГНЕТИТЫ	ШЧ-21	3	1	31	5	399	464	125		74	1	110	1,33	1,41	7,73	1,55
МАГНЕТИТЫ : ШОНГУЙ	ШЧ-21	3	1	31	5	518	2290	180			1	55	1,73	1,59	38,17	7,63
МАГНЕТИТЫ:БЛ ОК-ПОСТ 1425 КМ	ШЧ-21	3	1	31	3	518	433	180			3	253	2,88	2,14	7,22	2,41
МАЕВО	ШЧ-23	3	1	34	1	115	180	180		40	1	115	1,92	1,92	3,00	3,00
МАЕВО : ЗАБЕЛЬЕ	ШЧ-23	3	1	34				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
МАЙ-ГУБА	ШЧ-22	3	1	23	1	80		180	26	85	1	119	1,33	1,66	0,00	0,00
МАЙ-ГУБА : НАДВОИЦЫ	ШЧ-22	3	1	23	2	140	273	180	22		1	17	1,17	0,87	4,55	2,28
МАКСАТИХА	ШЧ-3	3	1	32	4	212	219	65		53	1	96	0,88	1,03	3,65	0,91
МАКСАТИХА : МАЛЬШЕВО	ШЧ-3	3	1	32	3	281	608	137,5		14	2	157	1,56	1,46	10,13	3,38
МАЛАЯ ВИШЕРА	ШЧ-5	1	1	78	5	255	228	30	184	293	3	114	0,85	0,77	x	0,76
МАЛАЯ ВИШЕРА : БУРГА	ШЧ-5	1	1	78	3	36	90	30	65	21	4	147	0,20	0,44	1,50	0,50
МАЛЕНЬГА	ШЧ-22	2	4	27	2	224	289	120		77	6	557	1,87	1,63	4,82	2,41
МАЛЕНЬГА : УНЕЖМА	ШЧ-22	2	4	30				120			3	242	2,00	1,34	0,00	0,00
МАЛУКСА	ШЧ-12	3	1	40	4	287	492	180		119	4	569	1,20	1,78	8,20	2,05

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

МАЛУКСА : ПОГОСТЬЕ	ШЧ-12	3	1	40				180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
МАЛЫГА	ШЧ-22	3	1	23	2	230	11	180	61	36	2	68	1,92	1,24	0,18	0,09
МАЛЫГА : МАСЕЛЬСКАЯ	ШЧ-22	3	1	23	6	1028	1513	180	37	2	2	136	2,86	2,43	25,22	4,20
МАЛЫШЕВО	ШЧ-3	3	1	32	1	120	177	95		34	2	38	2,00	0,88	2,95	2,95
МАЛЫШЕВО : БРУСОВО	ШЧ-3	3	1	32	4	353	528	172,5		2			1,47	1,47	8,80	2,20
МАНУШКИНО	ШЧ-11	2	3	44	8	551	178	106,5	24	91	1	118	1,15	1,24	2,97	0,37
МАНУШКИНО : ПАВЛОВО-НА- НЕВЕ	ШЧ-11	2	3	44	1	35	15	120	3	3			0,58	0,58	0,25	0,25
МАСЕЛЬСКАЯ	ШЧ-22	3	1	23	2	212	50	180	56	48	6	536	1,77	1,56	0,83	0,42
МАСЕЛЬСКАЯ : БЫСТРЯГИ	ШЧ-22	3	1	23				180	44	7	5	757	3,00	2,52	0,00	0,00
МАТКАСЕЛЪКЯ	ШЧ-17	4	1	20				240		18			4,00	4,00	0,00	0,00
МАТКАСЕЛЪКЯ :ВЯРТСИЛЯ	ШЧ-17	5	1	5				240					4,00	4,00	0,00	0,00
МАТКАСЕЛЪКЯ :ЯНИСЪЯРВИ	ШЧ-17	4	1	20				240					4,00	4,00	0,00	0,00
МАТРОСОВО	ШЧ-13	3	1	28				172					2,87	2,87	0,00	0,00
МАТРОСОВО : БП 160 КМ	ШЧ-13	3	1	24				30					0,50	0,50	0,00	0,00
МАХЕРОВО	ШЧ-24	3	1	27	1	140		180		26			2,33	2,33	0,00	0,00
МАХЕРОВО : ОЛЕНИНО	ШЧ-24	3	1	27	1	140	29	180			1	96	2,33	1,97	0,48	0,48
МГА	ШЧ-6	1	5	118	4	114	482	97,5	368	124			0,48	0,48	8,03	2,01
МГА : ВОЙТОЛОВКА	ШЧ-6	2	6	44				112,5					1,88	1,88	0,00	0,00
МГА : НАЗИЯ	ШЧ-6	1	5	113	12	508	2912	93,75	42	4	3	21	0,71	0,59	48,53	4,04
МГА : НЕВДУБСТРОЙ	ШЧ-6	5	1	13	2	450	126	240					3,75	3,75	2,10	1,05

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
МГА : СОЛОГУБОВКА	ШЧ-12	3	1	41	1	175	112	180		4	1	5	2,92	1,50	1,87	1,87
МЕДВЕДЕВО	ШЧ-3	3	1	32	2	84	63	66,25		132	1	50	0,70	0,74	1,05	0,53
МЕДВЕДЕВО : БОЛОГОЕ-МОСК	ШЧ-3	3	1	32			0	68,75					1,15	1,15	0,00	0,00
МЕДВЕЖ ГОРА : ВИЧКА	ШЧ-22	3	1	23	2	130	58	180	11	3	2	90	1,08	0,92	0,97	0,48
МЕДВЕЖ ГОРА : ЛУМБУШОЗЕРО (в обход ВИЧКИ)	ШЧ-22	5	1	23	3	126	25	212,5	9	9			0,70	0,70	0,42	0,14
МЕДВЕЖЬЯ ГОРА	ШЧ-22	3	1	23	11	1054	458	180	56	154	4	83	1,60	1,26	7,63	0,69
МЕЛИХОВО	ШЧ-24	4	1	14				150		16			2,50	2,50	0,00	0,00
МЕЛИХОВО : РЖЕВ-БАЛТ	ШЧ-24	4	1	14				180					3,00	3,00	0,00	0,00
МЕЛЬН РУЧЕЙ : БОРИСОВА ГР	ШЧ-11	5	1	15	3	27	49	120		16	3	817	0,15	2,34	0,82	0,27
МЕЛЬНИЧНЫЙ РУЧЕЙ	ШЧ-11	4	1	40	7	669	865	120		205	3	3228	1,59	2,00	14,42	2,06
МЕЛЬНИЧНЫЙ РУЧЕЙ:КИРПИЧ НЫЙ ЗАВОД	ШЧ-11	4	1	21				120		1			2,00	2,00	0,00	0,00
МОГЛИНО	ШЧ-15	4	1	30				223	57	36			3,72	3,72	0,00	0,00
МОГЛИНО : НОВОИЗБОРСК	ШЧ-15	4	1	15				215	2				3,58	3,58	0,00	0,00
МОККЕТ	ШЧ-21	5	1	5	2	320	66	240		52	1	90	2,67	2,28	1,10	0,55
МОЛОДИ	ШЧ-15	3	1	40				180	12	14			3,00	3,00	0,00	0,00
МОЛОДИ : ТОРОШИНО	ШЧ-15	3	1	20				180	9				3,00	3,00	0,00	0,00
МОЛОСКОВИЦЫ	ШЧ-14	2	6	78	1	15		107,5	22	66	1	12	0,25	0,23	0,00	0,00
МОЛОСКОВИЦЫ : ВЕЙМАРН	ШЧ-14	2	6	5	2	79	64	120	3	7	1	48	0,66	0,71	1,07	0,53

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
МОНЧАЛОВО : ЧЕРТОЛИНО	ШЧ-24	3	1	27	1	44	214	180			1	4	0,73	0,40	3,57	3,57
МОРИНО	ШЧ-15	2	4	50	4	298	173	120		26	2	70	1,24	1,02	2,88	0,72
МОРИНО : ПОЛОНКА	ШЧ-15	2	4	27	1	35	17	120					0,58	0,58	0,28	0,28
МОСКВА- ПАССАЖИРСК АЯ- ОКТЯБРЬСКАЯ	ШЧ-1	1	2	193	1	10	50	67,5	876	515	3	23	0,17	0,14	0,83	0,83
МОСКВА- ТОВАРНАЯ- ОКТЯБРЬСКАЯ	ШЧ-1	1	2	193	4	109	118	66,25	112	241	4	119	0,45	0,48	1,97	0,49
МОСКВА- ТОВАРНАЯ- ОКТЯБРЬСКАЯ: МОСКВА- ПАССАЖИРСК АЯ- ОКТЯБРЬСКАЯ	ШЧ-1	1	2	193	5	533	273,5	77,5	15	11	2	78	1,78	1,45	4,56	0,91
МОСТОВАЯ	ШЧ-24	3	1	27	2	72	146	180		25			0,60	0,60	2,43	1,22
МОСТОВАЯ : ПАНИКЛЯ	ШЧ-24	3	1	27	2	87	172	180					0,73	0,73	2,87	1,43
МСТА	ШЧ-3	3	1	32	5	304	455	180		30	3	79	1,01	0,80	7,58	1,52
МСТА : КАФТИНО	ШЧ-3	3	1	32	3	291	84	180		8			1,62	1,62	1,40	0,47
МСТИНСКИЙ МОСТ	ШЧ-5	1	1	78	5	316	72	30	42	134	1	102	1,05	1,16	1,20	0,24
МСТИНСКИЙ МОСТ:ТОРБИН О	ШЧ-5	1	1	78	4	267	537	30	48	37			1,11	1,11	x	2,24
МУЕЗЕРКА	ШЧ-26	4	1	10	1	915	32,3	107,25		81	1	48	1,79	1,79	0,54	0,54
МУЕЗЕРКА : ЛЕДМОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	10				141		15	3	115	2,35	0,64	0,00	0,00
МУРАВЬЕВО	ШЧ-24	3	1	27				180		25			3,00	3,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
МУРАВЬЕВО : МОНЧАЛОВО	ШЧ-24	3	1	27				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
МУРИКОВО	ШЧ-24	3	1	31	1	230	83	180		32			3,83	3,83	1,38	1,38
МУРИКОВО : КНЯЖЬИ ГОРЫ	ШЧ-24	3	1	31	2	204	77	180		1			1,70	1,70	1,28	0,64
МУРМАНСК	ШЧ-21	3	1	47	10	706	1640	100		212	6	156	1,18	0,90	27,33	2,73
МУРМАНСК : КОМСОМОЛ- МУР	ШЧ-21	5	1	47				120		4			2,00	2,00	0,00	0,00
МУРМАНСКИЕ ВОРОТА	ШЧ-10	1	4	48	2	106	96	102,5	181	225	1	6	0,88	0,62	1,60	0,80
МУРМАНСКИЕ ВОРОТА:КОЛЧА НОВО	ШЧ-10	1	4	48	5	257	297	97,5	63	26	1	15	0,86	0,76	4,95	0,99
МУРМАШИ	ШЧ-21	5	1	6	5	317	370	120		43	3	239	1,06	1,16	6,17	1,23
МУРМАШИ : ПЯЙВЕ	ШЧ-21	5	1	6				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
МШИНСКАЯ	ШЧ-14	1	3	21				107,5		67	1	24	1,79	0,40	0,00	0,00
МШИНСКАЯ : ТОЛМАЧЕВО	ШЧ-14	1	3	21	1	145	52	107,5		4			2,42	2,42	0,87	0,87
МЫСЛИНО	ШЧ-10	1	5	97	2	88	152	92,5	90	119			0,73	0,73	2,53	1,27
МЫСЛИНО : ВАЛЯ	ШЧ-10	1	5	97	2	79	120	101,25	54	39	2	100	0,66	0,75	2,00	1,00
МЮД	ШЧ-3	5	1	10				167,5		31			2,79	2,79	0,00	0,00
МЮД : КЕСОВА ГОРА	ШЧ-3	5	1	10				167,5					2,79	2,79	0,00	0,00
МЮЛЛЮПЕЛЬТО	ШЧ-11	3	1	25	5	464	237	30		49			1,55	1,55	3,95	0,79
МЮЛЛЮПЕЛЬТО : ПРИОЗЕРСК	ШЧ-11	3	1	25	1	175	50	30		2			2,92	2,92	0,83	0,83
МЯГРЕКА	ШЧ-19	2	4	35	4	436	96	120		66	2	230	1,82	1,85	1,60	0,40
МЯГРЕКА : КЕМЬ	ШЧ-19	2	4	35				120		8	2	89	2,00	0,74	0,00	0,00
МЯНСЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	45				180	26	89	1	25	3,00	0,42	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
МЯНСЕЛЬГА : ИЛЕМСЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	45	1	40	58	180	3		2	84	0,67	0,69	0,97	0,97
НАДВОИЦЫ	ШЧ-22	3	1	23	4	174	10	180	32	149	4	287	0,73	0,96	0,17	0,04
НАДВОИЦЫ : ШАВАНЬ	ШЧ-22	3	1	23	2	297	12	180	17	13	1	602	2,48	3,00	0,20	0,10
НАЗИМОВО	ШЧ-23	5	1	7	1	54	12	208,5		33			0,90	0,90	0,20	0,20
НАЗИМОВО : ВЕЛИКИЕ ЛУКИ	ШЧ-23	5	1	7				196,5		22			3,28	3,28	0,00	0,00
НАЗИЯ	ШЧ-6	1	5	113	6	127	4780	97,5	52	68			0,35	0,35	79,67	13,28
НАЗИЯ : ЖИХАРЕВО	ШЧ-6	1	5	113	3	135	1947	120	67	2			0,75	0,75	32,45	10,82
НАЙСТЕНЬЯРВ И	ШЧ-26	4	1	14	1	11	41	95,25		89	4	246	0,18	0,86	0,68	0,68
НАЙСТЕНЬЯРВ И : ЛАХКОЛАМЕН	ШЧ-26	4	1	14	1	6	40	132		7	1	45	0,10	0,43	0,67	0,67
НАРАЧИНО	ШЧ-3	3	1	27	3	80	194	127,5		75	5	370	0,44	0,94	3,23	1,08
НАРАЧИНО : ЕДРОВО	ШЧ-3	3	1	27	1	78		127,5		4			1,30	1,30	0,00	0,00
НАРВСКАЯ	ШЧ-9	4	1	80	1	74	49	120		122	4	119	1,23	0,64	0,82	0,82
НАРВСКАЯ : АВТОВО	ШЧ-9	5	1	18				180					3,00	3,00	0,00	0,00
НАРВСКАЯ : НОВЫЙ ПОРТ	ШЧ-9	5	1	19				120		2			2,00	2,00	0,00	0,00
НАРВСКАЯ:СА НКТ- ПЕТЕРБУРГ- БАЛТИЙСКИЙ	ШЧ-14	5	1	20			0	180					3,00	3,00	0,00	0,00
НАЩЕКИНО	ШЧ-23	3	1	34				180		37	1	29	3,00	0,48	0,00	0,00
НАЩЕКИНО : ИДРИЦА	ШЧ-23	3	1	34				180		6			3,00	3,00	0,00	0,00
НЕБОЛЧИ : КИПРИЯ	ШЧ-8	4	1	12				195		5			3,25	3,25	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
НЕВА	ШЧ-11	5	1	2				78,75		119			1,31	1,31	0,00	0,00
НЕВЕЛЬ I	ШЧ-23	5	1	6				214,5		25	1	105	3,58	1,75	0,00	0,00
НЕВЕЛЬ I : НОВОХОВАНС К	ШЧ-23	5	1	6				232,5					3,88	3,88	0,00	0,00
НЕВЕЛЬ II	ШЧ-23	3	1	12	3	515	94	180		75	1	327	2,86	3,51	1,57	0,52
НЕВЕЛЬ II : ЗАВЕРЕЖЬЕ	ШЧ-23	3	1	12	1	11	23	180		6	2	95	0,18	0,59	0,38	0,38
НЕВЕЛЬ II : НЕВЕЛЬ I	ШЧ-23	5	1	2				214,5		2			3,58	3,58	0,00	0,00
НЕВСКАЯ ДУБРОВКА	ШЧ-11	4	1	15				124,5		58			2,08	2,08	0,00	0,00
НЕЛАЗСКОЕ	ШЧ-8	1	5	88	5	167	89	120	251	103	3	147	0,56	0,65	1,48	0,30
НЕЛАЗСКОЕ : КОШТА	ШЧ-8	1	5	88	2	77	87	120	80	8	1	111	0,64	1,04	1,45	0,73
НЕЛИДОВО	ШЧ-24	3	1	30	5	561	478	180		42	4	283	1,87	1,56	7,97	1,59
НЕЛИДОВО : ПОДСОСЕНКА	ШЧ-24	3	1	24	2	278	157	180					2,32	2,32	2,62	1,31
НЕФЕЛ ПЕСКИ : БП 1297 КМ	ШЧ-21	3	1	43	4	237	1067	165		3	1	91	0,99	1,09	17,78	4,45
НЕФЕЛИНОВЫ Е ПЕСКИ	ШЧ-21	3	1	43	7	926	1944	100		41			2,20	2,20	32,40	4,63
НИГОЗЕРО	ШЧ-17	3	1	45				180	54	124	1	26	3,00	0,43	0,00	0,00
НИГОЗЕРО:МЯ НСЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	45	1	46	177	180	20	39			0,77	0,77	2,95	2,95
НИКЕЛЬ- МУРМАНСКИЙ	ШЧ-21	5	1	6				240		28			4,00	4,00	0,00	0,00
НИКОЛАЕВКА : МОСКВА-Т- ОКТ	ШЧ-1	5	1	25				100					1,67	1,67	0,00	0,00
НОВАЯ ДЕРЕВНЯ	ШЧ-13	5	1	23	1	70		106,25		36			1,17	1,17	0,00	0,00
НОВАЯ ДЕРЕВНЯ:ЛАХТ А	ШЧ-13	5	1	23	1	129	135	105,75		2			2,15	2,15	2,25	2,25

