

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

На правах рукописи

ВЕСЕЛОВА АНАСТАСИЯ СЕРГЕЕВНА

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

05.22.08 - «Управление процессами перевозок»

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата технических наук

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

Москва – 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ	15
1.1 Производственный процесс технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики	15
1.2 Концепция применения методологии УРРАН для оценки качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.....	22
1.3 Показатели качества функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики.....	29
1.4 Описание основных производственных процессов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики и методы их анализа.....	34
1.4.1 Постановка задачи.....	34
1.4.2 Функциональные сети как инструмент оценки качества технической эксплуатации систем ЖАТ	37
1.4.3 Система оценки качества работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.....	42
1.5 Выводы по главе.....	52
2 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА НА ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ	55
2.1 Принципы оценки качества технического обслуживания и ремонта на этапе планирования.....	55
2.2 Сбор и представление исходных данных для оценки и анализа влияния основных процессов на готовность технических средств ЖАТ	60
2.3 Оценка коэффициента готовности по отказам первой и второй категории при различной обеспеченности процесса технического обслуживания и ремонта.....	63
2.4 Анализ коэффициента готовности объектов ЖАТ по отказам первой и второй категории и рисков	79

2.5 Выводы по главе.....	84
3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ	87
3.1 Концепция оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.....	87
3.2 Оценка качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ	94
3.2.1 Оценка базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ	94
3.2.2 Оценка базовых показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики	98
3.2.3 Оценка интегральных показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики	101
3.3 Автоматизация процесса балльной оценки деятельности подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД»	111
3.4 Оценка качества процесса технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики на сортировочных горках	119
3.5 Выводы по главе.....	127
4 ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ХОЗЯЙСТВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ	130
4.1 Общие положения	130
4.2 Оценка функциональной безопасности производственных процессов технического обслуживания и ремонта систем ЖАТ	133
4.3 Проблема влияния обеспеченности ресурсами на функциональную безопасность технологических процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики.....	140
4.4 Выводы по главе.....	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	147
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	150
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	152
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	169
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	172
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	173

ПРИЛОЖЕНИЕ 4	175
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	178
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	183
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	184
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	187
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	193
ПРИЛОЖЕНИЕ 10	196
ПРИЛОЖЕНИЕ 11	199
ПРИЛОЖЕНИЕ 12	202
ПРИЛОЖЕНИЕ 13	206
ПРИЛОЖЕНИЕ 14	213
ПРИЛОЖЕНИЕ 15	222
ПРИЛОЖЕНИЕ 16	226
ПРИЛОЖЕНИЕ 17	227
ПРИЛОЖЕНИЕ 18	228
ПРИЛОЖЕНИЕ 19	231
ПРИЛОЖЕНИЕ 20	246
ПРИЛОЖЕНИЕ 21	255
ПРИЛОЖЕНИЕ 22	260
ПРИЛОЖЕНИЕ 23	265

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. В рамках реализации Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в том числе с целью решения задачи по обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере, Правительством Российской Федерации сформирована национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». В ОАО «Российские железные дороги» в целях реализации указанной программы разработана дорожная карта цифровизации отрасли, направленная на существенный рост эффективности работы всех структурных подразделений, в том числе - хозяйства автоматики и телемеханики, для которого актуальность внедрения современных цифровых технологий обусловлена двумя основными причинами.

Во-первых, ограниченность финансовых, материальных и трудовых ресурсов при существенной изношенности действующих технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) требует применения эффективных методов управления ресурсами и рисками в производственной деятельности с учетом случайного характера возникновения возможных экономических потерь. Данная задача может быть решена за счет использования информационных систем управления надежностью, безопасностью, рисками и ресурсами на железнодорожном транспорте, внедряемых на сети Российской железных дорог [70, 110].

Во-вторых, развитие средств информатизации, так называемая «цифровизация экономики» предоставляет совершенно новые, недоступные ранее возможности в области точности расчетов, статистического анализа значимых объемов данных, математического и имитационного моделирования.

Качество функционирования объектов ЖАТ, прежде всего, уровень их безотказности, безопасности и готовности, непосредственно влияет на качество перевозочного процесса. Анализ производственного процесса технической

эксплуатации объектов ЖАТ позволяет сделать вывод о необходимости разработки новых моделей и методов его планирования и оценки качества реализации, которые обеспечат эффективное применение в хозяйстве автоматики и телемеханики современных информационных технологий, автоматизированных систем управления объектами инфраструктуры железнодорожного транспорта [70].

Степень разработанности темы исследования. Значительный вклад в решение различных задач в области надежности и безопасности функционирования, качества производственного процесса технического обслуживания и ремонта систем и устройств ЖАТ внесли известные ученые: В.И. Апатцев, Л.А. Баранов, Б.Ф. Безродный, П.Ф. Бестемьянов, Д.В. Гавзов, А.В. Горелик, И.Е. Дмитренко, В.А. Ивницкий, Ю.А. Кравцов, П.А. Козлов, В.М. Лисенков, В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, Д.В. Шалягин, В.И. Шаманов.

В последнее время все большую актуальность в различных хозяйствах ОАО «РЖД» приобретает вопрос управления ресурсами и рисками. В этой области наибольший вклад внесли И.Б. Шубинский, В.И. Шаманов, Б.Ф. Безродный, Д.В. Шалягин, Е.Н. Розенберг, В.А. Гапанович, А.М. Замышляев.[1, 53, 54, 123, 129, 131].

В вопросах управления ресурсами на основе оценки рисков в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» широко используются методы, предложенные в работах А.В. Горелика, А.В. Орлова, Н.А. Тарадина, П.А. Неварова, И.А. Журавлева, Д.В. Солдатова. Некоторые результаты данного диссертационного исследования были получены совместно с представленным выше коллективом ученых, что отражается наличием совместных публикаций, приведенных в [9 - 13, 15 - 31, 34 - 52].

Разработка методов оценки качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики, совершенствование методов планирования работы линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства является одним из направлений представленных исследований. Результатом этих исследований является разработка модели оценки показателей

надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от обеспеченности производственного процесса технического обслуживания и ремонта необходимыми трудовыми и иными ресурсами, наличия объемов работ, возникновение которых носит случайный характер [19, 24, 38]; разработка и обоснование номенклатуры показателей и методики комплексной оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» основанной на оценке рисков, связанных с неудовлетворительным качеством предоставления услуг по перевозке грузов и пассажиров железнодорожным транспортом [12, 14, 16, 20, 22, 29, 36, 38, 39, 41-43, 48, 49]; разработка методики оценки и сравнительного анализа функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» с помощью анализа коэффициента потенциальной опасности как случайной величины [25, 26]; разработка новых подходов к планированию и оценке качества работы линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики приведены в работах [9-11, 13, 16-18, 21, 23, 27, 28, 30-35, 37, 40, 44-47, 50, 21, 44].

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах научных исследований, изложенных в работе, непосредственном участии в разработке новых методик, методов и моделей оценки качества производственного процесса технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики, а также подготовке соискателем основных публикаций по выполненной работе.

Цель и задачи диссертационного исследования. Целью данной диссертационной работы является разработка методов и моделей, позволяющих повысить эффективность анализа, планирования и комплексной оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики с учетом влияния на качество перевозочного процесса и обеспеченности материальными и трудовыми ресурсами.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать модель оценки показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики при различной обеспеченности процесса технического обслуживания и ремонта необходимыми ресурсами;
- предложить и обосновать номенклатуру показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики;
- разработать методику комплексной оценки деятельности структурных подразделений и линейных предприятий хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги»;
- разработать методику сравнительного анализа функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги»;
- сформулировать и обосновать ряд технологических, методологических и организационно-управленческих решений, позволяющих повысить эффективность распределения материальных и трудовых ресурсов на этапе планирования производственной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики, повысить объективность оценки качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Объектом исследования является производственный процесс технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Предметом исследования являются методы эффективного планирования, распределения ресурсов и оценки качества деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Объект, предмет и методы исследования находятся в рамках паспорта специальности 05.22.08 «Управление процессами перевозок», а именно пункту 3 «Развитие транспортной сети, ее структур и линейных предприятий» и пункту 7 «Системы автоматики и телемеханики, предназначенные для управления перевозочным процессом, методы их построения и испытания».

Научная новизна исследования:

- предложена и обоснована модель оценки показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики при различной обеспеченности процесса технического обслуживания и ремонта необходимыми ресурсами, которая в отличие от известных позволяет осуществить научно-обоснованную статистическую оценку качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от обеспеченности материальными и трудовыми ресурсами;
- предложена и обоснована номенклатура показателей и методика комплексной оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги», основанные на применении методов теории рисков, которые в отличие от существующих методов позволяет учитывать случайный характер отказов технических средств ЖАТ и влияние этих отказов на перевозочный процесс;
- разработана методика сравнительного анализа функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги», с помощью анализа коэффициента потенциальной опасности как случайной величины и основанная на применении метода функциональных сетей;
- предложен ряд технологических, методологических и организационно-управленческих решений, позволяющих повысить эффективность распределения материальных и трудовых ресурсов на этапе планирования производственной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики, повысить объективность оценки качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что автором предложены и научно-обоснованы новые модели, методы и методики оценки качества технической эксплуатации систем и устройств железнодорожной

автоматики и телемеханики на этапе планирования и оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений, раскрыты противоречия проблемы, связанной с научным анализом потенциальной возможности и обоснованием экономической и производственной целесообразности распределения материальных, трудовых и иных ресурсов, изучены основные факторы и причинно-следственные связи влияния качества планирования и эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Теоретические исследования, представленные в данной диссертационной работе, проводились при поддержке ОАО «Российские железные дороги» по итогам конкурса молодых ученых 2015 года, проект «Методика и алгоритм имитационной экспертизы управленческих решений по минимизации стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики».

Значение полученных в ходе работы над диссертационным исследованием результатов подтверждается тем, что теоретические методы, модели и методики, предложенные автором, реализуются в виде конкретных нормативных документов, апробированных и внедренных на сети железных дорог Российской Федерации.

Метод комплексной оценки показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» нашел свое фактическое применение в автоматизированной системе статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления хозяйства автоматики и телемеханики АС АНПШ.

Основные результаты исследования, нашли практическое применение при разработке, аprobации и реализации методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики. Методы, представленные в диссертационном исследовании использованы в семи нормативных документах ОАО «РЖД», в том числе:

- Методические указания «Управление надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологий ALARP и УРРАН»: утв. распоряжением № 2651/р от 23.12.2016 г.

– Методика комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта систем и устройств: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2016 № 2590р.

– Методика определения потерь в хозяйстве автоматики и телемеханики, связанных с неисправной работой устройств ЖАТ, на основе методологии УРРАН: утв. 21.11.2017 г.

– Методика оценки функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики: утв. ОАО «РЖД» 26.11.2018 г.

– Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования горочных систем на основе методологии УРРАН: утв. ОАО «РЖД» 26.11.2018 г.

Методология и методы исследований. В представленной диссертационной работе использованы методы теории рисков, риск-менеджмента, математической статистики, функциональных сетей и статистического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

– модель оценки показателей надежности систем железнодорожной автоматики и телемеханики при различной обеспеченности процесса технического обслуживания и ремонта необходимыми ресурсами;

– номенклатура показателей и метод комплексной оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги»;

– методика оценки и сравнительного анализа функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги».

Достоверности результатов исследований подтверждается обоснованным применением апробированных теорий и методов исследований. Достоверность полученных научных результатов подтверждается результатами их внедрения в

хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги», а также согласуются с опубликованными исследованиями других авторов.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях и симпозиумах: международный симпозиум «Надежность и качество», г. Пенза ПензГУ (2014г., 2015г., 2016г.); международные конференции в рамках проекта Sworld (2013г., 2014г., 2015г., 2016г.); научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов», г. Москва, МИИТ (2013г.); научно-практическая конференция «Транспортная инфраструктура Сибирского региона», г. Иркутск, ИРГУПС (2014г., 2017г.); всероссийская конференция «История и перспективы развития транспорта на севере России», г. Ярославль, МИИТ (2014г., 2017г.); международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых TRANS-MECH-ART-CHEM, г. Москва, МИИТ (2014г.); научно-практическая конференция с международным участием «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование» (ИСУЖТ), г. Москва, МИИТ (2014г.); международная научно-практическая конференция «Инновации в системах обеспечения движения поездов», г. Самара, СамГУПС (2016г., 2019 г.).

Внедрение результатов исследования. Осуществлено внедрение представленных разработок в ОАО «Российские железные дороги».

В перспективе наиболее актуальной задачей является автоматизация предложенных автором методов и методик планирования и оценки деятельности структурных подразделений инфраструктурного комплекса ОАО «Российские железные дороги». Решение данной задачи запланировано в Дорожной карте развития комплекса автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» до 2024 года в рамках проекта «Цифровая железная дорога».

Публикации. Основные положения диссертационной работы и научные результаты опубликованы в 45 печатных работах соискателя (из них 42 в соавторстве), в том числе 7 печатных работ опубликованы в изданиях, входящих в «Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, которые соответствуют перечню

рецензируемых изданий для опубликования научных результатов диссертации на соискание ученой степени по специальности 05.22.08 «Управление процессами перевозок», 19 работ в материалах международных научно-практических конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 129 наименований, 24 приложений. Диссертация изложена на 270 страницах машинописного текста.

В первой главе диссертации проведен анализ существующих проблем при описании производственного процесса технической эксплуатации устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, а также обеспеченности данного процесса ресурсами. Рассмотрен подход к представлению производственного процесса технического обслуживания и обеспеченности его ресурсами, исходя из существующих рисков потерь поездо-часов в следствии отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. В данной главе обосновано предложено оценивать качество технической эксплуатации с помощью функциональных сетей и теории рисков.

Во второй главе представлена модель анализа производственных процессов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики, основанный на оценке коэффициента готовности объектов ЖАТ по отказам первой и второй категории при различной обеспеченности процесса технического обслуживания ресурсами. На основе представленного метода имеется возможность анализа рисков потерь поездо-часов от отказов объектов ЖАТ.

Третья глава посвящена комплексной оценке деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества производственного процесса технического обслуживания и ремонта. Предложен метод балльной оценки деятельности структурных подразделений, основывающийся на анализе базовых и дополнительных показателях надежности. Данный метод позволит объективно и комплексно оценить деятельность структурных подразделений хозяйства, а также снизить стоимость жизненного

цикла систем ЖАТ и избежать дополнительных затрат от ненадежной работы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

В четвертой главе данного диссертационного исследования представлен метод оценки функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД». Для эффективного анализа производственных процессов и оценки их качественных показателей предлагается использовать метод функциональных сетей. Рассмотрена влияние на функциональную безопасность и надежность устройств ЖАТ обеспеченности различных технологических процессов хозяйства автоматики и телемеханики ресурсами, а также влияние показателей безошибочности, оперативности и безопасности действий персонала.

1 ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

1.1 Производственный процесс технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики

Повышение качества производственного процесса технической эксплуатации средств ЖАТ является одним из необходимых условий для обеспечения их бесперебойной работы и безопасности движения поездов.

Так, согласно [100], система технической эксплуатации средств ЖАТ представляет собой совокупность средств ЖАТ, персонала определенной квалификации, соответствующего обеспечения производственного процесса технической эксплуатации средств ЖАТ, необходимого и достаточного для поддержания и восстановления исправного (работоспособного) состояния этих средств.

Техническая эксплуатация средств ЖАТ является комплексом производственных процессов, необходимых для обеспечения требуемого качества функционирования средств ЖАТ, включающим в себя техническое обслуживание и технический ремонт средств ЖАТ, их капитальный ремонт и модернизацию.

Все производственные процессы, связанные с технической эксплуатацией устройств и систем ЖАТ, а также технические средства (измерительные приборы, стенды, автоматизированные рабочие места и т.д.), применяемые для технологических работ, регламентируются соответствующими нормативными документами [76, 78, 79, 85, 104, 105].

Процесс технической эксплуатации систем ЖАТ регламентирован рядом государственных стандартов [58, 59, 61]. Эти стандарты устанавливают термины и определения основных понятий в области видов, методов и показателей технического обслуживания и ремонта устройств.

Основным производственным процессом технической эксплуатации

является процесс технического обслуживания устройств ЖАТ, который согласно [58] представляет собой регламентированный комплекс операций по поддержанию работоспособного или исправного состояния средств ЖАТ при эксплуатации(использовании по назначению), ожидании использования, хранении и транспортировании. Ремонт средств ЖАТ – это комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности средств ЖАТ и восстановлению ресурсов средств ЖАТ или их составных частей. Система технического обслуживания и ремонта в целом является совокупностью взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества устройств, входящих в обслуживаемую систему.

Таким образом, понятие «техническая эксплуатация» является более широким по сравнению с получившим распространение в хозяйстве автоматики и телемеханики понятием «техническое обслуживание и ремонт». Оно предполагает помимо технического обслуживания и ремонта регламентацию и учитывает ряд других видов работ, предусмотренных нормативными документами и фактически выполняемых при эксплуатации систем и устройств ЖАТ [115].

В соответствии с [6], техническое обслуживание объединяет регламентные (профилактическое обслуживание) работы и восстановление после отказов (аварийный ремонт). Классификация работ по техническому обслуживанию и ремонту средств ЖАТ приведена на рис.1.1 [6]. Процесс технического обслуживания имеет сугубо профилактическую направленность и служит для предупреждения появления отказов – нарушений работоспособности технической системы, приводящих к частичному или полному прекращению нормального действия устройств. В результате технического обслуживания должна быть обеспечена безотказная работа средств ЖАТ.

Работы процесса технического обслуживания и процесса капитального ремонта выполняются раздельно. Процесс технического обслуживания включает

в себя четыре группы работ: регламентные, дополнительные, комплексные проверки состояния устройств и восстановительные работы после отказов [6].

Основными и наиболее трудоемкими являются регламентные работы, выполняемые регулярно по графикам технологического процесса с установленной периодичностью. Цель этих работ – вернуть устройствам первоначальные свойства, утраченные в процессе эксплуатации.



Рисунок 1.1 – Классификация работ технического обслуживания

К дополнительным работам относятся разовые работы, улучшающие состояние устройств и повышающие их надежность по сравнению с существующим уровнем. Эти работы выполняются по специальному плану повышения надежности устройств. Комплексные проверки проводятся комиссионно через установленные промежутки времени в порядке глубокой ревизии технического состояния устройств. В зависимости от их результатов назначается объем регламентных и дополнительных работ. Кроме того, как показал опыт, комплексные проверки являются весьма эффективным средством совершенствования всего процесса технического обслуживания [5].

Общепринято деление регламентных работ на контроль технического состояния и текущий ремонт. Контроль технического состояния проводится для оценки соответствия действующих устройств предъявляемым к ним требованиям. Текущий ремонт осуществляется с целью доведения технического состояния устройств до установленных требований, обеспечивающих работоспособность обслуживаемого объекта, и проводится при возникновении внезапных отказов или предотказных состояний средств ЖАТ.

Управление набором регламентных работ и их периодичностью зависит от организации процесса технического обслуживания.

В соответствии с [6] стратегия (вид) технического обслуживания представляет собой комплекс правил, определяющих объем (набор и периодичность) регламентных работ на протяжении всего срока службы устройств, с учетом различных режимов их функционирования.

Известно, что в зависимости от назначения устройств автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте применяют три основные стратегии обслуживания: профилактическую (регламентированную), статистико-профилактическую (по техническому состоянию) и восстановительную. При профилактической стратегии периодичность каждой регламентной работы для однотипных устройств строго регламентирована независимо от местных условий. Статистико-профилактическая стратегия строго регламентирует только периодичность комплексной проверки состояния устройств, а периодичность работ устанавливается в зависимости от результатов комплексной проверки с учетом фактического состояния устройств и статистических данных о надежности из работ в предшествующий проверке период. При восстановительной стратегии регламентные работы вообще не проводятся, а осуществляется лишь восстановление устройств после отказов и минимум дополнительных работ [6].

На сети железных дорог России наибольшее распространение получила профилактическая стратегия. В то же время при техническом обслуживании по состоянию, как указывается в [68], обслуживающий также персонал обеспечивает

качественное содержание, проверку, наладку и регулирование аппаратуры при непрерывном контроле состояния работоспособности эксплуатируемых устройств. Главным недостатком технического обслуживания по состоянию является увеличение неравномерности загрузки технического персонала, и, кроме того, время возникает необходимость выполнения большого количества дополнительных работ по повышению надежности устройств и внедрению новой техники.

За рубежом [68], в частности, на японских железных дорогах, широко использовалось так называемое «превентивное» обслуживание, когда неисправности обнаруживаются при помощи периодических проверок. Затем стало применяться «коррективное» обслуживание, при котором обслуживание проводилось только в случае ухудшения качества функционирования системы. Метод и периодичность контроля неисправностей такой системы базировались на строгом анализе результатов проверок. Далее японские специалисты стратегию «коррективного» обслуживания дополнили стратегией «свободной от обслуживания». В ее основе лежит идея гарантирования надежности устройств, исключающих необходимость доверяться практике проверок. Такая стратегия эффективна при эксплуатации высоконадежных устройств ЖАТ, которые в комплексе с автоматическим контролем сводят к минимуму отказы из-за ошибок обслуживающего персонала. Введение автоматического контроля значительно сокращает и сроки восстановления устройств ЖАТ.

Согласно [58], под видом технического обслуживания (ремонта) понимают техническое обслуживание (ремонт), выделяемое (выделяемый) по одному из признаков: этапу существования, периодичности, объему работ, условиям эксплуатации, регламентации и т. д.

Регламентированное (регламентное) техническое обслуживание в процессе эксплуатации выполняется с периодичностью и в объеме, установленном [76] независимо от технического состояния устройств. Регламентное техническое обслуживание является основным видом технического обслуживания устройств

ЖАТ и носит планово-предупредительный характер в отношении отказов устройств.

Техническое обслуживание с периодическим контролем (обслуживанием по состоянию) устройств СЦБ выполняется с периодичностью, определяемой соответствующим нормативным документом, а объем необходимых работ устанавливается в зависимости от фактического технического состояния контролируемого устройства.

В настоящее время особое внимание уделяется обеспеченности процесса технической эксплуатации необходимыми ресурсами. Причем, рациональное распределение этих ресурсов является весьма актуальной задачей. Железнодорожная инфраструктура как совокупность сложных технических систем требует значительных затрат, связанных с их текущей эксплуатацией и модернизацией, а также дополнительных расходов, обусловленных возникновением отказов элементов этих систем. В ряде случаев отказы могут вызывать задержки поездов и приводить к срыву графика движения. С точки зрения потребителя подобные ситуации рассматриваются как снижение качества предоставляемой услуги и при прочих равных условиях уменьшают привлекательность железнодорожных перевозок для клиентов. В связи с этим возникают проблемы эффективного адресного распределения материальных и финансовых ресурсов на содержание инфраструктуры, а также оптимизации деятельности обслуживающего персонала. Такая постановка проблемы эффективной технической эксплуатации средств ЖАТ приведена в работах [12, 20, 37, 38, 49, 52]. Решение указанных проблем позволит обеспечить такой уровень надежности объектов транспортной инфраструктуры, при котором качество предоставляемых услуг будет удовлетворять предъявляемым требованиям.

Поскольку процесс управления рисками находится в непосредственной связи с управлением расходами на содержание инфраструктуры и учитывает случайный характер последствий отказов, то качество предоставляемых услуг целесообразно оценивать с позиции рисков. Так, объективная оценка их величины

с учетом результатов диагностики фактического состояния объекта инфраструктуры и его изменения во времени дает возможность принимать решение о той или иной стратегии и вида технического обслуживания и текущего ремонта, проведении капитального ремонта или модернизации, либо обосновать возможность продления срока службы системы ЖАТ на определенный период, в течение которого риск не достигнет недопустимых значений.

Такой подход позволяет экономить финансовые и материальные ресурсы без ущерба для качества оказываемых потребителям услуг и перенаправлять средства туда, где это действительно необходимо.

Аналогично могут формироваться критерии для проведения капитальных ремонтов, замены или модернизации каждого объекта транспортной инфраструктуры.

При назначении капитального ремонта или модернизации устройств по критерию, определяемому уровнем рисков по надежности и безопасности, затраты, связанные с содержанием транспортной инфраструктуры, также существенно снижаются.

Методология управления ресурсами, рисками и анализа надежности (УРРАН) – один из инструментов, предназначенных для решения указанных задач. В каждом из инфраструктурных хозяйств эта методология реализуется по-разному, что обусловлено спецификой процессов эксплуатации, обслуживания и ремонта различных объектов, находящихся в их ведении.

В хозяйстве автоматики и телемеханики с помощью методологии УРРАН решается комплекс взаимоувязанных функциональных задач как по управлению состоянием технических средств, так и по оценке деятельности самих структурных подразделений различных уровней, результаты таких исследований приведены в работах [2, 4, 9 - 56, 131]. Применительно к инфраструктуре хозяйства методология УРРАН должна способствовать эффективному решению следующих актуальных проблем:

- оценка, анализ и прогноз надежности и безопасности отдельных систем ЖАТ, а также управление рисками по надежности и безопасности этих систем на конкретной станции, перегоне или участке в целом;
- оценка и анализ эффективности эксплуатации и модернизации отдельных систем в конкретных условиях;
- управление посредством различных мероприятий (ремонта, обновления, модернизации и др.) уровнем надежности отдельных технических средств с учетом условий эксплуатации и требуемого уровня качества перевозок;
- оценка и минимизация стоимости жизненного цикла объектов транспортной инфраструктуры за счет целесообразного соотношения инвестиций и эксплуатационных расходов;
- оптимизация распределения ресурсов для обеспечения надлежащей работы технических средств.

Кроме того, посредством методологии должны обеспечиваться комплексная оценка деятельности каждого подразделения хозяйства автоматики и телемеханики, а также оптимизация комплекса мероприятий по поддержанию в надлежащем состоянии устройств в границах его ответственности.

1.2 Концепция применения методологии УРРАН для оценки качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики

В хозяйстве автоматики и телемеханики результатом практического применения методологии УРРАН является поэтапный переход к планированию материальных ресурсов, нормированию большинства показателей деятельности хозяйства на основе оценки рисков [127, 128]. Основные положения такого подхода изложены в работах [9 - 52]. Поэтому для оценки качества производственного процесса технической эксплуатации систем ЖАТ также целесообразно использовать новый подход, который основан на сравнении прогнозного (расчетного) уровня риска, связанного с функционированием систем ЖАТ, с фактическим уровнем надежности системы ЖАТ.

В модели ALARP в соответствии с ГОСТ Р54505 [65] выделяют четыре области риска: область не принимаемого в расчет риска, область допустимого риска, область нежелательного риска и область недопустимого риска.

В соответствии с методологией УРРАН [80, 88, 116 - 121] в основе процесса управления надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики лежит уровень рисков, связанных с задержками в движении поездов из-за отказов системы ЖАТ на некоторой станции или перегоне, описываемый как уровень риска поездо-часов потерь. Поездо-часы потерь есть суммарное время задержки поездов из-за отказов за расчетный интервал времени, называемый периодом оценивания.

В качестве базового принципа установки критериев риска для его разделения на отдельные уровни и определения диапазонов количественных значений составляющих риска используется принцип ALARP – «Риск настолько низкий, насколько это практически возможно».

Принцип ALARP – «As low as reasonable practicable», означает «низко, насколько целесообразно». Подразумевается, что риск полностью исключить нельзя, после принятия защитных мер всегда остается некоторый остаточный ненулевой уровень риска, поэтому величина риска должна быть настолько низкой, насколько это экономически оправдано и технически достижимо.

ALARP графически представляет собой точку оптимума между затратами на предупреждение риска и потенциальными потерями от возникновения рисковых событий. Точка ALARP должна быть не только экономически целесообразной, но и достижимой, то есть определяемый ей уровень риска должен находиться в диапазоне технически достижимых рисков. По этой причине точка ALARP может быть найдена только после определения технически достижимого уровня риска. Последний может быть найден в результате нормирования соответствующих показателей технического объекта. Как следствие, точка ALARP находится на основе полученных норм показателей. В реальности техническая система может не обеспечивать уровень рисков, точно совпадающий со значением точки ALARP, поэтому считается целесообразным

оценивать близость оцениваемого уровня риска к точке ALARP. С этой целью применяют модель ALARP.

Модель ALARP отражает принцип ALARP. Общий вид модели ALARP представлен на рисунке 1.2. В этой модели близость к точке ALARP описывается с помощью различных областей, характеризующих различные уровни риска.

Уровень риска, описываемый областью недопустимого риска – это риск, превышающий установленный, максимально допустимый уровень, считающийся неприемлемым при любых обычных обстоятельствах за исключением особых случаев.



Рисунок 1.2 – Модель ALARP

Уровень риска, описываемый областью нежелательного риска – это риск, который допустим только в случае, если снижение риска невозможно или затраты на его снижение значительно превышают полученные от этого выгоды.

Уровень риска, описываемый областью допустимого риска – это риск, который может быть допущен, если затраты на снижение риска превышают

полученные от этого выгоды. Точка ALARP находится на границе областей нежелательного и допустимого риска, а допустимые значения показателей технического объекта определяют границу между красной и оранжевой зонами.

Уровень риска, относящийся к области не принимаемого в расчет риска – это риск, для которого нет необходимости дополнительных затрат в его дальнейшем снижении.

В методологии УРРАН оценивание рисков выполняют с помощью модели, называемой матрицей рисков, являющейся дальнейшим развитием модели ALARP. Пример матрицы рисков, предназначеннной для оценивания влияния надежности инфраструктуры хозяйства автоматики и телемеханики на процесс перевозок с ее использованием представлен в таблице 1.1. Далее данная матрица называется матрицей рисков, связанных с уровнем надежности функционирования системы ЖАТ.

Таблица 1.1 – Матрица рисков, связанных с уровнем надежности функционирования систем ЖАТ

Уровень частоты поездо-часов потерь		Поездо-часы потерь			
		незначительный	значительный	существенный	критический
		1	2	3	4
Частое	Ч	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
Вероятное	В	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
Случайное	С	Допустимый	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый
Редкое	Р	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
Крайне редкое	К	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый	Нежелательный
Маловероятное	М	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный

В отличие от модели ALARP матрица является двумерной, где в столбцах указывают различные удельные уровни тяжести последствий, а в строках – частота возникновения рискового события, интегральный уровень риска указывается на пересечении соответствующих строки и столбца [10, 22, 32, 33, 37, 40, 45, 94]. Уровень тяжести последствий и частоты возникновения рискового события являются составляющими риска. Причем, в матрице рисков, связанных с

уровнем надежности функционирования системы ЖАТ, шкала уровней тяжести последствий выражена в поездо-часах потерь, представляющих собой суммарные задержки всех поездов из-за отказа системы ЖАТ. Интегральный уровень риска зависит от длительности расчетного периода – интервала времени, в расчете на который оценивают уровень риска.

Каждому качественному уровню риска соответствуют свои диапазоны качественных и количественных значений составляющих риска: частоты его возникновения.

Границы, определяющие области последствий и их вероятности для различных уровней риска в матрице рисков, вычисляют на основе норм составляющих риска:

- допустимого значения поездо-часов потерь из-за отказов устройств ЖАТ первой и второй категории – нормы последствий;
- допустимого значения частоты отказов первой и второй категории устройств ЖАТ – нормы частоты ущерба.

Сами нормы задают обе координаты критической клетки в матрице рисков, описываемой системой координат «частота ущерба» - «последствия». Координаты критической клетки, в свою очередь, позволяют определить координаты области ALARP.

Значения всех показателей приводится на одну систему ЖАТ, расположенную на конкретной станции или перегоне, называемую в дальнейшем объектом ЖАТ.

Нормы показателей надежности объектов ЖАТ определяют в следующей последовательности: сначала их вычисляют для недопустимого уровня риска, описывающего критическую клетку в красной области матрицы рисков, а затем – для остальных уровней в порядке снижения их значимости: нежелательного, допустимого, не принимаемого в расчет.

Каждому граничному значению составляющих риска в матрице рисков соответствуют свои нормы показателей надежности функционирования объекта

ЖАТ, поэтому определение норм показателей надежности базируется на значениях норм различных уровней составляющих риска.

Допустимое значение вероятности задержки поездов и расчетное значение поездо-часов потерь на отчетный период едины для всех объектов ЖАТ в пределах железнодорожной линии одинакового класса, специализации с утвержденным одинаковым значением регламентного времени восстановления.

Допустимые значения показателей надежности объектов ЖАТ в общем случае различны для разных систем в пределах железнодорожной линии одного класса и специализации, но таковы, чтобы обеспечить равные уровни рисков задержки поездов в пределах железнодорожной линии или ее участка.

С помощью матрицы рисков определяют фактические, расчетные, потенциальные и прогнозные уровни риска, которые являются основой при решении всех указанных ранее задач методологии. Без предварительного анализа и сравнения уровней риска между собой невозможно эффективно управлять надежностью систем ЖАТ и распределять ресурсы, а также объективно оценивать деятельность структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.

Между разными областями матрицы рисков и численными значениями различных показателей надежности существует объективная связь. Переход в матрице рисков из области нежелательного уровня риска в область недопустимого описывают критической точкой (см. рис. 1.3). Ее координатам на осиях матрицы рисков соответствуют допустимые значения показателей надежности [33], которые выступают в качестве критерия эффективности функционирования системы ЖАТ. При изменении фактического значения показателя в сторону превышения или уменьшения по отношению к допустимому значению показателя вероятен соответствующий переход в матрице рисков из одной области в другую.

Поскольку допустимые значения показателей надежности основаны на процедуре нормирования, которая выполняется с помощью аналитико-статистического метода, то их называют также нормами показателей надежности и определяют отдельно для каждого класса железнодорожных линий с учетом специализации. Данный вопрос подробно изложен в работах [13, 31 - 34, 40, 47,

49, 55]. Сначала нормативные значения показателей вычисляют для уровня риска, описывающего критическую точку матрицы рисков на границе перехода из нежелательного к недопустимому уровню, а затем посредством заданного относительного шага – для остальных уровней риска в порядке снижения их значимости (от нежелательного до не принимаемого в расчет).



Рисунок 1.3 – Матрица рисков потерь поездо-часов из-за отказов технических средств ЖАТ

Как показывает опыт применения методологии УРРАН, для детального анализа состояния систем ЖАТ, а также оценки потенциальных рисков сведений только об отказах явно недостаточно. В связи с этим потребовалось использовать новый вид событий – инциденты [33, 55], которые включают в себя не только отказы, но и некоторые критичные с точки зрения рисков задержки поездов, предотказные состояния и отступления от норм содержания, значимость которых определяется на основе специально разработанных для этого классификаторов.

Такой подход дает первичную информацию, необходимую для решения задачи управления надежностью инфраструктуры, включая разработку и планирование различных мероприятий, а также оценку необходимых ресурсов.

1.3 Показатели качества функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики

В соответствии с методологией УРРАН качество технической эксплуатации систем ЖАТ оценивается с помощью множества показателей, характеризующих, прежде всего, надежность и безопасность функционирования систем ЖАТ, а также их влияние на качество перевозочного процесса [127, 128]. Задача выбора и обоснования необходимого и достаточного множества показателей качества технической эксплуатации систем ЖАТ, а также методы оценки этих показателей рассмотрены в работах [2, 4, 10 - 13, 21 - 25, 27 - 34, 37, 39, 40, 45, 47 - 50, 53 - 56].

Показатели, характеризующие качество функционирования систем ЖАТ, вычисляются применительно для отдельных объектов ЖАТ. Все показатели качества функционирования объектов ЖАТ классифицируются в соответствии с рисунком 1.4. Они классифицируются на показатели надежности функционирования объектов ЖАТ и качества перевозочного процесса, а также на показатели безопасности функционирования объектов ЖАТ. Показатели надежности функционирования объектов ЖАТ и качества перевозочного процесса классифицируются дополнительно на внутренние и внешние.

Показатели рисков функционирования классифицируются на показатели рисков по надежности и безопасности функционирования объекта ЖАТ. При этом отдельные составляющие рисков формируются на основе соответствующих показателей надежности и безопасности функционирования объекта ЖАТ соответственно [48].

Количественные показатели качества функционирования систем ЖАТ

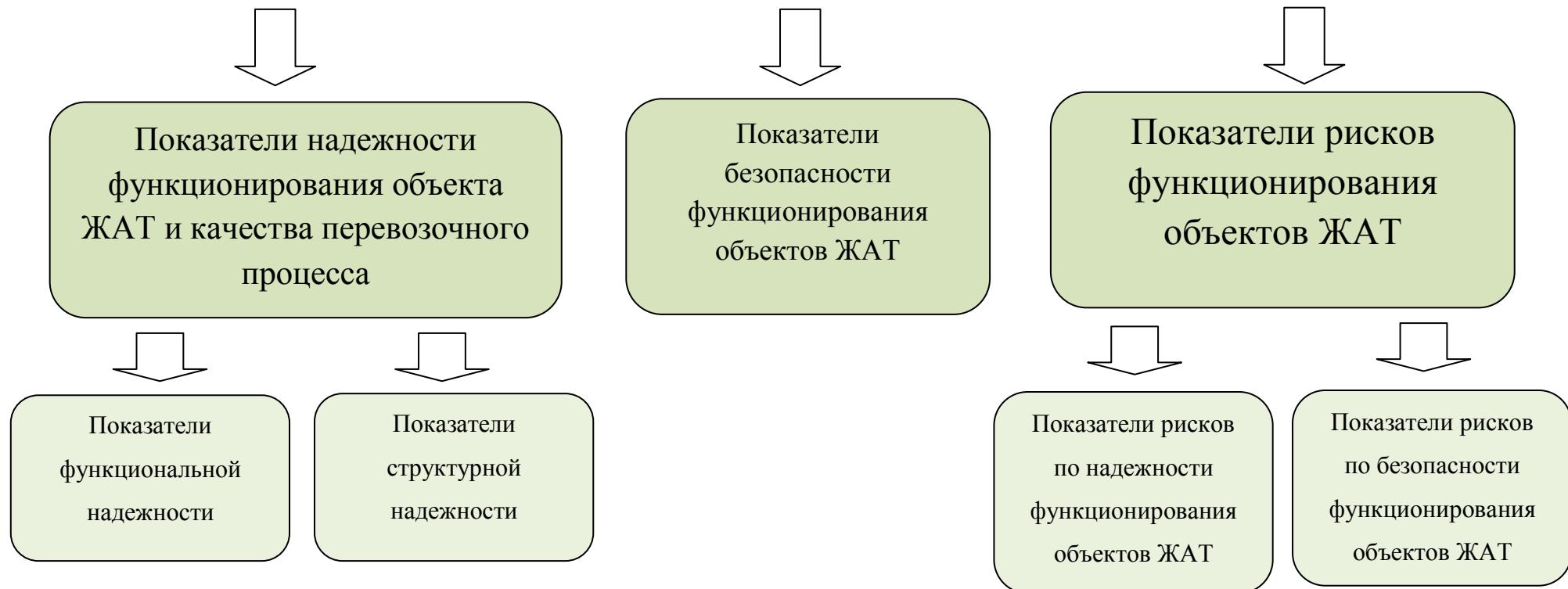


Рисунок 1.4 – Классификация показателей качества функционирования объектов ЖАТ

Классификация показателей функциональной и структурной надежности систем ЖАТ представлена на рисунке 1.5 [49]. Первые из них описывают влияние надежности технических средств ЖАТ на предоставляемую услугу (перевозочный процесс) [32, 55], а вторые - непосредственно уровень надежности объектов инфраструктуры. Если первые характеризуют внешнюю сторону процесса функционирования технических средств с точки зрения потребителя, то вторые служат для углубленного анализа их технического состояния.