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
НОВГОРОД-ЛУЖСКИЙ	ШЧ-12	4	1	10				152,5		1			2,54	2,54	0,00	0,00
НОВГОРОД-ЛУЖСКИЙ:НОВГОРОД-НА-ВОЛХОВЕ	ШЧ-12	5	1	10				152,5					2,54	2,54	0,00	0,00
НОВГОРОД-НА-ВОЛХОВЕ	ШЧ-12	5	1	12	1	7	4	132,5		180	2	43	0,12	0,28	0,07	0,07
НОВИНКА	ШЧ-9	2	3	73	3	344	7	120		84	4	93	1,91	1,04	0,12	0,04
НОВИНКА : ЧАЩА	ШЧ-9	2	3	35	2	65	98	120		3	1	40	0,54	0,58	1,63	0,82
НОВОИЗБОРСК	ШЧ-15	4	1	30				193	101	33			3,22	3,22	0,00	0,00
НОВОИЗБОРСК : ЛИВАМЯЭ	ШЧ-15	4	1	15	2	112		235	4				0,93	0,93	0,00	0,00
НОВОЛИСИНО	ШЧ-12	2	6	42				120	269	77			2,00	2,00	0,00	0,00
НОВОЛИСИНО : ЛУСТОВКА	ШЧ-12	5	1	3				142,5					2,38	2,38	0,00	0,00
НОВОЛИСИНО : СТЕКОЛЬНЫЙ	ШЧ-12	2	6	42				120	1	1			2,00	2,00	0,00	0,00
НОВОСЕЛЬЕ	ШЧ-15	3	1	40	1	122	11	180					2,03	2,03	0,18	0,18
НОВОСЕЛЬЕ : МОЛОДИ	ШЧ-15	3	1	20	1	115	73	180					1,92	1,92	1,22	1,22
НОВОСОКОЛЬНИКИ	ШЧ-23	3	1	70	7	312	501	180		130	1	63	0,74	0,78	8,35	1,19
НОВОСОКОЛЬНИКИ:ВЛАСЬЕ	ШЧ-23	3	1	12	1	95	11	180		7	1	9	1,58	0,87	0,18	0,18
НОВОСОКОЛЬНИКИ:ВЫДУМКА	ШЧ-23	3	1	34				178,5		5			2,98	2,98	0,00	0,00
НОВОХОВАНСК	ШЧ-23	5	1	6				240		50			4,00	4,00	0,00	0,00
НОВОХОВАНСК : АЛЕЩА	ШЧ-23	5	1	6				240		2			4,00	4,00	0,00	0,00
НОВЫЕ ПЕСКИ	ШЧ-17	4	1	17				240		47			4,00	4,00	0,00	0,00
НОВЫЕ ПЕСКИ : ИМАТОЗЕРО	ШЧ-17	4	1	17				240		5			4,00	4,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
НОВЫЙ БЫТ	ШЧ-10	1	5	101	1	59	106	105	113	157	1	36	0,98	0,79	1,77	1,77
НОВЫЙ БЫТ : ПУПЫШЕВО	ШЧ-10	1	5	101	3	340	695	92,5	27	52	1	159	1,89	2,08	11,58	3,86
НОВЫЙ ПЕТЕРГОФ	ШЧ-14	4	1	50	1	125	23	110		57	1	55	2,08	1,50	0,38	0,38
НОВЫЙ ПЕТЕРГОФ:ОРА НИЕНБАУМ	ШЧ-14	4	1	50	1	85	16	100		12	2	109	1,42	1,08	0,27	0,27
НОВЫЙ ПОРТ	ШЧ-9	4	1	19				120		334			2,00	2,00	0,00	0,00
НОВЫЙ ПОСЕЛОК	ШЧ-17	3	1	45	2	331	128	180	28	79			2,76	2,76	2,13	1,07
НОВЫЙ ПОСЕЛОК:КЯП ПЕСЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	45	4	431	452	180	27	51	5	317	1,80	1,39	7,53	1,88
НУРМА	ШЧ-5	5	1	9	1	82	9	96,25		54			1,37	1,37	0,15	0,15
НУРМА : ШАПКИ	ШЧ-5	5	1	9				96,25					1,60	1,60	0,00	0,00
НЮХЧА	ШЧ-22	2	4	27	1	81		120		62	4	399	1,35	1,60	0,00	0,00
НЮХЧА : МАЛЕНЬГА	ШЧ-22	2	4	27	4	240	369	120		14	1	55	1,00	0,98	6,15	1,54
НЯЛ	ШЧ-21	5	1	6				220		64	1	72	3,67	1,20	0,00	0,00
НЯМ-ОЗЕРО	ШЧ-20	5	1	3				223,75		3			3,73	3,73	0,00	0,00
НЯМ- ОЗЕРО:АЛАКУР ТТИ	ШЧ-20	5	1	3				223,75		1			3,73	3,73	0,00	0,00
ОБОВРАЖЬЕ	ШЧ-24	3	1	31	2	190	115	180		18	1	29	1,58	1,22	1,92	0,96
ОБОВРАЖЬЕ:П ОГОРЕЛОЕ ГОРОДИЩЕ	ШЧ-24	3	1	31				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ОВИНИЩЕ I	ШЧ-3	4	1	11				157,5		13			2,63	2,63	0,00	0,00
ОВИНИЩЕ II	ШЧ-3	4	1	11				207,5		7			3,46	3,46	0,00	0,00
ОВИНИЩЕ II : ВЕСЬЕГОНСК	ШЧ-3	5	1	3				227,5			1	74	3,79	1,23	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ОВИНИЩЕ II : ОВИНИЩЕ I	ШЧ-3	4	1	11				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ОГАРЕВО	ШЧ-8	5	1	5				195		14			3,25	3,25	0,00	0,00
ОГАРЕВО : КАБОЖА	ШЧ-8	5	1	5				195					3,25	3,25	0,00	0,00
ОКУЛОВКА	ШЧ-5	1	1	83	2	25	100	76	205	345	6	148	0,21	0,36	1,67	0,83
ОКУЛОВКА : ПОДДУБЬЕ	ШЧ-5	5	1	4			0	202,5		6			3,38	3,38	0,00	0,00
ОКУЛОВКА : УГЛОВКА	ШЧ-4	1	1	83	1	1	6	82,5	27	14			1,38	1,38	0,10	0,10
ОЛЕНЕГОРСК	ШЧ-21	3	1	31	6	263	126	95		142	2	46	0,73	0,64	2,10	0,35
ОЛЕНЕГОРСК : МОНЧЕГОРСК	ШЧ-21	5	1	6				130		2			2,17	2,17	0,00	0,00
ОЛЕНЕГОРСК:БЛО К ПОСТ 1340 КМ	ШЧ-21	3	1	31				125					2,08	2,08	0,00	0,00
ОЛЕНИНО	ШЧ-24	3	1	27	4	381	244	180		36	1	51	1,59	1,44	4,07	1,02
ОЛЕНИНО : ИЛЬМАНОВКА	ШЧ-24	3	1	27				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ОЛОНЕЦ	ШЧ-10	5	1	6	1	165	50	227,5		14			2,75	2,75	0,83	0,83
ОЛОНЕЦ : ЛОДЕЙН ПОЛЕ	ШЧ-10	5	1	6				227,5		4			3,79	3,79	0,00	0,00
ОНЕЖСКИЙ	ШЧ-17	3	1	46	2	139	103	165	34	105	1	70	1,16	1,16	1,72	0,86
ОНЕЖСКИЙ : ГОЛИКОВКА	ШЧ-17	3	1	46	1	25	25	165	10	10	1	7	0,42	0,27	0,42	0,42
ОПУХЛИКИ	ШЧ-23	5	1	6	1	38	10	240		40			0,63	0,63	0,17	0,17
ОРАНИЕНБАУМ	ШЧ-14	4	1	28	5	396	119	87,5		138	1	60	1,32	1,27	1,98	0,40
ОРАНИЕНБАУМ : БРОНКА	ШЧ-14	4	1	28				120		1			2,00	2,00	0,00	0,00
ОРЕДЕЖ	ШЧ-9	2	3	49	2	344	562	120		208	2	100	2,87	1,85	9,37	4,68
ОРЕДЕЖ : ЗАКЛИНЬЕ	ШЧ-15	3	1	24			0	180		19			3,00	3,00	0,00	0,00
ОРЕХОВО	ШЧ-11	3	1	47				112,5		69	2	92	1,88	0,77	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ОРЕХОВО : СОСНОВО	ШЧ-11	3	1	47	2	88	63	120		1	2	44	0,73	0,55	1,05	0,53
ОСЕЧЕНКА	ШЧ-4	1	1	76	1	24	6	60	90	65	1	75	0,40	0,83	0,10	0,10
ОСЕЧЕНКА : СПИРОВО	ШЧ-4	1	1	76	1	165		82,5	87	14	1	20	2,75	1,54	0,00	0,00
ОСТАНОВОЧН ЫЙ ПУНКТ 935 КМ	ШЧ-19	2	4	35	1	124	154	120		42			2,07	2,07	2,57	2,57
ОСТАНОВОЧН ЫЙ ПУНКТ 61 КМ:ИРСА	ШЧ-12	3	1	13				142,5		1	1	37	2,38	0,62	0,00	0,00
ОСТАНОВОЧН ЫЙ ПУНКТ 63 КМ	ШЧ-12	3	1	40				127,5		4	3	92	2,13	0,51	0,00	0,00
ОСТАНОВОЧН ЫЙ ПУНКТ 63 КМ:ИРСА	ШЧ-12	5	1	3				132,5		2			2,21	2,21	0,00	0,00
ОСТАНОВОЧН ЫЙ ПУНКТ 63 КМ:КИРИШИ	ШЧ-12	3	1	40	2	167	90	117,5		4			1,39	1,39	1,50	0,75
ОСТАНОВОЧН ЫЙ ПУНКТ 63 КМ:ОСТАНОВО ЧНЫЙ ПУНКТ 61 КМ	ШЧ-12	5	1	6				142,5			1	6	2,38	0,10	0,00	0,00
ОСТАШКОВ	ШЧ-3	5	1	8	1	72	15	67,5		28	1	89	1,20	1,34	0,25	0,25
ОСТАШКОВ : ПЕНО	ШЧ-3	5	1	6				115		4			1,92	1,92	0,00	0,00
ОСТОЛОПОВО	ШЧ-3	4	1	11				132,5		16			2,21	2,21	0,00	0,00
ОСТОЛОПОВО : ОВИНИЩЕ I	ШЧ-3	4	1	11				205					3,42	3,42	0,00	0,00
ОСТРОВ	ШЧ-23	3	1	21				180		42			3,00	3,00	0,00	0,00
ОСТРОВ : БРЯНЧАНИНОВ О	ШЧ-23	3	1	21				141		8			2,35	2,35	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ОСУГА	ШЧ-24	5	1	6				210		25			3,50	3,50	0,00	0,00
ОСУГА : СЫЧЕВКА	ШЧ-24	4	1	4				210					3,50	3,50	0,00	0,00
ОТРАДНОЕ	ШЧ-11	3	1	25	4	639	436	30		45			2,66	2,66	7,27	1,82
ОТРАДНОЕ : МЮЛЛЮПЕЛЬТ О	ШЧ-11	3	1	25	2	533	291	30		4			0,50	0,50	4,85	2,43
ОЯТЬ-ВОЛХОВ : ЗАОСТРОВЬЕ	ШЧ-10	1	4	48	5	207	149	104,5	32	21	6	409	0,69	0,93	2,48	0,50
ПАВЛОВО-НА- НЕВЕ	ШЧ-11	2	3	44	4	239	235	113,5	1	170	2	156	1,00	1,10	3,92	0,98
ПАВЛОВО-НА- НЕВЕ : ГОРЫ	ШЧ-11	2	3	44	3	263	278	120		2	2	46	1,46	1,03	4,63	1,54
ПАВЛОВСК	ШЧ-9	2	3	178	6	616	361	120	40	305	3	62	1,71	1,26	6,02	1,00
ПАВЛОВСК : АНТРОПШИНО	ШЧ-9	2	3	77	2	119		120	2	39	1	21	0,99	0,78	0,00	0,00
ПАВЛОВСК : НОВОЛИСИНО	ШЧ-12	4	1	15	1	165	75	180		42	1	84	2,75	2,08	1,25	1,25
ПАВЛОВСКАЯ	ШЧ-12	4	1	12				142,5		3	6	371	2,38	1,03	0,00	0,00
ПАВЛОВСКАЯ : НОВГОРОД- ЛУЖ	ШЧ-12	4	1	10				142,5					2,38	2,38	0,00	0,00
ПАДОЗЕРО	ШЧ-17	4	1	17				240	12	55			4,00	4,00	0,00	0,00
ПАДОЗЕРО : ЧАЛНА- ОНЕЖСК	ШЧ-17	4	1	17				240		5			4,00	4,00	0,00	0,00
ПАНИКЛЯ	ШЧ-24	3	1	27				180		25	1	19	3,00	0,32	0,00	0,00
ПАНИКЛЯ : НЕЛИДОВО	ШЧ-24	3	1	27				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ПАНИНО	ШЧ-24	4	1	14				240		19			4,00	4,00	0,00	0,00
ПАНИНО : РЖЕВ-БЕЛ	ШЧ-24	4	1	14	1	27	27	210					0,45	0,45	0,45	0,45
ПАНЫШИНО	ШЧ-3	3	1	32				126,25		34	1	53	2,10	0,88	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПАНЫШИНО:Г РИБЛЯНКА	ШЧ-3	3	1	32	1	35		180		1			0,58	0,58	0,00	0,00
ПАРГОЛОВО	ШЧ-13	1	2	92	12	478	255,6	112,5	86	119			0,66	0,66	4,26	0,36
ПАРГОЛОВО : ЛЕВАШОВО	ШЧ-13	1	2	68				61,25					1,02	1,02	0,00	0,00
ПАРНАС	ШЧ-11	3	1	27	4	178	436	83		137	5	350	0,74	0,98	7,27	1,82
ПАРНАС : ПАРГОЛОВО	ШЧ-11	3	1	27	3	239	196	82,5		2	1	150	1,33	1,62	3,27	1,09
ПАРФИНО	ШЧ-15	3	1	52	5	137	211	173		51	2	37	0,46	0,41	3,52	0,70
ПАРФИНО : СТАРАЯ РУССА	ШЧ-15	3	1	26	1	30		180		5	1	25	0,50	0,46	0,00	0,00
ПАША	ШЧ-10	1	4	48	3	132	150	120	111	129	3	82	0,73	0,59	2,50	0,83
ПАША : ОЯТЬ- ВОЛХОВ	ШЧ-10	1	4	48	2	91	259	120	13	2	2	45	0,76	0,57	4,32	2,16
ПЕЛЛА	ШЧ-6	1	5	84	3	380	213	120	74	119			2,11	2,11	3,55	1,18
ПЕЛЛА : ГОРЫ	ШЧ-6	1	5	84	2	166	232	120	9	3			1,38	1,38	3,87	1,93
ПЕНИНГА	ШЧ-26	4	1	10	1	166	57	96,75		130	4	362	2,77	1,76	0,95	0,95
ПЕНИНГА : СОНОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	10				160,5			1	45	2,68	0,75	0,00	0,00
ПЕНО	ШЧ-3	5	1	6				90		14			1,50	1,50	0,00	0,00
ПЕНО : СОБЛАГО	ШЧ-3	5	1	6				106,25					1,77	1,77	0,00	0,00
ПЕРГУБА	ШЧ-17	3	1	45	6	771	980	180	33	99	2	154	2,14	1,93	16,33	2,72
ПЕРГУБА:ПРЕД МЕДГОРСКИЙ	ШЧ-17	3	1	45	2	96	336	30	18	3			0,80	0,80	5,60	2,80
ПЕРЕДОЛЬСКА Я	ШЧ-15	3	1	49	3	45	99	180		20	1	7	0,25	0,22	1,65	0,55
ПЕРЕДОЛЬСКА Я : КЧЕРЫ	ШЧ-15	3	1	31	1	40	94	180					0,67	0,67	1,57	1,57
ПЕРИ	ШЧ-11	3	1	53	4	188	328	112,5		110	6	338	0,78	0,88	5,47	1,37
ПЕРИ : ГРУЗИНО	ШЧ-11	3	1	53	1	126	98	112,5		8			2,10	2,10	1,63	1,63

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПЕРТОЗЕРО	ШЧ-26	3	1	7	2	387	41	129,75		50	3	463	3,23	2,83	0,68	0,34
ПЕРТОЗЕРО:ЛЕ ДМОЗЕРО II	ШЧ-26	3	1	7				171		4			2,85	2,85	0,00	0,00
ПЕСТОВО	ШЧ-8	4	1	9				195		15	2	68	3,25	0,57	0,00	0,00
ПЕСТОВО : САНДОВО	ШЧ-8	4	1	9				195		2			3,25	3,25	0,00	0,00
ПЕСЬ	ШЧ-8	4	1	12	2	158	73	172,5		72	1	53	1,32	1,17	1,22	0,61
ПЕСЬ : ХВОЙНАЯ	ШЧ-8	4	1	12	2	67	132	172,5		7			0,56	0,56	2,20	1,10
ПЕТРОГРАНИТ	ШЧ-26	4	1	14				96,75		60	2	132	1,61	1,10	0,00	0,00
ПЕТРОГРАНИТ : РУГОЛАМБИ	ШЧ-26	4	1	14				144		1	1	98	2,40	1,63	0,00	0,00
ПЕТРОЗАВОДС К	ШЧ-17	3	1	46	3	250	174	112,5	337	412	2	85	1,39	1,12	2,90	0,97
ПЕТРОЗАВОДС К : ТОМИЦЫ	ШЧ-17	3	1	45				180	12	37			3,00	3,00	0,00	0,00
ПЕТРОКРЕПОС ТЬ	ШЧ-11	4	1	21	6	314	299	120		101			0,87	0,87	4,98	0,83
ПЕТРОКРЕПОС ТЬ:НЕВСКАЯ ДУБРОВКА	ШЧ-11	4	1	15				127,5		5	1	5	2,13	2,13	0,00	0,00
ПЕЧОРЫ- ПСКОВ : КОЙДУЛА	ШЧ-15	5	1	1				205					3,42	3,42	0,00	0,00
ПЕЧОРЫ- ПСКОВСКИЕ	ШЧ-15	4	1	26				163	196	50			2,72	2,72	0,00	0,00
ПИЙТСИЕКИ	ШЧ-17	4	1	12	4	707	206	232,5		53	3	522	2,95	2,93	3,43	0,86
ПИКАЛЕВО I	ШЧ-8	1	5	99	6	161	421	120	442	175			0,45	0,45	7,02	1,17
ПИКАЛЕВО I : ПИКАЛЕВО II	ШЧ-8	1	5	99	2	194	305	120	127	7			1,62	1,62	5,08	2,54
ПИКАЛЕВО II	ШЧ-8	1	5	99	8	366	635	120	252	176	1	30	0,76	0,73	10,58	1,32
ПИКАЛЕВО II : КОЛИ	ШЧ-8	1	5	94	10	315	1683	120	228	25	2	62	0,53	0,52	28,05	2,81
ПИНОЗЕРО	ШЧ-20	2	4	65	3	162	67	120	25	95	2	67	0,90	0,76	1,12	0,37

Продолжение Таблицы П.3.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПИНОЗЕРО : ПОЛЯРНЫЕ ЗОРИ	ШЧ-20	2	4	65				120	1	2			2,00	2,00	0,00	0,00
ПИНОЗЕРО : УПОЛОКША	ШЧ-20	3	1	9	1	124	114	180		1			2,07	2,07	1,90	1,90
ПИСКАРЕВКА	ШЧ-11	2	3	102	7	253	475	76		89	2	43	0,60	0,55	7,92	1,13
ПИСКАРЕВКА : РЖЕВКА	ШЧ-11	2	3	57	2	164	200	79,5		1			1,37	1,37	3,33	1,67
ПИСКАРЕВКА : РУЧЬИ	ШЧ-11	4	1	34				78		2			1,30	1,30	0,00	0,00
ПИТКЯРАНТА	ШЧ-10	5	1	6				240		7			4,00	4,00	0,00	0,00
ПИТКЯРАНТА : САЛМИ	ШЧ-10	5	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ПИХТОВОЕ	ШЧ-13	3	1	28				179,5	7	75	5	260	2,99	0,87	0,00	0,00
ПИХТОВОЕ : ВЫБОРГ	#Н/Д	3	1	15	2	80	195	30	1	28	2	378	0,67	1,91	3,25	1,63
ПИХТОВОЕ : ВЫСОЦК	ШЧ-13	3	1	13	1	254	48	180					3,00	3,00	0,80	0,80
ПИХТОВОЕ : МАТРОСОВО	ШЧ-13	3	1	28				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ПИЩАЛКИНО : СОНКОВО	ШЧ-3	3	1	32				105					1,75	1,75	0,00	0,00
ПЛАТИЩЕНКА	ШЧ-3	3	1	32	2	126	297	105		55	1	25	1,05	0,84	4,95	2,48
ПЛОТОВЕЦ	ШЧ-23	3	1	41	2	245	18	136,5		40			2,04	2,04	0,30	0,15
ПЛОТОВЕЦ : ЧИХАЧЕВО	ШЧ-23	3	1	41	4	307	118	160,5		2	2	155	1,28	1,28	1,97	0,49
ПЛЮССА	ШЧ-15	3	1	40				173		25			2,88	2,88	0,00	0,00
ПЛЮССА : СТРУГИ КРАСН	ШЧ-15	3	1	20	1	59	8	180			2	164	0,98	1,24	0,13	0,13
ПОВАРОВО I	ШЧ-1	1	2	166	5	380	586	86,25	348	242	1	19	1,27	1,11	9,77	1,95
ПОВАРОВО I : КРЮКОВО	ШЧ-1	1	2	169	2	135	124,3	77,5	11	17			1,13	1,13	2,07	1,04
ПОВАРОВО I : ПОВАРОВО II	ШЧ-1	4	1	40				100					1,67	1,67	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПОВАРОВО I : ПОВАРОВО III	ШЧ-1	5	1	3				100					1,67	1,67	0,00	0,00
ПОГОРЕЛОЕ ГОРОДИЩЕ	ШЧ-24	3	1	31				180		27	2	51	3,00	0,43	0,00	0,00
ПОГОРЕЛОЕ ГОРОДИЩЕ:КУР КОВО	ШЧ-24	3	1	31				180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
ПОГОСТЬЕ	ШЧ-12	3	1	40	2	308	113,4	162,5		64			2,57	2,57	1,89	0,95
ПОГОСТЬЕ : ЖАРОК	ШЧ-12	3	1	40	1	52	14	162,5		3	2	77	0,87	0,72	0,23	0,23
ПОДБЕРЕЗЬЕ	ШЧ-12	4	1	17	2	485	57	162,5		32	4	61	2,71	1,52	0,95	0,48
ПОДБЕРЕЗЬЕ:РАЗ ЪЕЗД 64 КМ	ШЧ-12	4	1	15	1	137	58	162,5			4	114	2,28	0,84	0,97	0,97
ПОДБОРОВЬЕ	ШЧ-8	1	5	99	1	8	16	120	284	115	3	53	0,13	0,25	0,27	0,27
ПОДБОРОВЬЕ : ЗАБОРЬЕ	ШЧ-8	1	5	94	1	31		120	145	6			0,52	0,52	0,00	0,00
ПОДБОРОВЬЕ : ЧАГОДА	ШЧ-8	5	1	5				195	8				3,25	3,25	0,00	0,00
ПОДДУБЬЕ	ШЧ-8	5	1	4				202,5		79	1	138	3,38	2,30	0,00	0,00
ПОДДУБЬЕ : КОТОВО	ШЧ-8	5	1	4				202,5					3,38	3,38	0,00	0,00
ПОДОБИНО	ШЧ-3	3	1	32	5	317	137	95		62	4	110	1,06	0,79	2,28	0,46
ПОДОБИНО : БЕЖЕЦК	ШЧ-3	3	1	32	2	310		85		13			2,58	2,58	0,00	0,00
ПОДПОРОЖЬЕ	ШЧ-10	3	1	45	2	42	96	180	130	80			0,35	0,35	1,60	0,80
ПОДПОРОЖЬЕ : БП 284 КМ	ШЧ-10	3	1	45	1	90	13	122,5	57	8	1	14	1,50	0,87	0,22	0,22
ПОДСЕВЫ	ШЧ-15	3	1	54	2	74	75	180		43	1	47	0,62	0,67	1,25	0,63
ПОДСЕВЫ : ВЕШКИ	ШЧ-15	3	1	27	2	90	0,2	180		3	1	21	0,75	0,62	0,00	0,00
ПОДСОЛНЕЧНА Я	ШЧ-1	1	2	166	10	178	598	63,75	291	262	3	55	0,30	0,30	9,97	1,00
ПОДСОЛНЕЧНА Я : ПОВАРОВО I	ШЧ-1	1	2	166				100	7	9			1,67	1,67	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПОДСОСЕНКА	ШЧ-24	3	1	30	3	529	193	180		46	2	287	2,94	2,72	3,22	1,07
ПОДСОСЕНКА : ЗЕМЦЫ	ШЧ-24	3	1	30	4	285	915	180		1			1,19	1,19	15,25	3,81
ПОЛА	ШЧ-15	3	1	52	1	18	24	180					0,30	0,30	0,40	0,40
ПОЛА : ПАРФИНО	ШЧ-15	3	1	26	1	42	181	180		1			0,70	0,70	3,02	3,02
ПОЛКОВАЯ	ШЧ-15	4	1	30				213	83	33	1	55	3,55	0,92	0,00	0,00
ПОЛКОВАЯ : МОГЛИНО	ШЧ-15	4	1	15				215	18				3,58	3,58	0,00	0,00
ПОЛОНКА	ШЧ-15	2	4	54				120		23			2,00	2,00	0,00	0,00
ПОЛОНКА : ДНО	ШЧ-15	2	4	27	1	105	45	120		1			1,75	1,75	0,75	0,75
ПОЛЮСТРОВО	ШЧ-11	3	1	58	3	250	74	76,5		138	5	280	1,39	1,10	1,23	0,41
ПОЛЮСТРОВО : ПИСКАРЕВКА	ШЧ-11	4	1	21				76,5		1			1,28	1,28	0,00	0,00
ПОЛЯРНЫЕ ЗОРИ	ШЧ-20	2	4	65	4	169	276	120	10	97	1	32	0,70	0,67	4,60	1,15
ПОЛЯРНЫЕ ЗОРИ : БП НИВА	ШЧ-20	2	4	65	2	143	222	120			1	26	1,19	0,94	3,70	1,85
ПОЛЯРНЫЙ КРУГ	ШЧ-20	2	4	56	5	401	215,6	120	15	69	3	500	1,34	1,88	3,59	0,72
ПОЛЯРНЫЙ КРУГ:ПОЯКОНД А	ШЧ-20	2	4	56	8	1274	572	120	5	5	2	81	2,65	2,26	9,53	1,19
ПОНЬГОМА	ШЧ-19	2	4	35	3	297	156	120		95	2	10	1,65	1,02	2,60	0,87
ПОНЬГОМА : КУЗЕМА	ШЧ-19	2	4	35	5	528	363	120		5			1,76	1,76	6,05	1,21
ПОРОГИ	ШЧ-10	1	4	29				77,5	184	129	2	71	1,29	0,59	0,00	0,00
ПОРОГИ : КУКОЛЬ	ШЧ-10	1	4	41	1	39	9	97,5	18	1	1	60	0,65	0,83	0,15	0,15
ПОРОГИ : ТЕРЕБОЧЕВО	ШЧ-10	3	1	13	1	18		180		1			0,30	0,30	0,00	0,00
ПОРОСОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	14	2	140	37	108,75		98	2	160	1,17	1,25	0,62	0,31