Рисунок 1.5 – Классификация показателей надежности систем ЖАТ

В рамках каждого из классов, представленных на рисунке 1.4 существует своя совокупность показателей, перечень которых представлен в таблице 1.2 [48].

Таблица 1.2 – Перечень показателей надежности и безопасности функционирования объекта ЖАТ

№ п/п	Название показателя	Обозначение показателя	Единица измерения	Название класса (из рисунка 1.4)
1	Поездо-часы потерь	T_3	п-ч	Внешний показатель надежности / одна из составляющих риска по надежности
2	Коэффициент готовности по отказам первой и второй категории	K_{e12}	безразмерный	Внешний показатель надежности
3	среднее время устранения отказов первой и второй категории	T_{e12}	ч	Внешний показатель надежности
4	Коэффициент готовности (по отказам всех категорий)	K_e	безразмерный	Внутренний показатель надежности
5	Интенсивность отказов (по отказам всех категорий)	λ	1/ч	Внутренний показатель надежности
6	Интенсивность инцидентов	λ_u	1/ч	Внутренний показатель надежности
7	Среднее время до восстановления	T_e	ч	Внутренний показатель надежности
8	Вероятность задержки поезда	P_3	безразмерный	Одна из составляющих риска по надежности
9	Интенсивность опасных отказов	λ_o	1/ч	Показатель безопасности
10	Вероятность активного опасного состояния	P_{ao}	безразмерный	Одна из составляющих риска по безопасности

Интегральные показатели качества перевозочного процесса и качества функционирования инфраструктуры в зоне ответственности структурных подразделений ОАО «РЖД» должны определяться на основе соответствующих показателей, характеризующих отдельные объекты ЖАТ, за функционирование которых то или иное структурное подразделение несет ответственность.

Каждый из показателей надежности и безопасности объекта ЖАТ может иметь несколько значений, которые отличаются друг от друга математическим и техническим смыслом, а также тем, какие исходные данные использовались, каким способом проводились вычисления.

В методологии УРРАН различают три значения показателей надежности: проектное, фактическое и допустимое [127, 128].

Расчетное (проектное) значение - это значения показателя, найденное расчетным путем с помощью математического или имитационного моделирования. Расчетные значения показателя надежности можно найти еще на стадии опытно-конструкторской разработки объекта ЖАТ, либо на этапе планирования производственных процессов по технической эксплуатации. Расчетное значение показателя может вычисляться на основе усредненных (эталонных) условий, либо для конкретных предполагаемых условий эксплуатации 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 может находиться еще на стадии научно-исследовательских работ и далее корректироваться на протяжении всего жизненного цикла, так как с его помощью выясняют, какие значения показателя требуется обеспечить от разрабатываемого или эксплуатируемого объекта ЖАТ.

Вопросы нормирования показателей качества функционирования систем ЖАТ подробно изложены в [55].

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

1.4 Описание основных производственных процессов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики и методы их анализа

1.4.1 Постановка задачи

Как было отмечено выше, качество функционирования объектов ЖАТ, прежде всего, уровень их безотказности, безопасности и готовности, непосредственно влияет на качество перевозочного процесса. Вместе с тем, надежность и безопасность объектов ЖАТ зависит не только от их конструктивных и технических характеристик, но и от эффективности реализации процессов по их техническому содержанию и ремонту (рис. 1.6), квалификации персонала, обеспеченности необходимыми ресурсами.

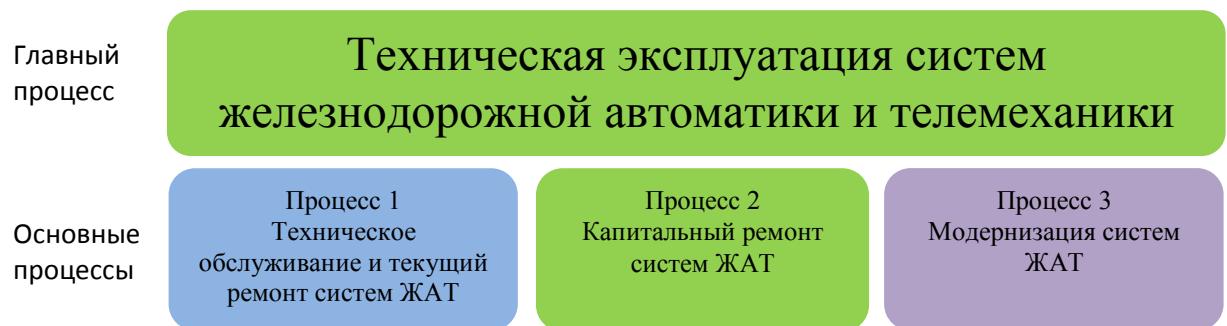


Рисунок 1.6 – Техническая эксплуатация технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики

Таким образом, для реализации методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики необходимо уметь количественно и качественно

оценивать влияние основных производственных процессов на показатели качества функционирования технических средств, причем для принятия обоснованных управленческих решений это необходимо делать как на этапе планирования производственной деятельности структурных подразделений, так и на этапе оценки ее результатов (рис. 1.7).

В данной работе рассмотрены методы оценки расчетных показателей функциональной надежности объектов ЖАТ на этапе планирования процесса технического обслуживания и ремонта, в зависимости от наличия временных, трудовых и материальных ресурсов. В этом случае в зависимости от обеспеченности производственного процесса необходимыми ресурсами и применения рациональных методов планирования трудовой деятельности может быть с заданной вероятностью достигнут различный интервал значений показателей функциональной надежности объектов ЖАТ и как следствие - показателя качества перевозочного процесса на участке железной дороги (значение поездо-часов потерь из-за отказов объектов ЖАТ).

Для решения этой задачи необходимо использовать методы моделирования производственных процессов и их основных показателей.

Вторая проблема, рассматриваемая в диссертации, заключается в обоснованной оценке качества реализации производственного процесса технической эксплуатации объектов ЖАТ, которая должна непосредственно зависеть от качества фактической реализации перевозочного процесса с учетом допустимого риска возможных потерь, связанных с отказами объектов ЖАТ. В данном случае, учитывая большое количество разноименных показателей, характеризующих деятельность структурных подразделений хозяйства, представляется целесообразным модифицировать балльную оценку качества работы этих подразделений на основе методологии УРРАН и принципов риск-менеджмента.

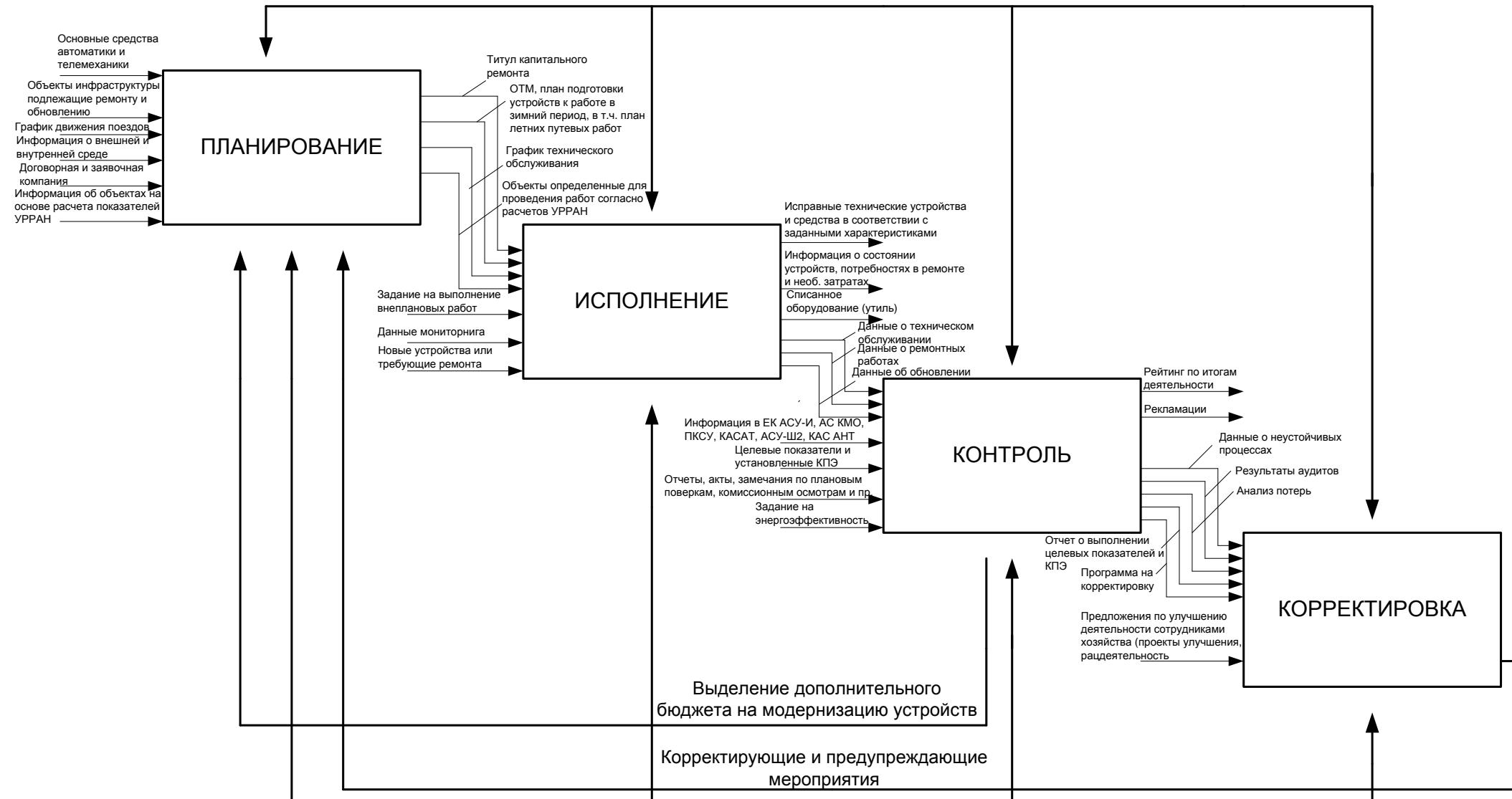


Рисунок 1.7 – Укрупненная процессная модель содержания технических средств ЖАТ

1.4.2 Функциональные сети как инструмент оценки качества технической эксплуатации систем ЖАТ

Для обеспечения эффективности управления технической эксплуатацией систем ЖАТ, включая процесс технического обслуживания и ремонта устройств и систем ЖАТ в хозяйстве автоматики и телемеханики внедряется процессный подход. Основные положение предлагаемых методов оценки качества производственных процессов эксплуатации систем ЖАТ на этапе планирования представлены в работах [12, 20, 23, 44, 84]. Их применение должно позволять выявлять в деятельности структурного подразделения отдельные процессы, взаимосвязи между ними, оценивать потребные ресурсы и качество реализации, как отдельных процессов, так и деятельности в целом.

Основные процессы, непосредственно влияющие на готовность технических средств, являются процессами технического обслуживания и ремонта, реализуемые структурными подразделениями хозяйства автоматики и телемеханики, которые выполняются в рамках задач планирования, управления и контроля на различные периоды времени.

Рассмотрим первую задачу, сформированную в предыдущем параграфе. Для плановой оценки качества основных процессов технического обслуживания и ремонта, их результативности, выявления влияния характеристик основных процессов, условий их реализации, участников, а также обеспеченности потребными ресурсами, на состояние объектов ЖАТ в границах производственной деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, требуется разработка соответствующих методик расчета, основанных на моделировании производственных процессов.

В настоящее время наибольшими возможностями для описания и оценки производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики обладают функциональные сети (ФС), что подробно обосновывается в работах [8, 57]. Они являются продолжением и развитием обобщенного структурного метода (ОСМ)

[1]. Применение данного метода подробно рассмотрено в [8, 57] и заключается в декомпозиции производственного процесса на отдельные операции и представлении повторяющихся операций в виде элементарных математических моделей (типовых функциональных единиц [ТФЕ]), представляющих собой типовые функциональные структуры (ТФС) небольшой размерности [113]. При этом ТФЕ приписывается (придается) ряд количественных характеристик.

Математическую модель процесса технического обслуживания и ремонта объектов ЖАТ можно построить из минимально необходимого количества готовых ТФЕ, добавив к ним модели тех операций, по которым ТФЕ отсутствуют, так как они являются специфическими для рассматриваемого процесса. На основе разработанных математических моделей определяются показатели эффективности, качества и надежности процесса технического обслуживания в целом с использованием данных по отдельным функциональным единицам [57, 81]. При этом необходимо решить задачу по сокращению сроков выполнения работ с учетом минимальных затрат на их выполнение. Эта задача может быть решена при помощи функции «время-стоимость». Данный метод позволяет рассчитать зависимость между продолжительностью работы и ее стоимостью, а следовательно и сократить срок выполнения технологических операций [5, 81, 99, 101].

ФС обладают рядом преимуществ:

- позволяют описывать сети операций исполнения и сети принятия решений путем введения двух типовых операций: рабочей и альтернативной;
- имеют в наличии обратную связь, позволяющую с помощью вспомогательных единиц контроля моделировать снижение эффективности устройств вследствие отказов или ошибок и реализовать обеспечивающие процессы;
- показывают все возможные варианты реализации производственного процесса;
- позволяют реализовывать логические функции «И», «ИЛИ вкл.», «ИЛИ

искл.», допускают циклы, петли и неоднократное выполнение операций, а также обладают возможностью описания параллельных процессов. В ОСМ для ФС получен набор готовых формул количественной оценки показателей безошибочности и быстродействия, что уменьшает трудоемкость ее вычислений;

- разработан широкий набор средств, реализующих возможности описания процессов, при которых ошибка функционирования в одном из параллельных процессов не приводит к общей ошибке;

- для ОСМ разработаны специальные методы, позволяющие определить и оптимизировать количественные оценки вероятностно-временных и ресурсно-стоимостных показателей производственного процесса [1, 109];

- благодаря разработанным правилам представления совокупности ТФЕ в виде ТФС и соответствующим им формулам оценки количественных показателей, применение ОСМ является относительно простым.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что ОСМ является весьма эффективным и универсальным средством моделирования и количественной оценки показателей, позволяющим в единых формализмах учесть специфические особенности поведения человека и используемых им средств [101].

На основе аппарата ФС осуществляется разбиение производственного процесса произвольной структуры на ряд заданных формализмов. В соответствии с введенными количественными характеристиками ТФС при помощи логико-вероятностного метода [71] строится модель процесса технического обслуживания и текущего ремонта систем ЖАТ и сравниваются различные алгоритмы обслуживания.

Исходной для вычисления показателей по ОСМ является функциональная структура F. На уровне задачи – это структура операций, на уровне системы – это структура задач. Все они приводятся к единому виду за счет универсального (пригодного для описания структур любого уровня) аппарата ФС. Именно это обеспечивает возможность применения единого метода оценки для различных

показателей.

Принцип F-структуры состоит в том, что при построении математической модели процесса функционирования системы за основу принимается конкретная структура выполняемых ею функций, соответствующая структуре взаимодействующих элементов этой системы.

Однако подготовка данных для функциональных структур F различного уровня проводится по-разному:

а) исходные характеристики для отдельных операций определяются на основе исходных справочных данных, в свою очередь, зависящих от большого числа факторов, а также от наличия или отсутствия контроля за этими ошибками и отказами;

б) полученные путем применения ОСМ показатели качества производственного процесса на уровне задачи, в свою очередь, становятся исходными характеристиками для получения показателей эффективности и качества производственного процесса на уровне системы.

Таким образом, выбор в качестве метода моделирования ФС обеспечивает единый метод оценки показателей качества алгоритмов на разных уровнях ее рассмотрения.

Для обеспечения надежной работы технических средств, а также выполнения графика технического обслуживания устройств, в настоящее время согласно [126] разрабатываются типовые технологии технического обслуживания устройств ЖАТ. Эти технологии обеспечивают все стадии технического обслуживания и ремонта устройств ЖАТ и содержат такие понятия, как организация обслуживания, планирование работ, пооперационный контроль работ, документооборот на всех стадиях обслуживания. Создание типовой технологии проводится на базе ряда основополагающих принципов ее построения, определяющих, в конечном счете, эффективность технологии.

Оценка показателей эффективности, качества и надежности в соответствии с ОСМ состоит из следующих процедур, описанных в [1].

1. В качестве исходного материала для оценки показателей качества технического обслуживания устройств ЖАТ принимается модель технологического процесса технического обслуживания, построенная в виде функциональной сети.

2. Проводится анализ функциональной сети на предмет выявления в ней ТФС, представляющих некоторые типичные, повторяющиеся совокупности операций. Структура ТФС и содержание входящих в нее ТФЕ определяют надежностные и временные характеристики этой ТФС. В Приложении 23. Приводится некоторая часть библиотеки, в которой имеются расчетные формулы для определения указанных выше характеристик ТФС.

3. Проводится преобразование («сворачивание») первоначальной функциональной сети путем замены ТФС на эквивалентные ТФЕ с показателями качества, которые подсчитываются на основе математических моделей для данной ТФС.

4. Проводится вторичный анализ функциональной сети и выявление новых ТФС, исходными данными о показателях качества которых являются значения показателей качества эквивалентных ТФЕ, определенных в соответствии с предыдущим пунктом.

5. Процедуры, рассматриваемые в пунктах 3, 4 (процедуры сворачивания), повторяются до тех пор, пока структура исследуемого процесса не будет приведена к одной обобщенной ТФЕ, показатели качества которой и будут представлять собой обобщенную характеристику качества технического обслуживания.

Таким образом, ОСМ позволяет не только упростить расчет основных показателей качества технического обслуживания, но и сравнивать альтернативные алгоритмы технологий технического обслуживания устройств ЖАТ.

Наиболее сложной задачей, возникающей при использовании ОСМ для оценки качества производственного процесса технического обслуживания

устройств ЖАТ, является оценка исходных вероятностных показателей, используемых в расчетных формулах.

Как и при оценке надежности технических систем, исходные числовые характеристики могут быть получены лишь статистическим путем, например, в результате многочисленных наблюдений или испытаний, аналогичных статистической оценке интенсивности отказов элементов устройств ЖАТ.

Возможность применения ОСМ для систем управления движения поездов ранее была рассмотрена ранее в [8, 57, 74].

Так, в [8] рассматривается метод моделирования и формализации производственного процесса технического обслуживания с помощью аппарата ФС, позволяющий оценивать эффективность различных технологических решений. В [57] предложено использование метода функциональных сетей для количественной оценки технологической эффективности систем ЖАТ и оптимизации технологии проектирования. Также аппарат ФС был применен в [74] для моделирования и оценки влияния человеческого фактора при повышении безопасности труда на железнодорожном транспорте.

В данном диссертационном исследовании предполагается использовать обобщенный структурный метод, описываемый соответствующими аналитическими и наглядными моделями функциональных сетей, для количественного описания основных процессов технического обслуживания и ремонта, что впоследствии позволит произвести комплексную оценку качества процесса технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

1.4.3 Система оценки качества работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики

Рассмотрим теперь проблему оценки качества фактической реализации производственного процесса технической эксплуатации объектов ЖАТ.

Основными задачами структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики являются:

- содержание в работоспособном состоянии объектов ЖАТ в установленных границах производственной деятельности, предупреждение и ликвидация нарушений их нормальной работы в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации, нормативными документами ОАО «РЖД» и железной дороги;
- обеспечение безопасности движения поездов;
- выполнение мероприятий по повышению надежности работы средств ЖАТ, их эффективности и экономичности.

Для оценки результатов выполнения указанных задач используются различные методы и подходы, изложенные в работах [5, 7, 37, 72, 88, 115, 130] и многих других.

Для оценки качества производственного процесса технической эксплуатации устройств ЖАТ, а также для объективного сравнения работы структурных подразделений ОАО «РЖД» изначально был введен бальный показатель качества B_D [115]. Он давал достаточно полную оценку производственного процесса качества технической эксплуатации устройств ЖАТ. Положение о показателе качества процесса технического обслуживания устройств ЖАТ содержало методику расчета численного значения следующих показателей качества: B_D - для дистанций, B_C - для служб сигнализации и связи железных дорог и $B_{ЦШ}$ - для Департамента сигнализации, централизации и блокировки.

Показатели B_D , B_C и $B_{ЦШ}$ (в дальнейшем - бальный показатель B) определялись по сумме штрафных баллов B_0 , начисленных за отказы и другие нарушения работоспособности устройств, с учетом их влияния на безопасность и бесперебойность движения поездов, отнесенной к приведенной технической оснащенности дистанции T_0 , выраженной в технических единицах. Количество штрафных баллов, соответствующее конкретным отказам и нарушениям работоспособности устройств ЖАТ классифицировалось на четыре группы:

- Браки и отказы I группы, за которые, в зависимости от тяжести их последствий, могут быть начислены 80, 40 или 24 балла;
- отказы II группы - по 8 баллов;
- отказы III группы - по 6 или 4 балла;
- отказы IV группы - по 4 балла.

Если отказ вызвал несколько последствий, за каждое из которых могли быть начислены штрафные баллы, такой отказ учитывался как одно нарушение, имеющее наибольшую бальную оценку.

Также было учтено четыре категории качества технического обслуживания устройств ЖАТ в зависимости от значений фактического Б и планируемого B_{Π} показателей, приведенных ниже в таблице 1.3.

Если по причине отказа или нарушения работоспособности устройств ЖАТ имело место авария или крушение поезда, работа дистанции признавалась неудовлетворительной.

Таблица 1.3 – Категории качества технического обслуживания устройств ЖАТ в зависимости от значений фактического Б и планируемого B_{Π} показателей

Значение показателя Б, баллы	Категория качества
от 0 до 10	«отлично»
от 10,1 до B_{Π} (включительно)	«хорошо»
от B_{Π} (исключительно) до 80 (включительно)	«удовлетворительно»
свыше 80	«неудовлетворительно»

Плановое задание B_{Π} устанавливалось вышестоящей организацией от 10,1 до 40 баллов с учетом объективных факторов, влияющих на работу дистанции и достигнутого ею в предшествующий планируемому периоду качества производственного процесса технического обслуживания устройств ЖАТ.

Таким образом, подвижная шкала показателя B_{Π} позволяла в определенной степени управлять качеством процесса технического обслуживания устройств постепенным уменьшением его значения. Каждое такое снижение должно было

быть обосновано проведением определенных мероприятий, например, выделением дистанции дополнительных ресурсов, транспортных средств, оптимизацией размеров дистанции и т.п.

По результатам работы за отчетный период рассчитывались показатели качества технического обслуживания устройств ЖАТ в баллах.

Однако, следует отметить, что документы и методики для проведения расчетов требовали совершенствования, поскольку за прошедшее с момента их опубликования время значительно расширилась номенклатура эксплуатируемых устройств ЖАТ, сократилась обеспеченность дистанций ресурсами, необходимыми для качественной эксплуатации устройств, разрабатывались нормативные документы, с которыми данные методики входили в противоречие. Также было образовано два самостоятельных департамента: сигнализации, централизации и блокировки и информатизации и связи, что потребовало дифференциации показателей качества технической эксплуатации для отдельных классов устройств.

Учитывая сказанное ранее, система показателей качества технической эксплуатации устройств ЖАТ была изменена; были введены следующие показатели:

- интегральный показатель качества процесса технической эксплуатации Б - это сумма баллов, начисленных за отказ всех устройств, а также за нарушения, допущенные при эксплуатации этих устройств персоналом, по отношению к приведенной технической оснащенности дистанции устройствами за отчетный период;

- общий показатель качества процесса технической эксплуатации, характеризующий надежность устройств ЖАТ B_0 - это сумма баллов, начисленных только за отказы всех устройств ЖАТ, приведенных к общей технической оснащенности дистанции устройствами за отчетный период;

- общий показатель качества процесса технической эксплуатации, устройств ЖАТ, характеризующий исполнительскую дисциплину в дистанции B_H

– это сумма баллов, начисленных только за нарушения, допущенные при эксплуатации всех названных устройств персоналом дистанции, обслуживающим эти устройства, приведенная к его фактической численности Ψ_{Φ} за отчетный период.

Было установлено четыре категории качества производственного процесса технической эксплуатации устройств ЖАТ с учетом выполнения планового задания B_P , указанные в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Категории качества технической эксплуатации устройств

Значение интегрального показателя качества B , баллов	Категория качества
0 – 10.0	Отлично
$10.1 - B_P$ (включительно)	Хорошо
B_P (исключительно) – 100	Удовлетворительно
Свыше 100	Неудовлетворительно

Плановое задание B_P также устанавливалось вышестоящими структурными подразделениями. Если отказ устройств ЖАТ или нарушение безопасности движения поездов в установленном порядке классифицировалось как крушение или авария, то качество процесса технической эксплуатации устройств признавалось также неудовлетворительным.

Данная система показателей качества давала возможность:

- с помощью интегрального показателя B оценить в целом качество процесса технической эксплуатации всех устройств в дистанции;
- с помощью общего показателя B_0 оценить «техническую составляющую» отказов устройств;
- с помощью общего показателя B_H оценить «человеческий фактор», т.е. уровень исполнительской дисциплины персонала, обслуживающего устройства.

Однако, стоит отметить, что данная система была несовершенной, так как не учитывала в себе случайный характер отказов устройств ЖАТ и риски потерь, вызванные этими отказами.

Следующим шагом при оценке показателей качества технической эксплуатации стала система, основанная на методологии УРРАН [53, 80].

В соответствии с методологией УРРАН вся совокупность объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта рассматривалась как совокупность типовых объектов инфраструктуры (ТОИ), распределённых по территориальному и функциональному признакам.

Подход, предложенный на основе методологии УРРАН [54] также позволял оценить эффективность работы различных структурных подразделений ОАО «РЖД» по обеспечению требуемого уровня надежности и безопасности в зависимости от качества функционирования ТОИ, расположенных в зоне ответственности данного подразделения и соответствующих по своему функциональному признаку определённому хозяйству железнодорожного транспорта. При этом анализ эффективности работы структурного подразделения любого уровня становился унифицированным, отличаясь совокупностью ТОИ, для которых определялись показатели качества функционирования [4].

Оценка качества функционирования станций, перегонов и участков железных дорог по критериям надежности в соответствии с методологией УРРАН производилась для всех этапов жизненного цикла объектов инфраструктуры на основе следующих основных показателей [53]:

- комплексный показатель надёжности – коэффициент простоя K_n ;
- показатель безотказности – интенсивность отказов λ ;
- показатель ремонтопригодности – среднее время до восстановления после отказов T_B .

При этом, вместо коэффициента простоя могли использоваться соответствующие значения коэффициента готовности K_e .

Так как на процесс технического обслуживания и ремонта оказывает влияние множество разнородных факторов, начиная от конфигурации участка и квалификации персонала и заканчивая стратегией, методами и технологией процесса технического обслуживания и ремонта, аналитические методы учета

всего многообразия указанных факторов очень громоздки и удовлетворительного результата не давали.

Для расчета проектного значения среднего времени до восстановления $T_{B_{np}}$ целесообразно было использовать метод имитационного моделирования [3, 56, 73]. Разработанная имитационная модель позволяла «разыграть» множество реализаций процесса восстановления при различных сочетаниях влияющих факторов с учетом вероятности их появления, а также с учетом известных характеристик участка, характеристик предполагаемой технологии технического обслуживания и ремонта и ряда других факторов. Полученная таким образом статистика обрабатывалась известными методами. Это позволяло достаточно точно оценить проектные значения среднего времени до восстановления $T_{B_{np}}$ систем обеспечения движения поездов (СОДП) для станций, перегонов и участков железной дороги после отказов.

Анализ качества функционирования СОДП для станций, перегонов и участков железной дороги на различных этапах жизненного цикла осуществлялся также, как и анализ качества функционирования ТОИ – попарным сопоставлением фактических, допустимых и проектных значений показателей надежности между собой. Данная методика изложена в работах [4, 21, 23, 24, 53, 54, 56].

Под фактическими (достигнутыми) значениями показателей надежности принимались значения, определяемые на основе статистических данных об отказах и восстановлениях СОДП для станций, перегонов и участков железной дороги в реальных условиях эксплуатации.

Под допустимыми (плановыми) значениями показателей надёжности принимались ограничения на основе заданного значения среднего времени простоя поездов вследствие отказов СОДП для конкретного участка, либо из регламентированного значения комплексного показателя надежности.

Под проектными (расчетными) значениями показателей надежности принимались значения, определяемые на основе расчетных схем надежности

ТОИ, а также сведений о предполагаемых условиях эксплуатации, технического обслуживания и ремонта.

Для каждого этапа жизненного цикла, за исключением этапа научно-исследовательских работ, была определена и сопоставлена своя пара показателей надежности, позволяющая проанализировать качество функционирования СОДП для станций, перегонов и участков железной дороги.

На основе данных о качестве процесса функционирования и процесса технического обслуживания и ремонта СОДП для станций и перегонов оценивалась эффективность работы структурных подразделений железнодорожного транспорта по показателям надежности объектов инфраструктуры. Комплексная оценка деятельности структурных подразделений соответствующих хозяйств в пределах заданного участка железных дорог осуществлялась в несколько стадий [4]. Исходными данными при такой оценке являлись фактическое λ_ϕ и допустимое λ_{don} значение интенсивности отказов, а также фактическое $T_{B\phi}$ и допустимое T_{Bdon} значение среднего времени до восстановления после отказа СОДП участка железных дорог.

На первом этапе осуществлялась балльная оценка интенсивности отказов $B_{\lambda j}$ и среднего времени восстановления $B_{T_B j}$ для каждой ТОИ в пределах участка железных дорог. Балльная оценка определялась на основе фактических и допустимых значений интенсивности отказов и среднего времени до восстановления для каждой ТОИ на участке, находящемся в зоне ответственности структурного подразделения хозяйства АТ по формулам:

$$B_{\lambda j} = \frac{\lambda_{\phi j}}{\lambda_{don j}} \cdot 100, \quad B_{T_B j} = \frac{T_{B\phi j}}{T_{Bdon j}} \cdot 100. \quad (1.1)$$

На втором этапе вычислялись значения обобщенной балльной оценки интенсивности отказов B_λ и времени до восстановления B_{T_B} в целом для всех ТОИ, расположенных на станциях и перегонах в пределах заданного участка железных дорог. Данные показатели рассчитывались для станций и перегонов в

отдельности, причем при вычислении обобщенных показателей необходимо было учитывать количество соответствующих ТОИ на рассматриваемом участке. Формулы для вычисления бальной оценки интенсивности отказов и времени до восстановления ТОИ имели вид:

$$\begin{aligned} \mathcal{B}_\lambda &= \frac{\sum_{j=1}^m n_j \cdot \mathcal{B}_{\lambda j}}{\sum_{j=1}^m n_j}, & \mathcal{B}_{T_B} &= \frac{\sum_{j=1}^m n_j \cdot \mathcal{B}_{T_B j}}{\sum_{j=1}^m n_j} \end{aligned} \quad (1.2)$$

где n_j – количество ТОИ на j -ой станции (перегоне);

m – количество станций (перегонов) в зоне ответственности оцениваемого подразделения хозяйства АТ.

Далее вычислялось значение интегрального показателя качества работы структурного подразделения хозяйства АТ $B_{общ}$:

$$B_{общ} = g_\lambda \cdot \mathcal{B}_\lambda + g_{T_B} \cdot \mathcal{B}_{T_B}. \quad (1.3)$$

где g_i – весовые коэффициенты, определяющие вес каждого из показателей, то есть значимость качества организации технического обслуживания (g_λ) и ремонта (g_{T_B}) в оценке работы структурного подразделения. При равнозначности указанных видов деятельности $g_\lambda = g_{T_B} = 0,5$, причём, $g_\lambda + g_{T_B} = 1$.

Оценка деятельности структурного подразделения хозяйства АТ осуществлялась на основе вычисленного значения интегрального показателя $B_{общ}$ в соответствии с таблицей 1.5.

Таблица 1.5 – Категории качества работы структурного подразделения хозяйства АТ

Значение интегрального показателя качества $B_{общ}$, баллов	Категория качества
0 – 30	Отлично
31 – 60	Хорошо
61 – 100	Удовлетворительно
Свыше 100	Неудовлетворительно

Таким образом, результаты сравнения допустимых, фактических и проектных значений показателей надежности СОДП для станций, перегонов и участков железной дороги могли быть использованы при оценке качества работы структурных подразделений дирекции инфраструктуры, что, в конечном счете, позволяло решать задачи эффективного распределения материальных и трудовых ресурсов для повышения качества перевозочного процесса.

Следует отметить, что данный подход позволял оценить качество процесса технической эксплуатации устройств ЖАТ при вероятностном характере отказов, благодаря сравнению допустимых и фактических показателей надежности, но оценка рисков возможных потерь от отказов устройств ЖАТ по-прежнему не учитывалась.

Разработка новых принципов оценки качества работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики обосновывается, прежде всего, необходимостью и желанием добиться максимальной объективности и справедливости. Совершенно очевидно, что анализ динамики числа отказов, при котором поощряется снижение числа отказов систем ЖАТ по сравнению с предыдущим периодом, не может являться объективной оценкой качества технического обслуживания и ремонта. Более содержательный и научно обоснованный анализ должен учитывать случайный характер отказов технических средств, вероятностную оценку возможного ущерба, вызванного этими отказами, фактический износ систем ЖАТ, а также потенциальные возможности предприятия по оперативному ремонту отказавших устройств.

В данной работе для оценки качества технической эксплуатации систем ЖАТ предлагается использовать интегральный показатель качества технической эксплуатации системы ЖАТ, основанный на оценке рисков, связанных с возможными отказами этих систем. Значение интегрального показателя складывается из оценки базового и дополнительного показателей.

Базовый показатель качества технической эксплуатации системы ЖАТ в границах производственной деятельности дистанции СЦБ определяется на основе

модели ALARP и методологии УПРАН с помощью сравнения фактических значений показателей надежности функционирования системы ЖАТ с нормативами. При этом учитывается влияние качества технической эксплуатации системы ЖАТ на текущий уровень риска, связанного с надежностью функционирования системы ЖАТ, с учетом класса и специализации железнодорожных линий. Для оценивания влияния надежности функционирования системы ЖАТ на процесс перевозок используется матрица рисков, в которой шкала уровней тяжести последствий выражена в поездо-часах потерь, представляющих собой суммарные задержки всех поездов из-за отказа системы ЖАТ.

На основе предлагаемого в работе метода можно производить оценку деятельности различных структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» как основной части комплексной системы управления ресурсами отрасли.

1.5 Выводы по главе

Проведенный анализ производственного процесса технической эксплуатации объектов ЖАТ позволяет сделать вывод о необходимости разработки новых методов его планирования и оценки качества реализации. Это обусловлено двумя основными причинами.

Для решения задачи эффективного планирования ограниченных ресурсов для реализации процесса технического обслуживания и ремонта объектов ЖАТ предлагается использовать функциональные сети, как один из наиболее мощных инструментов моделирования производственных процессов. В свою очередь, результаты такого моделирования могут быть использованы для управления ресурсами с позиции риск-менеджмента.

С помощью анализа рисков потерь поездо-часов от отказов технических средств ЖАТ имеется возможность управления надежностью инфраструктуры,

включая разработку и планирование различных мероприятий, оценку необходимых ресурсов.

Не менее острой является проблема справедливой и достоверной оценки результатов производственной деятельности.

В настоящее время аппарат оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» нуждается в корректировке, поскольку не учитывает риски от отказов устройств ЖАТ в границах производственной деятельности этих подразделений.

Поскольку процесс управления рисками находится в непосредственной связи с управлением расходами на содержание инфраструктуры и учитывает случайный характер последствий отказов, то качество предоставляемых услуг целесообразно оценивать с позиции рисков.

Преимуществами оценки качества технической эксплуатации системы ЖАТ на основе рисков являются:

- показатели надежности функционирования системы ЖАТ, следовательно, и деятельность структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, рассматриваются не изолированно от перевозочного процесса с точки зрения влияния уровня надежности функционирования системы ЖАТ на процесс движения поездов на конкретной станции и перегоне;

- фактические показатели надежности оцениваемого периода сравниваются не с показателями надежности предшествующего периода, а с нормативными показателями, которые рассчитываются согласно модели ALARP и методологии УРРАН на основе статистических данных, полученных за период наблюдения не менее трех лет, с учетом класса и специализации железнодорожных линий.

Предлагаемый метод позволит проводить объективный и детальный анализ результатов работы структурных подразделений и отдельных работников хозяйства автоматики и телемеханики, и, как следствие, принимать эффективные управленческие решения на основе методологии УРРАН в части распределения

материальных и финансовых ресурсов, стимулирования персонала, повышения производительности труда.

2 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА НА ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

2.1 Принципы оценки качества технического обслуживания и ремонта на этапе планирования

Согласно [112], планирование, учет и контроль выполнения работ в хозяйстве автоматики и телемеханики - процесс управления, анализа и принятия решений по техническому обслуживанию и текущему ремонту устройств (систем) ЖАТ на основе определения способов, ресурсов, сроков исполнения и ответственных исполнителей. Порядок планирования, учета и контроля выполнения работ устанавливает функциональные обязанности и определяет порядок производственного планирования в структурных подразделениях хозяйства автоматики и телемеханики. При этом решаются основные задачи:

- рациональное и эффективное использование ресурсов при осуществлении эксплуатационной деятельности структурных подразделений путем унификации процессов организации работы;
- формирование бюджетов производства и затрат структурного подразделения, хозяйства автоматики и телемеханики в целом на основе принципов нормативно-целевого бюджетирования.

Базой планирования, определяющей объемы производства хозяйства, является количественный и качественный состав технической оснащенности средств хозяйства ЖАТ железных дорог.

Очевидно, что качество планирования работ в хозяйстве автоматики и телемеханики оказывает непосредственное влияние на качество реализации производственных процессов, прежде всего процесс технической эксплуатации и текущего ремонта объектов ЖАТ.

Для управления ресурсами и оценки риска функционирования систем и устройств ЖАТ на этапе технической эксплуатации этих систем необходимо разработать методику для детального анализа основных производственных

процессов хозяйства автоматики и телемеханики на этапе планирования, учитывающую степень влияния этих процессов на показатели надежности технических средств ЖАТ при различных условиях эксплуатации.