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

ПОРОСОЗЕРО : АКОНЬЯРВИ	ШЧ-26	4	1	14				153		1			2,55	2,55	0,00	0,00
ПОРХОВ	ШЧ-15	3	1	55	2	157	310	173		61	1	38	1,31	1,08	5,17	2,58
ПОРХОВ : ЛУНЕВО	ШЧ-15	3	1	27	10	640	525	180		2	2	57	1,07	0,97	8,75	0,88
ПОСАДНИКОВ О	ШЧ-12	3	1	40	1	5	19	142,5		105	2	56	2,38	0,34	0,32	0,32
ПОСАДНИКОВ О:ОСТАНОВОЧ НЫЙ ПУНКТ 63 КМ	ШЧ-12	3	1	40				132,5		1	1	61	2,21	1,02	0,00	0,00
ПОСЕЛОК	ШЧ-9	5	1	21	1	161	41	180		234	1	40	2,68	1,68	0,68	0,68
ПОСИНЬ	ШЧ-23	3	1	34				180		23			3,00	3,00	0,00	0,00
ПОСИНЬ : ЗИЛУПЕ	ШЧ-23	3	1	34				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ПОЯКОНДА	ШЧ-20	2	4	56	3	314	607	120	23	43	1	44	1,74	1,49	10,12	3,37
ПОЯКОНДА : БП 1093 КМ	ШЧ-20	2	4	56	1	39	110	120	6	2			0,65	0,65	1,83	1,83
ПРЕДМЕДГОРС КИЙ	ШЧ-17	3	1	45	4	292	90	30	34	106	3	249	1,22	1,29	1,50	0,38
ПРЕДМЕДГОРС КИЙ:МЕДВЕЖЬ Я ГОРА	ШЧ-17	3	1	45	1	28	72	30					0,47	0,47	1,20	1,20
ПРЕДПОРТОВА Я	ШЧ-14	3	1	35	10	734	1198	107,5		191	4	316	1,22	1,25	19,97	2,00
ПРЕДПОРТОВА Я : АВТОВО	ШЧ-14	5	1	17	1	12	142	180		10			0,20	0,20	2,37	2,37
ПРЕДПОРТОВА Я : ЛИГОВО	ШЧ-14	4	1	10				102,5		2			1,71	1,71	0,00	0,00
ПРЕДПОРТОВА Я : НАРВСКАЯ	ШЧ-14	5	1	22	1	345	202	180		10			3,00	3,00	3,37	3,37
ПРЕДПОРТОВА Я : ШОССЕЙНАЯ	ШЧ-14	3	1	35				112,5		5			1,88	1,88	0,00	0,00
ПРИБЫЛОВО	ШЧ-13	5	1	4				172		22	1	59	2,87	0,98	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

ПРИБЫЛОВО : СОВЕТСКИЙ	ШЧ-13	5	1	4				172	21	7			2,87	2,87	0,00	0,00
ПРИВЕТНЕНСК : КУОЛЕМАЯРВИ	ШЧ-13	5	1	4				188,5					3,14	3,14	0,00	0,00
ПРИВЕТНЕНСКО Е	ШЧ-13	5	1	4	2	223	51	173,5		8	2	295	1,86	2,16	0,85	0,43
ПРИГОРОДНАЯ	ШЧ-13	1	2	35				120	91	88	2	43	2,00	0,36	0,00	0,00
ПРИГОРОДНАЯ : ЛУЖАЙКА	ШЧ-13	1	2	35	1	90	210	120	14	12			1,50	1,50	3,50	3,50
ПРИМОРСК	ШЧ-13	5	1	4	3	198	15	173,5		31	1	75	1,10	1,14	0,25	0,08
ПРИМОРСК : ПРИБЫЛОВО	ШЧ-13	5	1	4				187		4			3,12	3,12	0,00	0,00
ПРИОЗЕРСК	ШЧ-11	3	1	25	2	47	25	30		114			0,39	0,39	0,42	0,21
ПРИОЗЕРСК : КУЗНЕЧНОЕ	ШЧ-11	3	1	23	3	756	371	30		1			0,50	0,50	6,18	2,06
ПРОЛИВЫ	ШЧ-20	2	4	56				120	4	34	3	227	2,00	1,26	0,00	0,00
ПРОЛИВЫ:КАНД АЛАКША	ШЧ-20	2	4	56	3	188	343	120	2	6			1,04	1,04	5,72	1,91
ПРОМЫШЛЕНН АЯ	ШЧ-21	5	1	6				100		18			1,67	1,67	0,00	0,00
ПРУДЫ	ШЧ-11	4	1	10				240		2	3	119	4,00	0,66	0,00	0,00
ПРУДЫ : ЛЕСОГОРСКИЙ	ШЧ-11	4	1	9				240					4,00	4,00	0,00	0,00
ПСКОВ II	ШЧ-15	4	1	30				183		1	1	1	3,05	3,05	0,00	0,00
ПСКОВ II:ПОЛКОВАЯ	ШЧ-15	4	1	15	1	80	79	205		1			1,33	1,33	1,32	1,32
ПСКОВ II:ПСКОВ- ТОВАРНЫЙ	ШЧ-15	3	1	2				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ПСКОВ-ПАС : ПСКОВ II	ШЧ-15	4	1	13				205					3,42	3,42	0,00	0,00
ПСКОВ- ПАССАЖИРСКИ Й	ШЧ-15	3	1	30				180		41			3,00	3,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

ПСКОВ-ПАССАЖИРСКИЙ: ПСКОВ-ТОВАРНЫЙ	ШЧ-15	3	1	15				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ПСКОВ-ТОВ : ПСКОВ-ТУРИСТ	ШЧ-15	3	1	13				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ПСКОВ-ТОВАРНЫЙ	ШЧ-15	3	1	26	1	52	95	180		78			0,87	0,87	1,58	1,58
ПСКОВ-ТУРИСТ : ЧЕРЕХА	ШЧ-23	3	1	21	2	75	30	180		5	1	59	0,63	0,74	0,50	0,25
ПСКОВ-ТУРИСТСКИЙ	ШЧ-15	3	1	26				180		66			3,00	3,00	0,00	0,00
ПУДОСТЬ	ШЧ-14	5	1	34	1	77	61	107,5		20	2	81	1,28	0,88	1,02	1,02
ПУДОСТЬ: ГАТЧИНА-ПАССАЖИРСКАЯ-БАЛТИЙСКАЯ	ШЧ-14	5	1	34				107,5		1			1,79	1,79	0,00	0,00
ПУЛОЗЕРО	ШЧ-21	3	1	31	2	509	232,9	170		60			2,83	2,83	3,88	1,94
ПУЛОЗЕРО : ТАЙБОЛА	ШЧ-21	3	1	31	5	574	489	180		2	2	15	1,91	1,40	8,15	1,63
ПУПЫШЕВО	ШЧ-10	1	5	101	6	322	1476	92,5	146	130	3	90	0,89	0,76	24,60	4,10
ПУПЫШЕВО : БП 116 КМ	ШЧ-10	1	5	101	2	35	222	82,5	15	11			0,29	0,29	3,70	1,85
ПУСТОШКА	ШЧ-23	3	1	34				180		35			3,00	3,00	0,00	0,00
ПУСТОШКА : БРЫКАНОВО	ШЧ-23	3	1	34				180		2			3,00	3,00	0,00	0,00
ПУСТЫНЬКА	ШЧ-6	2	6	44	2	86	439	112,5	25	28	1	50	0,72	0,76	7,32	3,66
ПУСТЫНЬКА: ВС ПОМОГАТЕЛЬНЫЙ ПОСТ 22 КМ	ШЧ-6	2	6	44				120	1		1	58	2,00	0,97	0,00	0,00
ПЧЕВЖА	ШЧ-12	3	1	18	3	98	204	132,5		67	2	120	0,54	0,73	3,40	1,13
ПЧЕВЖА : БУДОГОЦЬ	ШЧ-12	3	1	18	2	285	184	132,5	17		4	108	2,38	1,09	3,07	1,53

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ПЫТАЛОВО	ШЧ-23	3	1	21				148,5		49			2,48	2,48	0,00	0,00
ПЫТАЛОВО : БЕЛКИНО	ШЧ-23	4	1	21	1	10	40	189		4			0,17	0,17	0,67	0,67
ПЯЖИЕВА СЕЛ : ДЕРЕВЯНКА	ШЧ-17	3	1	46	2	97	160	180	6	30	2	70	0,81	0,70	2,67	1,33
ПЯЖИЕВА СЕЛЬГА	ШЧ-17	3	1	46				180	16	70	1	16	3,00	0,27	0,00	0,00
ПЯЙВЕ	ШЧ-21	5	1	6				160		39			2,67	2,67	0,00	0,00
ПЯЙВЕ : НЯЛ	ШЧ-21	5	1	6				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
ПЯОЗЕРО	ШЧ-20	5	1	3				240		28			4,00	4,00	0,00	0,00
РАДОФИННИК : РОГАВКА	ШЧ-12	5	1	3				222,5					3,71	3,71	0,00	0,00
РАДОФИННИКО ВО	ШЧ-12	5	1	3				172,5		9	2	87	2,88	0,73	0,00	0,00
РАЗЪЕЗД 135 КМ	ШЧ-14	3	1	15	1	43	38	122,5	7	11	1	40	0,72	0,69	0,63	0,63
РАЗЪЕЗД 24 КМ	ШЧ-26	4	1	13				92,25		80	3	295	1,54	1,64	0,00	0,00
РАЗЪЕЗД 241 КМ	ШЧ-15	3	1	56	4	153	7	173		18	3	106	0,64	0,62	0,12	0,03
РАЗЪЕЗД 241 КМ:ДНО	ШЧ-15	3	1	32				180		2	2	48	3,00	0,40	0,00	0,00
РАЗЪЕЗД 451 КМ	ШЧ-23	3	1	12	3	220	27	154,5		29	1	4	1,22	0,93	0,45	0,15
РАЗЪЕЗД 451 КМ:ГОРУШКИ- НЕВЕЛЬСКИЕ	ШЧ-23	3	1	12	2	311	105	177		1			2,59	2,59	1,75	0,88
РАЗЪЕЗД 64 КМ	ШЧ-12	4	1	17				152,5		39	4	170	2,54	0,71	0,00	0,00
РАЗЪЕЗД 64 КМ:ПАВЛОВСКА Я	ШЧ-12	4	1	17				142,5			4	596	2,38	2,48	0,00	0,00
РАЙКОНКОСКИ	ШЧ-17	4	1	12				232,5		45	2	180	3,88	1,50	0,00	0,00
РАЙКОНКОСКИ : ЛОЙМОЛА	ШЧ-17	4	1	12				232,5					3,88	3,88	0,00	0,00
РАМЕНЦЫ	ШЧ-22	3	1	23	4	780	155	180	28	89	3	543	3,25	3,15	2,58	0,65

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

РАМЕНЦЫ : УРОСОЗЕРО	ШЧ-22	3	1	23	4	295	280	180	27	8	7	759	1,23	1,60	4,67	1,17
РАНЦЕВО	ШЧ-24	5	1	5				240		8			4,00	4,00	0,00	0,00
РАНЦЕВО : СЕЛИЖАРОВО	ШЧ-24	5	1	5				240					4,00	4,00	0,00	0,00
РЕДКИНО	ШЧ-1	1	2	93	2	47	47	63,75	151	152	3	27	0,39	0,25	0,78	0,39
РЕДКИНО : ЗАВИДОВО	ШЧ-1	1	2	93	3	127	49	112,5	31	14			0,71	0,71	0,82	0,27
РЕШЕТНИКОВ О	ШЧ-1	1	2	93	3	87		67,5	48	30	2	19	0,48	0,35	0,00	0,00
РЕШЕТНИКОВ О : КЛИН	ШЧ-1	1	2	93				117,5	9	6			1,96	1,96	0,00	0,00
РЕШЕТНИКОВ О:КОНАКОВСК ИЙ МОХ	ШЧ-1	4	1	9				105		1			1,75	1,75	0,00	0,00
РЖЕВ-БАЛТ : МУРАВЬЕВО	ШЧ-24	3	1	27	1	322	35	180			3	399	3,00	3,00	0,58	0,58
РЖЕВ-БАЛТ : РОЖДЕСТВЕНО	ШЧ-24	5	1	6	1	40	40	210					0,67	0,67	0,67	0,67
РЖЕВ- БАЛТИЙСКИЙ	ШЧ-24	3	1	31	1	72	75,4	150		201	5	315	1,20	1,08	1,26	1,26
РЖЕВ-БЕЛ : МЕЛИХОВО	ШЧ-24	4	1	14	1	160	5	180			2	147	2,67	1,71	0,08	0,08
РЖЕВ- БЕЛОРУССКИЙ	ШЧ-24	4	1	14				150		11			2,50	2,50	0,00	0,00
РЖЕВКА	ШЧ-11	2	3	57	6	606	64	77	1	104	2	191	1,68	1,66	1,07	0,18
РЖЕВКА : МЕЛЬНИЧНЫЙ РУЧЕЙ	ШЧ-11	4	1	40				90		7	5	407	1,50	1,36	0,00	0,00
РЗД 135 КМ : ВЕЙМАРН	ШЧ-14	3	1	15				97,5		3	2	371	1,63	3,09	0,00	0,00
РЗД 24 КМ : КИМАСОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	13				133,5		16	1	136	2,23	2,27	0,00	0,00
РИГОЗЕРО	ШЧ-22	3	1	23	3	247	805	180	39	79	3	347	1,37	1,65	13,42	4,47
РИГОЗЕРО : ШПАЛОВОЙ	ШЧ-22	3	1	23	3	228	444	180	9	5	1	133	1,27	1,50	7,40	2,47

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----



РИТУПЕ	ШЧ-23	3	1	21				118,5		26			1,98	1,98	0,00	0,00
РИТУПЕ : ПЫТАЛОВО	ШЧ-23	3	1	21	3	259	100	159		11			1,44	1,44	1,67	0,56
РОГАВКА	ШЧ-12	5	1	3				202,5		12			3,38	3,38	0,00	0,00
РОГАВКА : ВЯЖИЩЕ	ШЧ-12	5	1	2				192,5					3,21	3,21	0,00	0,00
РОЖДЕСТВЕНО	ШЧ-24	5	1	6				210		12			3,50	3,50	0,00	0,00
РОЩА	ШЧ-15	3	1	56	3	307	358,3	180		35	1	49	1,71	1,48	5,97	1,99
РОЩА : ПОРХОВ	ШЧ-15	3	1	28	4	298	72	180					1,24	1,24	1,20	0,30
РОЩИНО	ШЧ-13	1	2	70				120	110	96			2,00	2,00	0,00	0,00
РОЩИНО : КАННЕЛЬЯРВИ	ШЧ-13	1	2	65	5	310	480	120	49	16			1,03	1,03	8,00	1,60
РУГОЛАМБИ	ШЧ-26	4	1	14				99,75		41	3	671	1,66	3,73	0,00	0,00
РУГОЛАМБИ : СУККОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	14				214,5					3,58	3,58	0,00	0,00
РУДНИЧНАЯ	ШЧ-14	5	1	2	1	56	1	165		12			0,93	0,93	0,02	0,02
РУДНИЧНАЯ : ВЕРВЕНКА	ШЧ-14	5	1	2				165					2,75	2,75	0,00	0,00
РУДНЫЙ	ШЧ-21	3	1	43				140		51	3	512	2,33	2,84	0,00	0,00
РУДНЫЙ : КУНА	ШЧ-21	3	1	43				180		1	1	105	3,00	1,75	0,00	0,00
РУЙГА	ШЧ-22	2	4	27	3	290	485	120		50	1	75	1,61	1,52	8,08	2,69
РУЙГА : НЮХЧА	ШЧ-22	2	4	27	2	137	127	120		31	2	93	1,14	0,96	2,12	1,06
РУСАНОВО	ШЧ-24	3	1	25	2	290	295	180		11	1	132	2,42	2,34	4,92	2,46
РУСАНОВО : ЖИЖИЦА	ШЧ-23	3	1	43	1	34	10	180					0,57	0,57	0,17	0,17
РУЧЬИ	ШЧ-11	3	1	77	15	1245	1944	82,5		197	4	231	1,38	1,29	32,40	2,16
РУЧЬИ : ДЕВЯТКИНО	ШЧ-11	3	1	77	1	105	75	82,5		2			1,75	1,75	1,25	1,25

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
РУЧЬИ : ПАРНАС	ШЧ-11	3	1	27	3	202	278	82,5		1	2	112	1,12	1,05	4,63	1,54
РУЧЬИ : ПИСКАРЕВКА	ШЧ-11	4	1	34				78		1			1,30	1,30	0,00	0,00
РУЧЬИ : ПОЛЮСТРОВО	ШЧ-11	3	1	43	1	34		82,5		4			0,57	0,57	0,00	0,00
РУЧЬИ- КАРЕЛЬСКИЕ	ШЧ-20	2	4	56	4	322	243,7	120	19	108	8	1222	1,34	2,14	4,06	1,02
РУЧЬИ- КАРЕЛЬСКИЕ:БЕЛ ОЕ МОРЕ	ШЧ-20	2	4	56	2	122		120	1	9			1,02	1,02	0,00	0,00
РУЧЬИ- КАРЕЛЬСКИЕ:НЯ М-ОЗЕРО	ШЧ-20	5	1	3				223,75					3,73	3,73	0,00	0,00
РЬБАЦКОЕ	ШЧ-6	1	5	84	3	174	799	97,5		164			0,97	0,97	13,32	4,44
РЬБАЦКОЕ : ИЖОРЫ	ШЧ-6	1	5	84				120					2,00	2,00	0,00	0,00
РЬБАЦКОЕ : КУПЧИНСКАЯ	ШЧ-6	4	1	10			0	240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
РЯБОВО	ШЧ-5	1	2	88	5	171	132	30	103	106	6	78	0,57	0,38	2,20	0,44
РЯБОВО : ЛЮБАНЬ	ШЧ-5	1	2	88				30	18	8	1	5	0,50	0,50	0,00	0,00
САБЛИНО	ШЧ-5	1	2	134	7	235	251	42,25	129	201			0,56	0,56	4,18	0,60
САБЛИНО : ТОСНО	ШЧ-5	1	2	134	3	81	51	37,5	34	3			0,45	0,45	0,85	0,28
САБЛИНО:ВСПОМ ОГАТЕЛЬНЫЙ ПОСТ 22 КМ	ШЧ-5	5	1	1			0	135					2,25	2,25	0,00	0,00
САВЕЛОВО	ШЧ-3	1	3	11	1	62	18	120		51	2	65	1,03	0,71	0,30	0,30
САВЕЛОВО : БЕЛЫЙ ГОРОД	ШЧ-3	5	1	11				217,5		2	1	158	3,63	2,63	0,00	0,00
САЛА	ШЧ-14	4	1	10	3	136	141	107,5		26	2	66	0,76	0,67	2,35	0,78
САЛА:ИВАНГОРО Д-НАРВСКИЙ	ШЧ-14	4	1	10				107,5			1	179	1,79	2,98	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

САЛМИ	ШЧ-10	5	1	6				240		13			4,00	4,00	0,00	0,00
САЛМИ : ВИДЛИЦА	ШЧ-10	5	1	6				240					4,00	4,00	0,00	0,00
САМОЛУКОВО	ШЧ-23	3	1	41	2	24	51	148,5		35			0,20	0,20	0,85	0,43
САМОЛУКОВО : КИСЕЛЕВИЧИ	ШЧ-23	3	1	41	8	857	1066	160,5		19	1	115	1,79	1,80	17,77	2,22
САНДОВО	ШЧ-8	4	1	9				195		12			3,25	3,25	0,00	0,00
САНДОВО : ДЫНИНО	ШЧ-8	4	1	9				195					3,25	3,25	0,00	0,00
САНКТ- ПЕТЕРБУРГ- БАЛТИЙСКИЙ	ШЧ-14	5	1	118	4	177	195	102,5		234	3	227	0,74	0,96	3,25	0,81
САНКТ- ПЕТЕРБУРГ- БАЛТИЙСКИЙ: БРОНЕВАЯ	ШЧ-14	4	1	84				105		2			1,75	1,75	0,00	0,00
САНКТ- ПЕТЕРБУРГ- ВИТЕБСКИЙ	ШЧ-9	3	1	59				120	13	314	1	1	2,00	2,00	0,00	0,00
САНКТ- ПЕТЕРБУРГ- ВИТЕБСКИЙ:С АНКТ- ПЕТЕРБУРГ- ТОВ- ВИТЕБСКИЙ	ШЧ-9	3	1	71				120		3			2,00	2,00	0,00	0,00
САНКТ- ПЕТЕРБУРГ- ГЛАВНЫЙ	ШЧ-5	2	3	140	5	183	83	37,5	560	862			0,61	0,61	1,38	0,28
САНКТ- ПЕТЕРБУРГ- ГЛАВНЫЙ:САН КТ-ПЕТЕРБУРГ- ТОВ- МОСКОВСКИЙ	ШЧ-5	2	3	140				37,5	1		3	69	0,63	0,38	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-СОРТ-МОСКОВСКИЙ	ШЧ-6	1	2	60	8	254	171	43,75	611	1394	10	504	0,53	0,70	2,85	0,36
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-СОРТ-МОСКОВСКИЙ: ВОЛКОВСКАЯ	ШЧ-6	4	1	83			0	180					3,00	3,00	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-СОРТ-МОСКОВСКИЙ: КУПЧИНСКАЯ	ШЧ-6	5	1	16			0	180					3,00	3,00	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-СОРТ-МОСКОВСКИЙ: РЫБАЦКОЕ	ШЧ-6	2	4	84				120					2,00	2,00	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-СОРТ-МОСКОВСКИЙ: СЛАВЯНКА	ШЧ-5	1	2	152	2	48		60	3				0,40	0,40	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ТОВ-ВИТЕБСКИЙ	ШЧ-9	3	1	130	3	242	185	120	30	264	4	147	1,34	0,93	3,08	1,03
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ТОВ-ВИТЕБСКИЙ:Ш УШАРЫ	ШЧ-9	3	1	96				120	6	18	2	150	2,00	1,25	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ТОВ-МОСКОВСКИЙ	ШЧ-5	2	3	140	9	319	221	40	387	608			0,59	0,59	3,68	0,41

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ТОВ-МОСКОВСКИЙ: ВОЛКОВСКАЯ	ШЧ-5	5	1	2			0	180					3,00	3,00	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ТОВ-МОСКОВСКИЙ: ГЛУХООЗЕРСКАЯ	ШЧ-11	5	1	50			0	202,5					3,38	3,38	0,00	0,00
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ТОВ-МОСКОВСКИЙ: САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-СОРТ-МОСКОВСКИЙ	ШЧ-5	2	3	138	1	6		30	25	8	3	26	0,10	0,13	0,00	0,00
САПЕРНАЯ	ШЧ-6	1	5	84	1	49	41	120	105	107			0,82	0,82	0,68	0,68
САПЕРНАЯ : ПЕЛЛА	ШЧ-6	1	5	84	13	684	2097	120	81	13			0,88	0,88	34,95	2,69
СВЕТОГОРСК	ШЧ-11	4	1	9				240		2			4,00	4,00	0,00	0,00
СВЕТОГОРСК : ИМАТРА	ШЧ-11	5	1	4				240					4,00	4,00	0,00	0,00
СВИРЬ	ШЧ-17	3	1	46	4	91	244	180	279	304	2	90	0,38	0,50	4,07	1,02
СВИРЬ : ТОКАРИ	ШЧ-17	3	1	46	1	158	122	180	28	17			2,63	2,63	2,03	2,03
СЕБЕЖ	ШЧ-23	3	1	34	1	183	83	180					3,05	3,05	1,38	1,38
СЕБЕЖ : ГАРНЕЯ	ШЧ-23	3	1	34	1	25	10	180		3			0,42	0,42	0,17	0,17
СЕГЕЖА	ШЧ-22	3	1	23	1	25	25	180	127	100	1	70	0,42	0,79	0,42	0,42
СЕГЕЖА : МАЙ-ГУБА	ШЧ-22	3	1	23				180	15		4	195	3,00	0,81	0,00	0,00
СЕЛИЖАРОВО	ШЧ-24	5	1	5				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
СЕЛИЖАРОВО : СКАКУЛИНО	ШЧ-24	5	1	5				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
СЕМРИНО	ШЧ-9	2	3	122	2	344	607	120	31	113	2	71	2,87	1,73	10,12	5,06
СЕМРИНО : ВЫРИЦА	ШЧ-9	2	3	61	5	323	189	120	1	12	4	181	1,08	0,93	3,15	0,63
СЕРДЦЕ	ШЧ-23	3	1	43				130,5		44			2,18	2,18	0,00	0,00
СЕРДЦЕ : ВЕЛИКИЕ ЛУКИ	ШЧ-23	3	1	43				130,5		15			2,18	2,18	0,00	0,00
СЕРЕБРЯНКА	ШЧ-15	3	1	40	3	116	258	180		20	1	55	0,64	0,71	4,30	1,43
СЕРЕБРЯНКА : ЛЯМЦЕВО	ШЧ-15	3	1	20				180					3,00	3,00	0,00	0,00
СЕСТРОРЕЦК	ШЧ-13	5	1	23	3	107	83	113,5		43			0,59	0,59	1,38	0,46
СЕСТРОРЕЦК : БЕЛООСТРОВ	ШЧ-13	5	1	20	1	301	59	112,75		4			1,88	1,88	0,98	0,98
СИВЕРСКАЯ	ШЧ-14	1	3	31	3	310	41	105		34	1	63	1,72	1,55	0,68	0,23
СИВЕРСКАЯ : СТРОГАНОВО	ШЧ-14	1	3	31	3	98	129	105			2	160	0,54	0,86	2,15	0,72
СИГ	ШЧ-19	2	4	35	1	98	33	120		56	1	15	1,63	0,94	0,55	0,55
СИГ : ЭНГОЗЕРО	ШЧ-19	2	4	35	3	183	141	120		7	1	434	1,02	2,57	2,35	0,78
СИГ:ОСТАНОВ ОЧНЫЙ ПУНКТ 935 КМ	ШЧ-19	2	4	35				120					2,00	2,00	0,00	0,00
СИДОРКОВО	ШЧ-3	3	1	32	3	201	275	125		39	2	108	1,12	1,03	4,58	1,53
СИДОРКОВО : МАКСАТИХА	ШЧ-3	3	1	32	1	24	18	127,5		3	1	50	0,40	0,62	0,30	0,30
СИУЧ	ШЧ-8	1	5	88	4	129	352	120	215	102	1	324	0,54	1,51	5,87	1,47
СИУЧ : УЙТА	ШЧ-8	1	5	88	9	485	678	120	63	89	2	89	0,90	0,87	11,30	1,26
СКАКУЛИНО	ШЧ-24	5	1	5				240		2			4,00	4,00	0,00	0,00
СКАКУЛИНО : СОБЛАГО	ШЧ-24	5	1	6			0	240					4,00	4,00	0,00	0,00

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
СКАНГАЛИ	ШЧ-23	4	1	21	2	109	73	226,5		35			0,91	0,91	1,22	0,61
СКАНГАЛИ : КАРСАВА	ШЧ-23	4	1	21				240		2			4,00	4,00	0,00	0,00
СЛАВЯНКА	ШЧ-5	1	2	116	6	138	353	37,5	192	169	1	10	0,38	0,35	5,88	0,98
СЛАВЯНКА : КОЛПИНО	ШЧ-5	1	2	116				37,5	5				0,63	0,63	0,00	0,00
СЛАВЯНКА : РЫБАЦКОЕ	ШЧ-6	5	1	1				240					4,00	4,00	0,00	0,00
СЛАНЦЫ	ШЧ-14	5	1	2				165		21			2,75	2,75	0,00	0,00
СЛАНЦЫ : РУДНИЧНАЯ	ШЧ-14	5	1	2				165					2,75	2,75	0,00	0,00
СОБЛАГО	ШЧ-3	5	1	6				105		9			1,75	1,75	0,00	0,00
СОБЛАГО : АНДРЕАПОЛЬ	ШЧ-3	5	1	6				127,5		3			2,13	2,13	0,00	0,00
СОВЕТСКИЙ	ШЧ-13	5	1	4				172		66			2,87	2,87	0,00	0,00
СОВЕТСКИЙ : МАТРОСОВО	ШЧ-13	5	1	4				172					2,87	2,87	0,00	0,00
СОЛОГУБОВКА	ШЧ-12	3	1	40	5	331	995	180		82	1	47	1,10	1,05	16,58	3,32
СОЛОГУБОВКА : МАЛУКСА	ШЧ-12	3	1	40	6	404	765	180		6	4	51	1,12	0,76	12,75	2,13
СОЛЫЦЫ	ШЧ-15	3	1	62				180		28			3,00	3,00	0,00	0,00
СОЛЫЦЫ : КУКЛИНО	ШЧ-15	3	1	32	2	162	188	180		3			1,35	1,35	3,13	1,57
СОМИНКА	ШЧ-8	4	1	12	1	116	36	172,5		104			1,93	1,93	0,60	0,60
СОМИНКА : ПЕСЬ	ШЧ-8	4	1	12				172,5	13	3			2,88	2,88	0,00	0,00
СОНКОВО	ШЧ-3	3	1	32	3	124	321	65		290	7	205	0,69	0,55	5,35	1,78
СОНКОВО : КРАСНЫЙ ХОЛМ	ШЧ-3	4	1	11				125		7			2,08	2,08	0,00	0,00
СОНКОВО : ПОДОБИНО	ШЧ-3	3	1	32	4	426	55	115		9	4	141	1,78	1,18	0,92	0,23
СОНОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	10	1	40	28	84,75		72	3	450	0,67	2,04	0,47	0,47

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
СОНОЗЕРО : МУЕЗЕРКА	ШЧ-26	4	1	10	3	289	148	187,5		5	5	1168	1,61	3,04	2,47	0,82
СОРТАВАЛА	ШЧ-17	4	1	20	1	240	72	240		25	4	378	4,00	2,06	1,20	1,20
СОСНОВЕЦ	ШЧ-22	4	1	24	7	443	353	195		117	9	553	1,05	1,04	5,88	0,84
СОСНОВЕЦ : УДА	ШЧ-22	4	1	24	5	412	144	195		4	2	300	1,37	1,70	2,40	0,48
СОСНОВО	ШЧ-11	3	1	47	2	219	149	115,5		114			1,83	1,83	2,48	1,24
СОСНОВО : ЛОСЕВО I	ШЧ-11	3	1	25	1	30		150		2			0,50	0,50	0,00	0,00
СПАССКАЯ ПОЛИСТЬ	ШЧ-12	4	1	17	4	349	67	212,5		24	4	72	1,45	0,88	1,12	0,28
СПАССКАЯ ПОЛИСТЬ:ПОД БЕРЕЗЬЕ	ШЧ-12	4	1	17				172,5			1	12	2,88	0,20	0,00	0,00
СПБ- ФИНЛЯНДСКИ Й	ШЧ-13	3	1	91	7	201	144	41	148	281			0,48	0,48	2,40	0,34
СПБ- ФИНЛЯНДСКИ Й:КУШЕЛЕВКА	ШЧ-13	3	1	78				68,75					1,15	1,15	0,00	0,00
СПБ- ФИНЛЯНДСКИ Й:ЛАНСКАЯ	ШЧ-13	4	1	68				61,25	2	1			1,02	1,02	0,00	0,00
СПИРОВО	ШЧ-4	1	1	76	2	51	29	60	53	87			0,43	0,43	0,48	0,24
СПИРОВО : КАЛАШНИКОВ О	ШЧ-4	1	1	76	2	103	78	90	12	2			0,86	0,86	1,30	0,65
СРЕДНЕРОГАТ СКАЯ	ШЧ-9	3	1	25	5	432	64	120		175			1,44	1,44	1,07	0,21
СРЕДНЕРОГАТ СКАЯ : ПРЕДПОРТОВА Я	ШЧ-14	4	1	18			0	180					3,00	3,00	0,00	0,00
СТАРАЯ РУССА : ТУЛЕБЛЯ	ШЧ-15	2	4	27	3	137	228	120		4			0,76	0,76	3,80	1,27

Продолжение Таблицы П.3.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
СТАРАЯ ТОРОПА	ШЧ-24	3	1	31				180		14			3,00	3,00	0,00	0,00
СТАРАЯ ТОРОПА:РУСА НОВО	ШЧ-24	3	1	25				180					3,00	3,00	0,00	0,00
СТАРИЦА	ШЧ-24	4	1	14	1	31	31	240		17			0,52	0,52	0,52	0,52
СТАРИЦА : ПАНИНО	ШЧ-24	4	1	14	1	89	20	240					1,48	1,48	0,33	0,33
СТЕКОЛЬНЫЙ	ШЧ-12	2	6	42	3	125	50	120	131	66	2	44	0,69	0,56	0,83	0,28
СТЕКОЛЬНЫЙ : ТОСНО	ШЧ-12	5	1	2			0	182,5			2	397	3,04	3,31	0,00	0,00
СТРЕЛЬНА	ШЧ-14	4	1	50	3	434	196	117,5		75	1	23	2,41	1,90	3,27	1,09
СТРЕЛЬНА:НОВ БЫ ПЕТЕРГОФ	ШЧ-14	4	1	50				110		8			1,83	1,83	0,00	0,00
СТРИМОВИЧИ	ШЧ-23	3	1	41	2	119	161	166,5		17	1	108	0,99	1,26	2,68	1,34
СТРИМОВИЧИ : САМОЛУКОВО	ШЧ-23	3	1	41				160,5		1			2,68	2,68	0,00	0,00
СТРОГАНОВО	ШЧ-14	1	3	30	3	387	812	105		35			2,15	2,15	13,53	4,51
СТРОГАНОВО : МШИНСКАЯ	ШЧ-14	1	3	21	3	249	153	107,5		13	1	40	1,38	1,20	2,55	0,85
СТРУГИ КРАСН : ВЛАДИМИР ЛАГ	ШЧ-15	3	1	20				180					3,00	3,00	0,00	0,00
СТРУГИ КРАСНЫЕ	ШЧ-15	3	1	40	1	30	3	180		49	1	32	0,50	0,52	0,05	0,05
СУДА	ШЧ-8	1	5	88	8	328	775	120	285	87	3	66	0,68	0,60	12,92	1,61
СУДА : НЕЛАЗСКОЕ	ШЧ-8	1	5	88	4	210	552	120	76	6	2	96	0,88	0,85	9,20	2,30
СУДОМА	ШЧ-23	3	1	41	5	350	86	178,5		38	1	87	1,17	1,21	1,43	0,29
СУДОМА : ПЛОТОВЕЦ	ШЧ-23	3	1	41	1	200		178,5		8			3,33	3,33	0,00	0,00
СУЙДА	#Н/Д	1	3	34	3	410	1711	30		32	2	113	2,28	1,74	28,52	9,51
СУЙДА : СИВЕРСКАЯ	#Н/Д	1	3	34	1	105	130	30			1	63	1,75	1,40	2,17	2,17

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
СУККОЗЕРО	ШЧ-26	4	1	14	2	124		81,75		75	5	509	1,03	1,51	0,00	0,00
СУККОЗЕРО : БРУСНИЧНАЯ	ШЧ-26	4	1	11				120					2,00	2,00	0,00	0,00
СУМСКИЙ ПОСАД	ШЧ-22	2	4	27	3	175	99	120		92	4	127	0,97	0,72	1,65	0,55
СУМСКИЙ ПОСАД:ТЕГОЗЕ РО	ШЧ-22	2	4	27	2	224	336	120		1	3	51	1,87	0,92	5,60	2,80
СУНА	ШЧ-17	3	1	45	3	175	193	180	23	110	2	52	0,97	0,76	3,22	1,07
СУНА : ЗАДЕЛЬЕ	ШЧ-17	3	1	45	1	102	61	180	5	3			1,70	1,70	1,02	1,02
СУОЯРВИ I	ШЧ-17	4	1	17	1	25	40	232,5		183	3	103	0,42	0,53	0,67	0,67
СУОЯРВИ I : ВЕРККО	ШЧ-17	4	1	17				232,5		2	1	77	3,88	1,28	0,00	0,00
СУОЯРВИ I : СУОЯРВИ II	ШЧ-17	4	1	14				240			2	149	4,00	1,24	0,00	0,00
СУОЯРВИ II	ШЧ-17	4	1	14	2	105	67	240		64	4	276	0,88	1,06	1,12	0,56
СУОЯРВИ II : НАЙСТЕНЬЯРВ И	ШЧ-17	4	1	14	4	530	266	240		16	3	729	2,21	3,00	4,43	1,11
СУХОЕ	ШЧ-22	2	4	27				120		56			2,00	2,00	0,00	0,00
СУХОЕ : ВИРМА	ШЧ-22	2	4	27	2	290	47	120		5			2,42	2,42	0,78	0,39
СУЩЕВО	ШЧ-23	3	1	41	4	239	215	180		50			1,00	1,00	3,58	0,90
СУЩЕВО : ЗАГОСКИНО	ШЧ-23	3	1	41				180		5			3,00	3,00	0,00	0,00
СХОДНЯ	ШЧ-1	1	2	200	15	691	1181	85	405	236	6	366	0,77	0,84	19,68	1,31
СХОДНЯ : ХИМКИ	ШЧ-1	1	2	200	5	312	446	70	39	10	1	10	1,04	0,89	7,43	1,49
СЯНЬГА	ШЧ-17	4	1	17				240		46	2	271	4,00	2,26	0,00	0,00
СЯНЬГА : ВИЛЛАГОРА	ШЧ-17	4	1	17				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
ТАЙБОЛА	ШЧ-21	3	1	31	2	192	543	160		57	2	67	1,60	1,08	9,05	4,53

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ТАЙБОЛА : БП 1381 КМ	ШЧ-21	3	1	31				180		3			3,00	3,00	0,00	0,00
ТАЙЦЫ	ШЧ-14	5	1	34	4	879	105	107,5		39	2	173	3,66	2,92	1,75	0,44
ТАЙЦЫ : ПУДОСТЬ	ШЧ-14	5	1	34				107,5					1,79	1,79	0,00	0,00
ТАЛДОМ- САВЕЛ : САВЕЛОВО	ШЧ-3	1	3	22				120					2,00	2,00	0,00	0,00
ТАЛЬЦЫ- МОЛОГ : ВОДОГОН	ШЧ-8	4	1	12				195		1			3,25	3,25	0,00	0,00
ТАЛЬЦЫ- МОЛОГСКИЕ	ШЧ-8	4	1	12	1	184	18	195		73			3,07	3,07	0,30	0,30
ТАММИСУО	ШЧ-11	4	1	16	1	556	43,8	225	6	97			3,75	3,75	0,73	0,73
ТАММИСУО : ВОЗРОЖДЕНИЕ	ШЧ-11	4	1	16				240			2	510	4,00	4,00	0,00	0,00
ТАРКОВИЧИ	ШЧ-9	2	3	60	1	45	31	120		223	3	343	0,75	1,62	0,52	0,52
ТАРКОВИЧИ : ОРЕДЕЖ	ШЧ-9	2	3	21				120		54	3	198	2,00	1,10	0,00	0,00
ТВЕРЬ	ШЧ-4	1	1	94	1	73	126	65	303	600			1,22	1,22	2,10	2,10
ТВЕРЬ : РЕДКИНО	ШЧ-1	1	2	93	3	170		120	19				0,94	0,94	0,00	0,00
ТЕГОЗЕРО	ШЧ-22	2	4	27	2	204	95	120		36	1	73	1,70	1,54	1,58	0,79
ТЕГОЗЕРО : КОЛЕЖМА	ШЧ-22	2	4	27	3	459	1331	120		10			2,55	2,55	22,18	x
ТЕРЕБОЧЕВО	ШЧ-12	3	1	19	2	70	203	180		63	2	191	0,58	1,09	3,38	1,69
ТЕРЕБОЧЕВО : ГЛАЖЕВО	ШЧ-12	3	1	19	2	221	127	180					1,84	1,84	2,12	1,06
ТЕРЕШКИНО	ШЧ-24	4	1	14				240		29	1	5	4,00	4,00	0,00	0,00
ТЕРЕШКИНО : ТОРЖОК	ШЧ-24	4	1	14				240		2	1	11	4,00	0,18	0,00	0,00
ТЕШЕМЛЯ	ШЧ-8	1	5	94	4	142	95	120	183	107			0,59	0,59	1,58	0,40
ТИГОДА	ШЧ-12	3	1	18	4	319	324	162,5		59	2	56	1,33	1,04	5,40	1,35

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ТИГОДА : ЧУДОВО- КИРОВ	ШЧ-12	3	1	18	5	519		180			1	59	1,73	1,61	0,00	0,00
ТИМОШКИНО	ШЧ-8	1	5	88	6	222	584	120	362	85	1	37	0,62	0,62	9,73	1,62
ТИМОШКИНО : СИУЧ	ШЧ-8	1	5	88	7	311	1109	120	86	19	3	111	0,74	0,70	18,48	2,64
ТИТАН	ШЧ-21	5	1	6	1	50	50	115		145			0,83	0,83	0,83	0,83
ТИТОВКА	ШЧ-21	5	1	5				240		38	2	785	4,00	4,00	0,00	0,00
ТИТОВКА : ЛУОСТАРИ	ШЧ-21	5	1	5				240		1			4,00	4,00	0,00	0,00
ТИХВИН	ШЧ-8	1	5	99	1	32		120	442	315	3	553	0,53	2,44	0,00	0,00
ТИХВИН : БОЛЬШОЙ ДВОР	ШЧ-8	1	5	99	5	229	1889	120	257	68	1	140	0,76	1,03	31,48	6,30
ТИХОРИЦЫ (БЛОКПОСТ 42 КМ)	ШЧ-12	3	1	19				162,5					2,71	2,71	0,00	0,00
ТИХОРИЦЫ (БЛОКПОСТ 42 КМ):АНДРЕЕВО	ШЧ-12	3	1	19	1	14		152,5		1			0,23	0,23	0,00	0,00
ТОКАРИ	ШЧ-17	3	1	46	1	150	41	180	13	92	1	55	2,50	1,71	0,68	0,68
ТОКАРИ : ЛАДВА	ШЧ-17	3	1	46	4	348	400	180	34	35	3	484	1,45	1,98	6,67	1,67
ТОКСОВО	ШЧ-11	3	1	53	2	111	140	112,5		88	1	22	0,93	0,74	2,33	1,17
ТОКСОВО : ПЕРИ	ШЧ-11	3	1	53	1	67	145	112,5		2			1,12	1,12	2,42	2,42
ТОЛМАЧЕВО	ШЧ-14	1	3	21	2	106	97	107,5		122	2	97	0,88	0,85	1,62	0,81
ТОЛМАЧЕВО:Г ЕНЕРАЛА ОМЕЛЬЧЕНКО ( Б.РЗД 131 КМ)	ШЧ-14	1	3	21				107,5		4			1,79	1,79	0,00	0,00
ТОМИЦЫ : БП 417 КМ	ШЧ-17	3	1	45	1	229	138	180	3	5			3,82	3,82	2,30	2,30
ТОРБИНО	ШЧ-5	1	1	78	2	71	43	30	89	114	8	261	0,59	0,55	0,72	0,36

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ТОРБИНО : БОРОВЕНКА	ШЧ-5	1	1	78	2	274	99	30	57	81	1	3	2,28	1,54	1,65	0,83
ТОРЖОК	ШЧ-24	4	1	14	1	40	4	150		126	1	20	0,67	0,50	0,07	0,07
ТОРЖОК : ЛЪНЯНАЯ	ШЧ-24	4	1	14				210					3,50	3,50	0,00	0,00
ТОРЖОК:ТОРЖ ОК-ЮЖНЫЙ	ШЧ-24	5	1	5				180		4			3,00	3,00	0,00	0,00
ТОРЖОК- ЮЖНЫЙ	ШЧ-24	5	1	5				180		38			3,00	3,00	0,00	0,00
ТОРЖОК- ЮЖНЫЙ:КУВ ШИНОВО	ШЧ-24	5	1	5				240		4			4,00	4,00	0,00	0,00
ТОРОПЕЦ	ШЧ-3	5	1	6				240		13			4,00	4,00	0,00	0,00
ТОРОПЕЦ : НАЗИМОВО	ШЧ-23	5	1	7			0	240		5			4,00	4,00	0,00	0,00
ТОРОШИНО	ШЧ-15	3	1	40				173	6	35			2,88	2,88	0,00	0,00
ТОРОШИНО : ЛЮБЯТОВО	ШЧ-15	3	1	20				180	6				3,00	3,00	0,00	0,00
ТОРФЯНОЕ	ШЧ-5	1	2	72	4	134	184	96,75	119	132	7	89	0,56	0,34	3,07	0,77
ТОРФЯНОЕ : ЧУДОВО- КИРОВСКОЕ	ШЧ-12	4	1	5	1	80	52	202,5			1	20	1,33	0,83	0,87	0,87
ТОРФЯНОЕ : ЧУДОВО-МОСК	ШЧ-5	1	2	72	1	8	25	30	4	34	1	11	0,13	0,16	0,42	0,42
ТОСНО	ШЧ-5	1	2	89	9	289	164	38	387	378	13	262	0,54	0,42	2,73	0,30
ТОСНО : НУРМА	ШЧ-5	5	1	9				37,5					0,63	0,63	0,00	0,00
ТОСНО : УШАКИ	ШЧ-5	1	2	89	1	22	27	120	6	9	4	87	0,37	0,36	0,45	0,45
ТУЛЕБЛЯ	ШЧ-15	2	4	54				120		24	2	60	2,00	0,50	0,00	0,00
ТУЛЕБЛЯ : ВОЛОТ	ШЧ-15	2	4	27	3	128	234	120		8			0,71	0,71	3,90	1,30
ТУНГУДА	ШЧ-22	4	1	24	1	67	8	195		47	9	756	1,12	1,37	0,13	0,13

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ТУНГУДА : ЛЕТНИЙ	ШЧ-22	4	1	24	4	521	267	195		2	7	674	2,17	1,81	4,45	1,11
УГЛИЧ	ШЧ-3	5	1	4				192,5		30			3,21	3,21	0,00	0,00
УГЛОВКА	ШЧ-4	1	1	71	3	78	62	105	122	164	3	152	0,43	0,64	1,03	0,34
УГЛОВКА : АЛЕШИНКА	ШЧ-4	1	1	71	2	47	32	67,5	67	7	3	123	0,39	0,57	0,53	0,27
УГЛОВКА : БОРОВИЧИ	ШЧ-4	5	1	4				82,5		2			1,38	1,38	0,00	0,00
УДА	ШЧ-22	4	1	24	1	42		195		44	2	90	0,70	0,73	0,00	0,00
УДА : ГОРЕЛЫЙ МОСТ	ШЧ-22	4	1	24	2	285		195			3	285	2,38	1,90	0,00	0,00
УДА:БЛОК-ПОСТ 791 КМ	ШЧ-19	2	4	35			0	120					2,00	2,00	0,00	0,00
УДОМЛЯ	ШЧ-3	3	1	32				65		25			1,08	1,08	0,00	0,00
УДОМЛЯ:ПАНЫШ ИНО	ШЧ-3	3	1	32	2	103	134	180		3			0,86	0,86	2,23	1,12
УЙТА	ШЧ-8	1	5	88	5	376	322	120	138	130	1	5	1,25	1,06	5,37	1,07
УЙТА : КАДУЙ	ШЧ-8	1	5	88	16	555	1963	120	109	50	4	88	0,58	0,54	32,72	2,04
УЛИН	ШЧ-24	3	1	31	3	167	218	180		15			0,93	0,93	3,63	1,21
УЛИН : БАРСОВО	ШЧ-24	3	1	31				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
УПОЛОКША	ШЧ-20	3	1	9	2	335	238	180		57	3	195	2,79	1,77	3,97	1,98
УПОЛОКША : ЕНА	ШЧ-20	3	1	9				180					3,00	3,00	0,00	0,00
УРОСОЗЕРО	ШЧ-22	3	1	23	1	12		180	34	111	7	1016	0,20	2,14	0,00	0,00
УРОСОЗЕРО : РИГОЗЕРО	ШЧ-22	3	1	23	6	610	494	180	15	28	2	214	1,69	1,72	8,23	1,37
УСТЬ-ЛУГА	ШЧ-14	2	6	2				97,5					1,63	1,63	0,00	0,00
УТОРГОШ	ШЧ-15	3	1	57	4	94	20	173		21	1	47	0,39	0,47	0,33	0,08
УТОРГОШ : СОЛЬЦЫ	ШЧ-15	3	1	31	6	488	1734	180			2	88	1,36	1,20	28,90	4,82
УХТИЦА	ШЧ-22	2	4	27	1	51	29	120		39	2	101	0,85	0,84	0,48	0,48