Методика анализа основных процессов хозяйства автоматики и телемеханики для обеспечения показателей надежности технических средств на основе методологии УРРАН должна позволить:

- оценивать степень влияния на показатели надежности и другие количественные показатели, применяемые в методологии УРРАН, основных и вспомогательных процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики, а также смежных хозяйств и структур, являющихся поставщиками ресурсов;
- устанавливать взаимосвязь различных производственных процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики при анализе эффективности управления ресурсами и оценке рисков функционирования систем и устройств ЖАТ;
- идентифицировать и оценивать риски, связанные с необеспечением основных и вспомогательных процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики требуемыми материальными, технологическими, транспортными и иными ресурсами, влияющими на показатели эффективности в хозяйстве автоматики и телемеханики;
- систематизировать причины фактического состояния систем и устройств ЖАТ с учетом условий эксплуатации и особенностей организации системы технического обслуживания и ремонта, определять наиболее критичные из них с учетом вероятностей их возникновения и размеров последствий;
- оценивать эффективность планирования конкретных корректирующих мер для снижения фактического уровня риска при использовании имеющихся ресурсов линейного предприятия хозяйства автоматики и телемеханики.

Оценка влияния основных процессов на готовность технических средств ЖАТ на этапе планирования выполняется в два этапа:

- предварительный сбор информации и получение эмпирических зависимостей, описывающих влияние различных факторов и ресурсов на характеристики отдельных работ в основных процессах;

– оценка влияния основного процесса, как совокупности работ, с учетом их характеристик на готовность технических средств ЖАТ.

Результаты оценки влияния основных процессов представляют собой:

- расчетное значение коэффициента готовности объектов ЖАТ по отказам первой и второй категории;
- оценка и оценивание риска потерь поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ;
- оценка и оценивание риска невыполнения структурным подразделением расчетного объема работ [85, 97].

Данная методика предложена и обоснована в работах [12, 17].

Концепция оценки влияния основных процессов на готовность технических средств ЖАТ заключается в следующем.

За основу берут реализованный или разрабатываемый план-график работ по техническому обслуживанию и ремонту за отчетный интервал времени.

В нем выделяют отдельные работы и описывают их характеристики.

При этом работы, выполняемые структурным подразделением хозяйства автоматики и телемеханики с целью математического описания характеристик работ разделяют на: регламентные и дополнительные (сезонные работы отдельно не выделяют, так как они описываются аналогично основным). Регламентные – планируемые работы, объем которых заранее известен. К ним относятся работы по техническому обслуживания и плановому ремонту (смена ламп линзовых светофоров и светофорных указателей, замена стрелочных электродвигателей и т.д.). Дополнительные работы, в свою очередь, могут быть, как внеплановыми, так и случайными. К внеплановым могут относиться работы по технической учебе, комиссионным осмотрам и прочие, возникающие случайно, но с возможностью переноса выполнения. К случайным относятся ремонтные работы по устранению отказов и инцидентов систем ЖАТ, требующие немедленного выполнения.

Каждый вид дополнительных работ математически описывают отдельно с учетом того, является она внеплановой или случайной.

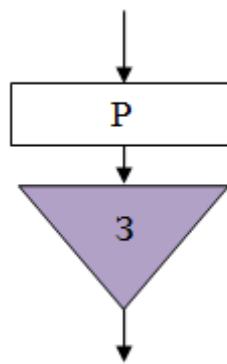
Далее рассматриваются используемые в каждой работе ресурсы, которые подразделяются в соответствии с [96] на материально-технические, нормативные документы, транспортно-логистические, трудовые и временные.

Каждая работа описывается затратами времени на ее выполнение, которые разделяются на производительные затраты и непроизводительные потери. Первые связаны с реализацией работы в условиях полной обеспеченности всеми ресурсами в точном соответствии с инструкциями и иными руководящими документами, вторые связаны с недостаточной обеспеченностью какими-либо ресурсами. Как производительные, так и непроизводительные потери времени, описывают математическим ожиданием и дисперсией времени выполнения работы, причем для непроизводительных потерь рассматривается случайная величина времени выполнения работы с учетом фактической обеспеченности работ ресурсами.

При оценке влияния уровня обеспеченности отдельных работ ресурсами различных видов отдельно от остальных рассматривают транспортно-логистический ресурс, так как влияние данного вида ресурса в существенной мере зависит от расстояния до места проведения работ.

После описания временных характеристик каждой работы плана-графика, все входящие в него работы описывают совокупностью функционеров, представляющих собой элементы функциональных сетей. Производительные затраты и непроизводительные потери обозначают различными функционерами. Любая работа (технологическая операция), как правило, представляется моделью функциональной сети показанной на рисунке 2.1. Результирующие характеристики основного процесса технического обслуживания и ремонта получают путем «свертки» функциональной сети.

Свертка функциональной сети выполняется для всех видов работ(плановых, случайных и нерегламентированных).



Р – затраты времени на производство работ;

З – непроизводительные потери времени.

Рисунок 2.1 – Описание времени выполнения работы (технологической операции) в виде функциональной сети [12]

Полученные результирующие временные характеристики процесса выполнения работ сравнивают с расчетными, выполненными в соответствии с [85]. В зависимости от соотношения результирующих временных характеристик процесса с расчетными определяют изменение расчетного среднего времени устранения отказов первой и второй категории по отношению к среднему времени устранения отказов при полной обеспеченности процесса ресурсами, а на его основе вычисляют изменение расчетного значения коэффициента готовности по отказам первой и второй категории.

Помимо оценки расчетного значения коэффициента готовности по отказам первой и второй категории, оценивается и анализируется связанный с ним уровень рисков потерь поездо-часов при фактических размерах движения поездов на участке железных дорог, а также риск невыполнения структурным подразделением расчетного объема работ. Дополнительно оценивается удельная загрузка штата по реализации основного процесса за отчетный интервал времени, как соотношение фактического времени, требуемого для выполнения планируемого производственного процесса к норме времени на выполнение работ работником в месяц с учетом количества работников.

Оценка и анализ влияния основных процессов на готовность технических средств ЖАТ выполняются в следующей последовательности:

- сбор и представление исходных данных;
- оценка коэффициента готовности по отказам первой и второй категории при различной обеспеченности процесса технического обслуживания и ремонта ресурсами;
- анализ коэффициента готовности и рисков.

2.2 Сбор и представление исходных данных для оценки и анализа влияния основных процессов на готовность технических средств ЖАТ

Исходные данные для оценки и анализа влияния основных процессов на готовность технических средств ЖАТ собирают за отчетный период времени T_p , с определенной датой начала и окончания. Отчетный интервал времени может быть равен кварталу, полугодию, календарному году и выражается количеством месяцев.

Набор исходных данных включает в себя:

- разработанный или реализованный план-график работ за отчетный период времени T_p ;
- сведения об обеспеченности работ ресурсами различных видов: фактические за отчетный интервал времени, либо плановые;
- сведения о надежности объектов ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения из информационных систем АСУ-Ш-2, КАСАНТ, ЕК АСУИ, при их отсутствии – сведения из соответствующих журналов учета отказов [87, 103, 107, 108];
- расчетное время, необходимое для устранения нарушения нормальной работы устройств ЖАТ с учетом местных условий [87];
- данные о дополнительных работах, включая работы по надзору за работниками других службы, комиссионным проверкам, а также технической учебе.

Исходные данные о надежности объектов ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения (линейной бригады,

ШЧ и т.д.) включают в себя сведения об отказах, предотказных состояниях и отступлениях от норм содержания отдельных объектов ЖАТ [106].

Исходные данные для расчета времени выполнения работ по устранению отказов и инцидентов получают из информационной системы АСУ-Ш-2, либо, при отсутствии данных из системы ЕК АСУИ в соответствии с [111].

Интервал времени сбора данных об отказах и инцидентах должен соответствовать отчетному периоду времени по датам его начала и окончания.

В случае, если выполняется расчет для разрабатываемого плана-графика используют расчетные значения, полученные на основе статистических данных об объекте за предшествующий период наблюдения $T_{набл}$, приведенные к длительности отчетного периода по формуле:

$$N(T_p) = \frac{N}{12 \cdot T_{набл}} \cdot T_p, \quad (2.1)$$

где N – количество инцидентов;

T_p – отчетный интервал.

Округление результата до целых не требуется.

Рекомендуемая продолжительность периода наблюдения составляет три календарных года.

Для расчета трудоемкости устранения нарушений нормальной работы устройств, включая отказы и инциденты, используют значения регламентного времени устранения отказов устройств ЖАТ с учетом местных условий.

Данные о дополнительных работах должны включать в себя сведения по надзору за работниками других служб, по комиссионным проверкам и технической учебе персонала. При невозможности сбора этой информации, в том числе при разработке плана-графика, могут использоваться общие статистические величины по данным видам работ с учетом среднего плеча работ.

Для каждого вида работ в плане-графике вычисляют характеристики:

- математическое ожидание и дисперсию производительных затрат времени;

– математическое ожидание и дисперсию непроизводительных потерь времени.

Для оценки дополнительных случайных объемов работ, связанных с устранением отказов и иных инцидентов, данные группируют по признаку «станция/перегон».

Количество отказов в год N_{omk} определяют по формуле:

$$N_{omk k} = \frac{N_k}{T_{набл}} \quad (2.2)$$

где N_k – суммарное количество отказов на k-й станции или перегоне за период наблюдения.

Среднее время нахождения системы в неработоспособном состоянии в течении года T_{omk} находят по формуле:

$$T_{omk k} = \frac{\sum_{q=1}^{N_k} T_{\epsilon kq}}{T_{набл}}, \quad (2.3)$$

где $T_{\epsilon kq}$ – время устранения q-го отказа k-й системы ЖАТ.

Количество различных инцидентов в год определяют по формуле:

$$N_{инц k} = \frac{N_{u k}}{T_{набл}} \quad (2.4)$$

где N_{uk} – суммарное количество инцидентов на k-й станции или перегоне за период наблюдения.

Для дополнительных работ, связанных с надзором за работниками других служб и комиссионными осмотрами на основе уровней оснащенности ресурсами вычисляют временные характеристики.

Суммарные затраты времени на проведение j-й технической учебы определяют по формуле:

$$t_{my j} = 0,75 \cdot t_{ак-ч j} \cdot N_{чел j} \quad (2.5)$$

где $t_{ак-ч j}$ – продолжительность программы в академических часах;

$N_{чел,j}$ – количество человек, участвующих в технической учебе.

2.3 Оценка коэффициента готовности по отказам первой и второй категории при различной обеспеченности процесса технического обслуживания и ремонта

Для оценки коэффициента готовности требуется выполнить следующий технологический алгоритм:

- сформировать исходную совокупность работ и вычислить их результирующие характеристики;
- описать совокупность работ функционерами функциональных сетей и сформировать исходные функциональные сети по плановым и случайным работам (как основным, так и дополнительным);
- выполнить свертку функциональных сетей с целью получения результирующих характеристик основных процессов технического обслуживания и ремонта;
- вычислить вероятное значение времени выполнения основных производственных процессов обслуживания и ремонта;
- вычислить значение коэффициента готовности по отказам первой и второй категорий.

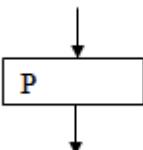
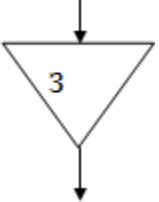
Формализацию рабочих операций выполняют на основе ОСМ, с помощью аппарата функциональных сетей. Каждой рабочей операции ставят в соответствие различные функционеры – типовые функциональные единицы, основные из которых представлены в таблице 2.1 [67].

Производительным потерям времени ставят в соответствие ТФЕ «Рабочая», а непроизводительным – «Задержка». Каждому функционеру ставят в соответствие математическое ожидание операции и дисперсию.

Описание каждой работы (см. рисунок 2.2), входящей в план-график работ, включает в себя две пары функционеров «рабочая»-«задержка». Первая пара описывает производительные затраты и непроизводительные потери времени непосредственного выполнения работы на месте, а вторая пара –

производительные затраты и непроизводительные потери времени на проследование к месту работ и обратно.

Таблица 2.1 – Используемые функционеры

Типовая функциональная единица	Условное обозначение	Показатель	
		Обозначение	Определение
Рабочая		$M_{\pi}(T)$ $D_{\pi}(T)$	Математическое ожидание времени выполнения работы Дисперсия времени выполнения работы
Задержка		$M_{3\pi}(T)$ $D_{3\pi}(T)$	Математическое ожидание дополнительного времени при выполнении работы Дисперсия дополнительного времени выполнения работы

Каждому из функционеров соответствуют свои значения, математического ожидания и дисперсии времени выполнения работы, причем, характеристики времени проследования приведены на один километр пути.

Далее выполняют свертку однотипных ТФЕ (имеющих одинаковые обозначения в таблице 2.1) в соответствии с рисунком 2.2.

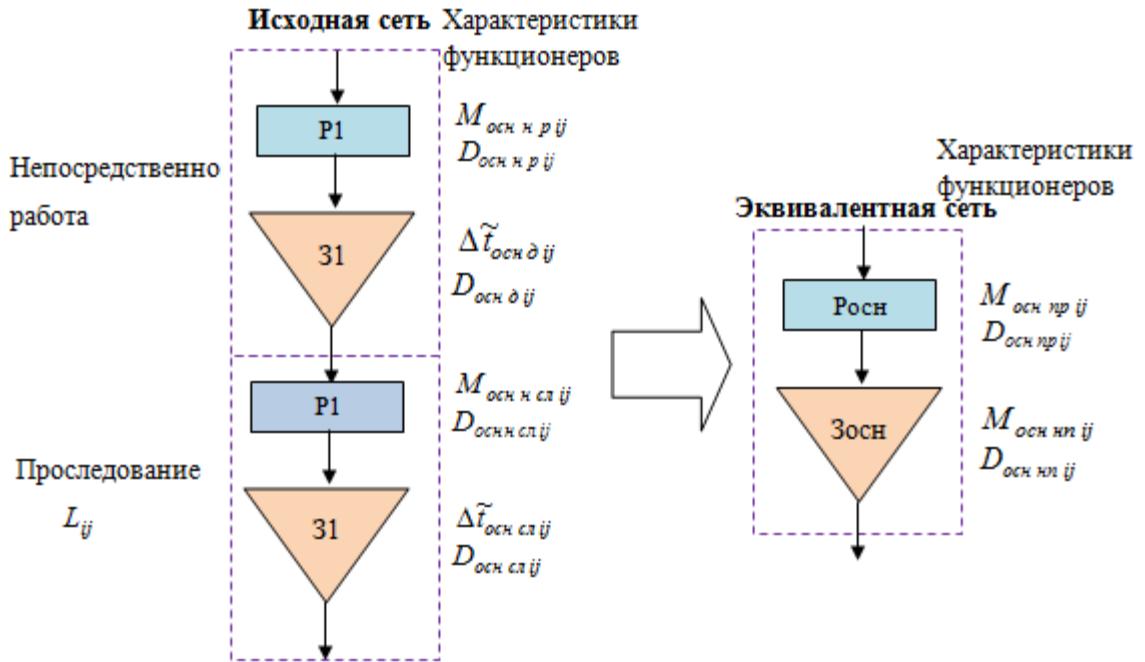


Рисунок 2.2 – Формализация основных работ функциональной сетью [12]

После свертки однотипных ТФЕ получают эквивалентную функциональную сеть для каждой работы из плана-графика. При этом результирующие характеристики функциональной сети получают с помощью следующих соотношений:

$$\begin{aligned}
 M_{osn\ np ij} &= M_{osn\ n p ij} + L_{ij} \cdot M_{osn\ n сл ij}; \\
 D_{osn\ np ij} &= D_{osn\ n p ij} + L_{ij}^2 \cdot D_{osn\ n сл ij}; \\
 M_{osn\ nn ij} &= \Delta\tilde{t}_{osn\ d ij} + L_{ij} \cdot \Delta\tilde{t}_{osn\ сл ij}; \\
 D_{osn\ np ij} &= D_{osn\ n сл ij} + L_{ij}^2 \cdot D_{osn\ сл ij}.
 \end{aligned} \tag{2.6}$$

где L_{ij} - расстояние до места проведения работы, км;

$\Delta\tilde{t}_{osn\ сл ij}$ - математическая модель множественной регрессии для оценки влияния обеспеченности различными ресурсами на среднюю величину непроизводительных потерь связанных с проследованием

$$\Delta\tilde{t}_{osn\ d ij} = a_{ij0} + a_{ij1}R_1 + a_{ij2}R_2 + \dots + a_{ijm}R_m;$$

$\Delta\tilde{t}_{osn\ d ij}$ - математическая модель множественной регрессии для оценки влияния обеспеченности различными ресурсами на среднюю величину

непроизводительных потерь при непосредственном выполнении работы

$$\Delta \tilde{t}_{ocn\ cl\ ij} = \frac{\Delta t_{ocn\ cl\ ij}}{L_{ij}} = b_{ij0} + b_{ij1}R_1 + b_{ij2}R_2 + \dots + b_{ijm}R_m.$$

Приведенные модели для оценки влияния обеспеченности различными ресурсами на среднюю величину непроизводительных потерь представлены в [86].

Для формализации работ по устранению отказов объектов ЖАТ вычисляют среднее время нахождения каждого z-го объекта ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения в неработоспособном состоянии за отчетное время по формуле:

$$T_{o\ z} = T_{omk\ z} \cdot \frac{T_p}{12} , \text{ ч} \quad (2.7)$$

Количество отказов z-го объекта за отчетный период времени есть:

$$N_{o\ z} = \left\lceil N_{omk\ z} \cdot \frac{T_p}{12} \right\rceil , \text{ отказов} \quad (2.8)$$

где $\lceil \rceil$ – округление до ближайшего большего целого.

Среднее время выполнения работ по устранению отказов z-го объекта ЖАТ определяют по формуле:

$$M_{don4\ np\ z} = \left(\frac{T_{omk\ z}}{N_{omk\ z}} - T_{np} \right) \cdot N_{o\ z} + 2 \cdot T_{np} , \quad (2.9)$$

где T_{np} – время проследования к месту работ и обратно.

Дисперсию времени устранения отказов условно принимают равной нулю:

$$D_{don4\ np\ z} = 0 . \quad (2.10)$$

Величины непроизводительных потерь времени при устраниении отказов на объекте ЖАТ определяют по эмпирическим зависимостям, описывающим основные работы по данным объектам, либо, при отсутствии данных, условно принимают равными нулю:

$$M_{don4\ nn\ z} = 0 \quad (2.11)$$

$$D_{don4 \text{ } nn \text{ } z} = 0 \quad (2.12)$$

Формальное описание работ по устранению отказов z-го объекта ЖАТ соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп4» и «Здоп4», а также заменой временных характеристик производительных затрат и непроизводительных потерь на соответствующие характеристики процесса устранения отказов.

Количество функциональных сетей (рисунок 2.2) по устранению отказов соответствует количеству объектов ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения.

Для формализации работ по устранению предотказных состояний и отступлений от норм содержания количество отступлений от норм содержания или предотказов k-го уровня критичности у z-го объекта ЖАТ за отчетный период времени определяют по формуле:

$$N_{u \text{ } zk} = \left\lceil N_{инц \text{ } zk} \cdot \frac{T_p}{12} \right\rceil, \text{ инцидентов} \quad (2.13)$$

где $\lceil \lceil \cdot \rceil \rceil$ – округление до ближайшего большего целого.

Количество инцидентов является случайной величиной. Вероятность, что количество инцидентов будет равным определенному числу равна:

$$P(N_{инц} = k) = \frac{\lambda t^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} \quad (2.14)$$

где t - интервал времени, для которого выполняется оценка (год, месяц, сутки)

$\lambda_{инц}$ – среднее значение интенсивности инцидентов, вычисляемое на основе статистических отчетов информационных систем по данным за несколько календарных лет.

Отсюда можно произвести расчет вероятности того, что количество инцидентов будет не более заданного числа :

$$P(N_{инц} \leq r) = \sum_{k=1}^r \frac{\lambda t^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} \quad (2.15)$$

Среднее время выполнения работ по устранению инцидента на z-м объекте ЖАТ определяют по формуле:

$$M_{\text{don5 np } z} = \left(T_{np} + \frac{\sum_{p=1}^r t_{yp}}{r} \right) \cdot \sum_{k=1}^3 \frac{N_{uzk}}{\sigma_k}, \quad (2.16)$$

где t_{yp} – значение времени устранения для устройств вида p;

r – количество видов устройств ЖАТ;

σ_k – доля устраниемых инцидентов k-го уровня критичности ($\sigma_1 = \sigma_2 = 1$, $\sigma_3 = 0.5$).

Остальные характеристики работ по устранению инцидентов при отсутствии статистических данных условно принимают равными нулю:

$$\begin{aligned} D_{\text{don5 np } z} &= 0; \\ M_{\text{don5 nn } z} &= 0; \\ D_{\text{don5 nn } z} &= 0. \end{aligned} \quad (2.17)$$

Формальное описание работ по устранению инцидентов у z-го объекта ЖАТ соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп5» и «Здоп5», а также заменой временных характеристик производительных и непроизводительных потерь на соответствующие характеристики процесса устранения отказов.

Количество функциональных сетей (рисунок 2.2) по устранению инцидентов соответствует количеству объектов ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения.

Формализация работ по надзору за работниками смежных служб и проведению комиссионных проверок, а также иных дополнительных работ выполняется аналогично формализации основных работ, но с учетом необходимости корректировки показателей на длительность отчетного периода.

Формальное описание работ по надзору за работниками других служб соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2 с заменой обозначений

функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп1» и «Здоп1», а также заменой временных характеристик производительных затрат и непроизводительных потерь на соответствующие характеристики работы.

Формальное описание работ по проведению комиссионных проверок и иных дополнительных работ соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп2» и «Здоп2», а также заменой временных характеристик производительных затрат и непроизводительных потерь на соответствующие характеристики работы.

Всего для описания дополнительных работ используется две эквивалентных функциональных сети.

При описании аппаратом функциональных сетей работ по технической учебе математическое ожидание производительных потерь определяют по формуле:

$$M_{\text{don3 np}} = \sum_{j=1}^n t_{\text{my } j} \quad (2.18)$$

где j – номер работы.

Остальные характеристики работы при отсутствии статистических данных условно принимают равными нулю:

$$\begin{aligned} D_{\text{don3 np } z} &= 0 \\ M_{\text{don3 nn } z} &= 0 \\ D_{\text{don3 nn } z} &= 0. \end{aligned} \quad (2.19)$$

Для оценки временных характеристик процесса пропуска поездов выполняют расчет суммарного времени выполнения работ на основе [77] $T_{\text{расч}}$ в часах.

Математическое ожидание непроизводительных затрат времени для обеспечения проследование поездов определяют по формуле:

$$M_{\text{don6 nn}} = \frac{\lambda_q + \lambda_{hq}}{24} \cdot \left(T_{\text{расч}} - \sum_{f=1}^z t_{\text{ок } f} \right) \cdot 0.03 \quad , \text{ ч} \quad (2.20)$$

где λ_u, λ_{nq} – количество поездов в сутки в четном и нечетном направлении по самому нагруженному объекту ЖАТ;

t_{okf} – длительность технологического окна, ч.

Остальные характеристики данной работы принимают в качестве допущения равными нулю:

$$\begin{aligned} M_{\text{доп} np} &= 0; \\ D_{\text{доп} np z} &= 0; \\ D_{\text{доп} nn z} &= 0. \end{aligned} \quad (2.21)$$

Построение исходной функциональной сети процессов технического обслуживания и ремонта выполняют в два этапа. Сначала формируют функциональные сети субпроцессов, а затем объединяют полученные ФС в общую функциональную сеть.

Субпроцессы выделяют по признакам: основные или дополнительные работы, а дополнительные работы также подразделяют по видам работ.

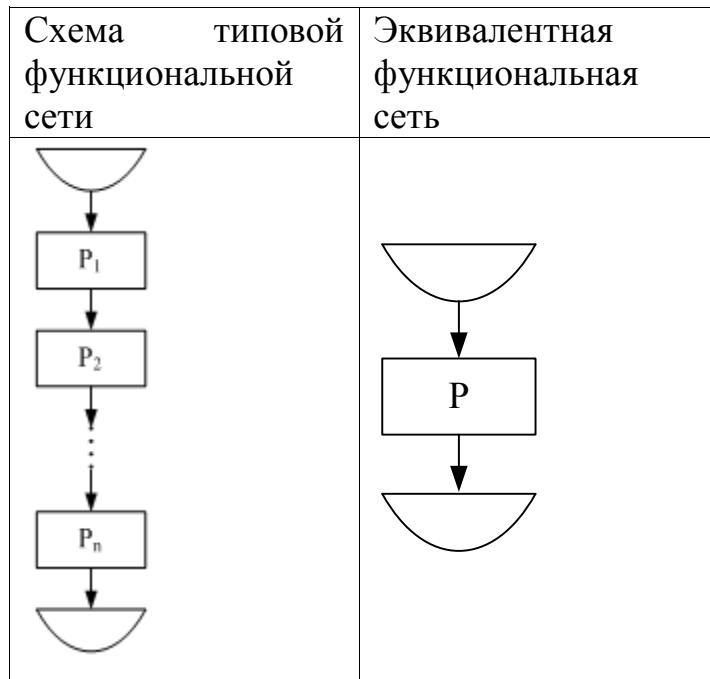
Каждой работе ставят в соответствие эквивалентную сеть, представленную на рисунке 2.2 с учетом ее временных характеристик.

Результирующая функциональная сеть содержит столько блоков, представленных на рисунке 2.2, сколько работ содержится в плане-графике за отчетный интервал времени с их уровнем обеспеченности различными ресурсами.

После построения результирующей функциональной сети выполняется ее свертка до эквивалентной (правый столбец в таблице 2.2).

Формальное описание эквивалентного субпроцесса основных работ структурного подразделения соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Роснрез» и «Зоснрез», а также заменой временных характеристик производительных затрат и непроизводительных потерь на результирующие временные характеристики, определяемые из соответствующих характеристик работ, входящих в сворачиваемую функциональную сеть.

Таблица 2.2 – Исходная и эквивалентная функциональные сети [12]



Результирующие временные характеристики эквивалентной функциональной сети субпроцесса основных работ определяют по формулам:

$$\begin{aligned}
 M_{osn\ rez\ np} &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^f M_{osn\ np\ ij} ; \\
 D_{osn\ rez\ np} &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^f D_{osn\ np\ ij} ; \\
 M_{osn\ rez\ nn} &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^f M_{osn\ nn\ ij} ; \\
 D_{osn\ rez\ nn} &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^f D_{osn\ nn\ ij} .
 \end{aligned} \tag{2.22}$$

Функциональные сети, описывающие субпроцессы устранения отказов и инцидентов, строят единообразно.

Каждому z-му объекту ЖАТ ставят в соответствие эквивалентную сеть, представленную на рисунке 2.2 с учетом ее временных характеристик.

Количество последовательно соединяемых эквивалентных сетей по устраниению отказов соответствует количеству объектов ЖАТ в границах производственной деятельности структурного подразделения.

Эквивалентная функциональная сеть субпроцесса устраниния отказов после свертки имеет характеристики, вычисляемые по формулам:

$$\begin{aligned}
 M_{don4 rez np} &= \sum_{z=1}^f M_{don4 np z}; \\
 D_{don4 rez np} &= \sum_{z=1}^f D_{don4 np z}; \\
 M_{don4 rez nn} &= \sum_{z=1}^f M_{don4 nn z}; \\
 D_{don4 rez nn} &= \sum_{z=1}^f D_{don4 nn z}.
 \end{aligned} \tag{2.23}$$

Формальное описание эквивалентного субпроцесса устраниния отказов соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп4» и «Здоп4».

Каждому z-му объекту ЖАТ ставят в соответствие эквивалентную сеть, представленную на рисунке 2.2 с учетом ее временных характеристик.

Эквивалентная функциональная сеть субпроцесса устраниния инцидентов после свертки имеет характеристики, вычисляемые по формулам:

$$\begin{aligned}
 M_{don5 rez np} &= \sum_{z=1}^f M_{don5 np z}; \\
 D_{don5 rez np} &= \sum_{z=1}^f D_{don5 np z}; \\
 M_{don5 rez nn} &= \sum_{z=1}^f M_{don5 nn z}; \\
 D_{don5 rez nn} &= \sum_{z=1}^f D_{don5 nn z}.
 \end{aligned} \tag{2.24}$$

Формальное описание эквивалентного субпроцесса устранения инцидентов соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп5» и «Здоп5».

Функциональные сети для работ, связанных с надзором за работниками смежных подразделений и проведением комиссионных проверок строят отдельно по аналогии с функциональной сетью основных работ. Каждому виду работ соответствует одна конструкция эквивалентной сети из рисунка 2.2.

Характеристики эквивалентных сетей есть:

$$\begin{aligned}
 M_{don1\ rez\ np} &= M_{don1\ np}; \\
 D_{don1\ rez\ np} &= D_{don1\ np}; \\
 M_{don1\ rez\ nn} &= M_{don1\ nn}; \\
 D_{don1\ rez\ nn} &= D_{don1\ nn}; \\
 M_{don2\ rez\ np} &= M_{don2\ np}; \\
 D_{don2\ rez\ np} &= D_{don2\ np}; \\
 M_{don2\ rez\ nn} &= M_{don2\ nn}; \\
 D_{don2\ rez\ nn} &= D_{don2\ nn}.
 \end{aligned} \tag{2.25}$$

Формальное описание эквивалентных субпроцессов соответствует эквивалентной сети на рисунке 2.2с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп1» и «Здоп1» и «Рдоп2» и «Здоп2» соответственно.

Работы по проведению технической учебы, а также иных дополнительных работ описывают одной эквивалентной сетью, аналогичной представленной на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдоп3» и «Здоп3». Характеристики эквивалентной сети есть:

$$\begin{aligned}
 M_{don3\ rez\ np} &= M_{don3\ np} \\
 D_{don3\ rez\ np} &= D_{don3\ np} \\
 M_{don3\ rez\ nn} &= M_{don3\ nn}
 \end{aligned} \tag{2.26}$$

$$D_{\text{don3 rez nn}} = D_{\text{don3 nn}}$$

Непроизводительные потери, связанные с пропуском поездов описывают одной эквивалентной сетью аналогичной представленной на рисунке 2.2 с заменой обозначений функционала «Росн» и «Зосн» на «Рдопб» и «Здопб».

Характеристики эквивалентной сети есть:

$$\begin{aligned} M_{\text{don6 rez np}} &= M_{\text{don6 np}} \\ D_{\text{don6 rez np}} &= D_{\text{don6 np}} \\ M_{\text{don6 rez nn}} &= M_{\text{don6 nn}} \\ D_{\text{don6 rez nn}} &= D_{\text{don6 nn}} \end{aligned} \tag{2.27}$$

Для получения результирующих характеристик основных процессов технического обслуживания и ремонта необходимо из эквивалентных сетей, описывающих субпроцессы, путем их последовательного соединения сформировать функциональную сеть основных процессов. Применив операцию свертки сети получают результирующие характеристики основных процессов, по формулам:

– математическое ожидание времени реализации процесса:

$$M_{O\Pi} = M_{O\Pi np} + M_{O\Pi nn} \tag{2.28}$$

$$M_{O\Pi np} = M_{och x np} + \sum_{x=1}^6 M_{don x np} \tag{2.29}$$

$$M_{O\Pi nn} = M_{och x nn} + \sum_{x=1}^6 M_{don x nn} \tag{2.30}$$

– дисперсия времени реализации процесса:

$$D_{O\Pi} = D_{O\Pi np} + D_{O\Pi nn} \tag{2.31}$$

$$D_{O\Pi np} = D_{och x np} + \sum_{x=1}^6 D_{don x np} \tag{2.32}$$

$$D_{O\Pi nn} = D_{och x nn} + \sum_{x=1}^6 D_{don x nn} \tag{2.33}$$

Для определения вероятного значения времени выполнения основного производственного процесса обслуживания и ремонта целесообразно использовать распределение Симпсона. Подробное исследование и обоснование целесообразности применения распределения Симпсона при оценке случайной величины времени выполнения отдельных работ, в том числе, работ по техническому обслуживанию и ремонту систем ЖАТ опубликовано в работах [3, 8, 12, 17, 33, 55, 71].

Распределение Симпсона может применяться, если случайные величины имеют ограниченную область возможных значений (t_n, t_k) , в том числе для описания длительности выполнения работ.

Плотность распределения представлена на рисунке 2.3.

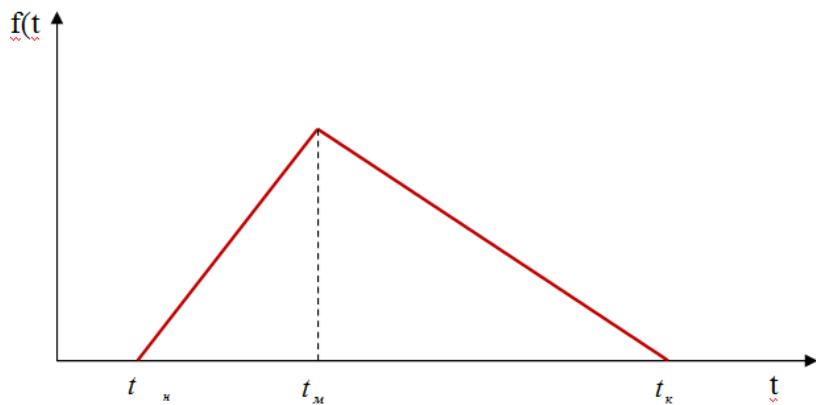


Рисунок 2.3 – Плотность треугольного распределения

Положение и форму распределения Симпсона характеризуют три параметра: t_n , t_k – границы области возможных значений, t_m – мода.

Плотность распределения, представленного на рисунке 2.3, описывается соотношением [71]:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < t_n \text{ ; } t > t_k; \\ \frac{2(t-t_n)}{(t_k-t_n)(t_m-t_n)} & \text{при } t_n \leq t \leq t_m; \\ \frac{2(t_k-t)}{(t_k-t_n)(t_m-t_n)} & \text{при } t_m \leq t \leq t_k. \end{cases} \quad (2.34)$$

В качестве вероятного времени выполнения заданного объема работ используют модовое значение времени, которое определяют по формуле:

$$T_M = 0,25 \cdot (t_k + 3 \cdot t_h) \quad (2.35)$$

где t_h , t_k – максимальное и минимальное время выполнения процесса.

Значения t_k находят из квадратного уравнения через известные математическое ожидание M и дисперсию D :

$$0.3017578125 \cdot t_k^2 + (0.453125 - 1.1484375 \cdot M) \cdot t_k - 18 \cdot D + 1.3125 \cdot M - 0.421875 \cdot M^2 = 0 \quad (2.36)$$

Дискриминант уравнения вычисляют по формуле:

$$d = (0.453125 - 1.1484375 \cdot M)^2 - 4 \cdot 0.3017578125 \cdot (1.3125 \cdot M - 18 \cdot D - 0.421875 \cdot M^2) \quad (2.37)$$

$$p_{1,2} = \frac{-(0.453125 - 1.1484375 \cdot M) \pm \sqrt{d}}{2 \cdot 0.3017578125} \quad (2.38)$$

В качестве t_k используют положительный корень, причем

$$t'_k = \begin{cases} p_1, & \text{если } p_1 \geq 0; \\ p_2, & \text{если } p_1 < 0. \end{cases} \quad (2.39)$$

Причем:

$$t_k = \begin{cases} t'_k, & \text{если } t'_k \leq 3 \cdot T_{расч} \\ 3 \cdot T_{расч}, & \text{если } t'_k > 3 \cdot T_{расч} \end{cases} \quad (2.40)$$

t_h находят на основе математического ожидания и t_k по формуле:

$$t_h = \begin{cases} 0.75 \cdot M - 0.3125 \cdot t_k, & \text{если } 0.75 \cdot M - 0.3125 \cdot t_k > 0; \\ 0, & \text{если } 0.75 \cdot M - 0.3125 \cdot t_k \leq 0. \end{cases} \quad (2.41)$$

Для последующей оценки влияния обеспеченности ресурсами на расчетное значение коэффициента готовности объектов ЖАТ по отказам первой и второй категории необходимо построить два треугольных распределения:

– треугольное распределение производительных затрат,

– треугольное распределение суммарного времени выполнения работ с учетом потерь, вызванных недостаточным обеспечением работ необходимыми ресурсами.

Треугольное распределение производительных затрат строят путем подстановки в формулы (2.35)-(2.41) $M_{OП\,np}$ и $D_{OП\,np}$.

Треугольное распределение полных затрат с учетом непроизводительных потерь строят путем подстановки в формулы (2.33)-(2.39) $M_{OП}$ и $D_{OП}$.

Для определения фактического значения коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категории из информационных систем АСУ-Ш-2 или КАСАНТ формируют статистические данные об отказах первой и второй категории не менее, чем за один календарный год.

Фактическое значение коэффициента готовности при полной обеспеченности ресурсами находят по формуле:

$$K_{Г12\phi} = \frac{1}{1 + \frac{T_{cум12\phi}}{T_{набл} - T_{cум12\phi}}} \quad (2.42)$$

где $T_{cум12\phi}$ – суммарное время устранении отказов 1 и 2 категории за период наблюдения

$T_{набл}$ – время наблюдения.

Расчетное значение времени устранения отказов объекта ЖАТ первой и второй категории с учетом соотношения фактического и расчетного времени реализации основного процесса находят по формуле:

$$T_{12p} = \frac{T_{cум12\phi}}{N_{12\phi}} \cdot \frac{T_{M\,OП}}{T_{расч}} \quad (2.43)$$

где $T_{расч}$ – расчетное время выполнения основного процесса, вычисленное в соответствии с [85].

$T_{cум12\phi}$ – суммарное время устранении отказов 1 и 2 категории за период наблюдения

$N_{12\phi}$ – количество отказов 1 и 2 категории

Оценить влияние основного процесса на коэффициент готовности можно по формуле:

$$k_{e12} = z_1 \cdot \left(\frac{T_{och}}{T_{расч}} \right)^2 + z_2 \cdot \frac{T_{och}}{T_{расч}} + z_3 \quad (2.44)$$

где z_1, z_2, z_3 – эмпирические коэффициенты модели, находимые с помощью метода наименьших квадратов на основе статистических данных.

Расчетное значение коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категории при заданном уровне обеспеченности ресурсами определяют по формуле:

$$K_{Г12p} = \frac{1}{1 + \frac{N_{12φ}}{T_{набл} - N_{12φ} \cdot T_{12p}}} \quad (2.45)$$

Изменение величины коэффициента готовности по отказам первой и второй категории находят по формуле:

$$\Delta K_{Г12p} = K_{Г12p} - K_{Г12φ} \quad (2.46)$$

Загрузку штата структурного подразделения технологическими операциями вычисляют по формуле:

$$\Delta = \frac{T_{МОП}}{N_{чел\ ОП} \cdot t_{норм} \cdot \frac{T_{отч}}{12}} \quad (2.47)$$

где $N_{чел\ ОП}$ – количество сотрудников структурного подразделения, непосредственно занятых реализацией основных процессов технического обслуживания и ремонта;

$t_{норм}$ – норма времени на выполнение работ работником в месяц.

По результатам делается вывод о достаточности временных и трудовых ресурсов для выполнения требуемого объема работ в рамках основных процессов технического обслуживания и ремонта.

2.4 Анализ коэффициента готовности объектов ЖАТ по отказам первой и второй категории и рисков

Анализ влияния основных процессов выполняют в следующих аспектах:

- приводит ли изменение коэффициента готовности по отказам первой и второй категории, связанное с недостатком в трудовых и временных ресурсах, к качественно новому уровню риска потерь поездо-часов;
- каков будет качественный и количественный уровень потерь поездо-часов при фактическом и расчетном значении коэффициента готовности по отказам первой и второй категории;
- каков будет качественный и количественный уровень риска невыполнения планируемого объема работ по реализации основных процессов технического обслуживания и ремонта при заданных объемах трудовых ресурсов.