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УХТИЦА:ВИРАН ДОЗЕРО	ШЧ-22	2	4	27				120					2,00	2,00	0,00	0,00
УШАКИ	ШЧ-5	1	2	89	15	554	836	30	82	96	4	797	0,62	1,19	13,93	0,93
УШАКИ : РЯБОВО	ШЧ-5	1	2	88				120	10	2			2,00	2,00	0,00	0,00
ФИРОВО	ШЧ-3	5	1	6				197,5		23	1	45	3,29	0,75	0,00	0,00
ФИРОВО : ОСТАШКОВ	ШЧ-3	5	1	6				67,5		16			1,13	1,13	0,00	0,00
ФРЕЗЕРНЫЙ	ШЧ-14	1	3	5	7	406	1972	120	31	104	1	5	0,97	0,86	32,87	4,70
ФРЕЗЕРНЫЙ : ВЛАДИМИРСКА Я	ШЧ-14	2	6	58	5	297	828	120	18	6	1	47	0,99	0,96	13,80	2,76
ХВОЙНАЯ	ШЧ-8	4	1	12	1	58		172,5		150			0,97	0,97	0,00	0,00
ХВОЙНАЯ : КУШАВЕРА	ШЧ-8	4	1	9				172,5		4			2,88	2,88	0,00	0,00
ХЕЛЮЛЯ	ШЧ-17	5	1	20				240		33	2	243	4,00	2,03	0,00	0,00
ХЕЛЮЛЯ : КААЛАМО	ШЧ-17	5	1	20				240			1	103	4,00	1,72	0,00	0,00
ХИБИНЫ	ШЧ-21	3	1	43	3	249	442	120	72	60			1,38	1,38	7,37	2,46
ХИБИНЫ : НЕФЕЛ ПЕСКИ	ШЧ-21	3	1	43				165		2	1	55	2,75	0,92	0,00	0,00
ХИЙТОЛА	ШЧ-11	4	1	16	5	557	287	240		43			1,86	1,86	4,78	0,96
ХИЙТОЛА : АЛХО	ШЧ-11	4	1	16				30			1	126	0,50	2,10	0,00	0,00
ХИМКИ	ШЧ-1	1	2	200	10	303	571	67,5	340	252	10	517	0,51	0,68	9,52	0,95
ХИМКИ : ХОВРИНО	ШЧ-1	1	2	200	3	511	281,9	70	22	3	2	120	2,84	2,10	4,70	1,57
ХОВРИНО	ШЧ-1	1	2	200	18	753	1390	85	798	307	10	586	0,70	0,80	23,17	1,29
ХОВРИНО:МОСК ВА-ТОВАРНАЯ- ОКТЯБРЬСКАЯ	ШЧ-1	1	2	193	1	61	62	67,5	17	13			1,02	1,02	1,03	1,03
ЦАРСКОЕ СЕЛО	ШЧ-9	2	3	193	4	363	234	120		195	9	370	1,51	0,94	3,90	0,98

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЦАРСКОЕ СЕЛО:ПАВЛОВ СК	ШЧ-9	2	3	96				120		17			2,00	2,00	0,00	0,00
ЦВЕТОЧНАЯ	ШЧ-9	4	1	108	3	229	267	120		157	1	85	1,27	1,31	4,45	1,48
ЦВЕТОЧНАЯ : БРОНЕВАЯ	ШЧ-9	5	1	15				120					2,00	2,00	0,00	0,00
ЦВЕТОЧНАЯ : НАРВСКАЯ	ШЧ-9	4	1	41				120					2,00	2,00	0,00	0,00
ЦВЕТОЧНАЯ : НОВЫЙ ПОРТ	ШЧ-9	5	1	19	1	67		180					1,12	1,12	0,00	0,00
ЦВЫЛЕВО	ШЧ-8	1	5	99	8	307	1693	120	73	157			0,64	0,64	28,22	3,53
ЧАГОДА	ШЧ-8	5	1	5				195		17			3,25	3,25	0,00	0,00
ЧАГОДА : ОГАРЕВО	ШЧ-8	5	1	5				195					3,25	3,25	0,00	0,00
ЧАЛНА- ОНЕЖСК : ТОМИЦЫ	ШЧ-17	4	1	17				240		45	1	66	4,00	1,10	0,00	0,00
ЧАЛНА- ОНЕЖСКАЯ	ШЧ-17	4	1	17	1	47	46	240		38	1	77	0,78	1,03	0,77	0,77
ЧАЩА	ШЧ-9	2	3	70	2	284	116	120		130	1	96	2,37	2,11	1,93	0,97
ЧАЩА : ЧОЛОВО	ШЧ-9	2	3	35	4	446	319	120		49	3	78	1,86	1,25	5,32	1,33
ЧЕРЕХА	ШЧ-23	3	1	21				180	2	65			3,00	3,00	0,00	0,00
ЧЕРЕХА : ЧЕРСКАЯ	ШЧ-23	3	1	21	2	94	87	180	2				0,78	0,78	1,45	0,73
ЧЕРНЫЙ ДОР	ШЧ-3	5	1	6				67,5		1			1,13	1,13	0,00	0,00
ЧЕРСКАЯ	ШЧ-23	3	1	21				180	5	46	1	80	3,00	1,33	0,00	0,00
ЧЕРСКАЯ : ДУЛОВСКАЯ	ШЧ-23	3	1	21				180		3	1	55	3,00	0,92	0,00	0,00
ЧЕРТОЛИНО	ШЧ-24	3	1	27				180		21	2	115	3,00	0,96	0,00	0,00
ЧЕРТОЛИНО : МАХЕРОВО	ШЧ-24	3	1	27	3	357	71	180		1			1,98	1,98	1,18	0,39
ЧИХАЧЕВО	ШЧ-23	3	1	41	1	91	114	148,5		46	1	67	1,52	1,32	1,90	1,90

Продолжение Таблицы П.3.1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЧИХАЧЕВО : АШЕВО	ШЧ-23	3	1	41	5	216	303	142,5		19	3	161	0,72	0,79	5,05	1,01
ЧОЛОВО	ШЧ-9	2	3	70				120		200	3	40	2,00	0,22	0,00	0,00
ЧОЛОВО : ТАРКОВИЧИ	ШЧ-9	2	3	30	1	389	248	120			2	150	2,00	2,99	4,13	4,13
ЧУДОВО- КИРОВ :																
ЧУДОВО-МОСК	ШЧ-12	3	1	18			0	180			1	75	3,00	1,25	0,00	0,00
ЧУДОВО- КИРОВСКОЕ	ШЧ-12	3	1	18	3	235	136	180		94	8	602	1,31	1,27	2,27	0,76
ЧУДОВО-МОСК : ГРЯДЫ	ШЧ-5	1	2	76	5	169	428	30	50	52	1	8	0,56	0,49	7,13	1,43
ЧУДОВО- МОСКОВСКОЕ	ШЧ-5	1	2	76	9	261	220	81,5	281	606	12	272	0,48	0,42	3,67	0,41
ЧУДОВО- МОСКОВСКОЕ: СПАССКАЯ ПОЛИСТЬ	ШЧ-12	4	1	17			0	212,5		1			3,54	3,54	0,00	0,00
ЧУПА	ШЧ-20	2	4	56	3	396	207	120	9	80			2,20	2,20	3,45	1,15
ЧУПА:ПОЛЯРН ЫЙ КРУГ	ШЧ-20	2	4	56	6	370	739	120	13	6			1,03	1,03	12,32	2,05
ШАВАНЬ	ШЧ-22	3	1	23	1	51	39	180	40	94	4	259	0,85	1,03	0,65	0,65
ШАВАНЬ:БЛОК -ПОСТ 704 КМ	ШЧ-22	3	1	23	3	462	840	180	12	3	1	74	2,57	2,23	14,00	4,67
ШАПКИ	ШЧ-5	5	1	9	1	110	15	96,25		56			1,83	1,83	0,25	0,25
ШАХОВСКАЯ : МУРИКОВО	ШЧ-24	3	1	31				180					3,00	3,00	0,00	0,00
ШИЖНЯ	ШЧ-22	2	4	27	1	8	3	120		59	5	331	0,13	0,94	0,05	0,05
ШИЖНЯ : СУХОЕ	ШЧ-22	2	4	27				120		1	1	129	2,00	2,15	0,00	0,00
ШИШКОВО	ШЧ-3	3	1	32	1	62		95		73	1	20	1,03	0,68	0,00	0,00
ШИШКОВО : ВИКТОРОВО	ШЧ-3	3	1	32	3	241	370	127,5		11	2	181	1,34	1,41	6,17	2,06
ШОНГУЙ	ШЧ-21	3	1	31	1	85	110	120		58	1	14	1,42	0,83	1,83	1,83

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ШОНГУЙ:БЛОК-ПОСТ 1425 КМ	ШЧ-21	3	1	31				150		2	1	55	2,50	0,92	0,00	0,00
ШОССЕЙНАЯ	ШЧ-14	3	1	35				117,5	34	91	2	206	1,96	1,72	0,00	0,00
ШОССЕЙНАЯ : СРЕДНЕРОГАТ	ШЧ-14	3	1	12			0	180					3,00	3,00	0,00	0,00
ШОССЕЙНАЯ:АЛ ЕКСАНДРОВСКАЯ	ШЧ-14	3	1	35	2	263	160	117,5		6	2	132	2,19	1,65	2,67	1,33
ШПАЛОВОЙ	ШЧ-22	3	1	23	2	232	217	180	48	45			1,93	1,93	3,62	1,81
ШПАЛОВОЙ : СЕГЕЖА	ШЧ-22	3	1	23	1	31		180	8	5	1	40	0,52	0,59	0,00	0,00
ШУБИНО	ШЧ-23	3	1	41				180		27			3,00	3,00	0,00	0,00
ШУБИНО:НОВО СОКОЛЬНИКИ	ШЧ-23	3	1	41	3	192	85	180		6	1	219	1,07	1,71	1,42	0,47
ШУВАЛОВО	ШЧ-13	3	1	68	3	117	54	30	64	123			0,65	0,65	0,90	0,30
ШУВАЛОВО : ПАРГОЛОВО	ШЧ-13	3	1	92	2	145	252	61,25	8	3			1,21	1,21	4,20	2,10
ШУЕРЕЦКАЯ	ШЧ-19	2	4	35	5	256	108	120		70	3	143	0,85	0,83	1,80	0,36
ШУЕРЕЦКАЯ:БЛОК ПОСТ 813 КМ	ШЧ-19	2	4	35	2	179	509	120		8			1,49	1,49	8,48	4,24
ШУЙСКАЯ	ШЧ-17	3	1	45	1	12	12	180	23	77	3	28	0,20	0,17	0,20	0,20
ШУЙСКАЯ : ЛУЧЕВОЙ	ШЧ-17	3	1	45	1	118		180	5	4			1,97	1,97	0,00	0,00
ШУШАРЫ	ШЧ-9	2	3	50	6	660	488	120	15	956	12	865	1,83	1,41	8,13	1,36
ШУШАРЫ : СРЕДНЕРОГАТ	ШЧ-9	3	1	16				180			1	76	3,00	1,27	0,00	0,00
ШУШАРЫ:ЦАРСКОЕ СЕЛО	ШЧ-9	2	3	96	2	75	35	120		10	4	113	0,63	0,52	0,58	0,29
ЭЛИСЕНВААРА	ШЧ-11	4	1	16	1	59	47	30		29			0,98	0,98	0,78	0,78
ЭЛИСЕНВААРА : ЯККИМА	ШЧ-11	4	1	13	1	144	30	240					2,40	2,40	0,50	0,50
ЭНГОЗЕРО	ШЧ-19	2	4	35	4	398	267	120		89			1,66	1,66	4,45	1,11

Продолжение Таблицы П.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

ЭНГОЗЕРО : АМБАРНЫЙ	ШЧ-19	2	4	35				120		16	1	130	2,00	2,17	0,00	0,00
ЭССОЙЛА	ШЧ-17	4	1	17				240		61	1	20	4,00	0,33	0,00	0,00
ЭССОЙЛА : СЯНЬГА	ШЧ-17	4	1	17				240		11	1	100	4,00	1,67	0,00	0,00
ЮГИ	ШЧ-10	1	4	48	1	23		120	81	92	3	84	0,38	0,45	0,00	0,00
ЮГИ : ПАША	ШЧ-10	1	4	48	7	449	363	120	34	69	5	203	1,07	0,91	6,05	0,86
ЮШКОЗЕРО	ШЧ-26	5	1	1				105,75					1,76	1,76	0,00	0,00
ЯГЕЛЬНЫЙ БОР	ШЧ-21	3	1	43	4	218	272	170		41	1	50	0,91	0,89	4,53	1,13
ЯГЕЛЬНЫЙ БОР : ОЛЕНЕГОРСК	ШЧ-21	3	1	43				180		1			3,00	3,00	0,00	0,00
ЯККИМА	ШЧ-17	4	1	13	1	88	25	240		25	3	176	1,47	1,10	0,42	0,42
ЯККИМА:КУОК КАНИЭМИ	ШЧ-17	4	1	13				240			1	95	4,00	1,58	0,00	0,00
ЯНДЕБА	ШЧ-10	3	1	45	3	388	353	132,5	208	63			2,16	2,16	5,88	1,96
ЯДЕБА : ПОДПОРОЖЬЕ	ШЧ-10	3	1	45	1	30		145	34	24	1	45	0,50	0,63	0,00	0,00
ЯНЕГА	ШЧ-10	3	1	45	1	62	117	102,5	65	47	3	136	1,03	0,83	1,95	1,95
ЯНЕГА : ЯНДЕБА	ШЧ-10	3	1	45	4	267	539	123,75	16	38	4	141	1,11	0,85	8,98	2,25
ЯНИСЪЯРВИ	ШЧ-17	4	1	20				240		59	2	207	4,00	1,73	0,00	0,00
ЯНИСЪЯРВИ:Л ЕПЯСЮРЬЯ	ШЧ-17	4	1	20				240		2	1	175	4,00	2,92	0,00	0,00
ЯНИСЪЯРВИ:Л ЯСКЕЛЯ	ШЧ-10	5	1	14			0	240								

Примечание: \* - регламентное время взято с учетом установленных ограничений от 06.2017 (Аношкин В.В.)

\*\* - после удаления промахов

Таблица П.3.2 – Значения коэффициента корреляции между классом и специализацией железнодорожной линии и потерями поездо-часов при различных сочетаниях факторов

Характеристики, между которыми определяется статистическая связь	Последовательность	Значение коэффициента корреляции
Класс – потери поездо-часов	Непосредственно номера классов: 1-> 2-> 3-> 4-> 5	-0,278
Специализация – потери поездо-часов	9 - Код специализации (1-> 2-> 3-> 4-> 5-> 6-> 7)	-0,329
Класс+Специализация – потери поездо-часов	Номер класса *10+9- Код специализации (1-> 2-> 3-> 4-> 5-> 6-> 7)	-0,338
Класс+Специализация – потери поездо-часов	Классы (1 и 2) + 9 - Код специализации (перекодировка)	-0,532
Класс+Специализация – потери поездо-часов	Класс (1) + 9 - Код специализации (перекодировка)	-0,647

Примечание: \*- Вместо букв при кодировании специализаций использовались цифры от 1 до 7 с перекодированием в различных последовательностях.

## Приложение 4

### 4.1 Результаты исследования распределений случайных величин, описывающих функционирование объектов ЖАТ на участках железнодорожных линий различных классов и специализаций

1. Распределения потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на железнодорожных линиях различных классов и специализаций

Для всех распределений потерь поездо-часов на основе визуальной оценки гистограммы выдвигалась гипотеза о показательном законе распределения

а) Распределение потерь поездо-часов на железнодорожных линиях первого класса первой (условной) специализации

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов представлены в таблице П.4.1, а визуализированные распределения – на графике П.4.1

Таблица П.4.1– Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий первого класса первой (условной) специализации

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,00	0,43	15	13,58
2	0,43	0,86	6	8,46
3	0,86	1,29	3	5,27
4	1,29	1,71	5	3,28
5	1,71	2,14	5	2,04
6	2,14	2,57	1	1,27
7	2,57	3,00	1	0,79

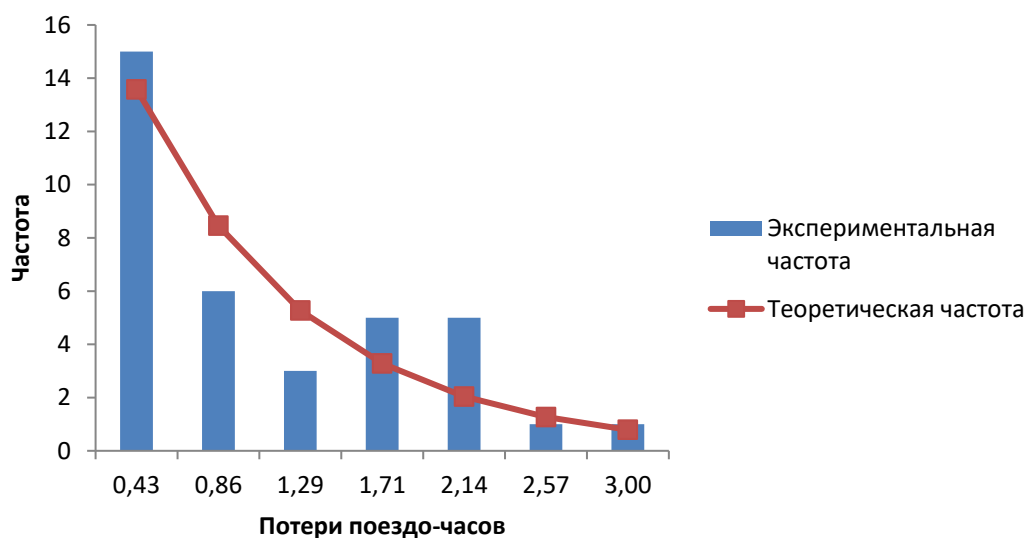


Рисунок П.4.1 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий первого класса первой (условной) специализации

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 6 и 7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 7,026.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 9,49.

Из статистической совокупности исключены два промаха.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

б) Распределение потерь поездо-часов на железнодорожных линиях первого класса второй (условной) специализации

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов представлены в таблице П.4.2, а визуализированные распределения – на графике П.4.2

Таблица П.4.2– Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий первого класса второй (условной) специализации

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0	0,5	41	35,66
2	0,5	1	14	18,93
3	1	1,5	8	10,05
4	1,5	2	7	5,33
5	2	2,5	2	2,83
6	2,5	3	1	1,5
7	3	3,5	3	0,8

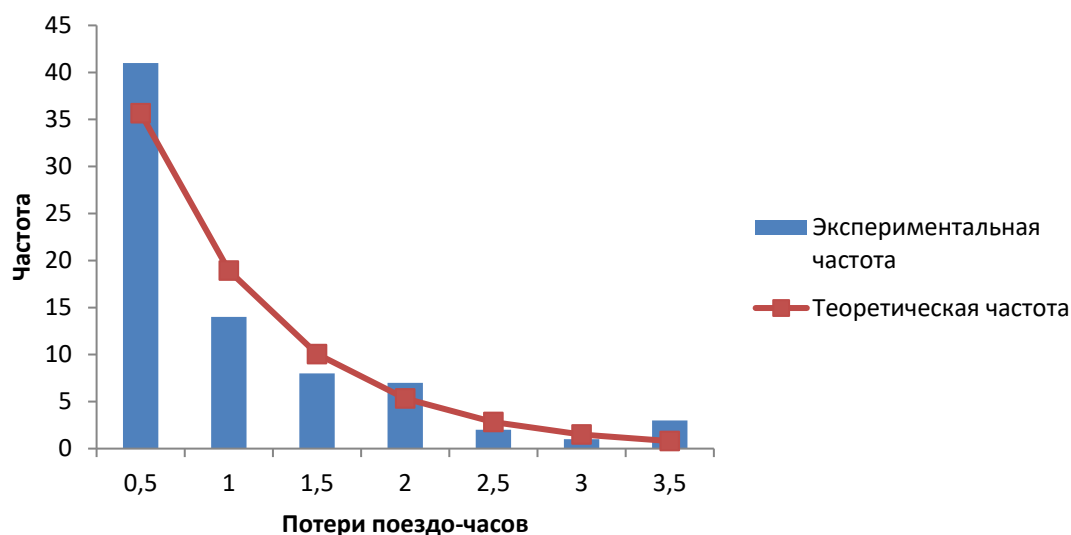


Рисунок П.4.2 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий первого класса второй (условной) специализации

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 5-7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 3,168.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 7,81.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

в) Распределение потерь поездо-часов на железнодорожных линиях второго класса четвертой (условной) специализации

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов представлены в таблице П.4.3, а визуализированные распределения – на графике П.4.3

Таблица П.4.3– Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий второго класса четвертой (условной) специализации

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,00	0,71	49	46,54
2	0,71	1,43	27	25,1
3	1,43	2,14	9	13,53
4	2,14	2,86	5	7,3
5	2,86	3,57	3	3,93
6	3,57	4,29	7	2,12
7	4,29	5,00	1	1,14



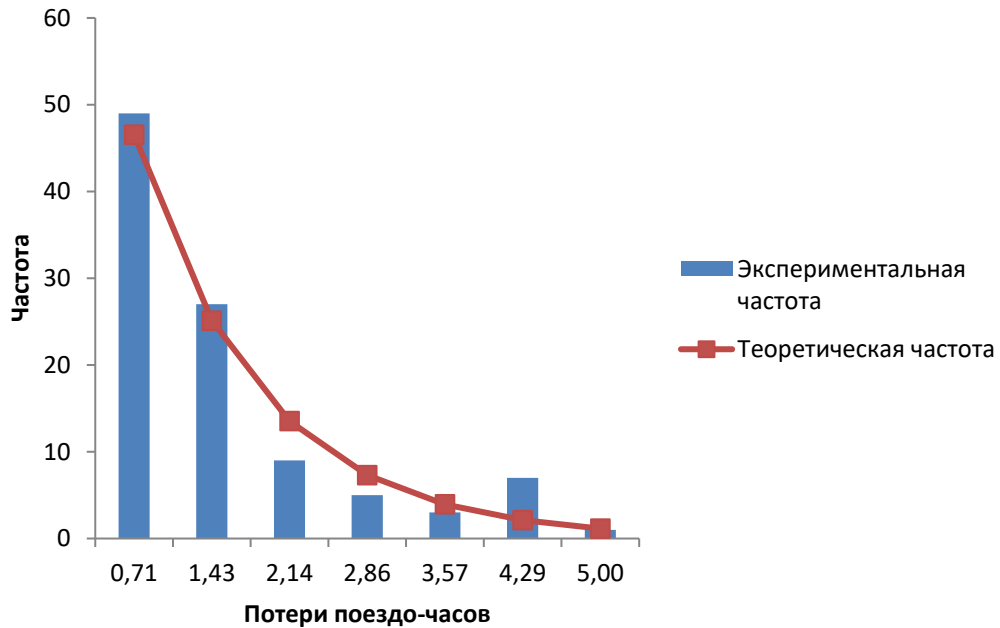


Рисунок П.4.3 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий второго класса четвертой (условной) специализации

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 5-7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 4,522.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 7,81.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

г) Распределение потерь поездо-часов на железнодорожных линиях третьего класса

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов представлены в таблице П.4.4, а визуализированные распределения – на графике П.4.4

Таблица П.4.4 – Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий третьего класса

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,00	0,86	331	306,44
2	0,86	1,71	113	129,26
3	1,71	2,57	51	54,52
4	2,57	3,43	16	23
5	3,43	4,29	9	9,7
6	4,29	5,14	10	4,09
7	5,14	6,00	0	1,73

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 5-7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 7,152.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 7,81.