Анализ коэффициента готовности по отказам первой и второй категории заключается в сравнении его фактического и расчетного значений с граничными значениями коэффициента готовности, соответствующими разным уровням риска потерь поездо-часов, вычисленными с использованием нормы коэффициента готовности согласно [95].

Граничные значения коэффициента готовности по отказам первой и второй категории вычисляют аналогично его допустимому значению (описано в [95]), но с заданием вместо допустимого уровня риска потерь поездо-часов из матрицы рисков, различных граничных значений.

Каждому уровню риска из матрицы рисков по надежности функционирования объектов ЖАТ соответствуют свои граничные значения показателей безотказности функционирования и готовности объекта ЖАТ.

В качестве исходных данных для расчета граничных уровней коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категории используют значения поездо-часов задержки, определяющих границы матрицы рисков по надежности функционирования объектов ЖАТ.

Перечень граничных значений поездо-часов задержки, соответствующих граничных значений интенсивности инцидентов и коэффициента готовности по отказам первой и второй категории приведен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Перечень граничных значений показателей надежности функционирования объекта ЖАТ

Граница матрицы рисков по оси ущерба	Обозначение граничного значения поездо-часов задержки	Обозначение граничного значения интенсивности инцидентов	Обозначение граничного значения коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категорий
1-2	$T_{3(1-2)}$	$\lambda_{(1-2)}$	$K_{e(1-2)}$
2-3	$T_{3(2-3)}$	$\lambda_{(2-3)}$	$K_{e(2-3)}$
3-4	$T_{3(3-4)}$	$\lambda_{(3-4)}$	$K_{e(3-4)}$

Первоначально в соответствии [95] выполняют расчет граничных значений интенсивности отказов 1 и 2 категории, путем подстановки в расчетные формулы вместо $T_{3\ don}$ значений $T_{3(1-2)}$, $T_{3(2-3)}$, $T_{3(3-4)}$. В результате расчета будут получены значения: $\lambda_{(1-2)}$, $\lambda_{(2-3)}$, $\lambda_{(3-4)}$.

Расчет граничных уровней коэффициента готовности по отказам первой и второй категории выполняется в соответствии с [95], но путем замены в расчетных формулах значения λ_{don} последовательно на: $\lambda_{(1-2)}$, $\lambda_{(2-3)}$, $\lambda_{(3-4)}$.

При этом $T_{3(3-4)} = T_{3\ don}$, $\lambda_{(1-2)} = \lambda_{don}$, $K_{e(3-4)} = K_{e\ don}$.

Граничные значения коэффициентов готовности по отказам первой и второй категории упорядочивают от большего к меньшему.

$$K_{e(1-2)} \rightarrow K_{e(2-3)} \rightarrow K_{e(3-4)}$$

Сами значения задают границы соответствующих интервалов.

Анализ влияния процесса технического обслуживания и текущего ремонта на показатели надежности систем ЖАТ заключается в определении, каким

интервалам принадлежат расчетное $K_{Г12\ p}$ и фактическое $K_{Г12\ \phi}$ значения коэффициента готовности объекта ЖАТ по отказам первой и второй категории:

- если расчетное $K_{Г12\ p}$ и фактическое $K_{Г12\ \phi}$ значения коэффициента готовности по отказам первой и второй категории принадлежат одному и тому же интервалу, это означает, что изменение обеспеченности ресурсами приводит только к количественному изменению уровня риска без качественных изменений;
- если расчетное значение коэффициента $K_{Г12\ p}$ находится в более правом интервале, расположенным правее интервала, в котором находится значение коэффициента $K_{Г12\ \phi}$, то изменение обеспеченности ресурсами приводит как к количественному, так и к качественному изменению уровня риска в сторону ухудшения;
- если расчетное значение коэффициента $K_{Г12\ p}$ находится в более левом интервале, чем $K_{Г12\ \phi}$, то изменение обеспеченности ресурсами приводит как к количественному, так и к качественному изменению уровня риска в сторону улучшения.

Анализ риска потерь поездо-часов из-за изменения значения коэффициента готовности по отказам первой и второй категории заключается в следующем.

На основе [40] при подстановке в качестве исходных данных о надежности объекта ЖАТ расчетного $K_{Г12\ P}$ и фактического $K_{Г12\ \phi}$ значений коэффициента готовности по отказам первой и второй категории находят расчетные значения риска потерь поездо-часов. При этом исходные данные, описывающие перевозочный процесс с использованием объекта ЖАТ, оставляют неизменными.

Далее строят матрицу рисков потерь поездо-часов в соответствии с [33, 97].

В построенной матрице находят клетки уровня риска при фактическом и расчетном значении коэффициента готовности по отказам первой и второй категории.

Анализ риска потерь поездо-часов потерь при различном уровне обеспеченности ресурсами основных процессов технического обслуживания и ремонта заключается в выявлении переходов уровня риска из одной клетки

матрицы в другую, в том числе другого цвета, характеризующего иной качественный уровень риска.

Так как на процесс технического обслуживания и ремонта оказывает влияние множество случайных факторов, результирующее время его реализации случайно. Следовательно, всегда существует ненулевой риск невыполнения работы структурным подразделением запланированного объема работ.

Аппарат функциональных сетей учитывает случайный характер времени выполнения работ с помощью полученных значений математического ожидания времени реализации производственного процесса и дисперсии времени реализации производственного процесса.

Графическая интерпретация оценки рисков невыполнения работ приведена на рисунке 2.4.

Как видно из рисунка 2.4, треугольное распределение полных затрат времени на выполнение основных процессов технического обслуживания и ремонта накладывается на линию расчетного объема работ. Площадь фигуры, расположенной справа, характеризует вероятность невыполнения запланированного объема работ, а ширина интервала до точки окончания работ – максимальное значение невыполненного объема.

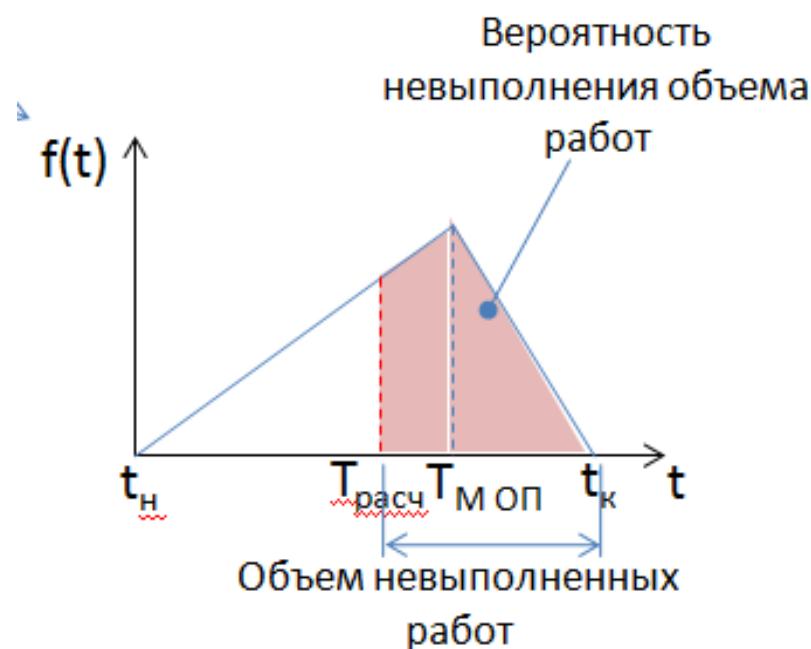


Рисунок 2.4 – Модель определения риска невыполнения работ

Вероятность невыполнения работ находят как значение площади под кривой (вероятности невыполнения работы) рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{нев}} = \begin{cases} 1 & \text{при } T_{\text{расч}} < t_h \\ 1 - \frac{(T_{\text{расч}} - t_h)^2}{(t_k - t_h)(t_m - t_h)} & \text{при } t_h \leq T_{\text{расч}} \leq t_m \\ 1 - \left(1 - \frac{(t_k - T_{\text{расч}})^2}{(t_k - t_h)(t_k - t_m)}\right) & \text{при } t_m < T_{\text{расч}} \leq t_k \\ 0 & \text{при } t_k < T_{\text{расч}} \end{cases} \quad (2.48)$$

Величина невыполненного объема работ может быть вычислена по формуле:

$$t_{\text{нев}} = t_k - T_{\text{расч}} \quad (2.49)$$

Величины, описываемые формулами (2.45), (2.46) являются составляющими риска невыполнения работ. Чтобы оценить фактическую величину риска невыполнения работ, эти величины перемножают по формуле:

$$R_{\text{нев}} = t_{\text{нев}} \cdot P_{\text{нев}} \quad (2.50)$$

Для анализа риска составляют шкалу риска невыполнения запланированных работ, представленную на рисунке 2.5, где каждому уровню риска соответствует своя качественная характеристика и цвет. Недопустимому уровню риска соответствует красный цвет, нежелательному – оранжевый, допустимому – желтый и не принимаемому в расчет – зеленый цвет.

Для формирования шкалы рисков следует задать количественные характеристики уровня риска. Отсчет шкалы рисков начинают от критического уровня. Критическим уровнем является уровень на границе категорий «недопустимый» и «нежелательный». Левой границе уровня соответствует значение расчетного времени выполнения работ в часах $T_{\text{расч}}$, которое вычисляется для периода оценивания. Правая граница критического уровня задает общую границу в шкале рисков времени невыполнения работ.

Остальные границы между уровнями вероятности невыполнения работ и уровнями времени выполнения работ внутри шкалы рисков формируются с учетом кратности (соизмеримости) расчетному времени $T_{расч}$.

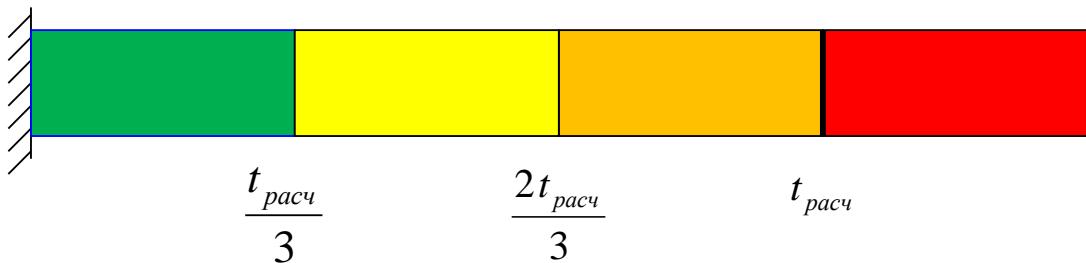


Рисунок 2.5 – Шкала риска невыполнения работ

Анализ и оценивание уровня риска невыполнения работ осуществляется путем поиска клетки, которой принадлежит уровень риска, вычисленный по формуле (2.50).

Изменяя значение обеспеченности производственного процесса тем или иным видом ресурсов можно проследить взаимосвязь риска невыполнения работ от определенного вида ресурсов.

Результат может представляться в виде гистограммы Парето [122], которая демонстрирует распределение в процентном соотношении видов ресурсов, влияющих на готовность технических средств ЖАТ.

2.5 Выводы по главе

В данной главе рассмотрена проблема повышения эффективности годового и оперативного планирования деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики в условиях ограниченных трудовых и временных ресурсов. В качестве основного процесса исследуется технологический процесс технического обслуживания и ремонта систем ЖАТ.

В качестве критерия эффективности планирования используется основной показатель функциональной надежности систем ЖАТ - коэффициент готовности систем ЖАТ по отказам первой и второй категории, решается задача анализа влияния качества планирования работ по техническому обслуживанию и

текущему ремонту систем ЖАТ на этот показатель при заданном ресурсном обеспечении, даются рекомендации по совершенствованию годового и оперативного производственного планирования в хозяйстве автоматики и телемеханики.

Основные результаты исследования заключаются в следующем:

1. Разработан метод количественной оценки и анализа влияния основных производственных процессов структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики (начиная от уровня линейной бригады) с учетом их обеспеченности различными потребными ресурсами на готовность технических средств ЖАТ.

2. Для количественного анализа качества производственного процесса технического обслуживания и ремонта целесообразно использовать обобщенный структурный метод, описываемый соответствующими аналитическими и наглядными моделями функциональных сетей.

3. Оценка результатов такого анализа реализуется на основе концепции риск-менеджмента с учетом того, что фактический объем работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов ЖАТ является случайной величиной, зависящей от множества факторов, и может не совпадать с расчетным, а, следовательно, имеются риски их невыполнения или ненадлежащего выполнения в течение планового периода, а также риски дополнительных потерь поездо-часов из-за отказов технических средств ЖАТ, связанные с временем выполнения работ по их устранению.

Предложенный в работе метод анализа производственных процессов может единообразно применяться для основных процессов различного уровня детализации, реализуемых структурными подразделениями хозяйства автоматики и телемеханики различных уровней.

Полученные результаты могут использоваться при решении следующих задач:

- определения минимального размера трудовых ресурсов, необходимого для обеспечения требуемого уровня показателей надежности технических систем ЖАТ;

- определения причин недостижения требуемого уровня значений готовности технических систем;
- определения минимального объема ресурсов для обеспечения заданного уровня рисков потерь поездо-часов из-за отказов объектов ЖАТ, либо рисков невыполнения работ;
- повышения готовности технических систем за счет более эффективного планирования работы структурного подразделения.

Предложенный метод оценки нашел свое практическое применение в хозяйстве АТ ОАО «РЖД», прошел апробацию и внедрен в качестве методик и нормативных документов [96, 112].

3 КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И СТРУКТУРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

3.1 Концепция оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики

Оценка деятельности работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» является составной частью комплексной системы управления ресурсами отрасли. Целью оценки деятельности работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики является обеспечение объективного анализа работы всех структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики на сети железных дорог России и выработка конкретных предложений по повышению эффективности основных процессов.

Оценка деятельности структурных подразделений на основе методологии УРРАН в корне отличается от традиционного подхода, основанного на анализе динамики количества отказов, при котором поощряется только ее непрерывное улучшение в каждом текущем периоде по сравнению с предыдущим [115].

Такой подход нельзя назвать объективным, поскольку он не учитывает случайность возникновения внезапных отказов технических средств и невозможность полностью их исключить. К тому же постоянно снижать этот показатель в течение длительного времени просто невозможно.

Способ, базирующийся на оценке рисков, более содержателен и научно обоснован. Он позволяет учесть не только случайный характер отказов технических средств и вероятный ущерб от них, но и фактический износ систем ЖАТ, а также потенциальные возможности предприятия по оперативному ремонту отказавших устройств. Такой подход включает в себя балльную и рейтинговую оценки, которые рассчитываются последовательно для структурных подразделений различных уровней. При этом оценка нижестоящего структурного

подразделения является исходными данными для получения оценки следующего в иерархии структурного подразделения (рис. 3.1).

В качестве исходных данных используют значения показателей надежности и рисков потерь поездо-часов отдельных систем ЖАТ в границах производственной деятельности оцениваемого структурного подразделения [49].

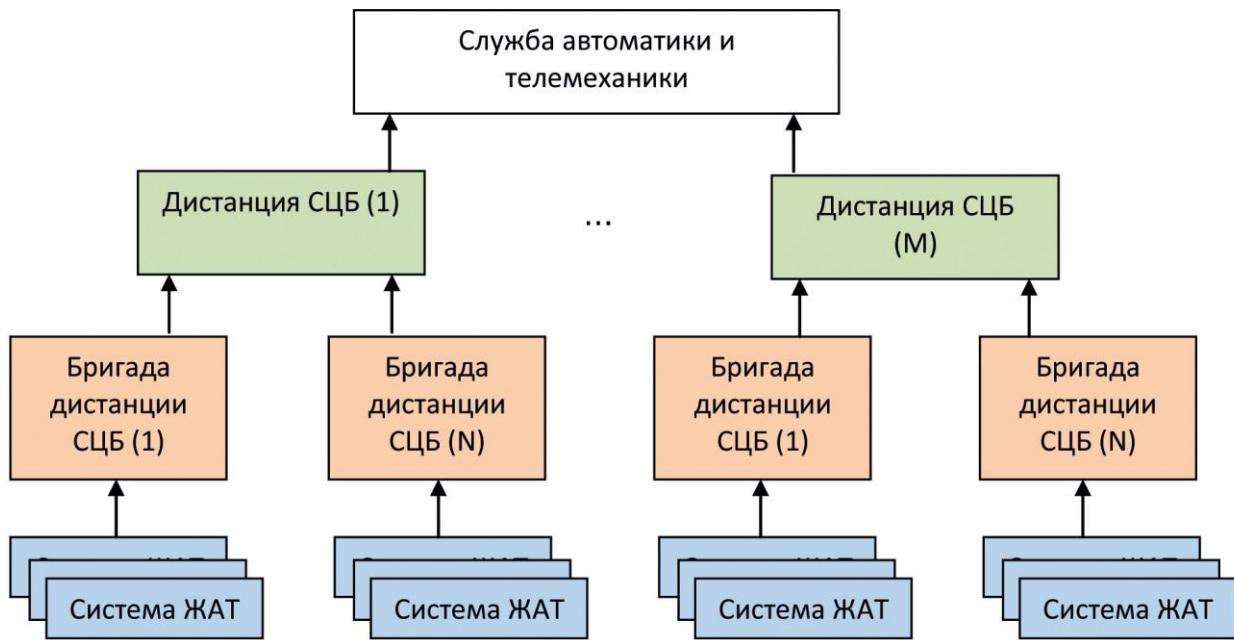


Рисунок 3.1 – Порядок оценки деятельности структурных подразделений
хозяйства автоматики и телемеханики

В качестве объекта оценки принимаются результаты деятельности отдельного структурного подразделения хозяйства автоматики и телемеханики за определенный период (месяц, квартал, год). Используя универсальный алгоритм можно оценить деятельность бригады, дистанции СЦБ, службы автоматики и телемеханики в пределах дороги или сети дорог в целом.

Основные принципы комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, базирующиеся на применении методов риск-менеджмента и методологии УРРАН приведены в работах [13, 15, 22 - 25, 27, 31, 40, 42, 45, 47 - 49, 55] и изложены в данной главе. Они нашли практическое применение, были апробированы и внедрены в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги», на их

основе разработана, утверждена и практически реализованная нормативная документация [83, 93].

Схема комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики представлена в Приложении 1.

Окончательная оценка формируется в целом для службы автоматики и телемеханики на основе оценок работы всех структурных подразделений, находящихся ниже по иерархии.

Деятельность любого структурного подразделения в иерархии хозяйства оценивается по единой схеме, общий вид которой представлен на рисунке 3.2, однако совокупность исходных показателей и их смысловое значение различаются.

Оценка деятельности структурного подразделения – это результат обобщения по определенной схеме совокупности частных показателей, поэтому она называется интегральной или итоговой. Для любого структурного подразделения, включая хозяйство автоматики и телемеханики в целом, балльная оценка определяется по единой количественной и качественной шкале. Качественная шкала представлена четырьмя оценками (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) и четырьмя соответствующими цветами (зеленым, желтым, оранжевым и красным). Единый масштаб шкал позволяет сравнивать набранные штрафные баллы у разных подразделений одного уровня, а также формировать рейтинги.

Итоговая оценка (И) реализуется по штрафной шкале и укрупненно представляет результат объединения базовой (Б) и дополнительной (Д) оценок. Базовая оценка характеризует качество текущей эксплуатации систем ЖАТ, а дополнительная – иные важные характеристики деятельности структурного подразделения.

Шкала базовой оценки является штрафной, а шкала дополнительной – комбинированной, где положительные баллы – это штрафы, а отрицательные – поощрения.

Размерность шкалы дополнительной оценки подобрана таким образом, чтобы она могла изменить итоговую оценку по отношению к базовой не более, чем на один качественный уровень, если такое изменение вообще возможно. Например (см. рис. 3.2), если качественная базовая оценка была «хорошо», то с учетом дополнительной оценки итоговая может быть не выше «отлично» и не ниже «удовлетворительно». Поскольку шкала итоговой оценки является штрафной, то она подвергается нормированию и удалению отрицательных значений.

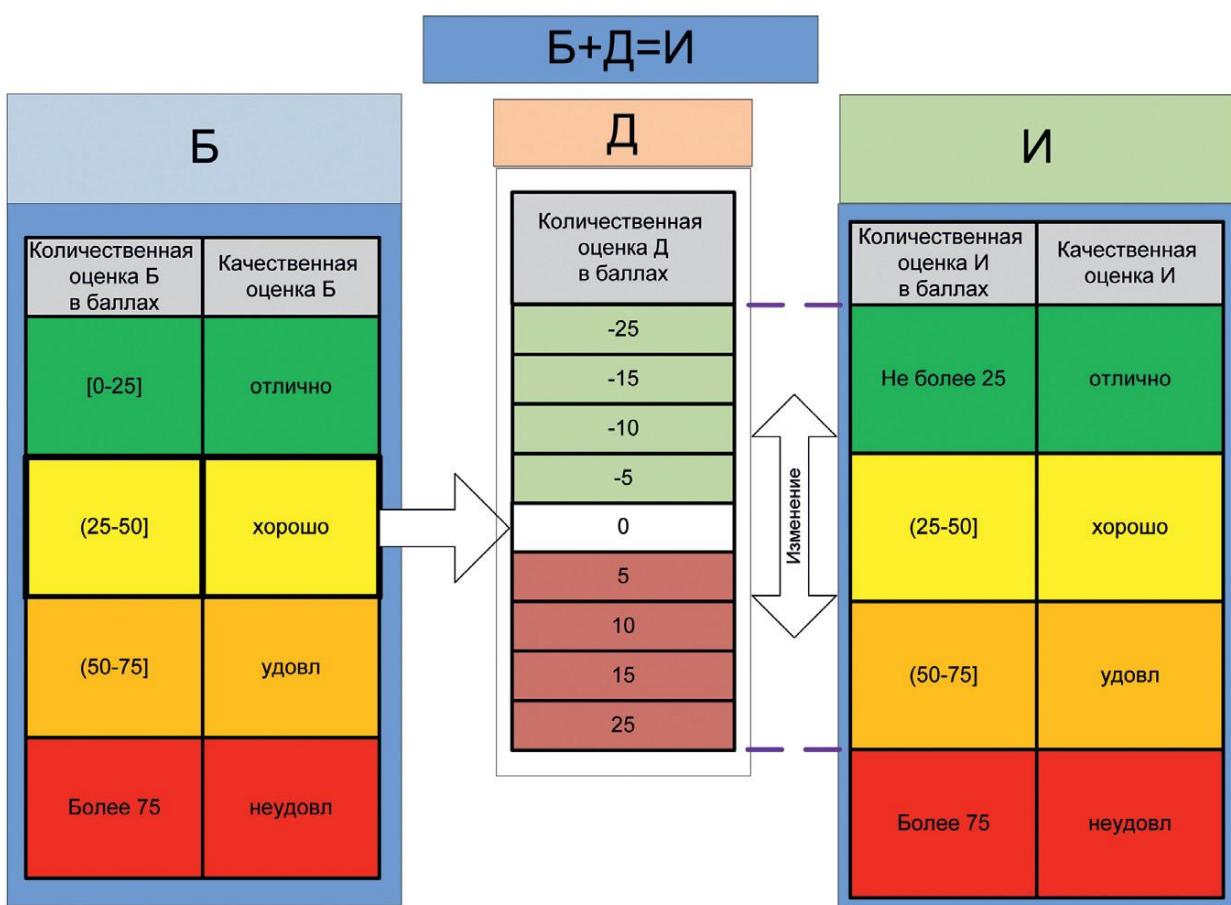


Рисунок 3.2 – Схема оценки деятельности структурного подразделения хозяйства автоматики и телемеханики [37]

Базовая оценка деятельности любого структурного подразделения представляет собой среднее арифметическое из частных итоговых оценок, полученных на предыдущем уровне иерархии, с поправкой на то, насколько деятельность структурного подразделения отразится на показателях деятельности

вышестоящего в иерархии структурного подразделения. Такая поправка выполняется путем соотнесения фактически зарегистрированных потерь поездо-часов за отчетный период по данному структурному подразделению с нормой аналогичных потерь для вышестоящего структурного подразделения.

В отличие от остальных, на самом нижнем уровне – уровне отдельных бригад – базовая оценка определяется в соответствии с показателями качества производственного процесса технической эксплуатации систем ЖАТ в границах их производственной деятельности. Она выставляется по результатам исследования влияния надежности работы этих технических средств на перевозочный процесс при сравнении ожидаемого и фактического риска потерь поездо-часов из-за отказов за отчетный период (рис. 3.3) [37].

		<u>Уровень риска</u>			
<u>Фактический</u>	<u>Не принимаемый в расчет</u>	<u>Допустимый</u>	<u>Нежелательный</u>	<u>Недопустимый</u>	
<u>Ожидаемый</u>					
<u>Недопустимый</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>30</u>	
<u>Нежелательный</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>25</u>	<u>65</u>	
<u>Допустимый</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>65</u>	<u>70</u>	
<u>Не принимаемый в расчет</u>	<u>15</u>	<u>50</u>	<u>70</u>	<u>75</u>	

Рисунок 3.3 – Таблица формирования базовой оценки качества производственного процесса технической эксплуатации системы ЖАТ

Штрафные баллы за ненадлежащее качество обслуживания начисляются только в случае, когда фактический уровень риска оказывается равным или выше ожидаемого, причем количество начисляемых штрафных баллов увеличивается с возрастанием фактического уровня риска по отношению к ожидаемому.

Например, если и фактически достигнутый уровень риска за отчетный период, и ожидаемый, вычисленный с учетом технического состояния системы ЖАТ, соответствуют категории «нежелательный», то подразделение получает 25 штрафных баллов. Если при том же уровне ожидаемого риска фактический уровень риска окажется «допустимым» или «не принимаемым в расчет», то баллы

вообще не начисляются. Однако, если фактический уровень риска окажется «недопустимым», то подразделению сразу будет начислено 65 штрафных баллов. Результирующая базовая оценка бригады формируется после обработки базовых оценок всех систем ЖАТ в границах ее производственной деятельности.

Итоговая оценка деятельности бригады является частью исходных данных для оценки деятельности дистанции СЦБ (см. рис. 3.2). Поскольку она в своей базовой части характеризует качество эксплуатации обслуживаемой железнодорожной инфраструктуры, то и деятельность самой дистанции СЦБ в своей базовой части будет характеризовать качество эксплуатации инфраструктуры ЖАТ, но уже с учетом качества работ всех бригад, входящих в состав дистанции. Аналогично формируется оценка деятельности службы.

Дополнительная оценка описывает такие важные характеристики деятельности структурного подразделения, как доля допущенных отказов 1-й и 2-й категории из-за влияния человеческого фактора, процент выполнения организационно-технических мероприятий, производительность труда персонала и количество отказов средств ЖАТ, приведенные к техническим единицам. При этом конкретные виды деятельности структурных подразделений и нормы могут изменяться в зависимости от приоритета тех или иных целей производственной деятельности структурного подразделения.

Таким образом, на основе предложенного подхода в качестве основной задачи структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики можно рассматривать обеспечение наименьшего уровня риска функционирования систем ЖАТ, находящихся в границах их производственной деятельности. Однако попадание, например, в желтую клетку матрицы рисков не всегда означает хорошую оценку деятельности этого подразделения. Все зависит от того, какой уровень риска ожидался для рассматриваемого периода. Очень хорошим является результат, если ожидался «недопустимый» уровень риска (красный), а фактически подразделение обеспечило «нежелательный» (оранжевый). И это гораздо лучше, чем добиться такого же показателя при ожидаемом уровне риска, «допустимый»

(желтый), то есть получить переход из желтой клетки в оранжевую, тем самым сработав хуже, чем это прогнозировалось.

Базовый показатель деятельности бригады дистанции СЦБ определяется на основе двух составляющих: среднего значения базовых показателей качества производственного процесса технической эксплуатации отдельных объектов ЖАТ в границах производственной деятельности соответствующей бригады и доли влияния деятельности данной бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах производственной деятельности дистанции СЦБ. При этом базовый показатель качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ в границах производственной деятельности бригады дистанции СЦБ определяется согласно методологиям ALARP и УРРАН на основе сравнения ожидаемого и фактического уровней рисков, связанных с надежностью функционирования объекта ЖАТ.

Базовый показатель деятельности дистанции СЦБ определяется на основе двух составляющих: среднего значения базовых показателей деятельности бригад, входящих в состав дистанции СЦБ, и доли влияния дистанции СЦБ на превышение нормы поездо-часов потерь для службы Ш.

В свою очередь базовый показатель деятельности службы Ш определяется на основе двух составляющих: среднего значения базовых показателей деятельности дистанций СЦБ, входящих в состав службы Ш, и доли влияния службы Ш на превышение нормы поездо-часов потерь для хозяйства автоматики и телемеханики в целом.

Оценка интегрального показателя деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики складывается из оценки базового показателя деятельности структурного подразделения и оценок дополнительных показателей деятельности структурного подразделения. При этом значение качественной оценки базового показателя деятельности структурного подразделения («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») может быть изменено не более чем на одно значение в большую или меньшую сторону за счет оценок дополнительных показателей

(Приложение 2). В случае, если по вине работников структурного подразделения автоматики и телемеханики, отказ или нарушение в работе устройств ЖАТ привели к случаю, классифицируемому как транспортное происшествие (крушение поезда, авария, происшествие на железнодорожном переезде) или иным, связанным с нарушением требований безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта событиям (кроме задержки поезда на 1 час и более), то базовая оценка показателя деятельности структурного подразделения за месяц определяется как «неудовлетворительно».

На основе количественной оценки интегральных показателей деятельности бригады определяются места в рейтинге между бригадами в дистанции СЦБ; на основе количественной оценки интегральных показателей деятельности дистанции СЦБ определяются места в рейтинге между дистанциями СЦБ в службе Ш, а на основе количественной оценки интегральных показателей деятельности службы Ш определяются места в рейтинге между службами Ш в хозяйстве автоматики и телемеханики.

3.2 Оценка качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ

3.2.1 Оценка базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ

В работах [15, 37] для оценки базового показателя качества технической эксплуатации объекта ЖАТ предлагается сравнивать фактический уровень надежности функционирования объекта ЖАТ (определяется в соответствии с фактическим значением коэффициента готовности по отказам первой и второй категории) с ожидаемым уровнем риска, связанного с надежностью функционирования данного объекта ЖАТ. В работах [49, 69] для оценки базового показателя качества технической эксплуатации объекта ЖАТ предлагается сравнивать не фактический уровень надежности функционирования объекта ЖАТ, а фактический уровень риска, связанного с надежностью функционирования данного объекта ЖАТ. Рассмотрим более подробно второй

вариант оценки базового показателя качества технической эксплуатации объекта ЖАТ.

Каждому значению качественной оценки базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ соответствует диапазон значений количественной оценки базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ B^{OB} (таблица 3.1).

В соответствии с разработанной и утвержденной ОАО «РЖД» установленным порядком методикой [95] производится построение годовой нормативной матрицы рисков для объектов ЖАТ, относящихся к линиям определенного класса и специализации. При этом в расчетах необходимо использовать исходные данные (статистику), полученные по всем объектам ЖАТ, функционирующим на железнодорожных линиях соответствующего класса и специализации не менее, чем за 3 года.

Таблица 3.1 – Соответствие качественных и количественных оценок базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ

Количественная оценка базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ, B^{OB} , баллы	Качественная оценка базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ
$0 \leq B^{OB} \leq 25$	«отлично»
$25 < B^{OB} \leq 50$	«хорошо»
$50 < B^{OB} \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < B^{OB}$	«неудовлетворительно»

Полученная годовая нормативная матрица рисков используется для оценивания ожидаемого и фактического уровня рисков, связанных с надежностью функционирования конкретного объекта ЖАТ, за месяц, квартал, год.

В соответствии с разработанной и утвержденной ОАО «РЖД» установленным порядком методикой [89] производится оценка ожидаемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования конкретного объекта

ЖАТ, на основе усредненных значений составляющих риска за период наблюдения (Приложение 3). При этом в расчетах необходимо использовать исходные данные (статистику), полученные за период наблюдения длительностью не менее 3 лет только по данному конкретному объекту ЖАТ.

Оценивание ожидаемого уровня риска производится по годовой нормативной матрице рисков в конце календарного года, предшествующего году, в течение которого производится оценка деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики. Каждому уровню риска соответствует своя качественная характеристика и цвет. Таким образом, для каждого объекта ЖАТ получается одно из четырех значений ожидаемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования: «недопустимый» (красный), «нежелательный» (оранжевый), «допустимый» (желтый), «не принимаемый в расчет» (зеленый). Полученный ожидаемый уровень риска используется в течение всего календарного года, в котором производится оценка деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики. В случае наличия существенных изменений, влияющих на уровень надежности функционирования объекта ЖАТ, рекомендуется корректировать ожидаемый уровень риска с учетом факта проведения капитального ремонта или модернизации объекта.

В соответствии с [89] также оценивается фактический уровень риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ, за календарный год, в течение которого производилась оценка деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.

При оценке фактического уровня риска на коротких интервалах отчетности (календарный месяц, квартал) потери поездо-часов из-за отказов рассчитываются непосредственно по статистическим данным за интервал отчетности; для расчета фактического значения частоты отказов 1 и 2 категории объекта ЖАТ целесообразно использовать метод скользящих интервалов (Приложения 4,5).

Оценивание фактического уровня рисков за месяц, квартал и год производится по годовой нормативной матрице рисков.

В случае отсутствия за оцениваемый период отказов 1 и 2 категории, фактическое значение частоты отказов принимается равным нулю, т.е. уровень риска соответствует «не принимаемому в расчет» («зеленый»). Примеры оценивания фактического уровня риска на коротких интервалах отчетности (месяц) представлены в Приложении 5.

Оценка базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ производится путем сравнения значения фактического уровня риска за оцениваемый период со значением ожидаемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ.

Оценочная шкала базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ представляет собой матрицу, строки которой соответствуют ожидаемому уровню рисков, связанных с надежностью функционирования объекта ЖАТ, а столбцы – фактическому. Каждой ячейке матрицы присваивается значение количественной оценки базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ (количество баллов). Рекомендуемая оценочная шкала базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ представлена в Приложении 6.

В соответствии со значением ожидаемого уровня рисков, связанных с надежностью функционирования объекта ЖАТ, определяется строка оценочной шкалы, в соответствии со значением фактического уровня риска определяется столбец оценочной шкалы. Значение базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ B^{OB} определяется в соответствии со значением ячейки оценочной шкалы (Приложение 6), находящейся на пересечении данной строки и столбца.

Схема и примеры оценки базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ представлены в Приложении 7.

3.2.2 Оценка базовых показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики

Для оценки базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ в качестве исходных данных используются следующие величины:

- количество объектов ЖАТ x в границах производственной деятельности бригады дистанции СЦБ;
- количественные значения базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объектов ЖАТ в границах производственной деятельности бригады дистанции СЦБ B_m^{OB} ;
- фактическое значение потерь поездо-часов вследствие отказов объектов ЖАТ в границах производственной деятельности бригады дистанции СЦБ T_3^{BP} ;
- норма задержек поездо-часов для дистанции СЦБ, в состав которой входит данная бригада, $T_{3\ don}^{ШЧ}$.

Значение базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ B^{BP} вычисляется по формуле:

$$B^{BP} = \frac{\sum_{m=1}^x B_m^{OB}}{x} + 75 \cdot \frac{T_3^{BP}}{T_{3\ don}^{ШЧ}}. \quad (3.1)$$

В таблице 3.2 [15] представлено соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ.

В случае, если по вине работников бригады дистанции СЦБ, отказ или нарушение в работе устройств ЖАТ привели к случаю, классифицируемому как транспортное происшествие (крушение поезда, авария) или иным, связанным с нарушением безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта событиям согласно Приложению 8 (кроме задержки поезда на 1 час и

более), то базовая оценка показателя деятельности бригады дистанции СЦБ за месяц (квартал) определяется как «неудовлетворительно» ($B^{BP} = 100$ баллов).

Таблица 3.2 – Соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ

Количественная оценка базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ, B^{BP} , баллы	Качественная оценка базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ
$0 \leq B^{BP} \leq 25$	«отлично»
$25 < B^{BP} \leq 50$	«хорошо»
$50 < B^{BP} \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < B^{BP}$	«неудовлетворительно»

Для оценки базового показателя деятельности дистанции СЦБ в качестве исходных данных используются следующие величины:

- количество бригад в составе дистанции СЦБ y ;
- количественные значения базового показателя деятельности бригад дистанции СЦБ B_m^{BP} ;
- фактическое значение потерь поездо-часов вследствие отказов объектов ЖАТ в границах производственной деятельности дистанции СЦБ $T_3^{ШЧ}$;
- норма задержек поездо-часов для службы Ш, в состав которой входит данная дистанция СЦБ, $T_{3\ don}^{Ш}$.

Значение базового показателя деятельности дистанции СЦБ $B^{ШЧ}$ вычисляется по формуле:

$$B^{ШЧ} = \frac{\sum_{m=1}^y B_m^{BP}}{y} + 75 \cdot \frac{T_3^{ШЧ}}{T_{3\ don}^{Ш}}. \quad (3.2)$$

В таблице 3.3 представлено соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ.

Аналогично, в случае, если по вине работников дистанции СЦБ, отказ или нарушение в работе устройств ЖАТ привели к случаю, классифицируемому как транспортное происшествие (крушение поезда, авария) или иным, связанным с нарушением безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта событиям согласно Приложению 8 (кроме задержки поезда на 1 час и более), то базовая оценка показателя деятельности дистанции СЦБ за месяц (квартал) определяется как «неудовлетворительно» ($B^{III} = 100$ баллов).

Таблица 3.3 – Соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности дистанции СЦБ

Количественная оценка базового показателя деятельности дистанции СЦБ, B^{III} , баллы	Качественная оценка базового показателя деятельности дистанции СЦБ
$0 \leq B^{III} \leq 25$	«отлично»
$25 < B^{III} \leq 50$	«хорошо»
$50 < B^{III} \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < B^{III}$	«неудовлетворительно»

Для оценки базового показателя деятельности службы Ш в качестве исходных данных используются следующие величины:

- количество дистанций СЦБ в составе службы Ш z ;
- количественные значения базового показателя деятельности дистанций СЦБ, входящих в состав службы Ш B_m^{III} ;
- фактическое значение потерь поездо-часов вследствие отказов объектов ЖАТ в границах производственной деятельности службы Ш T_3^{III} ;
- норма задержек поездо-часов для хозяйства автоматики и телемеханики (по сети железных дорог) $T_{3\ don}^{AT}$.

Значение базового показателя деятельности службы Ш B^{III} вычисляется по формуле:

$$B^{\text{Ш}} = \frac{\sum_{m=1}^z B_m^{\text{ШЧ}}}{z} + 75 \cdot \frac{T_3^{\text{Ш}}}{T_{3\text{don}}^{\text{AT}}} . \quad (3.3)$$

В таблице 3.4 представлено соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности службы Ш.

Таблица 3.4 – Соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности службы Ш

Количественная оценка базового показателя деятельности службы Ш, $B^{\text{Ш}}$, баллы	Качественная оценка базового показателя деятельности службы Ш
$0 \leq B^{\text{Ш}} \leq 25$	«отлично»
$25 < B^{\text{Ш}} \leq 50$	«хорошо»
$50 < B^{\text{Ш}} \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < B^{\text{Ш}}$	«неудовлетворительно»

Аналогично, в случае, если по вине работников дистанции СЦБ в составе данной службы Ш, отказ или нарушение в работе устройств ЖАТ привели к случаю, классифицируемому как транспортное происшествие (крушение поезда, авария) или иным, связанным с нарушением безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта событиям согласно Приложению 8 (кроме задержки поезда на 1 час и более), то базовая оценка показателя деятельности службы Ш за месяц (квартал) определяется как «неудовлетворительно» ($B^{\text{Ш}} = 100$ баллов).

3.2.3 Оценка интегральных показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики

Предполагается, что в зависимости от актуальности задач, состоящих перед структурным подразделением, перечень дополнительных показателей

деятельности отдельной бригады, дистанции СЦБ устанавливается и может пересматриваться ежегодно руководством транспортной компании. Рекомендуемый перечень и значимость (вес) дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ в качестве одного из возможных вариантов приведен в Приложении 9, причем для каждого дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ устанавливается оценочная шкала в баллах. Рекомендуемые оценочные шкалы для дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ с учетом значимости (веса) показателей также представлены в Приложении 9.

Оценка в баллах дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ производится путем сравнения фактических значений дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ за прошедший период (месяц, квартал, год) с соответствующими оценочными шкалами.

Рекомендуемый перечень и значимость (вес) дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ представлен в Приложении 10, а для службы Ш в целом - в Приложении 11.

Интегральный показатель деятельности бригады дистанции СЦБ I^{BP} определяется на основе базового показателя B^{BP} и общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ D^{BP} . Дополнительный показатель деятельности бригады дистанции СЦБ D^{BP} может принимать как положительные значения (дополнительные штрафные баллы), так и отрицательные значения (поощрительные баллы) в зависимости от полученных оценок и значимости дополнительных показателей. При этом качественная оценка интегрального показателя I^{BP} может отличаться от базового показателя B^{BP} не более, чем на одно значение, количественная оценка – не более чем, на 25 баллов.

Сначала необходимо построить оценочную шкалу для общего дополнительного показателя Δ^{BP} с учетом действующих перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ.

Максимально возможное количество штрафных баллов, полученных за дополнительные показатели, Δ_{\max}^{BP} определяется по формуле:

$$\Delta_{\max}^{BP} = \sum_{i=1}^N \Delta_{i \max}^{BP}, \quad (3.4)$$

где $\Delta_{i \max}^{BP}$ – максимальное значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ;

N – количество дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ.

Максимально возможное количество поощрительных баллов, полученных за дополнительные показатели, Δ_{\min}^{BP} определяется по формуле:

$$\Delta_{\min}^{BP} = \sum_{i=1}^N \Delta_{i \min}^{BP}, \quad (3.5)$$

где $\Delta_{i \min}^{BP}$ - минимальное значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ;

N – количество дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ.

Далее формируется равномерная восьмиуровневая оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ^{BP} с учетом значений Δ_{\max}^{BP} и Δ_{\min}^{BP} в соответствии с таблицей 3.5 [15].

Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ^{BP} с учетом рекомендуемых в Приложении 9 перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ представлена в Приложении 12.

Таблица 3.5 – Формирование оценочной шкалы общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ \mathcal{D}^{BP}

Диапазон значений $\mathcal{D}_{\Sigma}^{BP}$, баллы	Оценка показателя \mathcal{D}^{BP} , баллы
$\mathcal{D}_{min}^{BP} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} < 0,75 \cdot \mathcal{D}_{min}^{BP}$	-25
$0,75 \cdot \mathcal{D}_{min}^{BP} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} < 0,5 \cdot \mathcal{D}_{min}^{BP}$	-15
$0,5 \cdot \mathcal{D}_{min}^{BP} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} < 0,25 \cdot \mathcal{D}_{min}^{BP}$	-10
$0,25 \cdot \mathcal{D}_{min}^{BP} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} < 0$	-5
$\mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} = 0$	0
$0 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} \leq 0,25 \cdot \mathcal{D}_{max}^{BP}$	5
$0,25 \cdot \mathcal{D}_{max}^{BP} < \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} \leq 0,5 \cdot \mathcal{D}_{max}^{BP}$	10
$0,5 \cdot \mathcal{D}_{max}^{BP} < \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} \leq 0,75 \cdot \mathcal{D}_{max}^{BP}$	15
$0,75 \cdot \mathcal{D}_{max}^{BP} < \mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} \leq \mathcal{D}_{max}^{BP}$	25

Согласно результатам оценок дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ (таблица 3.5) определяется фактическая сумма оценок дополнительных показателей $\mathcal{D}_{\Sigma}^{BP}$ за отчетный месяц (квартал, год) по формуле:

$$\mathcal{D}_{\Sigma}^{BP} = \sum_{i=1}^N \mathcal{D}_{i\phi}^{BP}, \quad (3.6)$$

где $\mathcal{D}_{i\phi}^{BP}$ – фактическое значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ за отчетный месяц (квартал, год);

N – количество дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ.

Согласно оценочной шкале общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ определяется значение его оценки \mathcal{D}^{BP} .

Интегральный показатель деятельности бригады дистанции СЦБ I^{BP} определяется по формулам:

$$I^{BP} = B^{BP} + D^{BP}, \text{ если } B^{BP} > 0; \quad (3.7)$$

$$I^{BP} = B^{BP} + 2 \cdot D^{BP}, \text{ если } B^{BP} = 0. \quad (3.8)$$

При этом, если $B^{BP} + D^{BP} < 0$, то $I^{BP} = 0$.

В таблице 3.6 представлены соответствия качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ.

Таблица 3.6 – Соответствие качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности бригады дистанции СЦБ [15]

Количественная оценка интегрального показателя деятельности бригады дистанции СЦБ, I^{BP} баллы	Качественная оценка интегрального показателя деятельности бригады дистанции СЦБ
$0 \leq I^{BP} \leq 25$	«отлично»
$25 < I^{BP} \leq 50$	«хорошо»
$50 < I^{BP} \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < I^{BP}$	«неудовлетворительно»

На основании определенного по каждой бригады интегрального показателя деятельности I^{BP} распределяются места в рейтинге между бригадами дистанции СЦБ.

Интегральный показатель деятельности дистанции СЦБ $I^{ШЧ}$ определяется на основе базового показателя и общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $D^{ШЧ}$. Дополнительный показатель деятельности дистанции СЦБ $D^{ШЧ}$ может принимать как положительные значения (дополнительные штрафные баллы), так и отрицательные значения (поощрительные баллы) в зависимости от полученных оценок и значимости дополнительных показателей. При этом качественная оценка интегрального

показателя $I^{ШЧ}$ может отличаться от базового показателя $B^{ШЧ}$ не более, чем на одно значение (количественная оценка – не более, чем на 25 баллов).

Сначала необходимо построить оценочную шкалу для общего дополнительного показателя $D^{ШЧ}$ с учетом действующих перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ.

Максимально возможное количество штрафных баллов, полученных за дополнительные показатели, $D_{\max}^{ШЧ}$ определяется по формуле:

$$D_{\max}^{ШЧ} = \sum_{i=1}^N D_{i \max}^{ШЧ}, \quad (3.9)$$

где $D_{i \max}^{ШЧ}$ – максимальное значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ;

N – количество дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ.

Максимально возможное количество поощрительных баллов, полученных за дополнительные показатели, $D_{\min}^{ШЧ}$ определяется по формуле:

$$D_{\min}^{ШЧ} = \sum_{i=1}^N D_{i \min}^{ШЧ}, \quad (3.10)$$

где $D_{i \min}^{ШЧ}$ – минимальное значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ;

N – количество дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ.

Далее формируется равномерная восьмиуровневая оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $D^{ШЧ}$ с учетом значений $D_{\max}^{ШЧ}$ и $D_{\min}^{ШЧ}$ в соответствии с таблицей 3.7 [15].

Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $D^{ШЧ}$ с учетом рекомендуемых в Приложении 11 перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ представлена в Приложении 12.

Таблица 3.7 – Формирование оценочной шкалы общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $\mathcal{D}^{\text{ШЧ}}$

Диапазон значений $\mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}}$, баллы	Оценка показателя $\mathcal{D}^{\text{ШЧ}}$, баллы
$\mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} < 0,75 \cdot \mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}}$	-25
$0,75 \cdot \mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} < 0,5 \cdot \mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}}$	-15
$0,5 \cdot \mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} < 0,25 \cdot \mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}}$	-10
$0,25 \cdot \mathcal{D}_{\min}^{\text{ШЧ}} \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} < 0$	-5
$\mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} = 0$	0
$0 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} \leq 0,25 \cdot \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}}$	5
$0,25 \cdot \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}} < \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} \leq 0,5 \cdot \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}}$	10
$0,5 \cdot \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}} < \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} \leq 0,75 \cdot \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}}$	15
$0,75 \cdot \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}} < \mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} \leq \mathcal{D}_{\max}^{\text{ШЧ}}$	25

Согласно результатам оценок дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ (таблица 3.7) определяется фактическая сумма оценок дополнительных показателей $\mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}}$ за отчетный месяц (квартал, год) по формуле:

$$\mathcal{D}_{\Sigma}^{\text{ШЧ}} = \sum_{i=1}^N \mathcal{D}_{i\phi}^{\text{ШЧ}}, \quad (3.11)$$

где $\mathcal{D}_{i\phi}^{\text{ШЧ}}$ – фактическое значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ за отчетный месяц (квартал, год);

N – количество дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ.

Согласно оценочной шкале общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ определяется значение его оценки $\mathcal{D}^{\text{ШЧ}}$.

Интегральный показатель деятельности дистанции СЦБ $I^{\text{ШЧ}}$ определяется по формулам:

$$I^{\text{ШЧ}} = B^{\text{ШЧ}} + \mathcal{D}^{\text{ШЧ}}, \text{ если } B^{\text{ШЧ}} > 0; \quad (3.12)$$

$$I^{ШЧ} = B^{ШЧ} + 2 \cdot D^{ШЧ}, \text{ если } B^{ШЧ} = 0. \quad (3.13)$$

При этом если $B^{ШЧ} + D^{ШЧ} < 0$, то $I^{ШЧ} = 0$.

В таблице 3.8 представлены соответствия качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ.

Таблица 3.8 – Соответствие качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ

Количественная оценка интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ, $I^{ШЧ}$ баллы	Качественная оценка интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ
$0 \leq I^{ШЧ} \leq 25$	«отлично»
$25 < I^{ШЧ} \leq 50$	«хорошо»
$50 < I^{ШЧ} \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < I^{ШЧ}$	«неудовлетворительно»

На основании определенного по каждой дистанции СЦБ интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ $I^{ШЧ}$ распределяются места между дистанциями СЦБ.

Интегральный показатель деятельности службы III $I^{Ш}$ определяется на основе базового показателя $B^{Ш}$ и общего дополнительного показателя деятельности службы III $D^{Ш}$. Дополнительный показатель деятельности службы III $D^{Ш}$ может принимать как положительные значения (дополнительные штрафные баллы), так и отрицательные значения (поощрительные баллы) в зависимости от полученных оценок и значимости дополнительных показателей. При этом качественная оценка интегрального показателя $I^{Ш}$ может отличаться от базового показателя $B^{Ш}$ не более чем на одно значение (количественная оценка – не более чем на 25 баллов).

Сначала необходимо построить оценочную шкалу для общего дополнительного показателя \mathcal{D}^W с учетом действующих перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности службы Ш.

Максимально возможное количество штрафных баллов, полученных за дополнительные показатели, \mathcal{D}_{\max}^W определяется по формуле:

$$\mathcal{D}_{\max}^W = \sum_{i=1}^N \mathcal{D}_{i \max}^W, \quad (3.14)$$

где $\mathcal{D}_{i \max}^W$ – максимальное значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности службы Ш;

N – количество дополнительных показателей деятельности службы Ш.

Максимально возможное количество поощрительных баллов, полученных за дополнительные показатели, \mathcal{D}_{\min}^W определяется по формуле:

$$\mathcal{D}_{\min}^W = \sum_{i=1}^N \mathcal{D}_{i \min}^W, \quad (3.15)$$

где $\mathcal{D}_{i \min}^W$ – минимальное значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности службы Ш;

N – количество дополнительных показателей деятельности службы Ш.

Далее формируется равномерная восьмиуровневая оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности службы Ш \mathcal{D}^W с учетом значений \mathcal{D}_{\max}^W и \mathcal{D}_{\min}^W в соответствии с таблицей 3.9 [15].

Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности службы Ш \mathcal{D}^W с учетом рекомендуемых в Приложении 11 перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности службы Ш представлена в Приложении 12.

Таблица 3.9 – Формирование оценочной шкалы общего дополнительного показателя деятельности службы Ш \mathcal{D}^W

Диапазон значений \mathcal{D}_Σ^W , баллы	Оценка показателя \mathcal{D}^W , баллы
$\mathcal{D}_{\min}^W \leq \mathcal{D}_\Sigma^W < 0,75 \cdot \mathcal{D}_{\min}^W$	-25
$0,75 \cdot \mathcal{D}_{\min}^W \leq \mathcal{D}_\Sigma^W < 0,5 \cdot \mathcal{D}_{\min}^W$	-15
$0,5 \cdot \mathcal{D}_{\min}^W \leq \mathcal{D}_\Sigma^W < 0,25 \cdot \mathcal{D}_{\min}^W$	-10
$0,25 \cdot \mathcal{D}_{\min}^W \leq \mathcal{D}_\Sigma^W < 0$	-5
$\mathcal{D}_\Sigma^W = 0$	0
$0 < \mathcal{D}_\Sigma^W \leq 0,25 \cdot \mathcal{D}_{\max}^W$	5
$0,25 \cdot \mathcal{D}_{\max}^W < \mathcal{D}_\Sigma^W \leq 0,5 \cdot \mathcal{D}_{\max}^W$	10
$0,5 \cdot \mathcal{D}_{\max}^W < \mathcal{D}_\Sigma^W \leq 0,75 \cdot \mathcal{D}_{\max}^W$	15
$0,75 \cdot \mathcal{D}_{\max}^W < \mathcal{D}_\Sigma^W \leq \mathcal{D}_{\max}^W$	25

Согласно результатам оценок дополнительных показателей деятельности службы Ш (таблица 3.9) определяется фактическая сумма оценок дополнительных показателей \mathcal{D}_Σ^W за отчетный месяц (квартал, год) по формуле:

$$\mathcal{D}_\Sigma^W = \sum_{i=1}^N \mathcal{D}_{i\phi}^W, \quad (3.16)$$

где $\mathcal{D}_{i\phi}^W$ – фактическое значение оценки i -того дополнительного показателя деятельности службы Ш за отчетный месяц (квартал, год);

N – количество дополнительных показателей деятельности службы Ш.

Согласно оценочной шкале общего дополнительного показателя деятельности службы Ш определяется значение его оценки \mathcal{D}^W .

Интегральный показатель деятельности службы Ш I^W определяется по формулам:

$$I^W = B^W + \mathcal{D}^W, \text{ если } B^W > 0; \quad (3.17)$$

$$I^W = B^W + 2 \cdot D^W, \text{ если } B^W = 0. \quad (3.18)$$

При этом если $B^W + D^W < 0$, то $I^W = 0$.

В таблице 3.10 представлены соответствия качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности службы Ш.

Таблица 3.10 – Соответствие качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности службы Ш

Количественная оценка интегрального показателя деятельности службы Ш, I^W баллы	Качественная оценка интегрального показателя деятельности службы Ш
$0 \leq I^W \leq 25$	«отлично»
$25 < I^W \leq 50$	«хорошо»
$50 < I^W \leq 75$	«удовлетворительно»
$75 < I^W$	«неудовлетворительно»

На основании определенного по каждой службе Ш интегрального показателя деятельности службы Ш I^W распределяются места между службами Ш.

3.3 Автоматизация процесса бальной оценки деятельности подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД»

Результатом данного диссертационного исследования служат методики и нормативные документы [83, 96, 95], апробируемые и внедряемые в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» для оценки процесса качества технической эксплуатации устройств ЖАТ. На основе данных методик и нормативных документов в настоящее время реализована автоматизированная система [69, 70, 78, 79] позволяющая производить комплексную оценку деятельности структурных подразделений ОАО «РЖД».

Эта одна из задач в составе автоматизированной системе статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления хозяйства автоматики и телемеханики АС АНПШ.

Основное назначение системы АС АНПШ – предоставление инструмента оценки и формирования рейтинга работы подразделений хозяйства автоматики и телемеханики на всех уровнях управления – от среднего звена до службы Ш на основе объективного анализа их работы. Автоматизированная система АС АНПШ должна стать составной частью механизма внедрения комплексной системы управления ресурсами хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» на основе методов предиктивной и прескриптивной аналитики.

Оценка производится по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта эксплуатируемых систем и устройств. Задача использует универсальный алгоритм, с помощью которого осуществляется расчет заработанных баллов отдельной бригадой, дистанцией СЦБ, службой автоматики и телемеханики в пределах дороги или сети дорог в целом.

Система предусматривает формирование оценки за период – месяц, квартал, год.

Комплексные показатели деятельности, рассчитываемые в АС АНПШ имеют две составляющие: базовую и дополнительную оценку. Расчет предусматривает назначение штрафных баллов - в базовом показателе и штрафных и поощрительных баллов - в дополнительном показателе. Каждому значению качественной оценки соответствует диапазон значений количественной оценки базового и комплексного показателей. Соответствие качественных и количественных оценок для всех оцениваемых уровней (объект, бригада, дистанция СЦБ, служба Ш) приведены в АС АНПШ.

Расчет и оценка показателей деятельности осуществляется от уровня объекта СЦБ, под которым в АС АНПШ принимается станция или перегон.

На первом уровне осуществляется расчет базового показателя деятельности бригады. Базовый показатель бригады содержит в себе оценку качества

технической эксплуатации объекта и коэффициент влияния деятельности бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах производственной деятельности дистанции СЦБ.

Оценка качества технической эксплуатации объекта заключается в сравнении ожидаемого и фактического уровня риска объекта. Для этого в соответствие с [80, 95 -97] в АС АПНШ ежегодно строится годовая нормативная матрица рисков для объектов ЖАТ, находящихся на линиях одного класса с учетом их специализации. При построении матрицы используются данные о количестве отказов 1 и 2 категории и потерях поездо-часов не менее, чем за 3 года.

Далее рассмотрим в качестве примера, результаты автоматизации методики комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, которые более подробно изложены в работах [36, 49, 69].

На рисунке 3.4 [69] отображены объекты (станции и перегоны), находящиеся в зоне обслуживания бригады, ожидаемый, фактический уровень риска объектов, начисленные объектам штрафные баллы и значение потерь поездо-часов, определивших фактический уровень риска объекта.

Объекты	Ожидаемый уровень риска	Фактический уровень риска	Баллы	Поездо-часы факт	
ВОЛХОВСТР II	■	■	0	-	
ЛУНГАЧИ	■	■	0	-	
МУРМ ВОРОТА:КОЛЧАНОВО	■	■	0	-	
ЛУНГАЧИ : ЮГИ	■	■	0	-	
ВОЛХОВСТР II:МУРМ ВОРОТА	■	■	15	-	
КОЛЧАНОВО	■	■	15	-	
КОЛЧАНОВО : ЛУНГАЧИ	■	■	15	-	
МУРМ ВОРОТА	■	■	65	2.10	
Вернуться в ШЧ-8					

Рисунок 3.4 – Объекты, находящиеся в зоне обслуживания бригады, ожидаемый, фактический уровень риска объектов, начисленные объектам штрафные баллы и значение потерь поездо-часов

В таблице 3.11 отображены отказы и поездо-часы потерь по объектам, которые оказали влияние на ухудшение уровня риска бригады.

Таблица 3.11 – Отказы и поездо-часы потерь по объектам, которые оказали влияние на ухудшение уровня риска бригады

Факторы риска объектов ШНС Смирнов				
Объект	Дата, время отказа	Место отказа, проявление	Характер отказа	Потери поездо-часов
Мурманские ворота	2018-03-30 1:15 00:13	МУРМАНСКИЕ ВОРОТА Потеря контроля стрелки	Эксплуатационные ошибки. Нарушение технологий регулировки из-за несоответствия численности персонала. Блочная маршрутно-релейная централизация Стрелочный электропривод. Автопереключатель стрелочного электропривода типа СП-6М	№17- 00:15, №1201-00:31, №2015-00:19, №2223-00:21, №2523-00:40
Вернуться в ШЧ-8				

Следует отметить, что при расчете нормативной матрицы рисков, прогнозного и фактического уровня риска объекта определяющими являются данные о потерях поездо-часов, которые зафиксированы в автоматизированной информационной системе КАСАНТ как время задержек поездов по месту отказа технического средства.

Базовый показатель деятельности бригады рассчитывается как сумма среднего значения штрафных баллов объектов, обслуживаемых бригадой и коэффициента влияния бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах ШЧ (рис.3.5) [69].



Рисунок 3.5 – Базовые показатели деятельности подразделения

Коэффициент влияния бригады на превышение нормы поездо-часов потерь в границах ШЧ рассчитывается как отношение суммарного времени задержек

поездов по месту отказа, допущенного по ответственности бригады, к норме потерь поездо-часов всего структурного подразделения (ШЧ).

Сумма баллов оценки объекта и коэффициента влияния на потери поездо-часов составляет базовый показатель деятельности бригады СЦБ.

Второй составляющей для оценки деятельности бригады СЦБ является интегральный дополнительный показатель. Параметры формирования дополнительной оценки деятельности бригады могут пересматриваться ежегодно.

В таблице 3.12 [69] указаны критерии дополнительной оценки, используемые в текущем версии АС АНПШ.

Наибольший вес в дополнительных показателях имеет критерий «доля отказов 1 и 2 категории, допущенных по ответственности человеческого фактора» -50%.

Таблица 3.12 – Критерии дополнительной оценки, используемые в текущем версии АС АНПШ

№ п/п	Наименование дополнительного показателя деятельности	Значимость (вес) дополнительного показателя
1	доля отказов 1 и 2 категории, допущенные по ответственности человеческого фактора	50% (0,5)
2	количество отказов 1,2,3 категории на единицу технической оснащенности	16,66% (0,17)
3	процент выполнения организационно-технических мероприятий от плана	16,66% (0,17)
4	уровень производительности труда	16,66% (0,17)

Указанные критерии применяются для расчета дополнительной оценки на всех уровнях хозяйства: бригады и дистанции СЦБ, службы Ш.

Результат расчета интегрального дополнительного показателя представлен в таблице 3.13 [69].

Комплексный показатель деятельности бригад определяется как сумма базового и дополнительного показателя.

Таблица 3.13 – Результат расчета интегрального дополнительного показателя

Бригада	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 кат., вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	Баллы	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 кат. на 1 ед. ТО	Баллы	Процент выполнения комплекса ОТМ	Баллы	Уровень производительности труда структурного подразделения	Баллы	Общий доп. показатель деятельности, баллы.
ШНС-2	-	-15.00	-	-5.00	23.00	10.00	150	-5.00	-10.00
ШНС-3	-	-15.00	-	-5.00	86.00	2.00	130	-5.00	-25.00
ШНС-5	0.36	12.00	453	10.00	165.00	-5.00	140	-5.00	5.00
ШНС-8	0.25	6.00	0.21	8.00	119.00	-5.00	170	-5.00	5.00
ШНС-9	-	12.00	0.38	1.00	81.00	-5.00	280	-5.00	5.00
ШНС-10	-	12.00	-	-5.00	102.00	-5.00	230	-5.00	-5.00
ШНС-11	0.50	24.00	0.13	-5.00	28.00	10.00	140	-5.00	10.00
ШНС-12	0.33	12.00	0.37	1.00	125.00	-5.00	150	-5.00	5.00
ШНС-13	0.57	24.00	0.36	1.00	226.00	-5.00	170	-5.00	10.00
ШНС-14	0.50	24.00	0.13	-5.00	48.00	10.00	160	-5.00	10.00
ШНС-1	-	-15.00	-	-5.00	61.00	-5.00	130	6.00	-15.00
ШНС-4	-	-15.00	-	-5.00	48.00	10.00	260	-5.00	-10.00
ШНС-6	-	-15.00	-	-5.00	385.00	-5.00	180	-5.00	-25.00
ШНС-7	0.25	24.00	0.30	8.00	106.00	-5.00	190	-5.00	10.00
ШНС-5 ОКТ	0.33	12.00	0.26	1.00	100.00	-5.00	121	-5.00	5.00

На рисунке 3.6 приведен результат комплексной оценки деятельности бригад дистанции СЦБ. На основе комплексной оценки составляется рейтинг работы бригад в составе дистанции СЦБ.



Рисунок 3.6 – Результат комплексной оценки деятельности бригад дистанции СЦБ

Базовый показатель деятельности дистанции СЦБ рассчитываются как средневзвешенное значение базовых показателей бригад дистанции и коэффициента влияния суммарных потерь поездо-часов, допущенных в границах ШЧ, на превышение нормы потерь поездо-часов службы Ш. По аналогии с оценкой деятельности бригады СЦБ определяется комплексный показатель и рейтинг дистанции СЦБ, который определяется как сумма базового и дополнительного показателя дистанции (рисунок 3.7 и 3.8) [69].

Базовые показатели деятельности службы АТ СЕВ ДИ

Подразделение	Оценка изменения уровня риска	Потери поездо-часов	Коэф. влияния на поездо-часы	Базовый показатель, баллы	Качественная оценка
ШЧ-12	29.93	5.22	5.38	35.31	
ШЧ-2	13.12	19.82	20.45	33.57	
ШЧ-4	14.59	18.32	18.90	33.48	
ШЧ-18	23.88	2.98	3.08	26.96	
ШЧ-9	15.32	1.97	2.03	17.35	
ИЧ МИКУНЬ Ш	16.97	0.30	0.31	17.28	
ШЧ-17	15.25	1.02	1.05	16.30	
ИЧ ИВАНОВО Ш	15.54	0.10	0.10	15.64	
ШЧ-3	9.30	3.72	3.83	13.14	
ШЧ-13	11.54	0.40	0.41	11.95	
ШЧ-15	11.41	-	0.00	11.41	
ШЧ-10	6.60	-	0.00	6.60	
СЕВ Ж.Д.	19.92	53.83	2.46	22.37	

Рисунок 3.7 – Комплексные показатели деятельности службы автоматики и телемеханики

Комплексные показатели деятельности службы АТ СЕВ ДИ

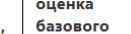
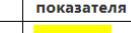
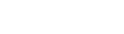
Подразделение	Базовые показатели, баллы	Качественная оценка базового показателя	Дополнительные показатели, баллы	Интегральные показатели, баллы	Качественная оценка интегрального показателя
ШЧ-2	33.57		15	48.57	
ШЧ-18	26.96		15	41.96	
ШЧ-12	35.31		5	40.31	
ШЧ-4	33.48		5	38.48	
ШЧ-9	17.35		15	32.35	
ШЧ-3	13.14		15	28.14	
ШЧ-17	16.30		5	21.30	
ИЧ ИВАНОВО Ш	15.64		5	20.64	
ИЧ МИКУНЬ Ш	17.28		0	17.28	
ШЧ-13	11.95		5	16.95	
ШЧ-15	11.41		5	16.41	
ШЧ-10	6.60		5	11.60	
СЕВ Ж.Д.	22.37		10	32.37	

Рисунок 3.8 – Комплексные показатели деятельности службы автоматики и телемеханики

Аналогичным образом выстроена система оценки деятельности и определения места в рейтинге служб Ш в целом в хозяйстве автоматики и телемеханики (рисунки 3.9, 3.10) [69].

Базовые показатели деятельности сети

Подразделение	Оценка изменения уровня риска	Потери поездо-часов	Коэф. влияния на поездо-часы	Базовый показатель, баллы	Качественная оценка
КРАС	32.21	59.38	2.71	34.92	
МОСК	24.35	152.98	6.98	31.32	
З-СИБ	24.91	73.90	3.37	28.28	
ЗАБ	22.15	128.13	5.84	27.99	
ПРИВ	23.43	45.70	2.08	25.51	
Ю-УР	22.12	36.12	1.65	23.77	
ДВОСТ	20.80	55.93	2.55	23.35	
СЕВ	19.92	53.83	2.46	22.37	
В-СИБ	19.57	48.12	2.19	21.77	
ГОРЬК	19.29	43.60	1.99	21.28	
СВЕРД	16.18	69.98	3.19	19.37	
С-КАВ	15.08	23.52	1.07	16.15	
КБШ	14.34	3.70	0.17	14.51	
КЛНГ	14.25	-	0.00	14.25	
ОКТ	12.62	24.87	1.13	13.76	
Ю-ВОСТ	12.83	4.35	0.20	13.03	

Рисунок 3.9 – Базовые показатели деятельности сети

Хозяйство автоматики и телемеханики Март 2018 г.

Комплексные показатели деятельности сети

Подразделение	Базовые показатели, баллы	Качественная оценка базового показателя	Дополнительные показатели, баллы	Интегральные показатели, баллы	Качественная оценка интегрального показателя
КРАС	34.92		15	49.92	
ЗАБ	27.99		15	42.99	
З-СИБ	28.28		10	38.28	
МОСК	31.32		5	36.32	
ГОРЬК	21.28		15	36.28	
Ю-УР	23.77		10	33.77	
ДВОСТ	23.35		10	33.35	
СЕВ	22.37		10	32.37	
ПРИВ	25.51		5	30.51	
СВЕРД	19.37		10	29.37	
Ю-ВОСТ	13.03		15	28.03	
В-СИБ	21.77		5	26.77	
С-КАВ	16.15		10	26.15	
КБШ	14.51		5	19.51	
КЛНГ	14.25		5	19.25	
ОКТ	13.76		5	18.76	

Рисунок 3.10 – Комплексные показатели деятельности сети

Методология и автоматизация оценки деятельности и построения рейтинга работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики позволяют производить анализ работы бригад, дистанций и служб автоматики и телемеханики по единым показателям.

3.4 Оценка качества процесса технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики на сортировочных горках

Эксплуатация систем ЖАТ на сортировочных станциях имеет ряд особенностей. Основные положения методики оценки качества производственного процесса технической эксплуатации систем ЖАТ на сортировочной горке изложены в работе [38].

Системы ЖАТ на сортировочных горках в общем случае состоят из следующих подсистем выполняющих функции безопасности [63]:

- горочной автоматической централизации;
- автоматического регулирования скорости скатывания отцепов;
- увязки горочной автоматики и телемеханики с устройствами электрической централизации стрелок и светофоров в прилегающих парках станции.

Организация движения подвижных составов на сортировочной станции, в соответствии с принятыми технологическими процессами, должна осуществляться иерархической системой управления с использованием средств автоматизации и механизации различных технологических операций.

Условия безопасности движения в парках прибытия и парках формирования и отправления поездов сортировочных станций должны контролироваться станционными системами железнодорожной автоматики и телемеханики.

Условия безопасности движения составов на сортировочной горке должны контролироваться системами ЖАТ на сортировочных горках.

Системы ЖАТ на сортировочных станциях должны минимизировать риск нанесения ущерба здоровью людей, имуществу и окружающей среде в результате столкновений подвижных единиц (железнодорожных поездов, локомотивов, железнодорожных подвижных составов, отцепов) с недопустимой скоростью или схода с рельсов. Состояние железнодорожных путей, стрелочных переводов, искусственных сооружений, железнодорожного подвижного состава, перевозимого груза и систем ЖАТ должно обеспечивать непревышение

допустимой количественной величины риска указанных транспортных происшествий.

Показатели надежности и безопасности функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках рассчитываются для отдельных объектов ЖАТ. Под объектом ЖАТ понимается система ЖАТ на конкретной сортировочной горке.

В качестве показателя безопасности функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках используется интенсивность опасных отказов систем ЖАТ на сортировочных горках при выполнении ими установленных проектом функций.

Для оценки результатов деятельности бригад дистанции СЦБ, дистанций СЦБ и служб автоматики и телемеханики используется интегральный показатель деятельности, определяемый на основе базового и дополнительных показателей деятельности соответствующих структурных подразделений [38, 49].

Для оценки результатов деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, в границах производственной деятельности которых находятся системы ЖАТ на сортировочных горках, используется дополнительный показатель качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке, который оценивает выявленные нарушения требований и правил безопасности движения при технической эксплуатации систем ЖАТ на сортировочных горках.

Показателем безопасности функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках является интенсивность опасных отказов систем ЖАТ на сортировочных горках при выполнении ими установленных проектом функций λ^o .

Допустимое значение интенсивности опасных отказов объекта ЖАТ на сортировочной горке при выполнении им установленных проектом функций в соответствии с [63] составляет 10^{-6} 1/ч на горочную стрелку ($\lambda_o^o = 1 \cdot 10^{-6} 1/\text{ч}$).

Фактическое значение интенсивности опасных отказов объекта ЖАТ на сортировочной горке λ_ϕ^o определяется на основе тех же данных, что и фактические

значения внутренних показателей надежности. При этом статистическая выборка отказов, предотказов и отступлений от норм содержания формируется на основе критериев опасных отказов систем железнодорожной автоматики и телемеханики на сортировочных горках при реализации функций безопасности или утвержденных установленным образом классификаторов.

Риски, связанные с функционированием систем ЖАТ на сортировочных горках, в целом определяются как риски возникновения отказов устройств и систем ЖАТ, эксплуатируемых на заданной сортировочной станции, и влияния отказов на процесс движения подвижных единиц на заданной сортировочной станции.

На сортировочной станции на процесс движения подвижных составов влияют два объекта ЖАТ. Первый объект ЖАТ представляет собой устройства и систему централизации стрелок и светофоров в прилегающих парках станции (станционный объект ЖАТ). Второй объект ЖАТ представляет собой систему ЖАТ на сортировочной горке. При этом, согласно анализам эксплуатационной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики, проведенным за последние годы, основная доля поездо-часов потерь из-за отказов устройств ЖАТ первой и второй категории приходится на станционный объект ЖАТ, а не на систему ЖАТ на сортировочной горке. Поэтому для оценки рисков, связанных с надежностью функционирования системы ЖАТ на конкретной сортировочной горке, используется нормативная матрица рисков, построенная для станционного объекта ЖАТ данной сортировочной станции.

Построение нормативной матрицы, связанной с надежностью функционирования объекта ЖАТ, производится в автоматизированной системе АС АНШ для заданного отчетного периода на один объект ЖАТ, расположенный на конкретной станции.

Оценка фактического уровня риска по надежности системы ЖАТ на заданной сортировочной горке производится на основе статистических данных функционирования рассматриваемой системы ЖАТ на сортировочной горке за отчетный период. Длительность отчетного периода T_{pn} представляет собой

интервал времени, на который соотносятся рассчитанные нормы показателей надежности и качества эксплуатации объекта ЖАТ. Конкретное значение определяется тем, применительно к какому интервалу времени формируется отчетность: к месячному или годовому. Как следствие, при длительности отчетного периода 1 месяц полученные в результате расчета значения норм должны сопоставляться с фактическими значениями аналогичных показателей за 1 календарный месяц, а при длительности расчетного периода 12 месяцев с фактическими значениями показателей надежности за календарный год.

Оценивание допустимого и фактического значений уровня риска, связанного с безопасностью функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках, производится с помощью матрицы «вероятность-тяжость последствий». Данная методика основана на сочетании двух статистических методов: «Анализа видов и последствий отказов» (FMEA) и «Анализа видов, последствий и критичности отказов» (FMECA). Статистические данные для оценки риска представляют собой нарушения безопасности движения по хозяйству автоматики и телемеханики. Исходные данные формируются из автоматизированных систем АС РБ и КАСАНТ.

Пример построения нормативной матрицы по безопасности, представлен в Приложении 13. Учитывая незначительное количество нарушений безопасности движения по хозяйству автоматики и телемеханики, представленная в Приложении 13 матрица «вероятность-частота» может использоваться в качестве нормативной для других отчетных периодов.

В зависимости от поставленной задачи при оценке фактического значения уровня частоты риска, связанного с безопасностью функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках, могут использоваться нормативные и методические материалы, представленные в Приложении 14.

В соответствии с [40, 89, 102], оценивается фактический уровень риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ, за календарный год, в течение которого производилась оценка деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, в границах

производственной деятельности которых находятся системы ЖАТ на сортировочных горках.

Значение базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ B^{BP} вычисляется по формуле (3.1). В таблице 3.2 представлено соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности бригады дистанции СЦБ.

В качестве исходных данных для оценки базового показателя деятельности дистанции СЦБ, в границах производственной деятельности которой находятся устройства и система ЖАТ на сортировочной горке, используются следующие величины:

- количество бригад в составе дистанции СЦБ y , в том числе g – количество бригад, в границах производственной деятельности которых находятся устройства и система ЖАТ на сортировочных горках;
- количественные значения базового показателя деятельности бригад дистанции СЦБ B_m^{BP} и дополнительного показателя качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке $D_{\Gamma_n}^{BP}$;
- фактическое значение потерь поездо-часов вследствие отказов объектов ЖАТ в границах производственной деятельности дистанции СЦБ $T_3^{ШЧ}$;
- норма задержек поездо-часов для службы Ш, в состав которой входит данная дистанция СЦБ, $T_{3\ don}^{Ш}$.

Значение базового показателя деятельности дистанции СЦБ $B^{ШЧ}$ вычисляется по формуле:

$$B^{ШЧ} = \frac{\sum_{m=1}^y B_m^{BP} + \sum_{n=1}^g D_{\Gamma_n}^{BP}}{y+g} + 75 \cdot \frac{T_3^{ШЧ}}{T_{3\ don}^{Ш}}. \quad (3.19)$$

В таблице 3.3 представлено соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности дистанции СЦБ.

Значение базового показателя деятельности службы III B^{III} вычисляется по формуле (3.3). В таблице 3.4 представлено соответствие качественных и количественных оценок базового показателя деятельности службы III.

В качестве основного дополнительного показателя деятельности бригад дистанции СЦБ, в границах производственной деятельности которых находятся системы ЖАТ на сортировочных горках, используется дополнительный показатель качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке D_{Γ}^{BP} , который представляет собой бальную оценку выявленных нарушений требований и правил безопасности движения при техническом обслуживании и ремонте соответствующей системы ЖАТ на сортировочной горке (рассматриваемого объекта ЖАТ).

Дополнительный показатель качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке D_{Γ}^{BP} рассчитывается по формуле:

$$D_{\Gamma}^{BP} = 75 \cdot \frac{D_{\Sigma\Gamma}^{BP}}{p}, \quad (3.20)$$

где $D_{\Sigma\Gamma}^{BP}$ – фактическое значение суммы баллов за выявленные нарушения требований и правил безопасности движения при техническом обслуживании и ремонте системы ЖАТ на сортировочной горке в границах производственной деятельности рассматриваемой бригады дистанции СЦБ (по вине данной бригады);

p – допустимое значение суммы баллов за выявленные нарушения требований и правил безопасности движения для дистанции СЦБ, в состав которой входит рассматриваемая бригада дистанции СЦБ (рекомендуемое значение $p = 300$).