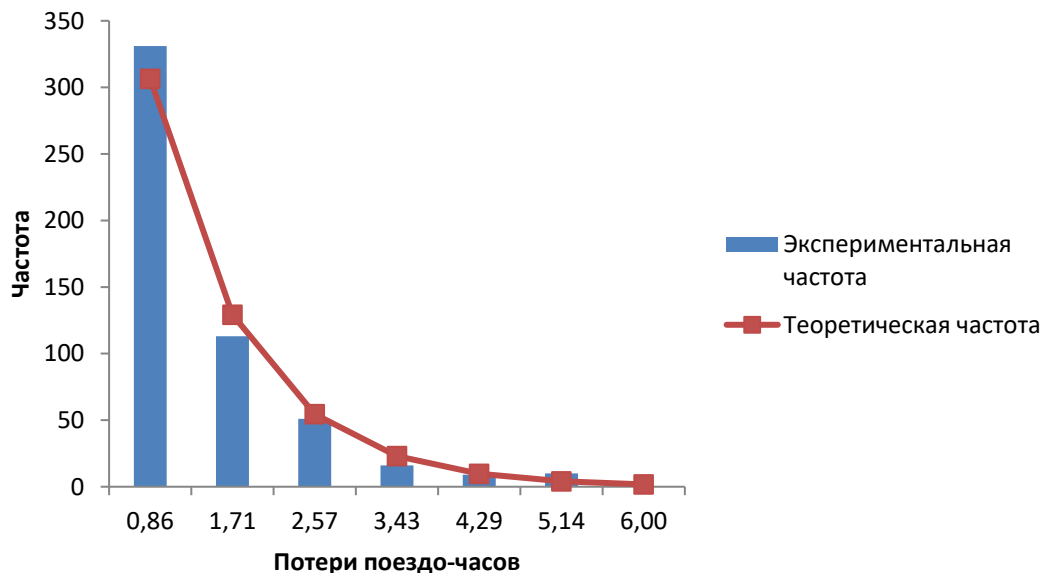


Рисунок П.4.4 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий третьего класса

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

д) Распределение потерь поездо-часов на железнодорожных линиях четвертого класса

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов представлены в таблице П.4.5, а визуализированные распределения – на графике П.4.5

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 4-7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 3,844.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 5,99.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

Таблица П.4.5 – Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий четвертого класса

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,00	0,43	183	168,39
2	0,43	0,86	47	58,06
3	0,86	1,29	17	20,02
4	1,29	1,71	8	6,81
5	1,71	2,14	2	2,44
6	2,14	2,57	0	0,84
7	2,57	3,00	0	0,29

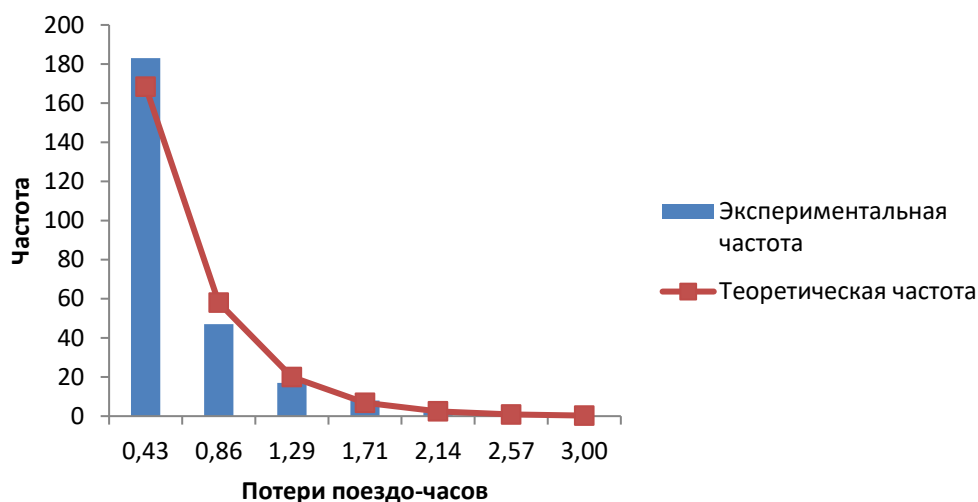


Рисунок П.4.5 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий четвертого класса

е) Распределение потерь поездо-часов на железнодорожных линиях пятого класса

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов представлены в таблице П.4.6, а визуализированные распределения – на графике П.4.6.

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 3-7, как малочисленные.

Таблица П.4.6 – Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий пятого класса

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,00	0,57	225	193,62
2	0,57	1,14	13	39,35
3	1,14	1,71	1	8
4	1,71	2,29	1	1,63
5	2,29	2,86	2	0,33
6	2,86	3,43	1	0,0671
7	3,43	4,00	0	0,0001

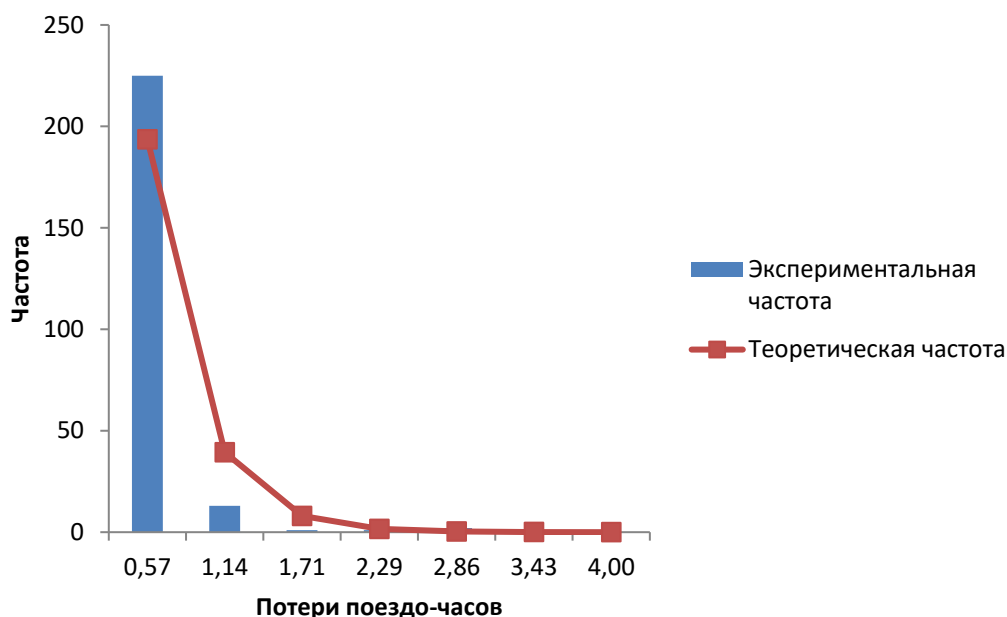


Рисунок П.4.6 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий пятого класса

– Наблюдаемое значение критерия: 3,844.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 5,99.

Гипотеза **противоречит** статистическим данным и показательное распределение нельзя рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

При анализе результата было выяснено, что на железнодорожных линиях пятого класса события, когда отказы вызывают задержки в движении поездов весьма редки, что вызывает существенный рост диаграммы в первом подынтервале. В связи с этим, были откинута из статистической совокупности объекты ЖАТ, где были зарегистрированы нулевые значения потерь поездо-часов и построена новая диаграмма.

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов по объектам ЖАТ, где были зарегистрированы потери поездо-часов, представлены в таблице П.4.7, а визуализированные распределения – на графике П.4.7.

Таблица П.4.7 – Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий пятого класса (по объектам, где были зарегистрированы потери поездо-часов отличные от нуля)

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,00	0,57	26	24,82
2	0,57	1,14	13	10,82
3	1,14	1,71	1	4,72
4	1,71	2,29	1	2,06
5	2,29	2,86	2	0,9
6	2,86	3,43	1	0,39
7	3,43	4,00	0	0,17

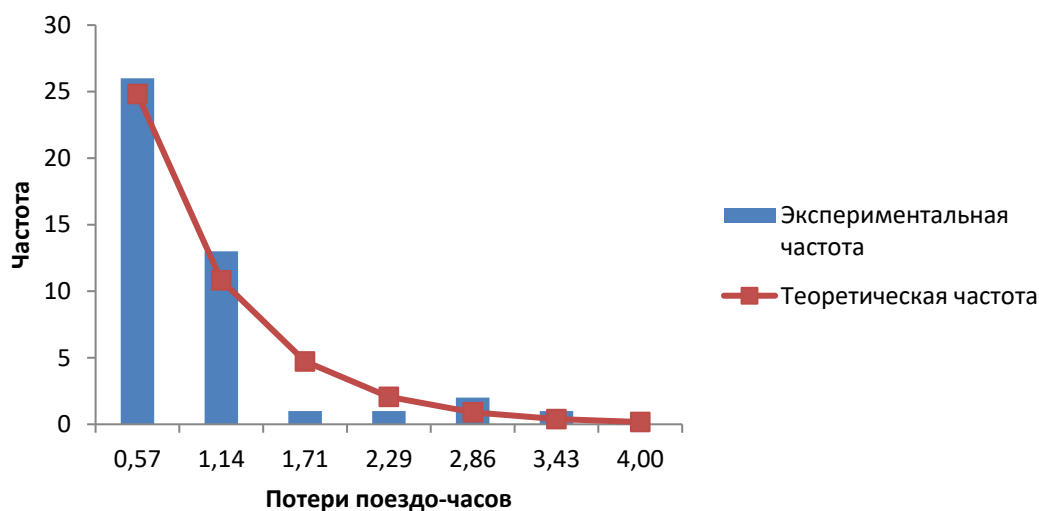


Рисунок П.4.7 – Теоретическая и эмпирическая частоты потерь поездо-часов для объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий пятого класса (по объектам, где были зарегистрированы потери поездо-часов отличные от нуля)

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 5-7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 5,599.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 7,81.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

2. Распределения времени до восстановления объектов ЖАТ, функционирующих на железнодорожных линиях различных классов и специализаций

Для всех распределений времени до восстановления на основе анализа гистограммы выдвигалась гипотеза о показательном законе распределения

а) Распределение времени до восстановления по всем объектам ЖАТ

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты времени до восстановления представлены в таблице П.4.8, а визуализированные распределения – на графике П.4.8

Таблица П.4.8– Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты времени до восстановления объектов ЖАТ

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,10	0,66	71	70,73
2	0,66	1,21	51	45,81
3	1,21	1,77	37	29,66
4	1,77	2,33	28	19,21
5	2,33	2,89	12	12,44
6	2,89	3,44	13	8,06
7	3,44	4,00	5	5,22

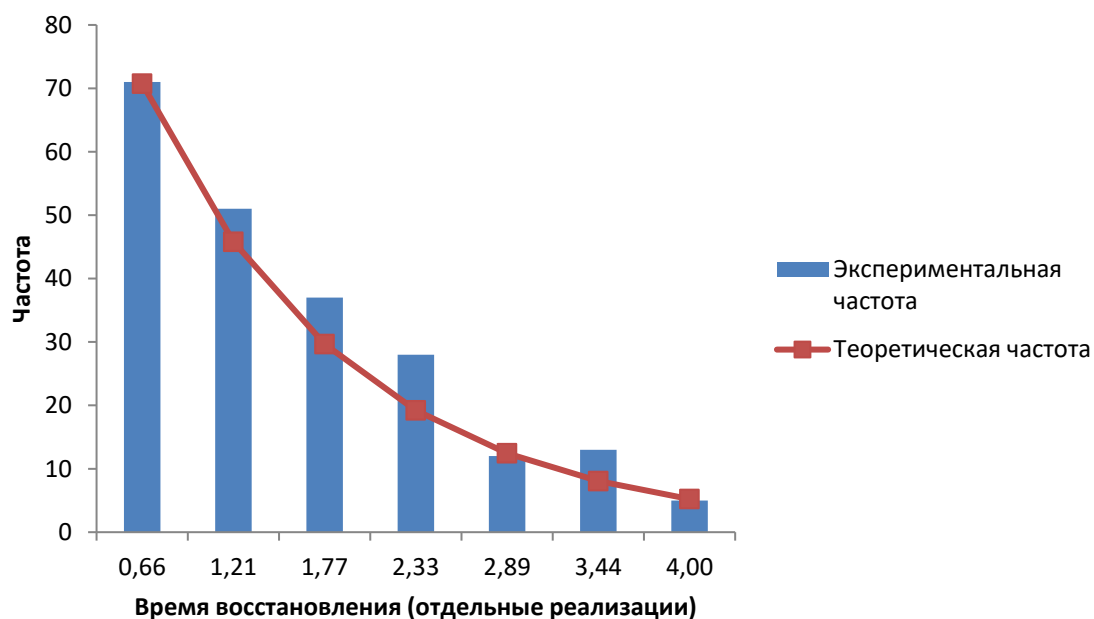


Рисунок П.4.8 – Теоретическая и эмпирическая частоты времени до восстановления для объектов ЖАТ

При обработке статистических данных были объединены соответствующие частоты подынтервалов 5-7, как малочисленные.

– Наблюдаемое значение критерия: 5,599.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 7,81.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

б) Распределение времени до восстановления по объектам ЖАТ, функционирующим на участках железнодорожных линий первого класса и первой (условной) специализации

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты времени до восстановления представлены в таблице П.4.9, а визуализированные распределения – на графике П.4.9



Таблица П.4.9– Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты времени до восстановления объектов ЖАТ, функционирующих на участках железных дорог первого класса и первой (условной) специализации

Номер подынтервала	Начало подынтервала	Конец подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0,22	0,47	13	7,87
2	0,47	0,73	8	5,74
3	0,73	0,98	5	4,18
4	0,98	1,24	3	3,05
5	1,24	1,49	4	2,22
6	1,49	1,75	4	1,62
7	1,75	2,00	1	1,18

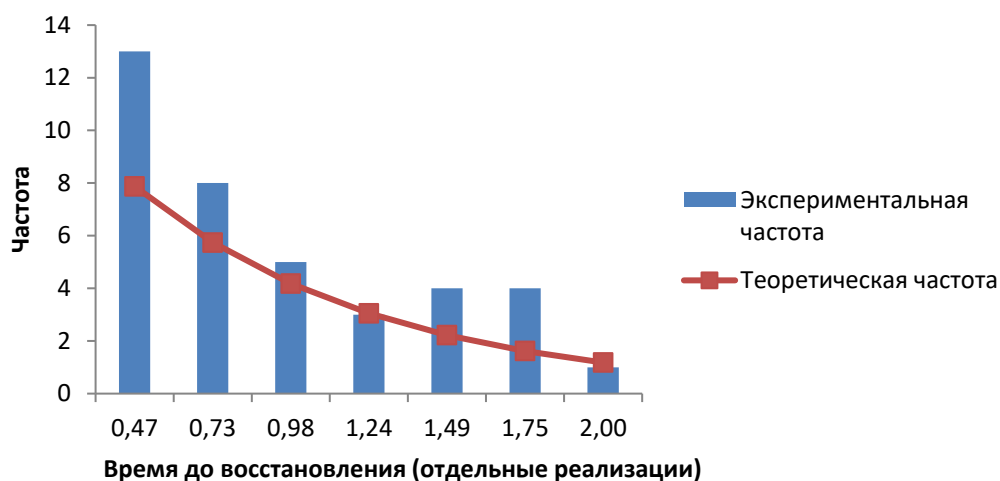


Рисунок П.4.9 – Теоретическая и эмпирическая частоты времени до восстановления для объектов ЖАТ

При обработке статистических данных малочисленные частоты не объединялись.

– Наблюдаемое значение критерия: 9,337.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 11,07.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

Примечание: В статистическую совокупность для исследования времени до восстановления включались только данные об объектах ЖАТ, где за период наблюдения был зарегистрирован ровно один отказ, так как спецификой исходных данных в таблице Приложения 1 является то, что в ней приводится суммарное время до восстановления после всех отказов, произошедших в период наблюдения, то есть реализации времен до восстановления после отдельных отказов отсутствуют.

3. Распределение количества отказов 1 и 2 категории объектов ЖАТ, функционирующих на участках железнодорожных линий первого класса и первой (условной) специализации

Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты отказов 1 и 2 категории представлены в таблице П.4.10, а визуализированные распределения – на графике П.4.10

Таблица П.4.10– Результаты расчета теоретической и эмпирической частоты отказов 1 и 2 категории объектов ЖАТ, функционирующих на участках железных дорог первого класса и первой (условной) специализации

Номер подынтервала	Значение подынтервала	Экспериментальная частота	Теоретическая частота
1	0	7	5,42
2	1	9	10,56
3	2	14	10,28
4	3	3	6,67
5	4	2	3,25
6	5	2	1,27
7	6	0	0,41
8	7	0	0,11
9	8	0	0,0278
10	9	0	0,00602
11	10	1	0,0012

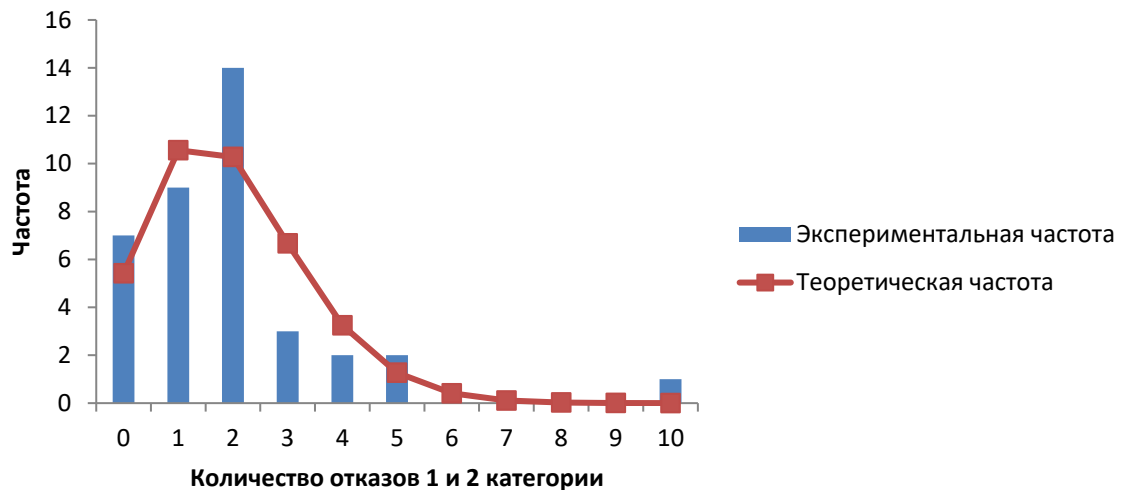


Рисунок П.4.10 – Теоретическая и эмпирическая частоты отказов 1 и 2 категории объектов ЖАТ, функционирующих на участках железных дорог первого класса и первой (условной) специализации

При обработке статистических данных объединялись малочисленные частоты 5-8, 9-11.

– Наблюдаемое значение критерия: 5,113.

– Критическая точка (при уровне значимости 0,05): 9,49.

Гипотеза **не противоречит** статистическим данным и показательное распределение можно рассматривать как адекватное для исследованной совокупности объектов ЖАТ.

Поток отказов принято моделировать распределением Пуассона. Отказы 1 и 2 категории являются подмножеством общего множества отказов объекта ЖАТ, которые в силу стечения обстоятельств (случайно) вызвали последствия в виде задержки в движении поездов. Поэтому для данного случая применима теорема о случайном прореживании случайного потока, где в результате должен получаться поток Пуассона (простейший). Как видно, в целом гипотеза подтверждается и экспериментально, даже при достаточно небольшом количестве реализаций.

Общие замечания по расчетам:

1. В качестве исходных данных для исследований использовалась таблица из Приложения 1. Для других объектов и в иных периодах времени результаты могут отличаться от полученных в настоящей работе.
2. У некоторых случайных величин адекватные вероятностные распределения были построены только для отдельных случаев.
3. Для исключения субъективности специализации железнодорожных линий при исследовании были закодированы числами от одного до семи.
4. Потери поездо-часов для объектов ЖАТ приведены на один зарегистрированный в таблице Приложения 1 отказ 1 и 2 категории.

#### **4.2 Построение усеченного вероятностного распределения для случая нормального закона распределения потерь поездо-часов**

В случае, если адекватным распределением потерь поездо-часов является нормальное распределение, то требуется выполнить его усечение, так как потери поездо-часов не могут быть меньше нуля.

Усеченная плотность распределения случайной величины получится в результате нормирования исходного распределения на масштабирующий множитель  $c$ :

$$\bar{f}(t) = c \cdot f(t). \quad (\text{П.4.1})$$

Множитель  $c$  определяют из условия равенства единице площади под плотностью распределения усеченной случайной величины с учетом нижнего предела, равного 0:

$$c = \frac{1}{\int_0^{+\infty} f(t) dt}. \quad (\text{П.4.2})$$

Причем:

$$c = \frac{1}{1 - \Phi(0)}. \quad (\text{П.4.3})$$

где  $\Phi(0)$  – функция Лапласа при значении аргумента 0.