Расчет показателя $D_{\Sigma\Gamma}^{BP}$ производится в форме таблицы П15.1 (Приложение 15) в соответствии с перечнем бальных оценок выявленных нарушений требований и правил безопасности движения при проведенной технической ревизии дистанции СЦБ. В качестве исходных данных могут использоваться акты

или результаты технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов в части обслуживания системы ЖАТ на сортировочных горках, в том числе устройств и систем ГАЦ.

Рекомендуемый перечень балльных оценок выявленных нарушений требований и правил безопасности движения при техническом обслуживании и ремонте систем ЖАТ на сортировочных горках и значения баллов представлены в таблице П15.2.

Полученное значение показателя $\mathcal{D}_{\Sigma\Gamma}^{BP}$ может использоваться для ежемесячной оценки деятельности бригады дистанции СЦБ до проведения следующей технической ревизии дистанции СЦБ.

Дополнительный показатель качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке $\mathcal{D}_{\Gamma}^{BP}$ учитывается при интегральной оценке деятельности бригады дистанции СЦБ и при базовой оценке деятельности дистанции СЦБ, в границах производственной деятельности которых находятся системы ЖАТ на сортировочных горках. Схема комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики с учетом оценки качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочных горках представлена в Приложении 16.

Перечень остальных дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ устанавливается и может пересматриваться ежегодно в зависимости от приоритетности задач, стоящих перед структурными подразделениями хозяйства автоматики и телемеханики. Рекомендуемый перечень и значимость (вес), а также оценочная шкала в баллах дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ представлен в Приложении 9.

Интегральный показатель деятельности бригады дистанции СЦБ при технической эксплуатации систем ЖАТ на сортировочных горках I^{BP} определяется на основе базового показателя B^{BP} , дополнительного показателя качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке $\mathcal{D}_{\Gamma}^{BP}$ и общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ \mathcal{D}^{BP} .

Дополнительный показатель деятельности бригады дистанции СЦБ Δ^{BP} может принимать как положительные значения (дополнительные штрафные баллы), так и отрицательные значения (поощрительные баллы) в зависимости от полученных оценок и значимости дополнительных показателей. При этом качественная оценка интегрального показателя I^{BP} главным образом определяется показателями B^{BP} и Δ_{Γ}^{BP} (Приложение 17). За счет Δ^{BP} качественная оценка интегрального показателя I^{BP} может измениться не более, чем на один уровень (количественная оценка – не более чем, на 25 баллов).

Максимально и минимально возможное количество штрафных баллов, полученных за дополнительные показатели, Δ_{\max}^{BP} определяется по формулам (3.4) и (3.5) соответственно. Как и в случае описанном выше, далее формируется равномерная восьмиуровневая оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ^{BP} с учетом значений Δ_{\max}^{BP} и Δ_{\min}^{BP} в соответствии с таблицей 3.7.

Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ^{BP} с учетом рекомендуемых в Приложении 9 перечня и оценочных шкал дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ представлена в Приложении 12.

Согласно результатам оценок дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ (таблица 3.7) определяется фактическая сумма оценок дополнительных показателей Δ_{Σ}^{BP} за отчетный месяц (квартал, год) по формуле (3.6).

Согласно оценочной шкале общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ определяется значение его оценки Δ^{BP} .

Интегральный показатель деятельности бригады дистанции СЦБ I^{BP} определяется по формулам:

$$I^{BP} = B^{BP} + D_{\Gamma}^{BP} + D^{BP}, \text{ если } B^{BP} + D_{\Gamma}^{BP} > 0; \quad (3.21)$$

$$I^{BP} = B^{BP} + D_{\Gamma}^{BP} + 2 \cdot D^{BP}, \text{ если } B^{BP} + D_{\Gamma}^{BP} = 0. \quad (3.22)$$

При этом если $B^{BP} + D_{\Gamma}^{BP} + D^{BP} < 0$, то $I^{BP} = 0$.

В таблице 3.6 представлены соответствия качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности бригады дистанции СЦБ.

Интегральный показатель деятельности дистанции СЦБ $I^{ШЧ}$ определяется по формулам (3.12) - (3.13).

Оценка показателей деятельности службы Ш производится аналогично п.3.2. В таблице 3.8 представлены соответствия качественных и количественных оценок интегрального показателя деятельности дистанции СЦБ.

Предлагаемая методика учитывает специфику эксплуатации, технического обслуживания и ремонта систем ЖАТ на сортировочных горках для комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики на основе ожидаемого и фактического уровней риска, связанных с надежностью функционирования объектов ЖАТ, находящихся в границах производственной ответственности рассматриваемых подразделений.

Данная методика была апробирована и внедрена на сети железных дорог Российской Федерации, на ее основе разработан и утвержден соответствующий нормативный документ [93].

3.5 Выводы по главе

В данной главе диссертационной работы получены следующие основные результаты:

1. Предложенный в данной главе подход позволяет оценить деятельность различных структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества процесса

технического обслуживания и ремонта эксплуатируемых систем и устройств на основе методологии УРРАН.

2. Предложена и обоснована номенклатура показателей, применяемых для комплексной оценки качества производственного процесса технической эксплуатации систем ЖАТ, которая, в отличие от известных, позволяет осуществить научно-обоснованный анализ качества технической эксплуатации систем ЖАТ по степени ее влияния на перевозочный процесс.

3. В основу оценки работы структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» положена многоуровневая система критериев, характеризующая основные виды их деятельности. В данной главе предложена методика бальной оценки показателей качества производственного процесса технической эксплуатации объектов ЖАТ, а также универсальный способ бальной оценки дополнительных показателей деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» с учетом их значимости, в том числе, с учетом специфики эксплуатации горочных систем железнодорожной автоматики.

4. Оценка результатов деятельности бригад дистанций СЦБ и инфраструктуры, дистанций СЦБ и служб автоматики и телемеханики производится на основе интегрального показателя деятельности, определяемого на основе базового и дополнительных показателей деятельности соответствующих подразделений.

Оценка учитывает влияние текущего состояния объекта на перевозочный процесс и, как следствие, на уровень предоставления услуг инфраструктуры в целом для обеспечения безопасного и надежного пропуска поездов с учетом требований, предъявляемых к объектам на линиях определенного класса и специализации, допустимых значений показателей функциональной надежности систем ЖАТ.

6. Адекватность предложенной методики подтверждается положительными результатами ее апробации на сети российский железных дорог, что отражено в акте, приведенном в Приложении 23.

Предложенные в работе методы комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики внедрены и нашли практическое применение в ОАО «Российские железные дороги», на их основе утверждены нормативные методические материалы [83, 93].

4 ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
 ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ХОЗЯЙСТВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ
 АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

4.1 Общие положения

Функциональная безопасность производственных процессов оценивается, прежде всего, на основе анализа безошибочности действий человека при выполнении им как отдельных технологических операций, так и производственного процесса в целом с учетом квалификации работника, а также при условии наличия необходимых материальных, временных и финансовых ресурсов.

Таким образом, показатели функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики в наибольшей степени зависят от количественной оценки безошибочности, оперативности и безопасности действий персонала, а также оснащенности производственного процесса необходимыми ресурсами.

Под безопасностью действий персонала подразумевается отсутствие ошибок в работе персонала, влияющих на безопасность движения поездов.

Основной проблемой при оценке функциональной безопасности производственных процессов на железнодорожном транспорте является выбор эффективного метода моделирования. Данный метод, во-первых, должен адекватно описать производственный процесс с учетом возможности его декомпозиции на отдельные технологические операции различного вида, а во-вторых, он должна иметь инструментарий для количественной оценки качества выполнения как отдельных технологических операций, так и технологического процесса в целом.

Существующие методы моделирования различных производственных операций (работ), которые используются при реализации процессного подхода (например, реализованные с помощью методологии и программного продукта для моделирования бизнес-процессов «ARIS»), как правило, решают только первую

задачу путем реинжиниринга отдельных технологических процессов, что позволяет выявить возможные непроизводительные потери и методом улучшений повысить эффективность исследуемой производственной технологии. Однако подобные методы в меньшей мере приспособлены для количественной оценки качества производственных процессов.

Использование для моделирования ОСМ [1, 8, 12, 17] обеспечивает единый метод оценки показателей качества производственных процессов на разных уровнях ее рассмотрения. Как отмечалось ранее, ОСМ разработаны специальные процедуры, позволяющие определить и оптимизировать количественные оценки вероятностно-временных и ресурсно-стоимостных показателей любого технологического процесса.

Основные положения представленного метода отражены в работах [18, 19, 39].

Для оценки функциональной безопасности могут быть эффективно применены условные показатели, когда в качестве дискретной случайной величины используется количество штрафных баллов за неправильно выполненную технологическую операцию или соответствующее значение коэффициента потенциальной опасности [67].

Рекомендуемый перечень оценки выявленных нарушений, для расчета коэффициента потенциальной опасности представлен в таблице П.18.1 (см. Приложение 18).

Перечень основных работ по техническому обслуживанию устройств и систем СЦБ, при выполнении которых могут быть допущены нарушения требований и правил безопасности представлен в инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, список корректируется в соответствии с годовым план-графиком технического обслуживания устройств СЦБ. Перечень возможных нарушений условий безопасности, учитываемых при количественной оценке функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики, представлен в Приложении 19.

Оценка показателей функциональной безопасности производственного процесса в соответствии с ОСМ состоит из стандартных процедур преобразования [1, 19] до тех пор, пока структура исследуемого производственного процесса не будет приведена к одной обобщенной ТФЕ, показатели качества которой и будут представлять собой обобщенный показатель функциональной безопасности производственного процесса в целом - коэффициент потенциальной опасности K_{no} [19].

Предлагаемый подход позволяет выполнять оценку и анализ коэффициента потенциальной опасности, как для уже реализованного технологического процесса, так и для планируемого, с применением различных наборов исходных данных. Так для оценки коэффициента потенциальной опасности уже реализованного производственного процесса хозяйства автоматики и телемеханики берутся значения последней технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов. Для получения значения расчетного коэффициента потенциальной опасности рассчитывается математическое ожидание и дисперсия коэффициента потенциальной опасности производственного процесса хозяйства автоматики и телемеханики на основании данных об уже реализованных процессах за отчетный период. Для оценки коэффициента потенциальной опасности планируемого производственного процесса используют прогнозные планы-графики работ и различные наборы исходных данных, данный подход позволяет оценить влияние различных нарушений выполнения каждого процесса на функциональную безопасность.

С помощью предложенного метода могут решаться следующие задачи оценки и анализа функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики:

- количественная оценка степени влияния обеспеченности ресурсами, безошибочности, оперативности и безопасности действий персонала на функциональную безопасность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики;

- идентификация и оценка рисков, связанных с совокупным влиянием обеспеченности ресурсами, непроизводительных потерь, безошибочности, оперативности и безопасности действий персонала на функциональную безопасность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики;
- оценка эффективности конкретных мер по корректировке технологии производственных процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики с учетом принципов, разработанных в данной методике.

Установление взаимосвязи между обеспеченностью ресурсами, безошибочностью, оперативностью и безопасностью действий персонала и степени их совокупного влияния на функциональную безопасность и надежность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики должно позволить принимать обоснованные решения по корректировке техники и технологии реализации производственных процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики, и, в конечном итоге, позволит повысить функциональную безопасность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики [19].

4.2 Оценка функциональной безопасности производственных процессов технического обслуживания и ремонта систем ЖАТ

Оценка функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики производится на основе оценки коэффициента потенциальной опасности K_{no} .

Расчет коэффициента потенциальной опасности производится по формуле:

$$K_{no} = \sum_{i=1}^n B_i \quad (4.1)$$

где n – количество выявленных нарушений одного типа;

B_i – штрафные баллы, начисленные за выявленные нарушения требований и правил обеспечения безопасности движения поездов.

Исходные данные, используемые при оценке функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики, включают в себя:

1. Перечень основных работ по техническому обслуживанию устройств и систем СЦБ, соответствующий годовому и четырехнедельному планам-графикам технического обслуживания устройств СЦБ.
2. Перечень оценки выявленных нарушений, для расчета коэффициента потенциальной опасности (см. Приложение 18).
3. Сведения о выявленных нарушениях требований и правил безопасности движения (из автоматизированной системы ведения актов комиссионного месячного осмотра АС-КМО, в случае их отсутствия – из актов технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов). Рекомендуемый бланк технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов представлен в Приложении 19.
4. Сведения об объеме ресурсов, предоставленных для выполнения работ (из ЕК АСУИ).

При оценке функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики, все работы из перечня основных работ по техническому обслуживанию устройств и систем СЦБ нумеруют сквозной нумерацией в порядке возрастания и указывают количество штрафных баллов в соответствии с рекомендуемым перечнем оценки нарушений, для расчета коэффициента потенциальной опасности (Приложение 18), а также указывается количество выявленных нарушений одного типа согласно автоматизированной системе ведения актов комиссионного месячного осмотра АС КМО, в случае ее отсутствия – согласно актам технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов, и вносят значение коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{по}}$ для каждого наименования работ.

Определение уровня значимости различных работ для функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики

выполняют на основании данных с использованием диаграмм Парето, подход к использованию которых определен в [122].

Используя механизм функциональных сетей осуществляем формализацию работ. Используемые функционеры представлены в таблице 4.1, используемые композиционеры представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.1 – Используемые функционеры

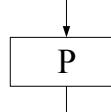
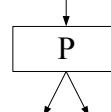
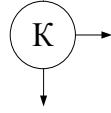
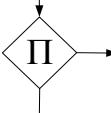
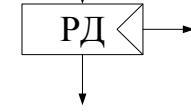
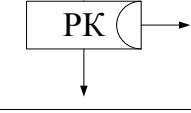
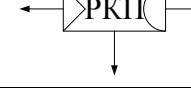
Типовой функционер	Условное обозначение
Рабочая	
Альтернативная	
Контроль функционирования	
Контроль работоспособности	
Рабочая операция с самоконтролем работоспособности	
Рабочая операция с самоконтролем функционирования	
Рабочая операция с самоконтролем работоспособности и функционирования	

Таблица 4.2 – Используемые композиционеры

Типовой композиционер	Условное обозначение	Условие композиционера
Стартер «И»		Обе выполняемые операции начинаются одновременно
Стартер «ИЛИ»		Из двух функционально возможных операций может начаться любая или обе вместе
Стартер «ИЛИ искл.»		Из двух операций может начаться только одна
Финишер «И»		Комплекс параллельных операций считается законченным, когда закончены обе операции
Финишер «ИЛИ искл.»		То же, когда закончена только одна операция
Финишер «ИЛИ вкл.»		То же, когда закончена хотя бы одна операция
Циклоформирователь		При каждом входе в циклоформирователь суммируется и заполняется итоговое число входов в формирователь, при этом, пока фактическое число входов l ≤ m, реализуется выход 2 (переход к следующей операции)
Циклоограничитель		При каждом входе в циклоограничитель суммируется и запоминается итоговое число входов в циклоограничитель, при этом пока фактическое число входов L ≤ m, реализуется выход 1 (разрешение на продолжение циклов), при достижении L = m + 1 реализуется выход 2 (прекращаются циклы)

Затем из формализованных работ строится функциональная сеть производственного процесса хозяйства автоматики и телемеханики путем последовательного набора рабочих операций согласно годовому план-графику технического обслуживания устройств автоматики и телемеханики.

Математическое ожидание и дисперсия коэффициента потенциальной опасности производственного процесса находится путем свертки составляющих его формализованных рабочих операций [19]. Пример свертки представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Свертка формализованных работ до технологических процессов

№п/п	Номер и содержание функциональной сети	Схема функциональной сети	Эквивалентная функциональная сеть	Расчетная формула
1	Последовательное выполнение рабочих операций Р		Рабочая операция	$M(X) = \sum_{i=1}^n M(X_i),$ $\text{где } X = \{R; K\}$
				$D(X) = \sum_{i=1}^n D(X_i),$ $\text{где } X = \{R; K\}$
2	Последовательное выполнение рабочей операции контроля работоспособности		Рабочая операция с самоконтролем работоспособности	<p>Математическое ожидание случайной величины $M(X) = M(X_n) + M(X_p)$</p> <p>Дисперсия случайной величины $D(X) = D(X_n) + D(X_p)$</p>
3	Последовательное выполнение рабочей операции Р и контроля К функционирования		Рабочая операция	<p>Математическое ожидание случайной величины $M(X) = M(X_k) + M(X_p)$</p> <p>Дисперсия случайной величины $D(X) = D(X_k) + D(X_p)$</p>
4	n -кратное повторение рабочей операции с приемкой при наличии хотя бы одного успешного исхода		Рабочая операция	<p>Математическое ожидание случайной величины $M(X) = nM(X_1)$</p> <p>Дисперсия случайной величины $D(X) = nD(X_1)$</p>

Полученное в результате свертки математическое ожидание коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{по}}$ соотносится с требованиями безопасности согласно таблице П18.3 Приложение 18.

На основании полученных в результате свертки математического ожидания и дисперсии коэффициента потенциальной опасности производственного процесса строится функция гамма-распределения. Подробное исследование и обоснование целесообразности применения гамма-распределения при оценке надежности человеко-машинных систем опубликовано в работах [1, 67].

Параметры вероятностного распределения вычисляют по формулам:

– параметр формы k :

$$k = \frac{m_t^2}{D_t} \quad (4.2)$$

– параметр масштаба θ :

$$\theta = \frac{D_t}{m_t} \quad (4.3)$$

где D_t – выборочная дисперсия, определяемая, как: $D_t = \sigma_t^2$.

Плотность вероятности значений параметров описывают гамма-распределением по формуле:

$$f(\beta) = \begin{cases} \frac{\beta^{k-1} \cdot e^{-\frac{\beta}{\theta}}}{\theta^k \cdot \Gamma(k)} & \beta \geq 0; \\ 0 & \beta < 0, \end{cases} \quad (4.4)$$

где

$$\Gamma(k) = \frac{1}{k} \cdot \prod_{n=1}^{50} \frac{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^k}{1 + \frac{k}{n}} \quad (4.5)$$

Используя полученные значения плотности распределения вероятности и моды коэффициента потенциальной опасности возможно определить расчетное значение коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{по}}$.

На основании фактического значения коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{поф}}$ (полученного в результате последней технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов) и расчетного значения коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{пор}}$ (модовое значение плотности распределения вероятности коэффициента потенциальной опасности) принимается управленческое решение относительно планируемых работ структурного подразделения [19, 74].

Используя матрицу принятия решений возможно интерпретировать полученное расчетное (модовое) значение коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{пор}}$ сравнив его с фактическим значением коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{поф}}$ в рекомендации по принятию управленческих решений (таблица 4.4):

- зеленый цвет клетки: наблюдается положительная тенденция, дополнительных мер не требуется;
- желтый цвет клетки: положительная тенденция незначительная, если имеются свободные ресурсы, производится корректировка работ с последующим перестроением функциональной сети и получением нового расчетного коэффициента потенциальной опасности;
- оранжевый цвет клетки: не наблюдается положительной тенденции, либо несмотря на положительную тенденцию, фактический коэффициент потенциальной опасности $K_{\text{поф}}$ превышает допустимое значение, рекомендуется произвести корректировку работ с последующим перестроением функциональной сети и получением нового расчетного коэффициента потенциальной опасности;
- красный цвет клетки: наблюдается отрицательная тенденция, необходима корректировка работ с последующим перестроением функциональной сети и получением нового расчетного значения коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{пор}}$, процедура повторяется до изменения цвета клетки. Пример оценки функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики приведен в Приложении 22.

Таблица 4.4 – Матрица принятия решений

Расчетное значение коэффициента потенциальной опасности, $K_{no,p}$	Фактическое значение коэффициента потенциальной опасности, $K_{no,\phi}$			
	$0 \leq K_{no} \leq 150$	$151 \leq K_{no} \leq 300$	$301 \leq K_{no} \leq 2000$	$K_{no} \geq 2001$
$K_{no} \geq 2001$				
$301 \leq K_{no} \leq 2000$				
$151 \leq K_{no} \leq 300$				
$0 \leq K_{no} \leq 150$				

Рекомендации по корректировке работ представлены Приложении 20.

Таким образом, предложенный метод позволяет выполнять количественную оценку функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики и сформировать рекомендации по дальнейшему планированию, а также выявлять наиболее значимые работы, влияющие на величину функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики.

4.3 Проблема влияния обеспеченности ресурсами на функциональную безопасность технологических процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики

Несомненный интерес представляет проблема влияния нехватки тех или иных ресурсов не только на готовность технических средств ЖАТ, но и на показатели функциональной безопасности производственных процессов применительно к хозяйству автоматики и телемеханики. Для анализа такого влияния предлагается использовать метод экспертных оценок, основные положения такого решения представлены в работах [18, 19].

Обеспеченность ресурсом вычисляют по формуле:

$$R_{ijz} = \frac{V_{\text{факт } ij}}{V_{\text{номр } ij}} \cdot 100 \quad (4.6)$$

В случае отсутствия информации об обеспеченности отдельными ресурсами каждой работы, может быть описана обеспеченность видами ресурсов, но точность оценки с использованием такого метода будет ниже. При невозможности заполнения данных об обеспеченности ресурсами в оценка функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики от обеспеченности ресурсами не реализуется, а реализуются оценка по видам устройств ЖАТ.

Обеспеченность работы ресурсом определенного вида вычисляют на основе исходных данных по формуле (4.6) с заменой соответствующих величин в формуле на их средние значения.

Для оценки расчетного коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{пoуровень}}$ обеспеченности может быть задан непосредственно по шкале от 0 до 100%, где 100% соответствует полная обеспеченность, а 0 – необеспеченность. При этом в процессе планирования подразумевается, что указанный уровень обеспеченности относится ко всем работам одного и того же вида с определенным видом устройств ЖАТ в течение отчетного периода.

Для общей оценки влияния обеспеченности ресурсами возможно использовать обобщенный показатель обеспеченности различными ресурсами ($R_{\text{обобщ}}$), вычисляемый по формуле:

$$R_{\text{обобщ}} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (4.7)$$

где R_i – обеспеченность i -ым ресурсом

n – количество видов ресурсов.

На основании статистических данных (данных собранных за отчетный период (рекомендуемый отчетный период – один год) для каждой работы вычисляется математическое ожидание и дисперсия коэффициента потенциальной опасности, а также вносятся значения обобщенного показателя обеспеченности различными ресурсами ($R_{\text{обобщ}}$), вычисляемый по формуле (4.7), на основании данных за отчетный период [19, 67].

Для экспертной оценки влияния обеспеченности ресурсами на безопасность производственных процессов формируется группа экспертов из числа компетентных работников и руководителей дистанции СЦБ и/или службы Ш, в границах производственной деятельности соответствующих структурных подразделений, согласуется со службой Ш и утверждается приказом по дистанции СЦБ. Примерный состав группы экспертов (их количество и должности) представлены в таблице 4.5 [19].

Таблица 4.5 – Примерный состав группы экспертов для оценки на безопасность производственных процессов

Эксперт	Должность	Структурное подразделение
Отказ 1-й категории		
Эксперт №1	Диспетчер	Дистанция СЦБ
Эксперт №2	Главный инженер	Дистанция СЦБ
Эксперт №3	Начальник	Дистанция СЦБ
Эксперт №4	Начальник отдела эксплуатации	Служба Ш
Отказ 2-й категории		
Эксперт №1	Начальник участка	Дистанция СЦБ
Эксперт №2	Диспетчер	Дистанция СЦБ
Эксперт №3	Главный инженер	Дистанция СЦБ
Эксперт №4	Начальник	Дистанция СЦБ

Экспертная анкета для установления уровня обеспеченности различными ресурсами основных процессов представлена в виде таблицы 4.6.

Таблица 4.6 – Экспертная анкета для установления уровня обеспеченности различными видами ресурсов основных процессов

Карта для оценки влияния обеспеченности ресурсами на безопасность производственных процессов	
Место	
Время Начало Окончание Продолжительность	
Вид	
Категория	
Эксперт №1	

Продолжение таблицы 4.6

Карта для оценки влияния обеспеченности ресурсами на безопасность производственных процессов				
1. Обеспеченность материально-техническим ресурсом	Есть в полном объеме	Есть не в полном объеме	Есть в недостаточном объеме	Нет
	100 – 85	85 – 50	50 – 20	20 – 00
2. Обеспеченность времененным ресурсом	Есть в полном объеме	Есть не в полном объеме	Есть в недостаточном объеме	Нет
	100 – 85	85 – 50	50 – 20	20 – 00
3. Обеспеченность нормативными документами	Есть в полном объеме	Есть не в полном объеме	Есть в недостаточном объеме	Нет
	100 – 85	85 – 50	50 – 20	20 – 00
4. Обеспеченность трудовым ресурсом	Есть в полном объеме	Есть не в полном объеме	Есть в недостаточном объеме	Нет
	100 – 85	85 – 50	50 – 20	20 – 00
5. Обеспеченность транспортно-логистическим ресурсом	Есть в полном объеме	Есть не в полном объеме	Есть в недостаточном объеме	Нет
	100 – 85	85 – 50	50 – 20	20 – 00

Каждому эксперту независимо от других на основании материалов служебного расследования отказа и текущей оснащенности дистанции СЦБ необходимо в анкете с индивидуальным номером выбрать для каждого вида ресурса качественную оценку его наличия («есть», «есть не в полном объеме», «есть в недостаточном объеме», «нет») путем проставления в ячейке анкеты численного значения из соответствующего диапазона, где «100» означает

обеспеченность видом ресурса на 100%, а «0» – полное отсутствие данного вида ресурса.

Далее на основе анкет экспертов формируется итоговая оценка. Кроме экспертных оценок указываются расчетные значения обеспеченности видами ресурсов дистанции СЦБ R_i , полученные выше.

Результирующие значения оценки уровня обеспеченности ресурсами каждого вида O_i^{pec} рассчитываются по формуле:

$$O_i^{pec} = \frac{\sum_{j=1}^N \mathcal{E}_i^j + (N - 2)R_i}{2N - 2}. \quad (4.8)$$

где j – номер эксперта;

N – количество экспертов;

i – номер вида ресурсов;

\mathcal{E}_i^j – оценка j -ого эксперта обеспеченности ресурсами i -ого вида;

R_i – обеспеченность i -ым ресурсом.

Из всех значений O_i^{pec} определяется минимальное значение O_{\min}^{pec} .

Методика определения эмпирических коэффициентов для оценки влияния уровня оснащенности ресурсами на функциональную безопасность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики приведена в Приложении 21.

4.4 Выводы по главе

В данной главе по аналогии с методами, изложенными в главе 1 рассмотрен вопрос оценки функциональной безопасности процесса технического обслуживания и ремонта средств ЖАТ.

Так как речь идет о количественной оценке качества исполнения трудового процесса, в качестве метода его моделирования обоснована целесообразность

применения ОСМ и аппарата функциональных сетей. при этом, в качестве исследуемой случайной величины как отдельных производственных операций (процессов) предлагается использовать бальную оценку коэффициента потенциальной опасности, полученную на основе статистических данных о результатах проверок и выявленных нарушений по сети железных дорог.

Представленный механизм позволяет выполнять оценку и анализ коэффициента потенциальной опасности, как для уже реализованного технологического процесса, так и для планируемого, с применением различных наборов исходных данных.

В работе предложена методика сравнительного анализа фактического значения коэффициента потенциальной опасности, полученного в результате последней технической ревизии обеспечения безопасности движения поездов и его расчетного значения с целью формирования перечня необходимых улучшений производственного процесса по показателям функциональной безопасности.

С помощью метода экспертных оценок в работе предложено оценивать влияние обеспеченности ресурсами (трудовыми, материальными и др.) на значение коэффициента потенциальной опасности с целью обоснования необходимости тех или иных корректирующих мероприятий.

С помощью предложенного метода могут решаться следующие задачи оценки и анализа функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики:

- количественная оценка степени влияния обеспеченности ресурсами, безошибочности, оперативности и безопасности действий персонала на функциональную безопасность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики;

- идентификация и оценка рисков, связанных с совокупным влиянием обеспеченности ресурсами, непроизводительных потерь, безошибочности, оперативности и безопасности действий персонала на функциональную безопасность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики;

- оценка эффективности конкретных мер по корректировке технологии производственных процессов в хозяйстве автоматики и телемеханики с учетом принципов, разработанных в данной работе;
- определение наиболее значимых работ для обеспечения требуемого уровня функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики, вынесение рекомендаций по планированию работ (последовательность, количество и состав исполнителей).

Предложенные методы оценки функциональной безопасности производственных процессов нашли практическое применение и были внедрены в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги», на их основе разработана и утверждена соответствующая методика [91].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации на основании выполненных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технологические и организационно-управленческие решения по совершенствованию планирования, управления и оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта, повышения эффективности организации его работы.

Они представлены ниже в виде итогов, рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки:

1. В условиях ограниченных производственных ресурсов и наличии новых, недоступных ранее возможностей автоматизированного сбора и анализа больших объемов различной статистической информации необходимо совершенствование методов планирования и управления производственными процессами эксплуатации транспортной инфраструктурой на основе риск-менеджмента.

2. С помощью анализа рисков потерь поездо-часов из-за отказов технических средств ЖАТ имеется возможность управления надежностью инфраструктуры, включая планирование производственных процессов, оценку необходимых ресурсов, а также оценку качества технической эксплуатации средств ЖАТ с точки зрения качества предоставления услуг железнодорожным транспортом.

3. В работе предложена модель оценки риска обеспечения требуемого уровня готовности технических средств ЖАТ в зависимости от обеспеченности производственного процесса технического обслуживания и ремонта необходимыми трудовыми и иными ресурсами, наличия объемов работ, возникновение которых носит случайный или нерегламентированный характер. Предложенная модель основана на применении обобщенного структурного метода с использованием функциональных сетей.

4. Разработаны номенклатура показателей и метод комплексной оценки деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, основанный на оценке рисков, связанных с неудовлетворительным качеством предоставления услуг поперевозке грузов и пассажиров железнодорожным транспортом.

Предложенный метод позволяет применить на практике ряд организационных и управленческих решений по повышению справедливости и достоверности оценки производственной деятельности. Такая оценка учитывает влияние текущего состояния объектов ЖАТ на перевозочный процесс и, как следствие, на уровень предоставления услуг инфраструктуры в целом для обеспечения безопасного и надежного пропуска поездов с учетом технико-технологических требований, предъявляемых к объектам ЖАТ на железнодорожных линиях различных классов и специализаций.

5. В работе предложена методика оценки и сравнительного анализа функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики с помощью вероятностного анализа коэффициента потенциальной опасности как случайной величины.

Расчет планируемых интервальных значений коэффициента потенциальной опасности предлагается производить на основе декомпозиции производственных процессов до уровня работ с последующим применением функциональных сетей с численными характеристиками, полученными на основе статистических данных о результатах выявленных нарушений безопасности по сети железных дорог.

6. В работе содержится ряд рекомендаций по использованию экспертных оценок для анализа влияния обеспеченности производственных процессов ресурсами (трудовыми, материальными и др.) на значения коэффициента потенциальной опасности с целью управления безопасностью движением поездов.

7. Предложенные в работе методы, технологические и организационно-управленческие решения прошли апробацию и нашли практическое применение на сети железных дорог Российской Федерации. На основе предложенных в диссертации методов и методик разработаны при непосредственном участии

автора, утверждены и приняты к практическому использованию четыре отраслевых документа (методики) ОАО «Российские железные дороги».

8. Эффективность предложенных решений подтверждена оценкой экономической, технической и социальной эффективности, рассчитанной при их внедрении и апробации на сети железных дорог. Их применение приводит к более рациональному использованию трудовых и материальных ресурсов, позволяют принимать обоснованные организационно-управленческие решения, связанные с эксплуатацией и обновлением технических средств ЖАТ, обеспечивает повышение производственного труда не менее, чем на 8%.

9. В перспективе наиболее актуальной задачей является автоматизация предложенных автором методов и методик планирования и оценки деятельности структурных подразделений инфраструктурного комплекса ОАО «Российские железные дороги». Решение данной задачи запланировано в Дорожной карте реализации проекта «Цифровая трансформация процессов хозяйства автоматики и телемеханики» в рамках реализации Стратегии цифровой трансформации ОАО «Российские железные дороги» до 2025 года.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ALARP	– модель, реализующая принцип «Риск настолько низкий, насколько это практически возможно»;
ARIS	– методология и программный продукт для моделирования бизнес-процессов;
АС АНПШ	– автоматизированная система статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления хозяйства автоматики и телемеханики АС АНПШ;
АС КМО	– автоматизированная система ведения актов комиссионных месячных осмотров железнодорожной станции;
АС РБ	– автоматизированная система управления безопасностью движения в ОАО «РЖД»;
АСУ-Ш-2	– комплексная автоматизированная система управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки второго поколения;
ГАЦ	– горочная автоматическая централизация;
Дистанция СЦБ	– основное линейное предприятие, предназначенное для организации и выполнения технического обслуживания и ремонта устройств СЦБ в границах своей производственной деятельности
ЕК АСУИ	– единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой ОАО «РЖД»;
ЖАТ	– железнодорожная автоматика и телемеханика
КАСАНТ	– комплексная автоматизированная система учёта, контроля устранения отказов технических средств ОАО «РЖД»;
КАСАТ	– комплексная автоматизированная система учёта и анализа случаев технологических нарушений в ОАО «РЖД»;
КЗ ОУ ЖАТС	– подсистема «Учет и анализ отказов, повреждений и неисправностей устройств ЖАТС», входящая в состав

АСУ-Ш-2;

МФС	– метод функциональных сетей;
НБД	– нарушение безопасности движения;
ОАО «РЖД»	– открытое акционерное общество «Российские железные дороги»;
ОСМ	– обобщенный структурный метод;
ПКБ И	– проектно-конструкторское бюро инфраструктуры;
Служба Ш	– служба автоматики и телемеханики структурное подразделение ОАО «РЖД»;
СОДП	– система обеспечения движения поездов;
Средства ЖАТ	– средства железнодорожной автоматики и телемеханики;
СТДМ	– автоматизированная система технической диагностики и удаленного мониторинга систем ЖАТ;
СЦБ	– сигнализация, централизация, блокировка;
ТДМ	– автоматизированные рабочие места средств технического диагностирования и мониторинга систем ЖАТ;
ТО	– техническое обслуживание;
ТОИ	– типовой объект инфраструктуры;
ТФЕ	– типовая функциональная единица;
ТФС	– типовая функциональная структура;
УРРАН	– методология управления ресурсами, рисками и надежностью объектов железнодорожного транспорта на всех этапах жизненного цикла;
ФС	– функциональные сети;
Хозяйство АТ	– хозяйство автоматики и телемеханики;
ШЧ	– дистанция автоматики и телемеханики – линейное структурное подразделение ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко, А.Н. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник / Адаменко А.Н., А.Г. Ашеров, И.Л. Бердников и др.; Под. Общ. Ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993.
2. Аношкин, В.В. Реализация методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики / В.В. Аношкин, А.В. Горелик, Д.М. Поменков, С.Б. Смагин // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – №6. – С. 2 – 6.
3. Безродный, Б.Ф. 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.: МИИТ, 2012. Деп. в ВИНИТИ, № 297–В2012.
4. Безродный, Б.Ф. Оценка качества функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН / Б.Ф. Безродный, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Д.В. Солдатов, Д.В. Шалягин. – М.: МИИТ, 2012. Деп. в ВИНИТИ, № 346–В2012.
5. Брейдо, А.И. Организация обслуживания устройств железнодорожной автоматики и связи / А.И. Брейдо, В.А. Овсянников. – М.: Транспорт, 1983. – 208 с.
6. Брейдо, А.И. Организация, планирование и управление в хозяйстве сигнализации и связи / А.И. Брейдо, Н.К. Анисимов // Учебник для вузов ж.д. транса. – М.: Транспорт, 1989.
7. Бушуев, В.Г. Возможности и применение систем технического диагностирования и удаленного мониторинга на базе МИКРОЭВМ и программируемых контроллеров СТД-МПК / В.Г. Бушуев, К.В. Гундырев, Б.В. Рожкин // Автоматика на транспорте. – 2016. – Том 2. – №4. – С. 513-529.
8. Василенкова, Т.А. Моделирование и оценка эффективности производственного процесса технического обслуживания устройств железнодорожной автоматики: Дисс. На соиск. Уч. Степени кандидата техн. Наук:

05.02.22 / Василенкова Татьяна Александровна. – М. РГОТУПС, 2007. – 215 с. (На правах рукописи).

9. Веселова, А.С. Алгоритм имитационной экспертизы управленческих решений по минимизации стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова // «Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта»: межвузовский сборник научных трудов – Москва: Московский государственный университет путей сообщения, 2015. – С. 79 – 88.

10. Веселова, А.С. Анализ надежности функционирования систем обеспечения движения поездов на основе методологии УРРАН / А.В. Горелик, П.А. Неваров, И.А. Журавлев, А.С. Веселова // История и перспективы развития транспорта на севере России: Сборник научных статей. Под ред. Проф. О.М. Епархина, Ярославль: изд-во «Принтхаус-Ярославль», 2014. – С. 34 – 37.

11. Веселова, А.С. Анализ надежности элементов транспортной инфраструктуры на основе имитационного моделирования / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова // Надежность и качество: труды Международного симпозиума: в 2-х т.Под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ. Т.1, 2015 – С. 120 – 122.

12. Веселова, А.С. Анализ производственных процессов технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики с помощью функциональных сетей / А.С. Веселова, А.В. Горелик, В.С. Дорохов, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2017. – 34 с. – Деп. в ВИНИТИ, № 139-В2017.

13. Веселова, А.С. Анализ рисков, связанных с отказами систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова // Международная научно-практическая конференция «Иновации в системах обеспечения движения поездов»: сборник научных трудов, Самара: СамГУПС, 2016. – С 11 – 14.

14. Веселова, А.С. Имитационная модель анализа стоимости жизненного цикла объектов транспортной инфраструктуры / А.В. Горелик, А.С. Веселова //

Мир науки и инноваций. Выпуск 2 (2). Том 1. – Иваново: Научный мир, 2015 – С. 42 – 44.

15. Веселова, А.С. Комплексная оценка деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2016. – 20 с. – Деп. в ВИНИТИ 28.11.16 № 159-В2016.

16. Веселова, А.С. Метод анализа наличной пропускной способности станции при отказах устройств железнодорожной автоматики / А.В. Горелик, А.С. Веселова // Сборник научных трудов Sworld. Выпуск 4 (37). Том 1. – Одесса: Куприенко СВ, 2014 – С. 84 – 89.

17. Веселова, А.С. Метод анализа непроизводительных потерь, вызванных неисправной работой устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / А.С. Веселова, А.В. Горелик, В.С. Дорохов, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2017. – 33 с. – Деп. в ВИНИТИ, № 140-В2017.

18. Веселова, А.С. Метод оценки влияния человеческого фактора на показатели надежности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.С. Веселова, А.В. Горелик, В.С. Дорохов, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2017. – 48 с. – Деп. в ВИНИТИ, № 137-В2017.

19. Веселова, А.С. Метод оценки функциональной безопасности производственных процессов в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики / А.С. Веселова, И.Д. Давыдов, В.С. Дорохов, И.А. Журавлев, Н.А. Тарадин, В.С. Федоров. – РУТ (МИИТ) – Москва, 2018. – Деп. в ВИНИТИ 20.12.2018 №113-В2018.

20. Веселова, А.С. Методика определения статистической оценки текущего состояния систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Б.Ф. Безродный, А.С. Веселова, А.В. Горелик, П.А. Неваров, Д.Н.

Болотский, А.С. Голубев // Надежность и качество: труды Международного симпозиума: в 2-х т.Под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ. Т.2, 2015 – С. 169 – 172.

21. Веселова, А.С. Методика оценки рисков по условиям безотказности систем интервального регулирования движения поездов/ Б.Ф. Безродный, А.С. Голубев, А.В. Горелик, А.С. Веселова, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, Н.А. Тарадин. – М., 2014. – 7 с. – Деп. в ВИНТИ 25.12.14, № 349-В2014.

22. Веселова, А.С. Методика оценки рисков, связанных с ненадежной работой систем железнодорожной автоматики / А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин // Надежность и качество: труды Международного симпозиума: в 2-х т. Под ред. Н.К. Юркова, Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2016. – №2. – С. 259 – 261.

23. Веселова, А.С. Методология УРРАН в хозяйстве железнодорожной автоматики: результаты и перспективы научных исследований / Б.Ф. Безродный, А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, Д.В. Шалягин // Труды XIV Научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». – М.:МИИТ, 2013. – С. I-23 – I-24.

24. Веселова, А.С. Модели и методы анализа надежности и эффективности функционирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.С. Веселова // Надежность и качество: труды Международного симпозиума: в 2-х т.Под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2014 – С. 174 – 176.

25. Веселова, А.С. Модели оценки технологической эффективности систем железнодорожной автоматики и телемеханики /А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.С. Веселова //Автоматика на транспорте. Том 1. – 2015. – №2. – С. 143 – 155.

26. Веселова, А.С. Моделирование системы управления, ресурсами, рисками и надежностью объектов транспортной инфраструктуры на основе теории случайных импульсных потоков / А. С. Веселова // Сборник научных трудов Sworld. – Выпуск 4. Том 2. – Одесса: Куприенко СВ, 2013 – С. 23 – 26.

27. Веселова, А.С. Модель оценки надежности и эффективности функционирования технических средств железнодорожной автоматики / А.С. Веселова // Труды X Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых TRANS-MECH-ART-CHEM. – М.: МИИТ, 2014 – С. I-27 – I-28.
28. Веселова, А.С. Модель оценки надежности и эффективности функционирования объектов транспортной инфраструктуры / А.С. Веселова, А.В. Горелик, Н.А. Тарадин // Наука и техника транспорта. – М.– 2014. – № 1. – С. 88 – 92.
29. Веселова, А.С. Модель оценки функциональной надежности объектов транспортной инфраструктуры / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.С. Веселова // «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование» (ИСУЖТ-2014): Труды III научно-практической конференции с международным участием. – М.:НИИАС, 2014. – С. 180 – 183.
30. Веселова, А.С. Модель управления рисками, ресурсами и анализа надежности объектов транспортной инфраструктуры / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.С. Веселова // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: Материалы пятой научно-практической конференции, посвященной 40-летию начала строительства Байкало-Амурской магистрали. В 2т. – Иркутск: ИрГУПС, 2014. – С. 296 – 300.
31. Веселова, А.С. Мониторинг и оценка эффективности функционирования объектов транспортной инфраструктуры / Д.Н. Болотский, А.С. Веселова, А.В. Орлов, В.В. Орлов, И.В. Охотников. – М., 2016. – 112 с. –Деп. в ВИНТИ 28.01.16 № 25-B2016.
32. Веселова, А.С. Нормирование показателей надежности объектов железнодорожной инфраструктуры / А.В. Горелик, А.С. Веселова, А.В. Орлов, И.А. Журавлев, Д.В. Солдатов// Наука и техника транспорта.– 2017. – № 2. – С. 32 – 36.

33. Веселова, А.С. Нормирование показателей надежности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологий ALARP и УРРАН / А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Д.В. Солдатов, Н.А. Тарадин. – М., 2016. – 48 с. – Деп. в ВИНИТИ 28.11.16 № 158-Б2016.
34. Веселова, А.С. Общие принципы управления ресурсами и рисками в хозяйстве 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., 2015. – 17 с.– Деп. в ВИНИТИ 10.11.15 № 186-Б2015.
35. Веселова, А.С. Определение эффективности эксплуатации и модернизации систем железнодорожной автоматики и телемеханики в зависимости от классификации железнодорожных линий / А.С. Веселова, А.В. Горелик, В.С. Дорохов, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2016. – 17 с. – Деп. в ВИНИТИ 12.12.16 № 166-Б2016.
36. Веселова, А.С. Оптимальные алгоритмы автоматизированного нормирования и прогнозирования показателей надежности систем железнодорожной автоматики / А.В. Горелик, А.В. Орлов, А.С. Веселова, В.С.Порошков // История и перспективы развития транспорта на севере России: Сборник научных статей. Под ред. Проф. О.М. Епархина, Ярославль: Ярославский филиал МИИТ, 2017. – С. 68 – 71.
37. Веселова, А.С. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов //Автоматика на транспорте. – 2017. – Т. 3. – № 3. – С. 319 – 334.
38. Веселова, А.С. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики на сортировочных горках / А.С. Веселова, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин // М.: МИИТ, 2018. Деп. в ВИНИТИ, № 117-Б2018.
39. Веселова, А.С. Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, Н.А. Тарадин, Д.В.

Солдатов, А.С. Веселова // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: Материалы восьмой научно-практической конференции, 2017г. Иркутск: В 2т. – Иркутск: ИрГУПС, 2017. – С. 354 – 359.

40. Веселова, А.С. 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., 2015. – 20 с. – Деп. в ВИНИТИ 10.11.15 № 189-В2015.

41. Веселова, А.С. Оценка рисков, связанных с функционированием 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., 2015. – 16 с. – Деп. в ВИНИТИ 10.11.15 № 187-В2015.

42. Веселова, А.С. Оценка стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики с учетом непроизводительных потерь / А.В. Горелик, В.Ю. Горелик, А.С. Веселова, Д.В. Солдатов // Сборник научных трудов Sworld. Выпуск 45. Том 1. – Иваново: Научный мир, 2016 – С. 54-59.

43. Веселова, А.С. Оценка стоимости жизненного цикла систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН / А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Д.В. Солдатов, Н.А. Тарадин. – М., 2016. – 59 с. – Деп. в ВИНИТИ 28.11.16 № 160-В2016.

44. Веселова, А.С. Оценка функционального ресурса 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., 2015. – 27 с. – Деп. в ВИНИТИ 10.11.15 № 188-В2015.

45. Веселова, А.С. Повышение надежности функционирования объектов инфраструктуры хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики с учетом эффективности инвестиций / Б.Ф. Безродный, А.С. Веселова, А.В. Горелик, П.А. Неваров, Д.Н. Болотский, А.С. Голубев // Надежность и качество:

труды Международного симпозиума: в 2-х т. Под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ. Т.2, 2015 – С. 207 – 211.

46. Веселова, А.С. Применение имитационного моделирования при проектировании и оценке качества функционирования систем железнодорожной автоматики / А.С. Веселова, А.В. Горелик, А.А. Маслов // Наука и техника транспорта. – 2016. – № 2. – С. 52 – 56.
47. Веселова, А.С. Принципы оценивания рисков, связанных с ненадежной работой объектов железнодорожной автоматики / А.С. Веселова // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 1. – С. 46 – 50.
48. Веселова, А.С. Принципы сбора и обработки данных для расчета эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Д.В. Солдатов, Н.А. Тарадин. – М., 2016. – 60 с.– Деп. в ВИНИТИ 12.12.16 № 165-В2016.
49. Веселова, А.С. Принципы управления качеством функционирования инфраструктуры в хозяйства автоматики и телемеханики / В.В. Аношкин, А.В. Горелик, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 9. – С. 36 – 42.
50. Веселова, А.С. Системная модель технологического процесса и технических средств регулирования движения поездов / А.С. Веселова, А.С. Голубев, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.В. Орлов, П.В. Савченко. – М., 2014. – 12 с. – Деп. в ВИНИТИ 25.12.14, № 348-В2014.
51. Веселова, А.С. Статистическая оценка остаточного ресурса устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Б.Ф. Безродный, А.С. Веселова, А.В. Горелик, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Д.В. Шалягин, Д.Н. Болотский, А.С. Голубев, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2013. – 21 с. – Деп. в ВИНИТИ, № 293-В2013.
52. Веселова, А.С. Управление ресурсами и рисками при назначении капитального ремонта систем железнодорожной автоматики / А.С. Веселова, А.В.

Горелик, В.С. Дорохов, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – М., 2017. – 20 с. – Деп. в ВИНИТИ, № 138-В2017.

53. Гапанович, В.А. Внедрение методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики / В.А. Гапанович, А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Б.Ф Безродный // Автоматика, связь информатика. – 2012. – №4. – С. 12-15.

54. Гапанович, В.А. Методология анализа работы структурных подразделений / В.А. Гапанович, А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Б.Ф. Безродный // Автоматика, связь информатика. – 2013. – №1. – С. 2-5.

55. Горелик, А.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.

56. Горелик, А.В. Оценка деятельности подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надёжности и безопасности / А.В. Горелик, А.В. Орлов, П.В. Савченко. – М.: МИИТ, 2012. Деп. в ВИНИТИ, № 300-В2012.

57. Горелик, А.В. Технологическая эффективность процесса проектирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики: Дисс. На соиск. Уч. Степени д-ра техн. Наук – М.: РГОТУПС, 2005. (На правах рукописи).

58. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. М. Изд-во стандартов, 1979.

59. ГОСТ 25866-83. Эксплуатация техники. Термины и определения. М. Изд-во стандартов, 1983.

60. ГОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

61. ГОСТ 28470-90. Система технического обслуживания и ремонта технических средств вычислительной техники. Виды и методы технического обслуживания и ремонта. М. Изд-во стандартов, 1992.

62. ГОСТ 32192-2013 Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения.

63. ГОСТ 33892-2016 Системы железнодорожной автоматики и телемеханики на сортировочных станциях. Требования безопасности и методы контроля.
64. ГОСТ Р 53431-2009 Автоматика и телемеханика железнодорожная. Термины и определения.
65. ГОСТ Р 54505-2011. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте.
66. ГОСТ Р МЭК 61508-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Части 1-5.
67. Губинский, А.И. Оценка надежности деятельности человека-оператора в системах управления / А.И. Губинский, В.В. Кобзев – М.: Машиностроение, 1974, 52 с.
68. Дмитренко, И. Е. Передовые методы технического обслуживания устройств СЦБ. Методические указания к изучению темы. – М.: ВЗИИТ, 1980.
69. Долгов, М.В. Автоматизация оценки деятельности подразделений хозяйства автоматики и телемеханики / М.В. Долгов, Е.А. Москвина, Н.А. Тарадин // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – №6. – С. 2 – 5.
70. Долгов, М.В. Автоматизированные системы в цифровой трансформации / М.В. Долгов, Е.А. Москвина, А.В. Будилова // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – №4. – Режим доступа: <http://asi-rzd.ru/tematicheskie-podborki-asi>
71. Дружинин, Г.В. Надежность автоматизированных систем. – М.: Энергия, 1977. – 536 с.
72. Ефанов, Д.В. Становление и перспективы развития систем функционального контроля и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики // Автоматика на транспорте. – 2016. – Том 1. – №1. – С. 124 – 148.

73. Журавлев, И.А. Принципы имитационного моделирования среднего времени до восстановления устройств железнодорожной автоматики // НТТ – Наука и техника транспорта. – 2012. – №3. – С. 86 – 89.
74. Завьялов, А.М. Повышение безопасности труда на железнодорожном транспорте на основе снижения влияния человеческого фактора: Дис. На соиск. Уч. Степени док. Тех. Наук.: 05.26.01 / Завьялов Антон Михайлович. – М., 2017. – 242 с. (На правах рукописи).
75. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ (№ ЦШ-530-11), утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 20 сентября 2011 г. № 2055р.
76. Инструкция по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). ЦШ-720 / Департамент СЦБ МПС России. – М.: Трансиздат, 2000 г.
77. Каменев, А.И. Техническое обслуживание устройств СЦБ на уровень новых задач/ А.И. Каменев // Автоматика, телемеханика и связь. – 1997. – №1. – С. 3 – 6.
78. Классификатор отступления от норм содержания устройств СЦБ для расчета показателей (АС АНШ), утвержденный распоряжением от 07.12.2017 №ЦДИ-1194.
79. Классификатор отступления от норм содержания устройств СЦБ, отказов и предотказных состояний средств ЖАТ, выявляемых средствами ТДМ и транслируемый в систему АС АНШ» от 02.11.2017 №ЦДИ-1909/пр.
80. Концепция внедрения методологии обеспечения безотказности, готовности, ремонтопригодности и безопасности в ОАО “РЖД”. – М.: ОАО «РЖД», 2010. –134 с.
81. Крылов, А.Ю. Синтез и реализация микропроцессорных систем диспетчерского управления движением поездов: Дисс. На соиск.уч. степени к-та техн. Наук. – М.: РГТУПС, 2002 (на правах рукописи).

82. Лебецкая, Г.П. Организация, планирование и управление в хозяйстве сигнализации и связи: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Г.П. Лебецкая, Н.К. Анисимов, А.Н. Берндт – М.: Маршрут, 2004. – 348 с.

83. Методика комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта систем и устройств: утв. распоряжением ОАО «РЖД» № 2590р от 19.12.2016 г.

84. Методика обследования, выделения, анализа и совершенствования процессов: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 25.12.2015 г. № 3089р.

85. Методика определения объема работ дистанций сигнализации, централизации и блокировки: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 24.10.2016 г. №2142.

86. Методика определения потерь в хозяйстве автоматики и телемеханики, связанных с неисправной работой устройств ЖАТ, на основе методологии УРРАН: утв. 21.11.2017 г.

87. Методика определения среднего времени до восстановления технических средств ЖАТ (железнодорожной автоматики и телемеханики): утв. ОАО «РЖД» 21.05.2012 г.

88. Методика оценки и планирования показателя качества технической эксплуатации средств ЖАТ: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 24.12.2013 № 2875р. – 31 с.

89. Методика оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21.11.2015 № 3031р. – 39 с.

90. Методика оценки функционального ресурса технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики: утв. ОАО «РЖД» 21.11.2015 г.

91. Методика оценки функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики: утв. ОАО «РЖД» 26.11.2018 г.

92. Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования железнодорожной автоматики и телемеханики: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21.11.2015 г. №3031р. – 45 с.
93. Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования горочных систем на основе методологии УРРАН: утв. ОАО «РЖД» 26.11.2018 г.
94. Методические рекомендации по построению матрицы рисков: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 22.09.2016 г. № 1946р.
95. Методические указания «Управление надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологий ALARP и УРРАН»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2016 г. № 2651р.
96. Методические указания по разработке процессной модели технического обслуживания и ремонта устройств и систем ЖАТ хозяйства автоматики и телемеханики. Система управления качества выполнения технологических процессов «УРРАН-КАЧЕСТВО-АВТОМАТИКА» (утвержденные распоряжением ЦДИ-220 от 24.04.2017г.)
97. Методическое руководство по управлению ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН: утв. 21.11.2015 г.
98. Методическое руководство по управлению ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН: утв. ОАО «РЖД» 21.11.2015 г.
99. Нечипоренко, В.И. Структурный анализ систем (эффективность и надежность). – М.: Советское радио, 1977.
100. Организация обслуживания и ремонта технических средств ж.д. автоматики и телемеханики. Типовой проект. – Санкт-Петербург, 2003.
101. Пасько, Н.Б. Обеспечение надежности деятельности операторов систем обработки информации и управления при распределении функций между ними: дисс. На соиск. Уч. Степени кандидата техн. Наук. – Сумы, 2016 – 168 с. (На правах рукописи).

102. Петренко, Ф.В. Автоматизация технологии риск-менеджмента в хозяйстве автоматики и телемеханики / Ф.В. Петренко, С.С Юдин, М.В. Долгов, В.В. Задорожный // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – №11.

103. Положение о классификации, порядке расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта: утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 18.12.2014 г. № 344.

104. Положение о системе ведения хозяйства автоматики и телемеханики: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 12.12.2015 г. № 2920р.

105. Положение об оперативном руководстве в хозяйстве автоматики и телемеханики: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 03.07.2012 г. № 1316р.

106. Положение об организации расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта на инфраструктуре ОАО «РЖД»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21.08.2017 г. № 1697р.

107. Положение об учете, расследовании и анализе случаев отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАС АНТ: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 11.07.2016 г. № 1375р.

108. Положение об учете, расследовании и анализе технологических нарушений в перевозочном процессе на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАСАТ, утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 11 июля 2016 г № 1372р.

109. Поменков, Д.М. Автоматизация управления устройствами электрической централизации на железнодорожных станциях: Дисс. На соиск.уч. степени к-та техн. Наук. – М.: РГТУПС, 1999 (на правах рукописи).

110. Поменков, Д.М. Цифровая трансформация хозяйства автоматики и телемеханики / Д.М. Поменков // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – №4. – Режим доступа: <http://asi-rzd.ru/tematiceskie-podborki-asi>

111. Порядок оперативного учета материально-технических и трудовых ресурсов, используемых для восстановления нормальной работы устройств ЖАТ при устраниении отказов и последствий чрезвычайных ситуаций в хозяйстве автоматики и телемеханики» (№ ЦДИ-491 от 24.12.2015г.)

112. Порядок планирования, учёта и контроля выполнения работ в хозяйстве автоматики и телемеханики, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 18 июля 2017 г. № 1383р.

113. Пятибратов, А.П. Человеко-машины системы: эффект эргономического обеспечения. – М.: Экономика, 1987.

114. Распоряжение ОАО «РЖД» Об утверждении инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки от 30.12.2015 № 3168 – 126 с.

115. Сапожников, Вл.В. Техническая эксплуатация устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. Пособие для вузов ж.-д. трансп. / Вл.В. Сапожников, Л.И. Борисенко, А.А. Прокофьев, А.И. Каменев; Под ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2003. – 336 с.

116. СТО РЖД 02.042-2011 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Системы, устройства и оборудование хозяйства автоматики и телемеханики. Требования надежности и функциональной безопасности: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 12 декабря 2011 г. № 2666р.

117. СТО РЖД 1.02.030-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Политика обеспечения безотказности, готовности, ремонтопригодности и безопасности объектов железнодорожного транспорта: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 13 декабря 2010 г. № 2570р.

118. СТО РЖД 1.02.031-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Программа обеспечения функциональной безопасности объектов железнодорожного транспорта: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 13 декабря 2010 г. № 2570р.

119. СТО РЖД 1.02.032-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 13 декабря 2010 г. № 2570р.

120. СТО РЖД 1.02.034-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Общие правила оценки и управления: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 13 декабря 2010 г. № 2570р.

121. СТО РЖД 1.02.035-2010 Управление ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности (УРРАН). Порядок определения допустимого уровня риска: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 13 декабря 2010 г. № 2570р.

122. СТО РЖД 1.05.515.2-2009 Методы и инструменты улучшений. Анализ Парето: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 02 июня 2009 г. № 1150р.

123. СТО РЖД 1.19.001-2005 Средства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта микропроцессорных устройств сигнализации, централизации и блокировки: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 16 декабря 2005 г. № 2133р.

124. СТО РЖД 1.19.010-2009 Системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Выбор и общие правила задания требований по безопасности: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 02 марта 2010 г. № 416р.

125. ТР ТС 003/2011. Технический регламент ТС «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта».

126. Устройства СЦБ. Технология обслуживания. – М.: Транспорт, 1999.

127. Шалягин, Д.В. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: учебник: Ч.1: Основы автоматики, телемеханики и связи / Д.В. Шалягин, А.В. Горелик, Ю.Г. Боровков, А.А. Волков. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 424 с.

128. Шалягин, Д.В. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: учебник: Ч.2: Системы автоматики и телемеханики

/ Д.В. Шалягин, А.В. Горелик, Ю.Г. Боровков, А.А. Волков. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 278 с.

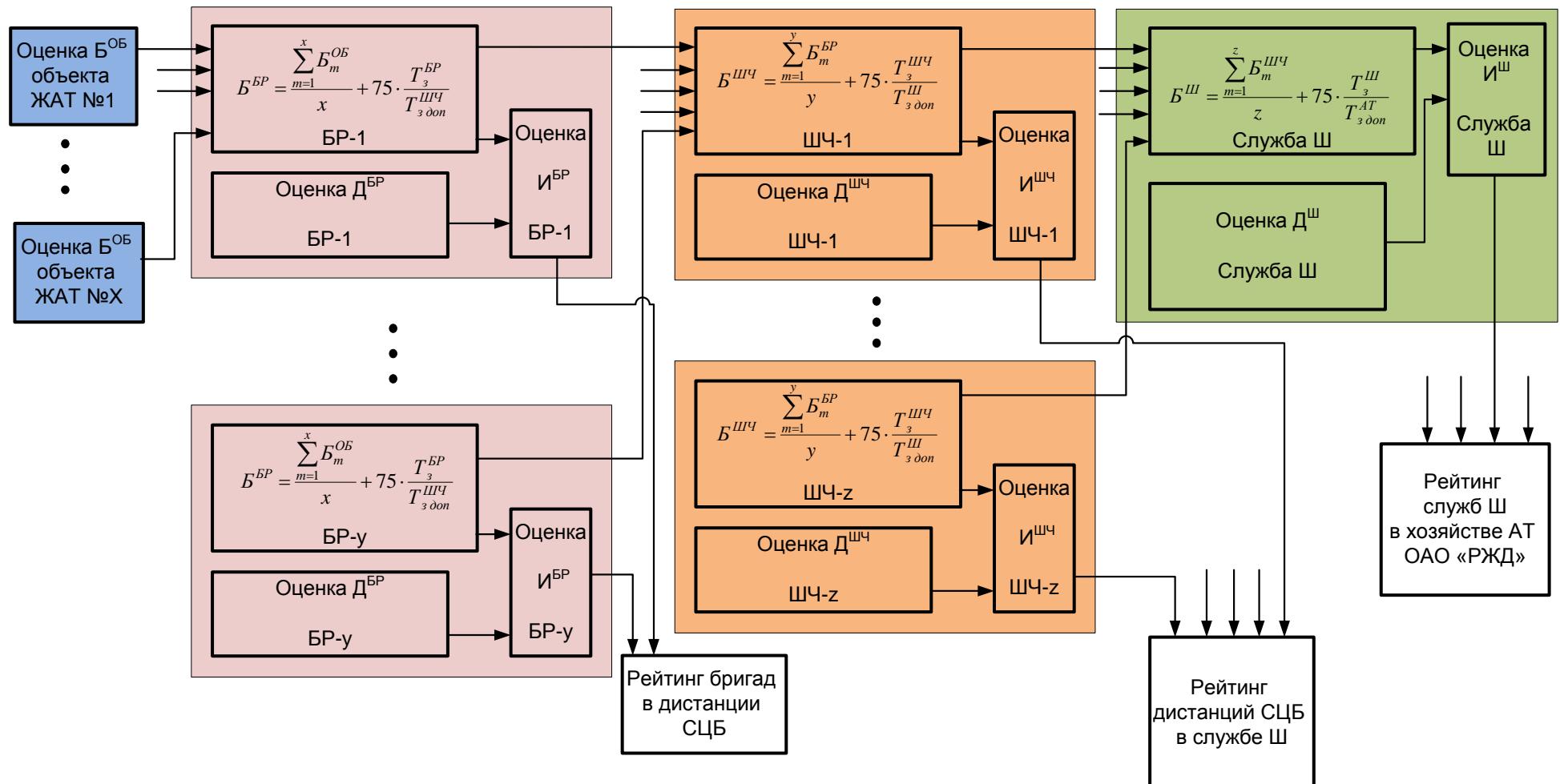
129. Шаманов, В.И. Теория и методы управления технической эксплуатацией систем интервального регулирования движения поездов: Дисс. На соиск. Уч. Степ. Докт. Техн. Наук. – Иркутск, 1997 г. – 423 с. (На правах рукописи).

130. Шаманов, В.И. Методы оптимизации технического обслуживания систем автоматики // Автоматика на транспорте. – 2016. – Том 2. – №4. – С. 481 – 496.

131. Шубинский, М.Б. Основные научные и практические результаты разработки системы УРРАН / М.Б. Шубинский, А.М. Замышляев // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 10. – С. 23 – 28.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики



АС АНШ. Комплексные показатели оценки деятельности служб автоматики и телемеханики в 2018 году по месяцам

	Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
ОКТ	40,92	39,29	18,9	22,5	24,25	27	29,65	1,69	6,63	29,65	22,08	0
КЛНГ	33,63	18,4	18,4	32,92	18,4	18,4	28,39	31,29	25,09	18,4	22,85	45,43
МОСК	34,53	40,83	37,01	27,47	36,52	31,35	22,72	29,47	23,89	20,69	27,62	31,02
ГОРЬК	34,48	34,51	34,36	31,6	24,83	23,36	29,37	27,69	23,98	17,42	4,56	8,75
СЕВ	25,88	29,69	32,97	30,68	23,94	28,94	37,67	35,27	33,18	41,42	18,82	3,28
С-КАВ	27,89	36,2	25,79	26,49	57,68	26,44	32,16	28,34	23,73	25,46	29,46	21,44
Ю-ВОСТ	51,14	30,81	27,88	32,39	26,4	33,65	31,82	35,52	24,88	28,81	27,01	36,89
ПРИВ	90	12,62	0,66	17,77	0	14,68	29,26	33,8	28,56	25,21	24,48	13,6
КБШ	27,29	20,54	20,54	19,51	33,27	22,87	23,52	24,76	20,32	0	0	0
СВЕРД	30,25	26,62	30,28	23,32	49,33	33,23	30,51	28,61	33,17	34,71	26,05	22,79
Ю-УР	16,88	0	17,52	13,13	49,86	31,74	31,26	41,59	15,21	30,31	0	36,71
З-СИБ	41,07	47,55	38,39	44,24	55,62	80,13	40,22	33,67	8,37	27,56	35,43	14,78
КРАС	67,01	35,51	46,55	28,21	39,39	62,09	49,42	53,67	41,91	33,66	3,08	34,11
В-СИБ	35,31	14,4	33,02	18,07	24,19	18,61	36,68	17,92	1,28	14,48	15,39	33,8
ЗАБ	62,94	50,68	50,32	39,98	79,88	109,34	102,43	52,81	36,85	39,53	33,74	36,1
ДВОСТ	30,27	48,24	34,31	36,72	27,48	24,76	41,51	38,29	23,76	30,8	24,55	42,51

Оценочная шкала

$0 \leq Иш \geq 25$	отлично
$25 < Иш \geq 50$	хорошо
$50 < Иш \geq 75$	удовлетворительно
$75 < Иш$	неудовлетворительно

Оценка деятельности служб автоматики и телемеханики по месяцам в 2018 году в соответствии с Методикой оценки и планирования показателя качества технической эксплуатации средств ЖАТ (утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 24.12.2013 №2875р)

ДИ	Показатель качества по хозяйству автоматики и телемеханики (баллы)												
	План (Бп)	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
ОКТ	45	27	27	27	27	28	26	27	27	27	27	26	25
КЛНГ	25	20	20	20	20	19	20	20	20	21	20	19	23
МОСК	24	21	20	21	21	20	21	20	20	20	19	19	19
ГОРЬК	23	19	19	20	20	20	20	19	19	19	18	19	19
СЕВ	26	21	21	20	20	20	20	20	20	21	20	20	20
С-КАВ	22	18	18	18	18	18	18	17	18	18	18	17	18
Ю-ВОСТ	35	33	34	34	33	33	33	33	34	34	33	33	32
ПРИВ	26	19	18	18	18	18	18	18	18	19	18	18	19
КБШ	14	11	11	11	11	11	10	10	10	11	11	11	10
СВЕРД	24	21	22	22	21	21	21	20	20	20	20	20	21
Ю-УР	24	17	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	16
З-СИБ	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
КРАС	26	26	26	27	25	26	26	26	25	25	25	25	26
В-СИБ	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
ЗАБ	22	22	21	20	19	19	20	20	19	20	20	19	19
ДВОСТ	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33

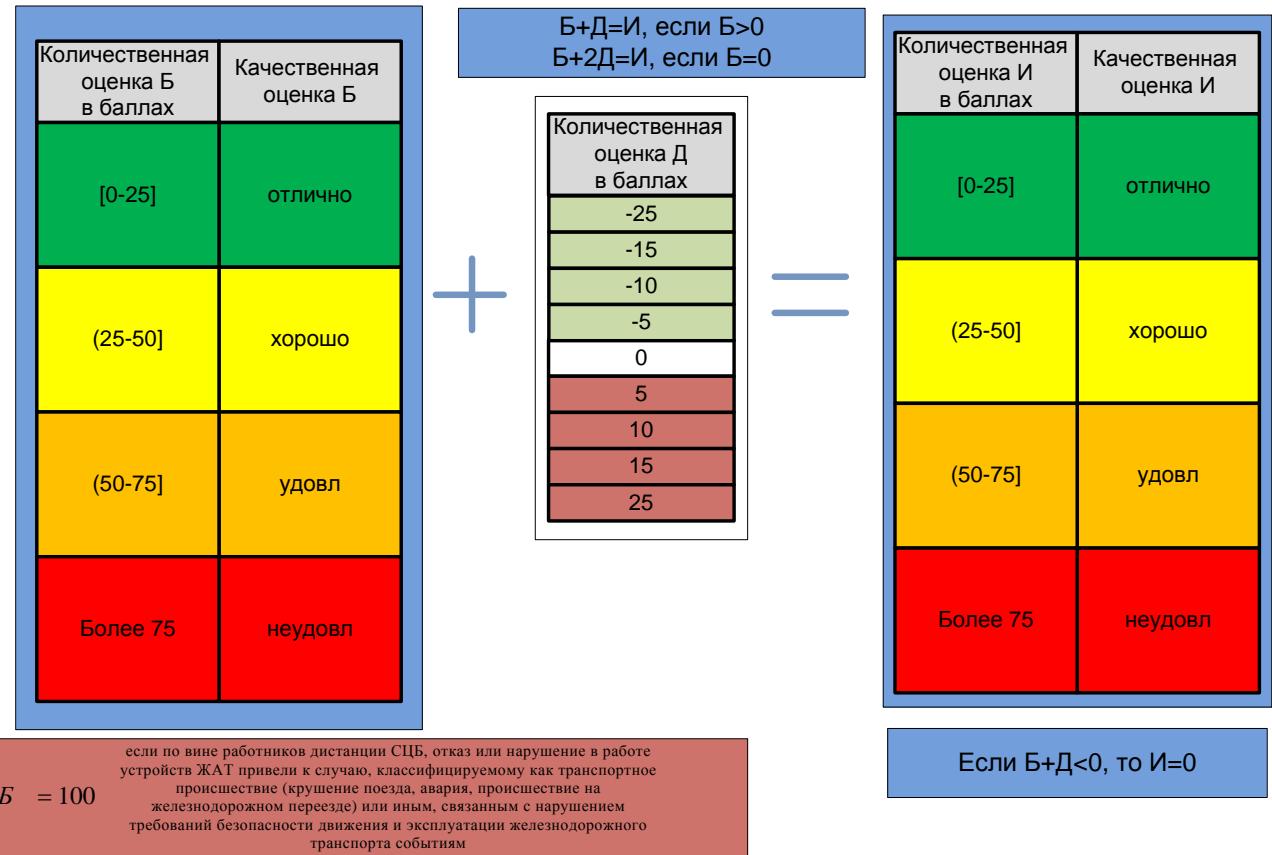
Оценочная шкала

0-25	отлично
26 - Бп	хорошо
>Бп-75	удовлетворительно
свыше 75	неудовлетворительно

Вывод: результаты оценки деятельности служб Ш, рассчитанные по различным методикам в общем случае не совпадают. Данные, полученные по результатам комплексной оценки (в АС АНШ) представляются более объективными, т.к. учитывают большее количество влияющих факторов (базовый показатель, дополнительный показатель).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Оценка интегрального показателя деятельности структурного подразделения
хозяйства автоматики и телемеханики



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Оценка ожидаемого уровня риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ (справочное)

1. Ожидаемый уровень риска представляет собой проекцию результатов функционирования конкретного объекта ЖАТ в прошлом на текущий период отчетности $t_{отч}$, длительность которого принимается равной календарному году.

2. Данные для расчета ожидаемого уровня риска представляют собой статистический отчет, описывающий функционирование конкретного объекта ЖАТ и возникающие в связи с этим последствия за интервал времени, предшествующий текущему календарному году. Этот интервал времени называется периодом наблюдения $T_{набл}$.

6. Длительность периода наблюдения должна соответствовать целому числу календарных лет, при этом должна быть не менее 3-х календарных лет. Период наблюдения должен начинаться началом соответствующего календарного года и завершаться вместе с окончанием календарного года, предшествующего текущему.

7. Данные о результатах функционирования объекта ЖАТ в течение периода наблюдения $T_{набл}$ должны включать в себя:

- Сведения о суммарном количестве зарегистрированных потерь поездо-часов из-за отказов системы ЖАТ $\Pi(t_{набл j})$;
- Данные о количестве зарегистрированных отказов 1 и 2 категории $N_{12\Sigma}(t_{набл j})$;

где j – условный номер календарного года в течение интервала наблюдения.

8. Исходные данные сводят в таблицу П3.1.

Таблица ПЗ.1

Показатель	Условные номера календарных лет в периоде наблюдения			
	1	2	...	M
	$t_{набл\ 1}$	$t_{набл\ 2}$...	$t_{набл\ M}$
Потери поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ	$N_{12}(t_{набл\ 1})$	$N_{12}(t_{набл\ 2})$...	$N_{12}(t_{набл\ M})$
Частота отказов объекта ЖАТ 1 и 2 категорий	$\Pi(t_{набл\ 1})$	$\Pi(t_{набл\ 2})$...	$\Pi(t_{набл\ M})$

9. На основе данных из таблицы ПЗ.1 вычисляют значения составляющих ожидаемого уровня риска.

- Частота отказов 1 и 2 категории – по формуле:

$$f_{12\ o}(t_{om\chi}) = \frac{\sum_{j=1}^M N_{12}(t_{набл\ j})}{M}. \quad (\text{ПЗ.1})$$

- Потери поездо-часов – по формуле:

$$\Pi_o(t_{om\chi}) = \frac{\sum_{j=1}^M \Pi(t_{набл\ j})}{M}. \quad (\text{ПЗ.2})$$

10. Результаты расчета по формулам (ПЗ.1) и (ПЗ.2) проецируют на нормативную матрицу рисков, построенную на отчетный период для объекта ЖАТ в соответствии с классом и специализацией железнодорожной линии, на которой он функционирует. Проектирование осуществляют путем поиска клетки в матрице удовлетворяющей рассчитанным значениям показателей. Эта клетка соответствует ожидаемому уровню риска в отчетном периоде.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Оценка фактического уровня риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ, на коротких интервалах отчетности (справочное)

1. Данные для расчета фактического уровня риска представляют собой статистический отчет, описывающий функционирование конкретного объекта ЖАТ и возникающие в связи с этим последствия за заданный интервал времени – интервал отчетности $t_{\text{отч } j}$. Длительность интервала отчетности выражается числом календарных месяцев. Минимальная длительность не может быть менее 1 календарного месяца.

2. Исходные данные для оценки фактического уровня риска за текущий интервал отчетности $t_{\text{отч } j}$ должны включать в себя:

- Сведения о суммарном количестве зарегистрированных потерь поездо-часов из-за отказов системы ЖАТ за отчетный интервал $\Pi(t_{\text{отч } j})$;
- Данные о количестве зарегистрированных отказов 1 и 2 категории за текущий отчетный интервал, а также за предшествующий интервал времени в течение текущего календарного года (при наличии) до его начала и полных 3 предыдущих календарных лет $N_{12 \Sigma}(t)$, сведенные в таблицу П4.1.

Таблица П4.1

Номер интервала времени $t_{\text{отч } j}$	Количество зарегистрированных отказов 1 и 2 категории
1	$N_{12}(t_{\text{отч } 1})$
2	$N_{12}(t_{\text{отч } 2})$
3	$N_{12}(t_{\text{отч } 3})$
...	...
N	$N_{12}(t_{\text{отч } N})$

Примечание: Все интервалы времени должны иметь длительность, совпадающую с длительностью $t_{\text{отч } j}$. Последняя строка таблицы П4.1 должна соответствовать отчетному интервалу времени, сдвинутому по отношению к началу текущего календарного года не более, чем на три календарных года.

3. Расчет выполняют только для фактического значения частоты отказов 1 и 2 категории объекта ЖАТ, потери поездо-часов расчету не подвергаются, а используются те, которые были зарегистрированы.

4. Расчет фактического значения частоты отказов 1 и 2 категории объекта ЖАТ выполняют методом скользящего среднего, вычисляемого по заданному количеству наработок между отказами 1 и 2 категории.

5. Для вычисления значений наработок между отказами 1 и 2 категории в таблице П4.1 отыскивают строки, где количество зарегистрированных отказов отлично от нуля. Таким строкам при просмотре таблицы сверху вниз присваивают порядок возрастания от 1 новый индекс k , максимальное значение которого k_{max} не превышает N . После этого подсчитывают количество пустых строк по формуле:

$$M(k) = j(k+1) - j(k) \quad (\text{П4.1})$$

Для строки таблицы, соответствующей k_{max} (нижняя сторона таблицы, цензурирующая выборку) вместо расчета по формуле (П4.1) проводят вычисления по формуле:

$$M(k_{max}) = \frac{36}{t_{\text{отч } k}} \quad (\text{П4.2})$$

По результатам расчета заполняют левые два столбца таблицы П4.2.

Таблица П4.2

Номер интервала времени $t_{\text{отч } k}$	Количество зарегистрированных отказов 1 и 2 категории	Интервалы времени между событиями, выраженные в единицах измерения $t_{\text{отч } k}$	Наработки между отказами 1 и 2 категории, лет
1	$N_{12}(t_{\text{отч } 1})$	$M(1)$	$T_{12}(t_{\text{отч } 1})$
2	$N_{12}(t_{\text{отч } 2})$	$M(2)$	$T_{12}(t_{\text{отч } 2})$
3	$N_{12}(t_{\text{отч } 3})$	$M(3)$	$T_{12}(t_{\text{отч } 3})$
...
k_{max}	$N_{12}(t_{\text{отч } k_{max}})$	$M(k_{max})$	$T_{12}(t_{\text{отч } k_{max}})$

Наработки между отказами 1 и 2 категории вычисляют по формуле:

$$T_{12}(t_{\text{отч } k}) = \frac{M(k)*t_{\text{отч } k}}{12*N_{12}(t_{\text{отч } k})}, \text{ лет} \quad (\text{П4.3})$$

Результаты записывают в правый столбец таблицы П4.2.