## Приложение 5

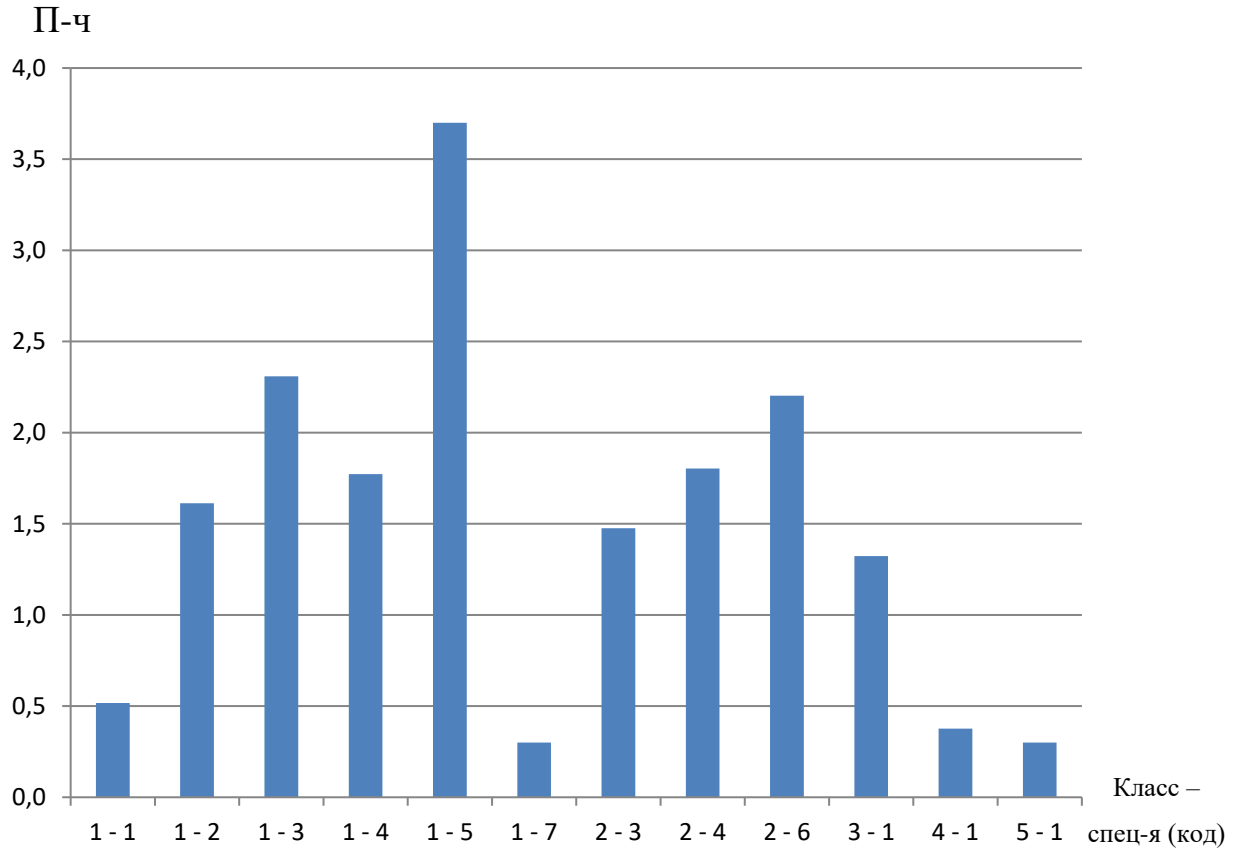
Результаты расчета допустимых и фактических значений показателей  
надежности систем ЖАТ

Рисунок П.5.1 – Расчетное значение потерь поездо-часов в год для участков железнодорожных линий различных классов и специализаций

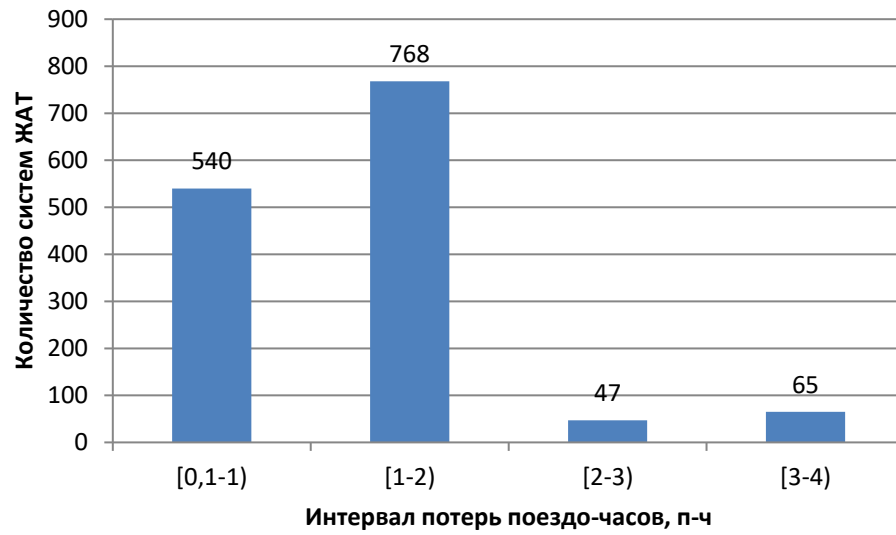


Рисунок П.5.2 – Распределение расчетного значения потерь поездо-часов в год по количеству систем ЖАТ

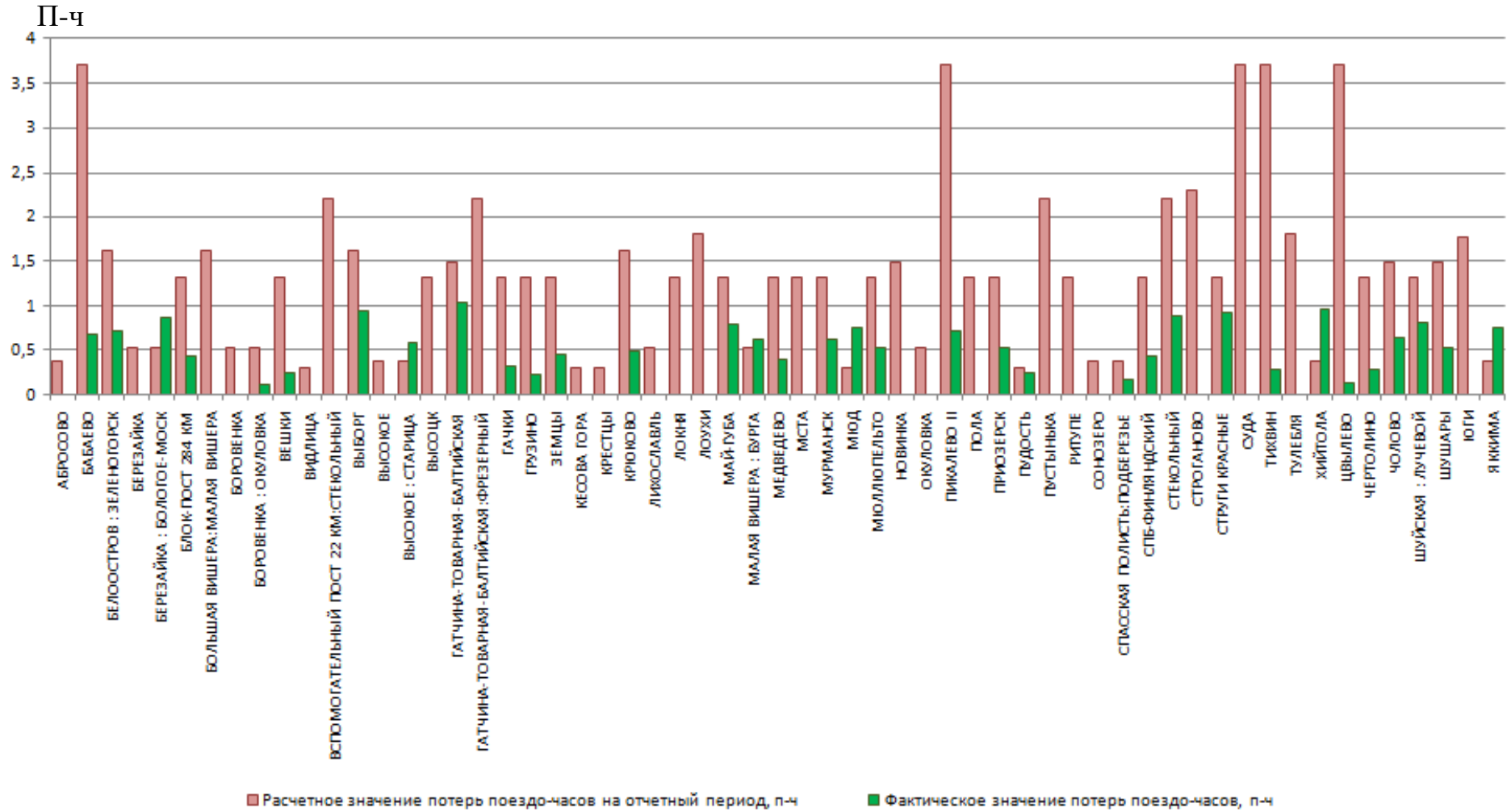


Рисунок П.5.3 – Пример соотношения фактических и расчетных значений потерь поездо-часов у различных систем ЖАТ (выборка в количестве 60 из 1420 исследованных систем)

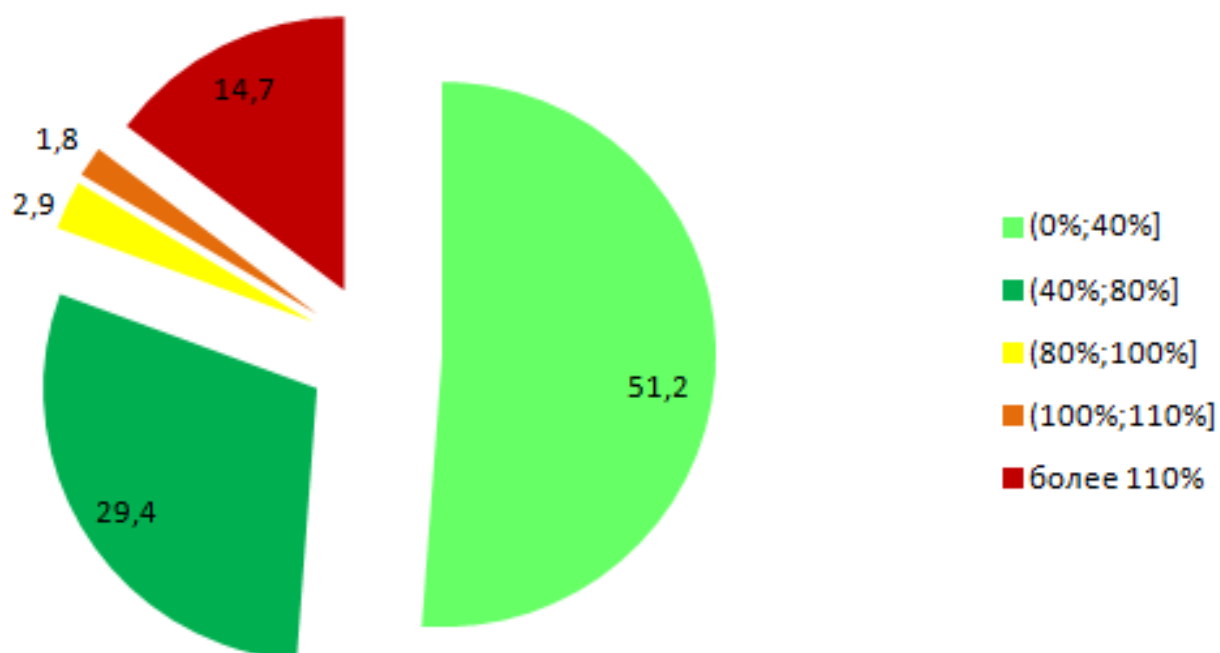


Рисунок П.5.4 – Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и расчетного значения потерь поездо-часов в процентном соотношении (среди систем ЖАТ, где были отказы в течение отчетного интервала времени)



Инт-ть 1 и 2,

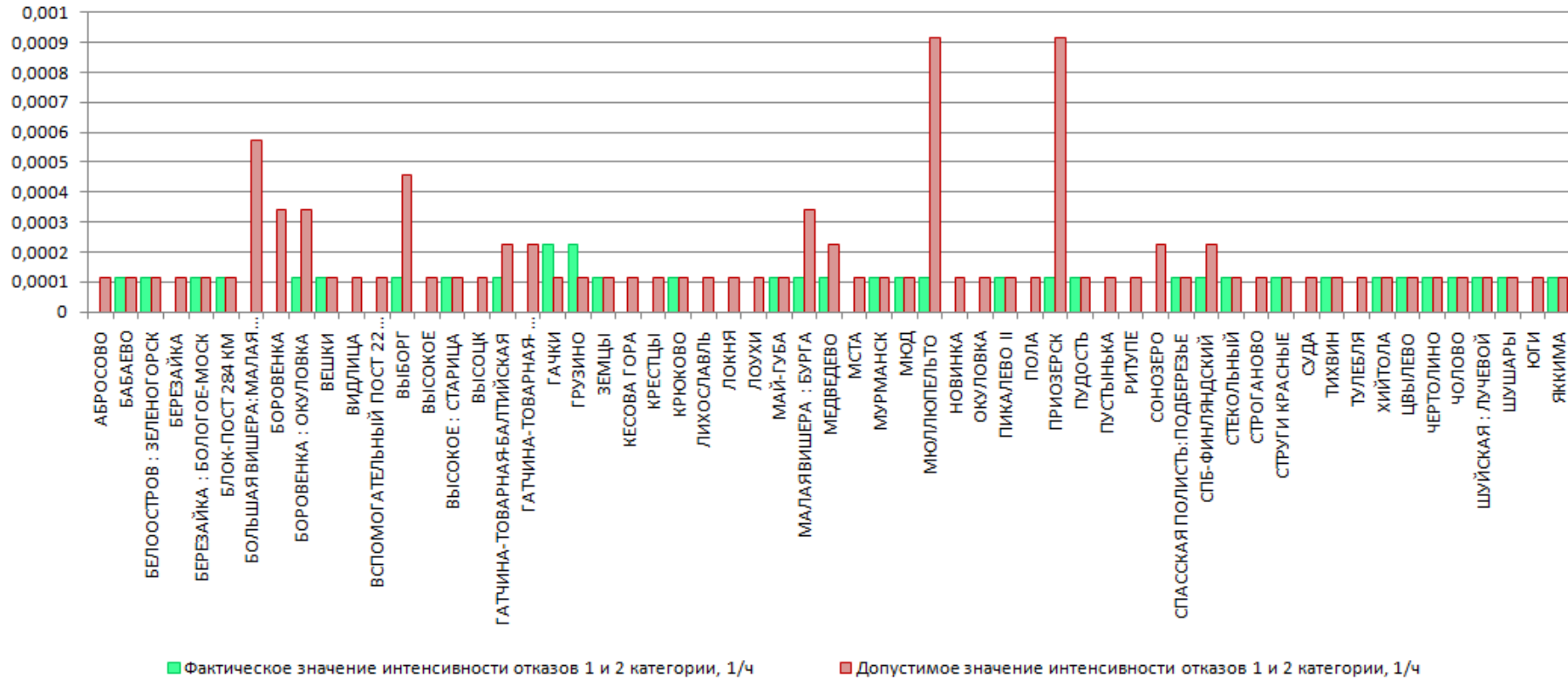


Рисунок П.5.5 – Пример соотношения фактических и расчетных значений интенсивности отказов 1 и 2 категории у различных систем ЖАТ (выборка в количестве 60 систем из 1420 исследованных систем)

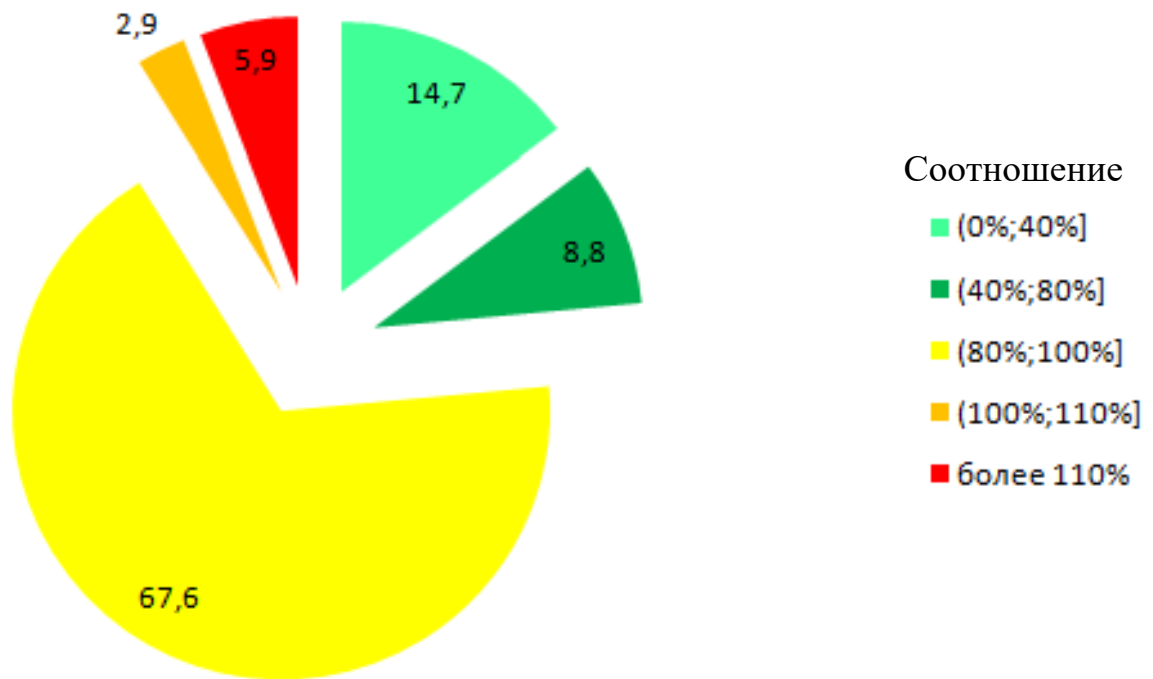


Рисунок П.5.6 – Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений интенсивности отказов 1 и 2 категории в процентном выражении (среди систем ЖАТ, где были отказы 1 и 2 категории за отчетный интервал времени)

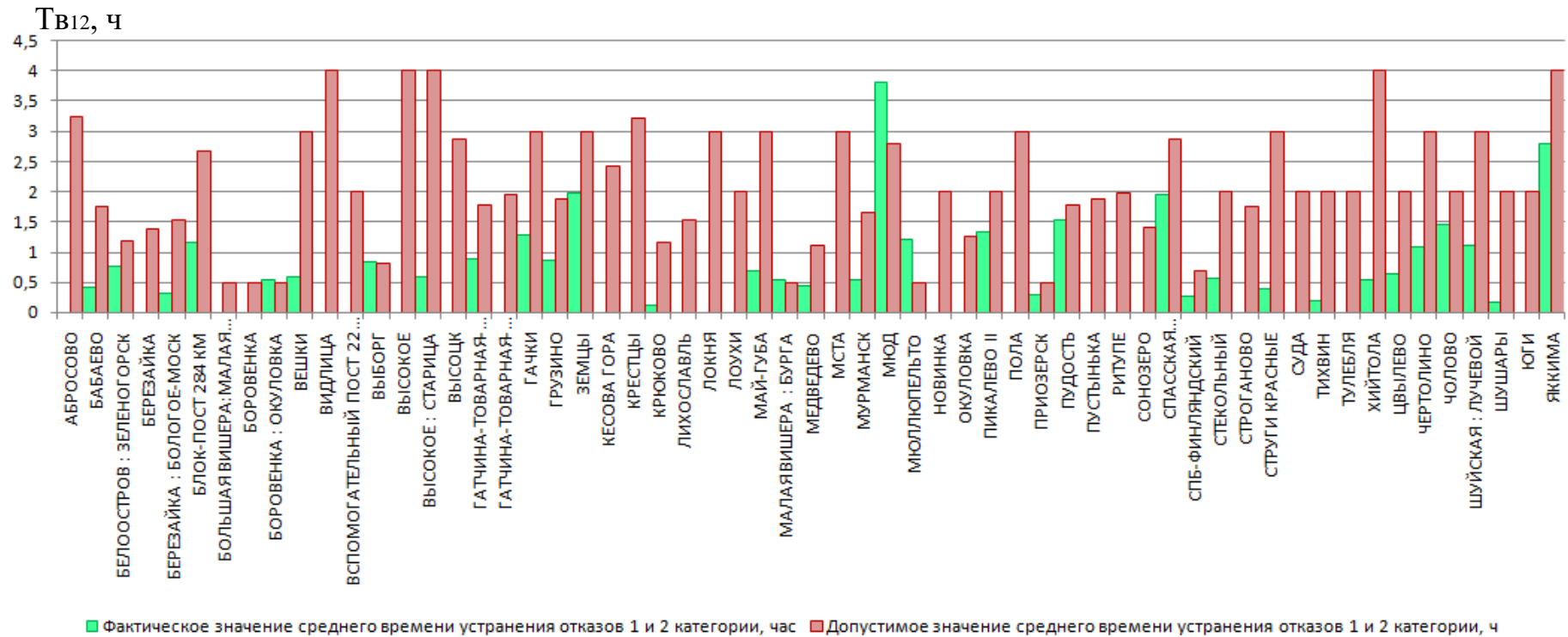


Рисунок П.5.7 – Пример соотношения фактических и расчетных значений среднего времени устранения отказов 1 и 2 категории у различных систем ЖАТ (выборка в количестве 60 систем из 1420 исследованных систем)

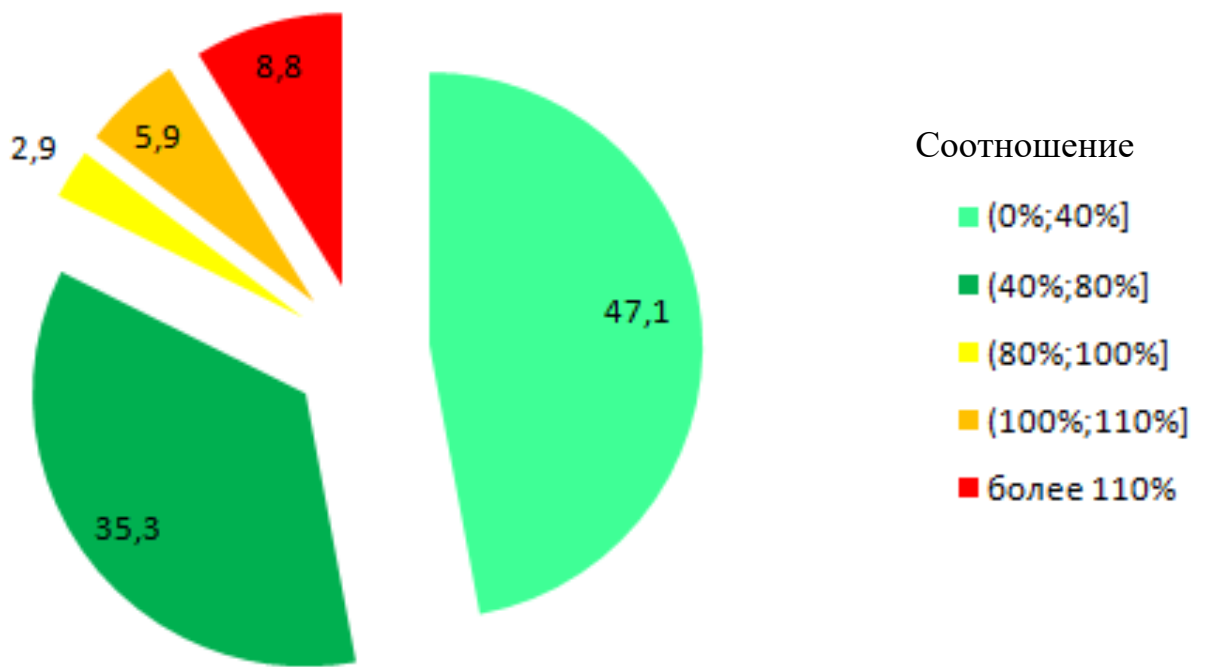


Рисунок П.5.8 – Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений среднего времени устранения отказов 1 и 2 категории в процентном выражении (среди систем ЖАТ, где были отказы 1 и 2 категории за отчетный интервал времени)

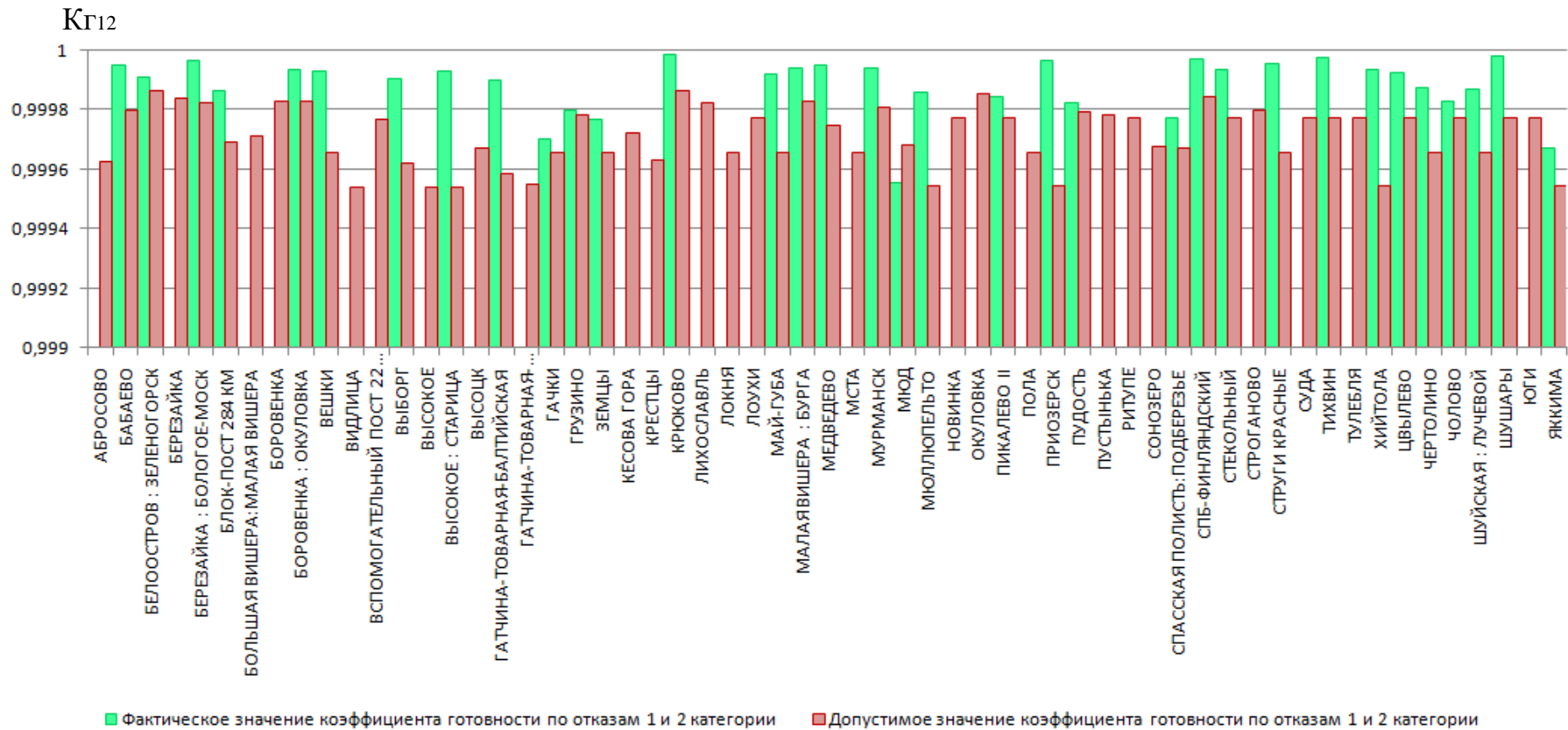


Рисунок П.5.9 – Пример соотношения фактических и расчетных значений коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории у различных систем ЖАТ (выборка в количестве 60 систем из 1420 исследованных систем)



Рисунок П.5.10 – Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории в процентном выражении (среди систем ЖАТ, где были отказы 1 и 2 категории за отчетный интервал времени)

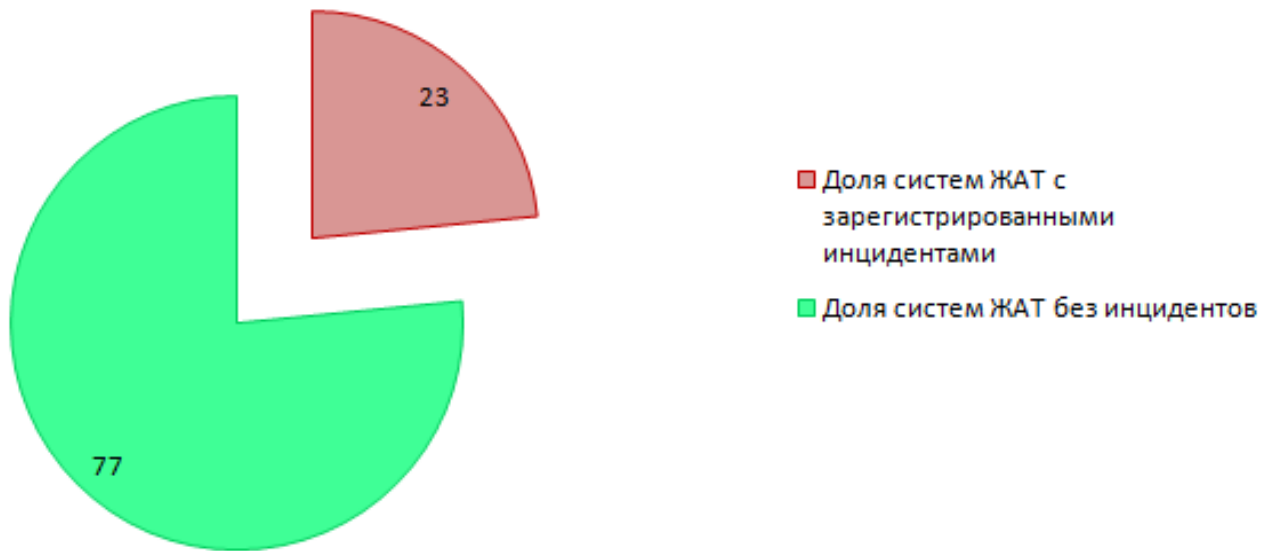


Рисунок П.5.11 – Соотношение в процентном выражении количества систем ЖАТ, у которых в течение отчетного интервала времени были зарегистрированы инциденты, к системам ЖАТ, у которых инциденты не были зарегистрированы

## Инт-ть инц., 1/ч

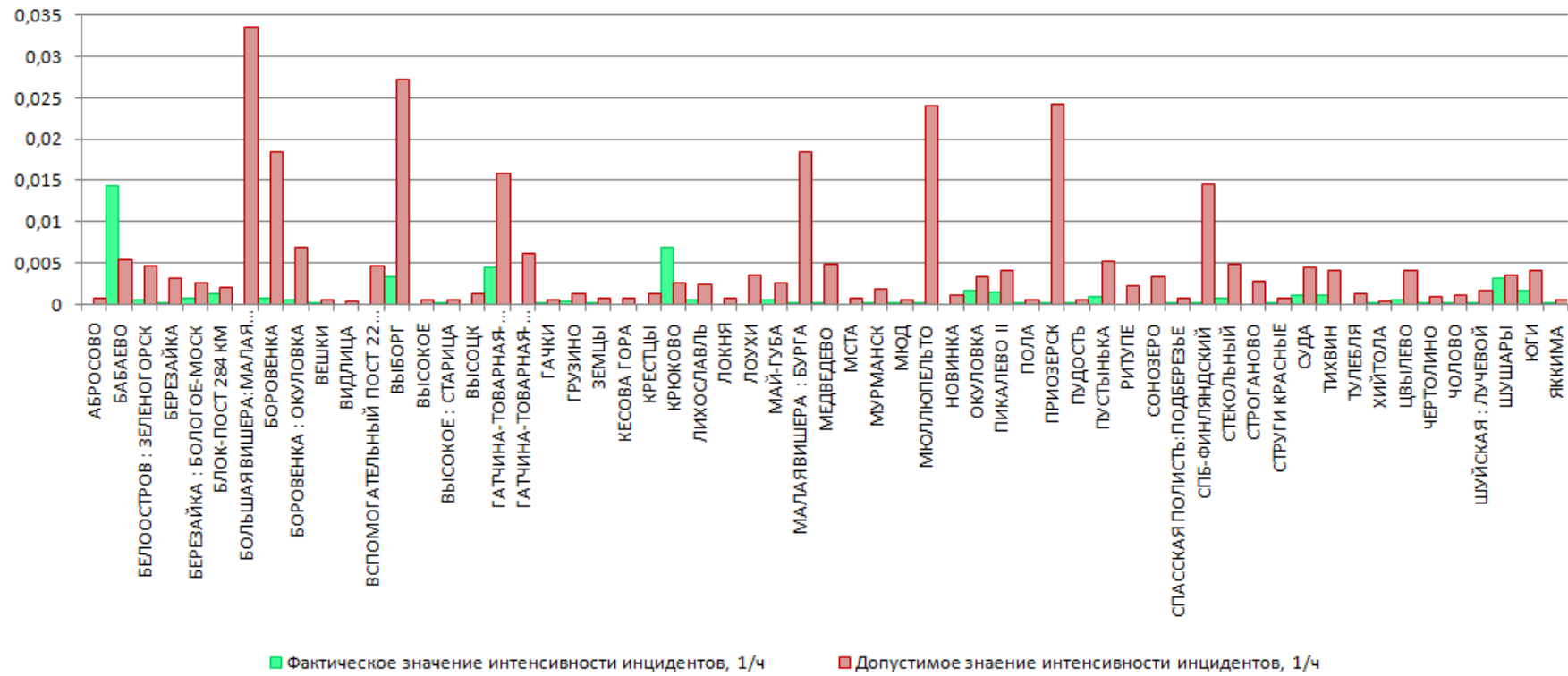


Рисунок П.5.12 – Пример соотношения фактических и допустимых значений интенсивности инцидентов у различных систем ЖАТ (выборка в количестве 60 систем из 1420 исследованных систем)



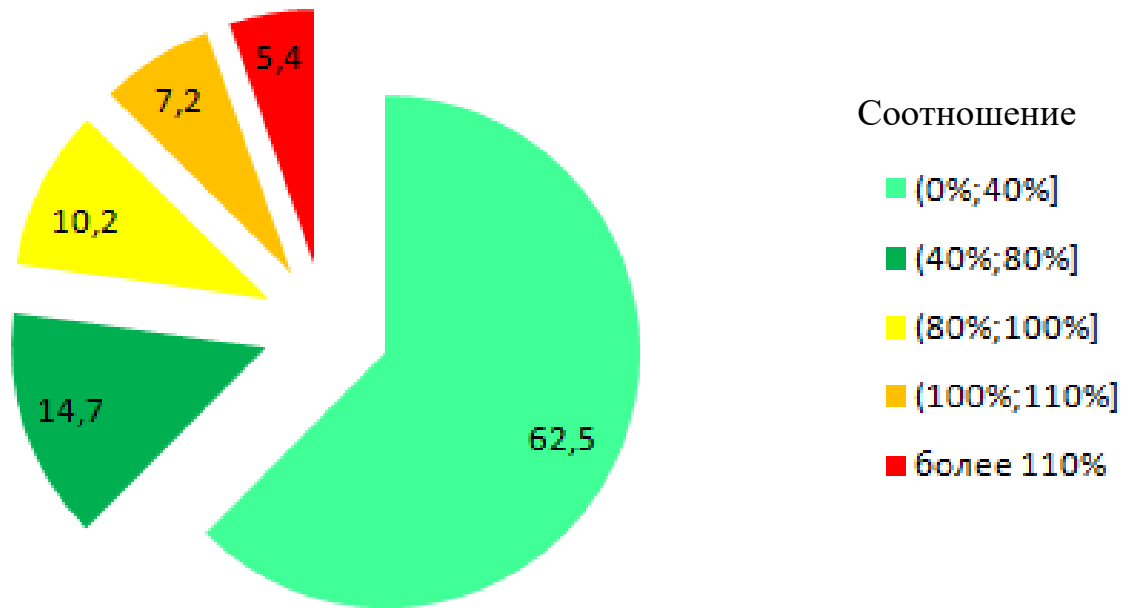


Рисунок П.5.13 – Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений интенсивности инцидентов в процентном выражении (среди систем ЖАТ, где были инциденты за отчетный интервал времени)

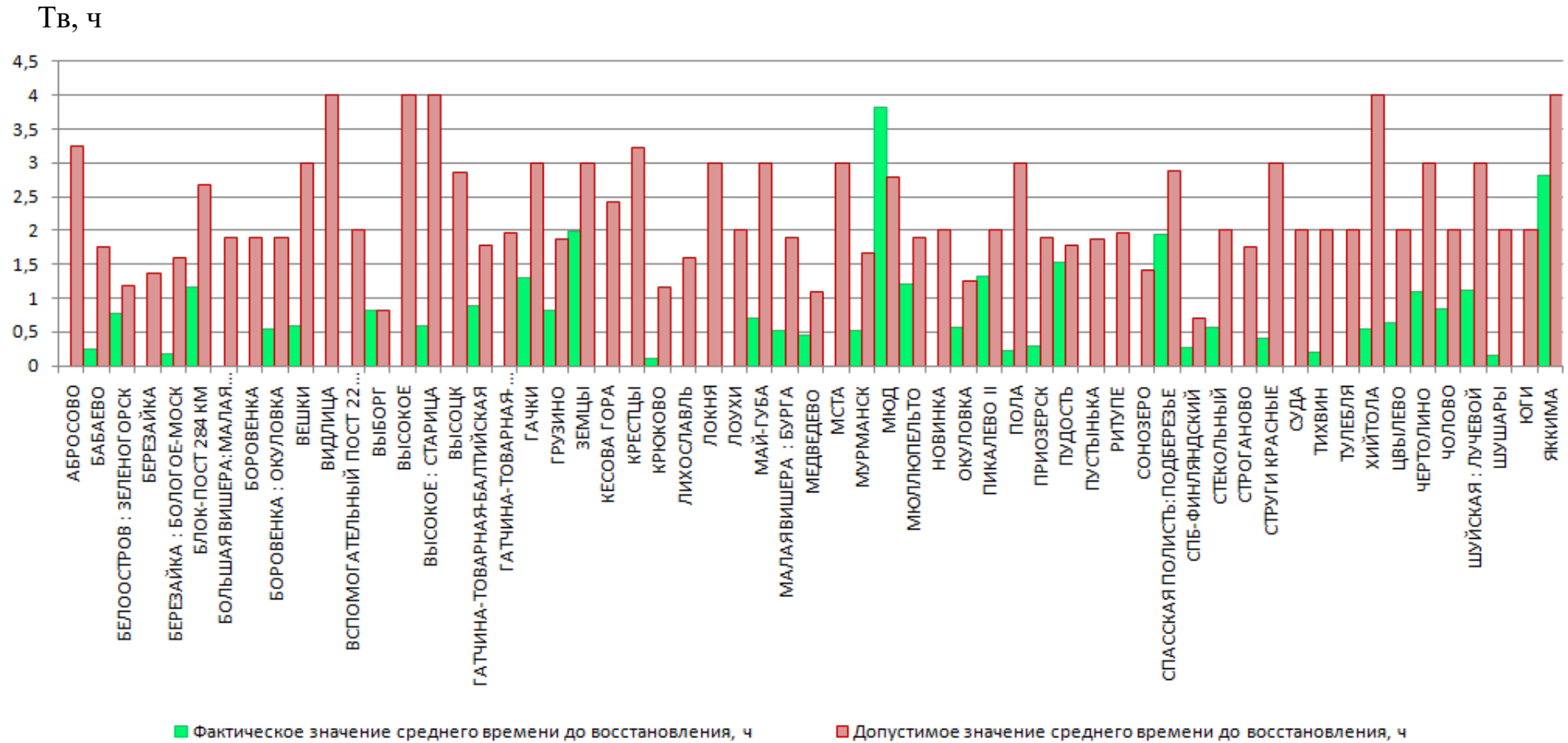


Рисунок П.5.14 – Пример соотношения фактических и допустимых значений среднего времени до восстановления у различных систем ЖАТ (выборка в количестве 60 систем из 1420 исследованных систем)

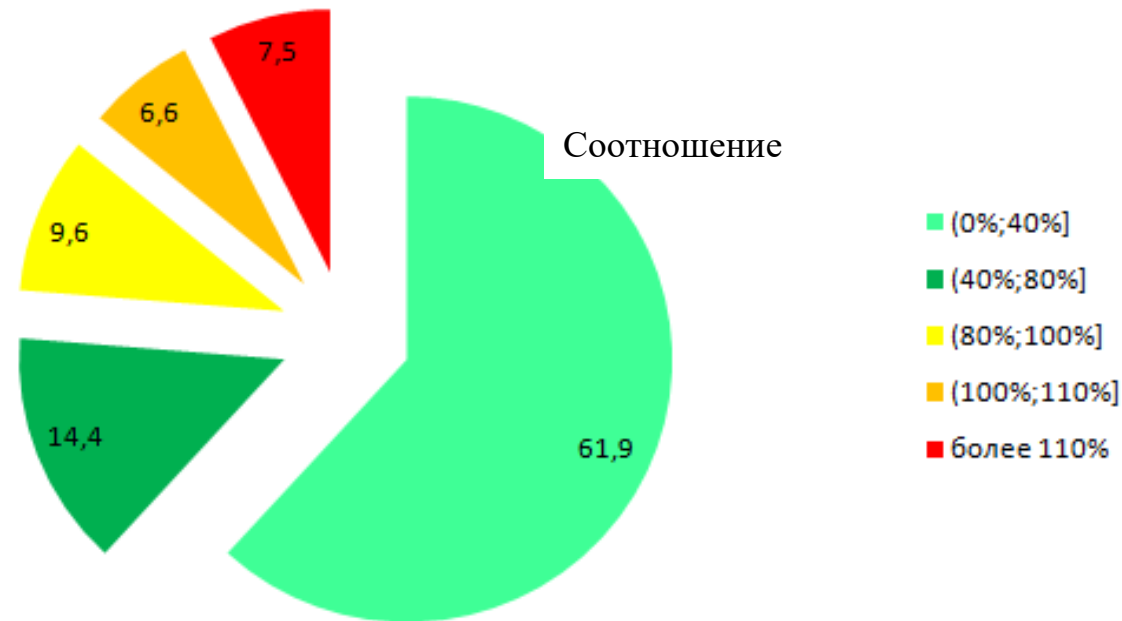


Рисунок П.5.15 – Распределение систем ЖАТ по соотношению фактического и допустимого значений среднего времени до восстановления в процентном выражении (среди систем ЖАТ, где были инциденты за отчетный интервал времени)

Примечание: Допустимые значения показателей надежности вычислены для совокупности систем ЖАТ, представленных в Приложении 1. Фактические значения показателей вычислены для той же совокупности систем ЖАТ по данным за отчетный интервал времени продолжительностью в один календарный месяц (февраль 2017 года).

## Приложение 6

### Акты апробации результатов диссертации



ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»  
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ДИРЕКЦИЯ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ

УПРАВЛЕНИЕ  
АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Каланчевская ул., 35  
г. Москва, 107174,  
Тел.: (499) 262-50-13, факс: (499) 262-59-90

«28» 11 2017 г. № 1504-1423

#### АКТ

о практическом применении результатов диссертационной работы  
Солдатова Дмитрия Владимировича «Разработка метода нормирования и  
анализа показателей надежности систем автоматики и телемеханики»

Результаты, полученные в диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук Солдатовым Д.В., нашли практическое применение при автоматизации процессов расчета фактических и нормативных значений показателей надежности технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики в рамках Автоматизированной системы анализа надежности хозяйства автоматики и телемеханики ОАО "РЖД" (АС АНШ), разработанной в соответствии с пунктом 3б поручения президента ОАО «РЖД» О.В. Белозерова «Об обеспечении перехода на систему нормирования показателей надежности работы технических средств в ОАО «РЖД» от 19 декабря 2017 года № ПП-170.

В частности, в соответствии с основными положениями диссертации и общей концепцией метода, предложенного Солдатовым Д.В., были реализованы алгоритмы и программное обеспечение по расчету нормативных и фактических значений показателей функциональной надежности: интенсивности отказов 1-й и 2-й категории систем ЖАТ, потерь поездо-часов из-за отказов систем ЖАТ, коэффициента готовности по отказам систем ЖАТ 1-й и 2-й категории. Программное обеспечение применяется для выполнения расчетов и анализа функциональной надежности систем ЖАТ для всей сети железных дорог ОАО «РЖД», начиная с 2017 календарного года.

Начальник управления



Аношкин В.В.



**ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»  
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО  
ПО ИНФРАСТРУКТУРЕ  
(ПКБ И ОАО «РЖД»)**

ул. Космонавта Волкова, 6,  
г. Москва, 127299,  
Тел.: (499) 159-20-84, факс: (499) 159-21-55  
E-mail: pkb-i-rzd@yandex.ru

«*AS*» *12* 2017 г. № 4469, ПКБ И

**АКТ**

о практическом применении результатов диссертационной работы  
Солдатова Дмитрия Владимировича «Разработка метода нормирования и  
анализа показателей надежности систем железнодорожной  
автоматики и телемеханики»

Основные результаты, представленные в диссертации Солдатова Д.В.,  
нашли практическое применение при разработке, апробации и реализации  
методологии управления ресурсами и рисками на основе анализа надежности  
(УРРАН) в хозяйстве автоматики и телемеханики. Ряд теоретических  
положений и математических моделей, представленных в диссертации,  
использованы в следующих нормативных документах:

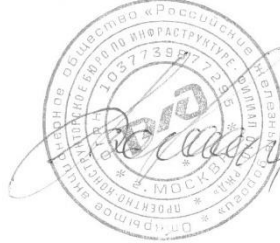
– методике комплексной оценки деятельности структурных  
подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям  
надежности и безопасности функционирования, качества технического  
обслуживания и ремонта систем и устройств (утвержденной распоряжением  
старшего вице-президента ОАО «РЖД» Г.В. Верховых № 2590/р  
от 19.12.2016 г.);

– методических указаниях «Управление надежностью  
функционирования систем железнодорожной автоматики телемеханики на  
основе методологий ALARP и УРРАН» (утвержденной распоряжением  
старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановича № 2651/р от  
23.12.2016 г.);

– методике сбора, обработки и представления данных, связанных с  
функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики  
(утвержденной распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД»  
В.А. Гапановича № 2651/р от 23.12.2016 г.);

— методике оценки стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН (утвержденной распоряжением старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановича № 2706/р от 27.12.2016 г.).

Директор



В.Б.Воробьев