6. Задают длину скользящего интервала z . Рекомендуемое количество наработок между отказами – $z=2$, при условии, что в таблице П4.2 имеются не менее 2 строк. В противном случае, количество используемых в расчете наработок между отказами 1 и 2 категории может уменьшаться до одной ($z=1$).

7. Средняя наработка между отказами вычисляется по формуле:

$$T_{12\text{cp}}(t_{\text{отч}_j}) = \frac{\sum_{k=1}^z T_{12}(t_{\text{отч}_k})}{z} \quad (\text{П4.4})$$

Если $N_{12}(t_{\text{отч}_j})$ равно нулю, то принимают $T_{12\text{cp}}(t_{\text{отч}_j}) = 1$

8. Фактическое значение частоты отказов 1 и 2 категории в отчетном периоде вычисляют по формуле:

$$f_{12}(t_{\text{отч}_j}) = \frac{N_{12}(t_{\text{отч}_j})}{T_{12\text{cp}}(t_{\text{отч}_j})}, \text{ 1/год} \quad (\text{П4.5})$$

Если в течение $t_{\text{отч}_j}$ количество зарегистрированных отказов $N_{12}(t_{\text{отч}_j})$ равно нулю, то независимо от значения в знаменателе формулы (П4.5)

По результатам расчета заполняют таблицу П4.3.

Таблица П4.3

Фактическое значение потерь поездо-часов за интервал времени $t_{\text{отч}_j}$, п-ч	Фактическое значение частоты отказов 1 и 2 категории, 1/год
$\Pi(t_{\text{отч}_j})$	$f_{12}(t_{\text{отч}_j})$

9. Результаты из таблицы П4.3 проецируют на нормированную матрицу рисков, построенную на отчетный период длительностью календарный год для объекта ЖАТ в соответствии с классом и специализацией железнодорожной линии, на которой он функционирует. Проектирование осуществляют путем поиска клетки в матрице удовлетворяющей значениям показателей из таблицы П4.3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Пример оценки фактического уровня риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ, на коротких интервалах отчетности

В качестве примера рассмотрим оценку фактического уровня риска, связанного с надежностью функционирования объекта ЖАТ №1, в январе и феврале 2018 г.

Исходные данные для оценки фактического уровня риска:

– Сведения о суммарном количестве зарегистрированных потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ №1:

- за январь 2018 г. $\Pi(t_{\text{отч_янв}}) = 0$;
- за февраль 2018 г. $\Pi(t_{\text{отч_февр}}) = 2,07 \text{ ч.}$

– Данные о количестве зарегистрированных отказов 1 и 2 категории за январь и февраль 2018 г., а также за предшествующий интервал времени (полных 3 предыдущих календарных года) $N_{12\sum}(t)$ представлены в таблице П5.1. Для наглядности номера интервалов времени представлены в виде двух столбцов: год и месяц.

Таблица П5.1

Номер интервала времени		Количество зарегистрированных отказов 1 и 2 категории
год	месяц	
2018	2	1
2018	1	
2017	12	1
2017	11	
2017	10	
2017	9	
2017	8	
2017	7	
2017	6	
2017	5	
2017	4	
2017	3	
2017	2	
2017	1	
2016	12	
2016	11	

2016	10	
2016	9	
2016	8	
2016	7	
2016	6	
2016	5	
2016	4	
2016	3	
2016	2	
2016	1	
2015	12	
2015	11	
2015	10	
2015	9	
2015	8	
2015	7	
2015	6	
2015	5	
2015	4	
2015	3	
2015	2	
2015	1	1

Для вычисления значений наработок между отказами 1 и 2 категории в таблице П5.1 отыскивают строки, где количество зарегистрированных отказов отлично от нуля. После этого подсчитывают количество пустых строк по формуле (П4.1). Для строки таблицы, соответствующей k_{\max} (нижняя сторона таблицы, цензурирующая выборку) вместо расчета по формуле (П4.1) проводят вычисления по формуле (П4.2). Наработки между отказами 1 и 2 категории вычисляют по формуле (П4.3):

$$T_{12}(t_{\text{отч дек2017}}) = \frac{35*1}{12*1} = 2,91667 \text{ года;}$$

$$T_{12}(t_{\text{отч февр2018}}) = \frac{2*1}{12*1} = 0,16667 \text{ года.}$$

По результатам расчета заполняют левые два столбца таблицы П5.2.

Таблица П5.2

Номер интервала времени		Количество зарегистрированных отказов 1 и 2 категорий	Интервалы времени между отказами 1 и 2 категорий, мес	Наработки между отказами 1 и 2 категорий, лет
год	месяц			
2018	2	1	2	0.16667
2018	1			
2017	12	1	35	2.91667
2017	11			
2017	10			
2017	9			
2017	8			
2017	7			
2017	6			
2017	5			
2017	4			
2017	3			
2017	2			
2017	1			
2016	12			
2016	11			
2016	10			
2016	9			
2016	8			
2016	7			
2016	6			
2016	5			
2016	4			
2016	3			
2016	2			
2016	1			
2015	12			
2015	11			
2015	10			
2015	9			
2015	8			
2015	7			
2015	6			
2015	5			
2015	4			
2015	3			
2015	2			
2015	1	1	36	3.00000

Задается длина скользящего интервала z=2.

В январе 2018 г. Отказов 1 и 2 категории не зарегистрировано. Поэтому фактическое значение частоты отказов 1 и 2 категории в январе 2018 г. Принимается равным 0.

Средняя наработка между отказами, в том числе отказов в феврале 2018 г. Вычисляется по формуле (П4.4):

$$T_{12\text{ср}}(t_{\text{отч февр}}) = \frac{0.16667 + 2.91667}{2} = 1.54167 \text{ года.}$$

Фактическое значение частоты отказов 1 и 2 категории в отчетном периоде вычисляют по формуле (П5.5):

$$f_{12}(t_{\text{отч февр}}) = \frac{1}{1.54167} = 0.64865 \text{ 1/год.}$$

По результатам расчетов заполняют таблицу П5.3.

Таблица П5.3

Период оценки	Фактическое значение потерь поездо-часов за интервал времени $t_{\text{отч } j}$, п-ч	Фактическое значение частоты отказов 1 и 2 категории, 1/год
Январь 2018 г.	0	0
Февраль 2018 г.	2,07	0,64865

Результаты из таблицы П5.3 проецируют на нормативную матрицу рисков, построенную на отчетный период длительностью календарный год для объекта ЖАТ №1 в соответствии с классом и специализацией железнодорожной линии, на которой он функционирует (рисунок П5.1).

Проецирование осуществляют путем поиска клетки в матрице рисунка П6.1, удовлетворяющей значениям показателей из таблицы П5.3:

- для января 2018 г. Выбирается строка №1 и столбец №1 в матрице рисков, что соответствует уровню риска «не принимаемому в расчет» (зеленый);
- для февраля 2018 г. Выбирается строка №4 и столбец №4 в матрице рисков, что соответствует уровню риска «недопустимому» (красный).

			Суммарные потери поездо-часов в год, п-ч			
			$\Pi < 0.22$	$0.22 \leq \Pi < 0.56$	$0.56 \leq \Pi < 1.42$	$\Pi \geq 1.42$
Частота отказов 1 и 2 категорий в год, 1/год	$f_{12} \geq 1.5$	6	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый	Недопустимый
	$0.9 \leq f_{12} < 1.5$	5	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный	Недопустимый
	$0.6 \leq f_{12} < 0.9$	4	Допустимый	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый
	$0.4 \leq f_{12} < 0.6$	3	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный	Нежелательный
	$0.2 \leq f_{12} < 0.4$	2	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Допустимый	Нежелательный
	$f_{12} < 0.2$	1	Не принимаемый в расчет	Не принимаемый в расчет	Допустимый	Нежелательный

Рисунок П5.1 – Нормативная матрица рисков, связанных с надежностью функционирования, для объекта ЖАТ №1

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Рекомендуемая оценочная шкала базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ

<u>Ожидаемый уровень риска</u>	<u>Фактический уровень риска за отчетный период</u>			
	Не принимаемый в расчёт	Допустимый	Нежелательный	Недопустимый
Недопустимый	0	0	0	30
Нежелательный	0	0	25	65
Допустимый	0	15	65	70
Не принимаемый в расчёт	15	50	70	75

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Пример оценки базового показателя качества производственного процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ

Схема оценки базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ с учетом рекомендуемой шкалы оценивания представлена на рисунке П7.1.

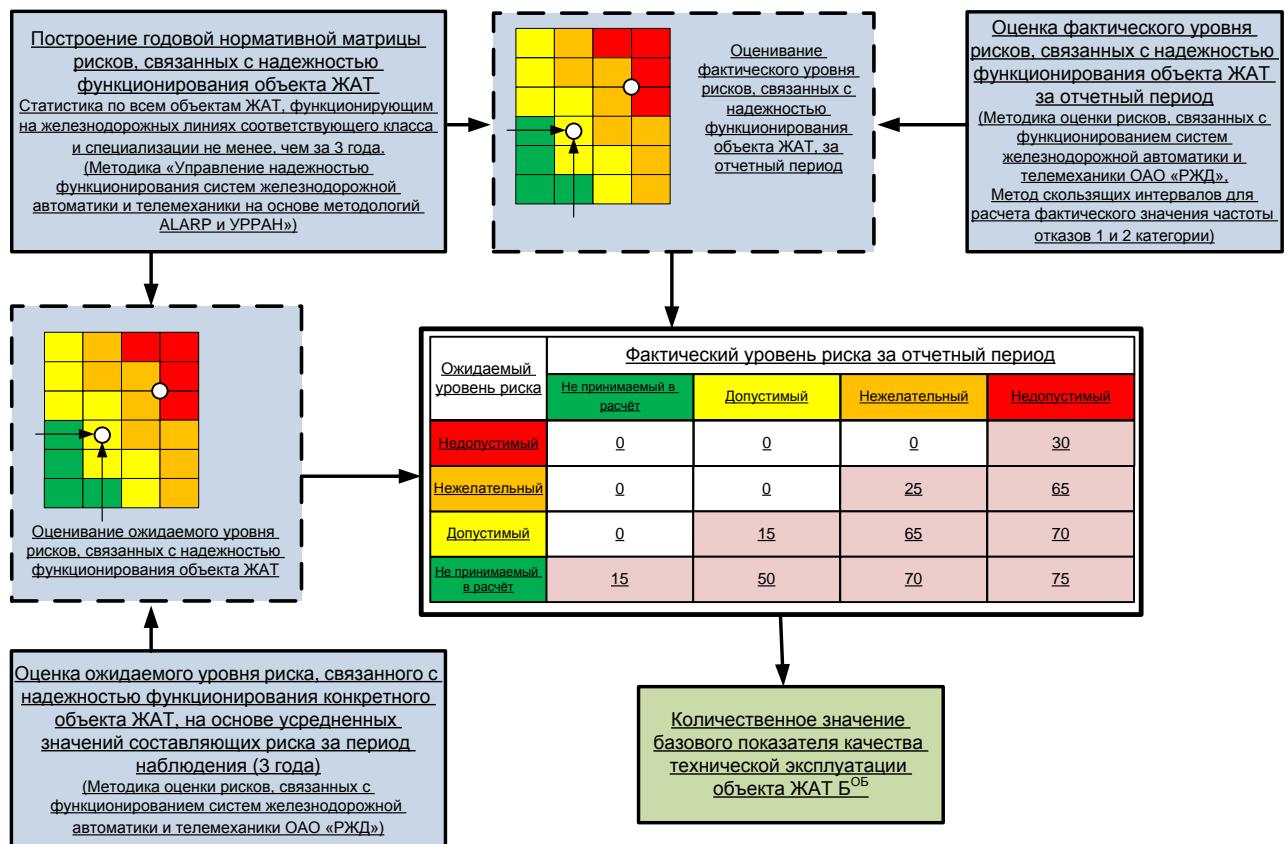


Рисунок П7.1 – Схема оценки базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ

Пусть в результате расчета, выполненного по итогам 2015, 2016 и 2017 года, ожидаемый уровень рисков, связанных с надежностью функционирования объекта ЖАТ №1, на 2018 год является «допустимым» (желтым).

В качестве примера далее рассмотрим январь и февраль 2018 года. Результаты расчета фактических уровней рисков, связанных с надежностью функционирования объекта ЖАТ №1, за отчетные периоды следующие:

- за январь 2018 года - «не принимаемый в расчет» (зеленый);

- за февраль 2018 года - «недопустимый» (красный).

Для оценки базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ №1 в январе 2018 года воспользуемся рекомендуемой шкалой оценивания из Приложения 6:

- 1) выбираем строку шкалы оценивания – ожидаемый уровень риска – «допустимый» (желтый) (рисунок П7.2);
- 2) выбираем столбец шкалы оценивания – фактические уровень риска – «не принимаемый в расчет» (зеленый) (рисунок П7.2);
- 3) на пересечении указанных выше строки и столбца шкалы оценивания определяем количественную оценку базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ №1 в январе 2018 года $B_1^{OB} = 0$ баллов и качественную оценку – «отлично» (рисунок П7.2).

<u>Ожидаемы</u> <u>уровень риска</u>	<u>Фактический уровень риска за отчетный период</u>			
	<u>Не принимаемый в</u> <u>расчёт</u>	<u>Допустимый</u>	<u>Нежелательный</u>	<u>Недопустимый</u>
<u>Недопустимый</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>30</u>
<u>Нежелательный</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>25</u>	<u>65</u>
<u>Допустимый</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>65</u>	<u>70</u>
<u>Не принимаемый</u> <u>в расчёт</u>	<u>15</u>	<u>50</u>	<u>70</u>	<u>75</u>

Рисунок П7.2 – Оценка базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ №1 в январе 2018 г.

Для оценки базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ №1 в феврале 2018 года воспользуемся рекомендуемой шкалой оценивания из Приложения 6:

- 1) выбираем строку шкалы оценивания – ожидаемый уровень риска – «допустимый» (желтый) (рисунок П7.3);
- 2) выбираем столбец шкалы оценивания – фактические уровень риска – «недопустимый» (красный) (рисунок П7.3);

3) на пересечении указанных выше строки и столбца шкалы оценивания определяем количественную оценку базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ №1 в феврале 2018 года $B_1^{OB} = 70$ баллов и качественную оценку – «удовлетворительно» (рисунок П7.3).

<u>Ожидаемый уровень риска</u>	<u>Фактический уровень риска за отчетный период</u>			
	<u>Не принимаемый в расчёт</u>	<u>Допустимый</u>	<u>Нежелательный</u>	<u>Недопустимый</u>
<u>Недопустимый</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>30</u>
<u>Нежелательный</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>25</u>	<u>65</u>
<u>Допустимый</u>	<u>0</u>	<u>15</u>	<u>65</u>	<u>70</u>
<u>Не принимаемый в расчёт</u>	<u>15</u>	<u>50</u>	<u>70</u>	<u>75</u>

Рисунок П7.3 – Оценка базового показателя качества процесса технической эксплуатации объекта ЖАТ №1 в феврале 2018 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица нарушений безопасности движения, последствий отказов средств ЖАТ,
технологических нарушений правил их эксплуатации (справочное)

№п/п	Виды транспортных происшествий, нарушений правил безопасности движения, отказов и сбоев в работе средств ЖАТ, технологических нарушений правил их	Содержание транспортных происшествий, нарушений правил безопасности движения, последствия отказов и сбоев в работе средств ЖАТ, технологических нарушений правил их эксплуатации	
		1	2
			Транспортные происшествия
1	Крушение поезда		<p>Столкновение железнодорожного подвижного состава с другим железнодорожным подвижным составом, транспортным средством, сход железнодорожного подвижного состава на перегоне и железнодорожной станции, при поездной или маневровой работе, экипировке или других передвижениях, в результате которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> - погиб один и более человек, за исключением случаев гибели людей, не являющихся работниками ОАО «РЖД» и (или) пассажирами, - либо причинен тяжкий вред здоровью 5 и более человек, за исключением несчастных случаев, расследование и учет которых осуществляется в соответствии со статьей 227 Трудового кодекса Российской Федерации, - либо возникла чрезвычайная ситуация, при которой пострадало 10 и более человек, - либо поврежден железнодорожный подвижной состав до степени исключения из инвентаря, - либо нарушены условия нормальной жизнедеятельности 100 и более человек Трудового кодекса Российской Федерации, - либо возникла чрезвычайная ситуация, при которой пострадало 10 и более человек, - либо поврежден железнодорожный подвижной состав до степени исключения из инвентаря, - либо нарушены условия нормальной жизнедеятельности 100 и более человек Трудового кодекса Российской Федерации, либо возникла чрезвычайная ситуация, при которой пострадало 10 и более человек, - либо поврежден железнодорожный подвижной состав до степени исключения из инвентаря, - либо нарушены условия нормальной жизнедеятельности 100 и более человек Трудового кодекса Российской Федерации;

1	2	3
2	Авария	<p>Столкновение железнодорожного подвижного состава с другим железнодорожным подвижным составом, транспортным средством, сход железнодорожного подвижного состава на перегоне или железнодорожной станции, при поездной или маневровой работе, экипировке или других передвижениях, в результате которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> - причинен тяжкий вред здоровью менее 5 человек, за исключением несчастных случаев, расследование и учет которых осуществляется в соответствии со статьей 227 Трудового кодекса Российской Федерации, - либо возникла чрезвычайная ситуация, при которой пострадало менее 10 человек, - либо нарушены условия жизнедеятельности менее 100 человек, - либо поврежден железнодорожный подвижной состав и для восстановления его исправного состояния требуется проведение капитального ремонта; капитального ремонта
События, связанные с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта		
3	Столкновение железнодорожного подвижного состава с другим железнодорожным подвижным составом, сход железнодорожного подвижного состава на перегоне и железнодорожной станции, при поездной или маневровой работе, экипировке или других передвижениях, не имеющее последствий, указанных в строках 1, 2 данной таблицы	
	Затопление, пожар, нарушение целостности конструкций сооружений инфраструктуры ОАО «РЖД»	Образование свободной поверхности воды на участке инфраструктуры в результате повышения уровня водотока или подземных вод, неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства, или разрушение конструкций сооружений инфраструктуры ОАО «РЖД», вызвавшие полный перерыв движения поездов хотя бы по одному из путей на перегоне на один час и более

1	2	3
	Столкновение железнодорожного подвижного состава с транспортным средством на железнодорожном переезде, не имеющее последствий, указанных в строках 1, 2 данной таблицы	
4	Отправление поезда по неготовому маршруту Прием поезда по неготовому маршруту	<p>Событие, при котором отправляющийся (следующий без остановки) поезд проследовал выходной светофор данного пути (а при отсутствии светофора - предельный столбик) хотя бы частью локомотива по разрешению на отправление, переданному машинисту поезда в соответствии с порядком, предусмотренным ПТЭ, и получении им при необходимости дополнительного указания или сигнала отправления при неготовом или неправильно приготовленном маршруте, ведущем на свободный перегон (блок-участок), а также когда поезду с электрической тягой приготовлен маршрут на неэлектрифицированный путь, путь со снятым напряжением в контактном проводе или с другим родом тока</p> <p>Событие, при котором прибывающий поезд проследовал (хотя бы частью локомотива) входной (маршрутный) светофор по разрешающему показанию, пригласительному сигналу или машинист поезда получил в соответствии с порядком, предусмотренным ПТЭ, разрешение на следование на станцию на путь (участок пути), не занятый подвижным составом, при неготовом маршруте (стрелочные переводы, охранные и предохранительные устройства установлены не по маршруту следования), а также когда поезду с электрической тягой приготовлен маршрут на неэлектрифицированный путь или по неэлектрифицированному съезду, на путь с другим родом тока или на путь со снятым напряжением в контактном проводе</p>

1	2	3
	Перевод стрелки под железнодорожным подвижным составом	
	Наезд железнодорожного подвижного состава на механизмы, оборудование и посторонние предметы (объекты)	
	Проезд железнодорожным подвижным составом запрещающего сигнала светофора или предельного столбика	
	Прием поезда на занятый железнодорожный путь Отправление поезда на занятый перегон	<p>Событие, при котором прибывающий поезд проследовал (хотя бы частью локомотива) входной (маршрутный) светофор по разрешающему показанию, пригласительному сигналу, или машинист поезда получил в соответствии с порядком, предусмотренным ПТЭ, разрешение на следование на станцию при маршруте, приготовленном на путь, занятый поездом или подвижным составом, за исключением случаев, предусмотренных ПТЭ</p> <p>Событие, при котором при открытом выходном светофоре или пригласительном сигнале или по разрешению на отправление, переданному машинисту поезда в соответствии с порядком, предусмотренным Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденными приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. N 286 (далее - ПТЭ), и получении им при необходимости дополнительного указания или сигнала отправления поезд отправился (или проследовал без остановки) и проехал выходной светофор данного пути (а при отсутствии светофора - предельный столбик) хотя бы частью локомотива, в то время как впереди расположенный перегон (путь перегона, блок-участок или стрелочно-путевой участок) занят поездом любого направления или подвижным составом</p>

1	2	3
	Развал груза в пути следования, который может угрожать безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта	Случай падения груза (контейнера) или его части на путь, а также смещение, разворот, расстройство его крепления, вызвавшие выход за установленный габарит погрузки, за исключением грузов, перевозимых насыпью или наливом
	Излом (обрыв) литых деталей железнодорожного подвижного состава (оси, осевой шейки или колеса, боковой рамы, надрессорной балки, хребтовой балки)	
	Ложное появление на напольном светофоре разрешающего показания сигнала вместо запрещающего или появление более разрешающего показания сигнала вместо показания, требующего продолжения следования поезда с уменьшенной скоростью	
	Происшествие при перевозке (транспортировке) опасных грузов	Событие, связанное с просыпанием (проливом) опасных грузов, возникшим вследствие повреждения вагона или контейнера, повреждения упаковки, неплотно закрытых люков вагона, дефекта (повреждения) котла вагона-цистерны, дефекта (повреждения) арматуры котла вагона-цистерны, дефекта (повреждения) сливного прибора вагона-цистерны и вызвавшим нанесение ущерба жизни и здоровью людей, имуществу физических или юридических лиц, окружающей природной среде, приведшее к чрезвычайным ситуациям локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального и федерального характера

Столкновение железнодорожного подвижного состава - событие, при котором произошло соударение движущегося железнодорожного подвижного состава с другим движущимся или неподвижным железнодорожным подвижным составом, транспортным средством, в результате которого допущено повреждение локомотивов в объеме текущего ремонта или вагонов в объеме текущего отцепочного ремонта (или более сложного ремонта этого подвижного состава)

Сход железнодорожного подвижного состава - событие, при котором хотя бы одно колесо движущегося железнодорожного подвижного состава сошло с головки рельса

Учет нарушений безопасности движения осуществляется в системе АС РБ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Рекомендуемые дополнительные показатели деятельности бригады дистанции СЦБ

Таблица П9.1 – Рекомендуемый перечень дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ

№ п/п	Наименование дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ	Обозначение дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ	Значимость (вес) дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ
1	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категории, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	Δ_1^{BP}	50% (0,5)
2	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категории на 1 ед. технической оснащенности	Δ_2^{BP}	16,66% (0,17)
3	Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)	Δ_3^{BP}	16,66% (0,17)
4	Уровень производительности труда	Δ_4^{BP}	16,66% (0,17)

Далее представлены рекомендуемые оценочные шкалы дополнительных показателей деятельности бригады дистанции СЦБ.

Таблица П9.2 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ_1^{BP}

№ п/п	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категории, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	Оценка дополнительного показателя Δ_1^{BP} , баллы
1	$\Delta_1^{BP} \leq 0,1$	-15
2	$0,1 < \Delta_1^{BP} \leq 0,2$	3
3	$0,2 < \Delta_1^{BP} \leq 0,3$	6
4	$0,3 < \Delta_1^{BP} \leq 0,4$	12
5	$0,4 < \Delta_1^{BP} \leq 0,5$	18
6	$0,5 < \Delta_1^{BP} \leq 0,6$	24
7	$0,6 < \Delta_1^{BP}$	30

Таблица П9.3 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ_2^{BP}

№ п/п	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категории на 1 ед. технической оснащенности	Оценка дополнительного показателя Δ_2^{BP} , баллы
1	$0 \leq \Delta_2^{BP} < 0,02N$	-5
2	$0,02N \leq \Delta_2^{BP} < 0,04N$	1
3	$0,04N \leq \Delta_2^{BP} < 0,06N$	2
4	$0,06N \leq \Delta_2^{BP} < 0,08N$	4
5	$0,08N \leq \Delta_2^{BP} < 0,1N$	6
6	$0,1N \leq \Delta_2^{BP} < 0,2N$	8
7	$0,2N \leq \Delta_2^{BP}$	10
N – количество месяцев в периоде оценки (для ежемесячной N=1, квартальной N=3, годовой N=12 оценок)		

Таблица П9.4 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ_3^{BP}

№ п/п	Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)	Оценка дополнительного показателя Δ_3^{BP} , баллы
1	$100 \leq \Delta_3^{BP}$	-5
2	$90 \leq \Delta_3^{BP} < 100$	1
3	$80 \leq \Delta_3^{BP} < 90$	2
4	$70 \leq \Delta_3^{BP} < 80$	4
5	$60 \leq \Delta_3^{BP} < 70$	6
6	$50 \leq \Delta_3^{BP} < 60$	8
7	$\Delta_3^{BP} < 50$	10

Таблица П9.5 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ_4^{BP}

№ п/п	Уровень производительности труда	Оценка дополнительного показателя Δ_4^{BP} , баллы
1	$0,95 \leq \Delta_4^{BP}$	-5
2	$0,9 \leq \Delta_4^{BP} < 0,95$	1
3	$0,8 \leq \Delta_4^{BP} < 0,9$	2
4	$0,7 \leq \Delta_4^{BP} < 0,8$	4
5	$0,6 \leq \Delta_4^{BP} < 0,7$	6
6	$0,5 \leq \Delta_4^{BP} < 0,6$	8
7	$\Delta_4^{BP} < 0,5$	10

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Рекомендуемые дополнительные показатели деятельности дистанции СЦБ

Таблица П10.1 – Рекомендуемый перечень дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ

№ п/п	Наименование дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ	Обозначение дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ	Значимость (вес) дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ
1	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категорий, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	$\Delta_1^{ШЧ}$	50% (0,5)
2	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категории на 1 ед. технической оснащенности	$\Delta_2^{ШЧ}$	16,66% (0,17)
3	Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)	$\Delta_3^{ШЧ}$	16,66% (0,17)
4	Уровень производительности труда	$\Delta_4^{ШЧ}$	16,66% (0,17)

Далее представлены рекомендуемые оценочные шкалы дополнительных показателей деятельности дистанции СЦБ.

Таблица П10.2 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $\Delta_1^{ШЧ}$

№ п/п	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категорий, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	Оценка дополнительного показателя $\Delta_1^{ШЧ}$, баллы
1	$\Delta_1^{ШЧ} \leq 0,1$	-15
2	$0,1 < \Delta_1^{ШЧ} \leq 0,2$	3
3	$0,2 < \Delta_1^{ШЧ} \leq 0,3$	6
4	$0,3 < \Delta_1^{ШЧ} \leq 0,4$	12
5	$0,4 < \Delta_1^{ШЧ} \leq 0,5$	18
6	$0,5 < \Delta_1^{ШЧ} \leq 0,6$	24
7	$0,6 < \Delta_1^{ШЧ}$	30

Таблица П10.3 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $\Delta_2^{\text{ШЧ}}$

№ п/п	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категорий на 1 ед. технической оснащенности	Оценка дополнительного показателя $\Delta_2^{\text{ШЧ}}$, баллы
1	$0 \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}} < 0,02N$	-5
2	$0,02N \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}} < 0,04N$	1
3	$0,04N \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}} < 0,06N$	2
4	$0,06N \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}} < 0,08N$	4
5	$0,08N \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}} < 0,1N$	6
6	$0,1N \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}} < 0,2N$	8
7	$0,2N \leq \Delta_2^{\text{ШЧ}}$	10

N – количество месяцев в периоде оценки (для ежемесячной N=1, квартальной N=3, годовой N=12 оценок)

Таблица П10.4 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $\Delta_3^{\text{ШЧ}}$

№ п/п	Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)	Оценка дополнительного показателя $\Delta_3^{\text{ШЧ}}$, баллы
1	$100 \leq \Delta_3^{\text{ШЧ}}$	-5
2	$90 \leq \Delta_3^{\text{ШЧ}} < 100$	1
3	$80 \leq \Delta_3^{\text{ШЧ}} < 90$	2
4	$70 \leq \Delta_3^{\text{ШЧ}} < 80$	4
5	$60 \leq \Delta_3^{\text{ШЧ}} < 70$	6
6	$50 \leq \Delta_3^{\text{ШЧ}} < 60$	8
7	$\Delta_3^{\text{ШЧ}} < 50$	10

Таблица П10.5 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $\Delta_4^{ШЧ}$

№ п/п	Уровень производительности труда	Оценка дополнительного показателя $\Delta_4^{ШЧ}$, баллы
1	$0,95 \leq \Delta_4^{ШЧ}$	-5
2	$0,9 \leq \Delta_4^{ШЧ} < 0,95$	1
3	$0,8 \leq \Delta_4^{ШЧ} < 0,9$	2
4	$0,7 \leq \Delta_4^{ШЧ} < 0,8$	4
5	$0,6 \leq \Delta_4^{ШЧ} < 0,7$	6
6	$0,5 \leq \Delta_4^{ШЧ} < 0,6$	8
7	$\Delta_4^{ШЧ} < 0,5$	10

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Рекомендуемые дополнительные показатели деятельности службы Ш

Таблица П11.1 – Рекомендуемый перечень дополнительных показателей деятельности службы Ш

№ п/п	Наименование дополнительного показателя деятельности службы Ш	Обозначение дополнительного показателя деятельности службы Ш	Значимость (вес) дополнительного показателя деятельности службы Ш
1	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категорий, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	$\Delta_1^{Ш}$	50% (0,5)
2	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категории на 1 ед. технической оснащенности	$\Delta_2^{Ш}$	16,66% (0,17)
3	Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)	$\Delta_3^{Ш}$	16,66% (0,17)
4	Уровень производительности труда	$\Delta_4^{Ш}$	16,66% (0,17)

Далее представлены рекомендуемые оценочные шкалы дополнительных показателей деятельности службы Ш.

Таблица П11.2 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности службы Ш $\Delta_1^{Ш}$

№ п/п	Доля отказов объектов ЖАТ 1 и 2 категорий, вызванных субъективным влиянием человеческого фактора	Оценка дополнительного показателя $\Delta_1^{Ш}$, баллы
1	$\Delta_1^{Ш} \leq 0,1$	-15
2	$0,1 < \Delta_1^{Ш} \leq 0,2$	3
3	$0,2 < \Delta_1^{Ш} \leq 0,3$	6
4	$0,3 < \Delta_1^{Ш} \leq 0,4$	12
5	$0,4 < \Delta_1^{Ш} \leq 0,5$	18
6	$0,5 < \Delta_1^{Ш} \leq 0,6$	24
7	$0,6 < \Delta_1^{Ш}$	30

Таблица П11.3 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности службы III Δ_2^{III}

№ п/п	Количество отказов устройств ЖАТ 1, 2 и 3 категорий на 1 ед. технической оснащенности	Оценка дополнительного показателя Δ_2^{III} , баллы
1	$0 \leq \Delta_2^{III} < 0,02N$	-5
2	$0,02N \leq \Delta_2^{III} < 0,04N$	1
3	$0,04N \leq \Delta_2^{III} < 0,06N$	2
4	$0,06N \leq \Delta_2^{III} < 0,08N$	4
5	$0,08N \leq \Delta_2^{III} < 0,1N$	6
6	$0,1N \leq \Delta_2^{III} < 0,2N$	8
7	$0,2N \leq \Delta_2^{III}$	10

N – количество месяцев в периоде оценки (для ежемесячной N=1, квартальной N=3, годовой N=12 оценок)

Таблица П11.4 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности службы III Δ_3^{III}

№ п/п	Процент выполнения комплекса организационно-технических мероприятий (ОТМ)	Оценка дополнительного показателя Δ_3^{III} , баллы
1	$100 \leq \Delta_3^{III}$	-5
2	$90 \leq \Delta_3^{III} < 100$	1
3	$80 \leq \Delta_3^{III} < 90$	2
4	$70 \leq \Delta_3^{III} < 80$	4
5	$60 \leq \Delta_3^{III} < 70$	6
6	$50 \leq \Delta_3^{III} < 60$	8
7	$\Delta_3^{III} < 50$	10

Таблица П11.5 – Оценочная шкала дополнительного показателя деятельности службы III Δ_4^{III}

№ п/п	Уровень производительности труда	Оценка дополнительного показателя Δ_4^{III} , баллы
1	$0,95 \leq \Delta_4^{III}$	-5
2	$0,9 \leq \Delta_4^{III} < 0,95$	1
3	$0,8 \leq \Delta_4^{III} < 0,9$	2
4	$0,7 \leq \Delta_4^{III} < 0,8$	4
5	$0,6 \leq \Delta_4^{III} < 0,7$	6
6	$0,5 \leq \Delta_4^{III} < 0,6$	8
7	$\Delta_4^{III} < 0,5$	10

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Формирование оценочных шкал общего дополнительного показателя деятельности структурного подразделения хозяйства автоматики и телемеханики

Формирование оценочных шкал общего дополнительного показателя деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики (бригады, дистанции СЦБ, службы Ш) выполняются однократно для установленного перечня частных дополнительных показателей деятельности и их оценочных шкал. В случае изменения данного перечня и оценочных шкал соответствующим распоряжением Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» необходимо заново произвести формирование данных оценочных шкал.

Формирование оценочной шкалы общего дополнительного показателя деятельности структурного подразделения хозяйства автоматики и телемеханики выполним на примере оценочной шкалы общего дополнительного показателя бригады дистанции СЦБ с учетом рекомендованных значений оценки дополнительных показателей деятельности (Приложение 9).

Максимально возможное количество штрафных баллов, полученных за дополнительные показатели, Δ_{\max}^{BP} определяется по формуле (3.6):

$$\Delta_{\max}^{BP} = \sum_{i=1}^4 \Delta_{i \max}^{BP} = 30 + 10 + 10 + 10 = 60.$$

Максимально возможное количество поощрительных баллов, полученных за дополнительные показатели, Δ_{\min}^{BP} определяется по формуле (3.7):

$$\Delta_{\min}^{BP} = \sum_{i=1}^4 \Delta_{i \min}^{BP} = -15 - 5 - 5 - 5 = -30.$$

Далее определяются остальные границы интервалов уровней оценочной шкалы общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ Δ^{BP} :

- $0,75 \cdot D_{\min}^{BP} = 0,75 \cdot (-30) = -22,5;$
- $0,5 \cdot D_{\min}^{BP} = 0,5 \cdot (-30) = -15;$
- $0,25 \cdot D_{\min}^{BP} = 0,25 \cdot (-30) = -7,5;$
- $0,75 \cdot D_{\max}^{BP} = 0,75 \cdot 60 = 45;$
- $0,5 \cdot D_{\max}^{BP} = 0,5 \cdot 60 = 30;$
- $0,25 \cdot D_{\max}^{BP} = 0,25 \cdot 60 = 15.$

Формируется оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ D^{BP} в виде таблицы П12.1.

Таблица П12.1 – Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности бригады дистанции СЦБ D^{BP}

Диапазон значений D_{Σ}^{BP} , баллы	Оценка показателя D^{BP} , баллы
$-30 \leq D_{\Sigma}^{BP} < -22,5$	-25
$-22,5 \leq D_{\Sigma}^{BP} < -15$	-15
$-15 \leq D_{\Sigma}^{BP} < -7,5$	-10
$-7,5 \leq D_{\Sigma}^{BP} < 0$	-5
$D_{\Sigma}^{BP} = 0$	0
$0 < D_{\Sigma}^{BP} \leq 15$	5
$15 < D_{\Sigma}^{BP} \leq 30$	10
$30 < D_{\Sigma}^{BP} \leq 45$	15
$45 < D_{\Sigma}^{BP} \leq 60$	25

Аналогично на основании Приложения 8 формируется оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $D^{ШЧ}$ (таблица П12.2) и на основании Приложения 11 формируется оценочная шкала

общего дополнительного показателя деятельности службы Ш $\mathcal{D}^{Ш}$ (таблица П12.3).

Таблица П12.2 – Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности дистанции СЦБ $\mathcal{D}^{ШЧ}$

Диапазон значений $\mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ}$, баллы	Оценка показателя $\mathcal{D}^{ШЧ}$, баллы
$-30 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} < -22,5$	-25
$-22,5 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} < -15$	-15
$-15 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} < -7,5$	-10
$-7,5 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} < 0$	-5
$\mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} = 0$	0
$0 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} \leq 15$	5
$15 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} \leq 30$	10
$30 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} \leq 45$	15
$45 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{ШЧ} \leq 60$	25

Таблица П12.3 – Оценочная шкала общего дополнительного показателя деятельности службы Ш $\mathcal{D}^{Ш}$

Диапазон значений $\mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш}$, баллы	Оценка показателя $\mathcal{D}^{Ш}$, баллы
$-30 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш} < -22,5$	-25
$-22,5 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш} < -15$	-15
$-15 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш} < -7,5$	-10
$-7,5 \leq \mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш} < 0$	-5
$\mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш} = 0$	0
$0 < \mathcal{D}_{\Sigma}^{Ш} \leq 15$	5

Продолжение табл. П12.3

Диапазон значений $D_{\Sigma}^{Ш}$, баллы	Оценка показателя $D^{Ш}$ баллы
$15 < D_{\Sigma}^{Ш} \leq 30$	10
$30 < D_{\Sigma}^{Ш} \leq 45$	15
$45 < D_{\Sigma}^{Ш} \leq 60$	25

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Пример построения нормативной матрицы рисков, связанных с безопасностью функционирования устройств и систем ЖАТ

Оценка частот и уровня потерь производится на основании данных из отраслевых автоматизированных систем об опасных событиях по ответственности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики.

По проявившимся видам рисков из числа входящих в реестр рисков, сформированный уполномоченными специалистами Управления автоматики и телемеханики, строятся таблицы П13.1-П13.4.

Таблица П13.1 – Данные по риску с последствиями: «Столкновение и сход железнодорожного подвижного состава при поездной работе, экипировке и прочих передвижениях»

Входные данные			Рассчитываемые данные	
Год	Столкновение и сход железнодорожного подвижного состава при поездной работе (кол-во событий) f(i)	Суммарный ущерб от транспортных происшествий данного вида (тыс. руб.) W _п (i)	Суммарный ущерб в единицах 2011 г. (тыс. руб.) W(i)	Средний ущерб на 1 случай ТП (тыс. руб.) C(i)
1	2	3	4	5
2011	0	0	0	0
2012	1	1235	1177,55	1177,55
2013	1	5,53	4.93	4.93
2014	1	1422	1188,03	1188,03
2015	0	0	0	0
Средневзвешенное значение на 1 сход				474,10

Таблица П13.2 – Данные по риску с последствиями «Столкновение и сход железнодорожного подвижного состава при маневровой работе, экипировке и прочих передвижениях»

Входные данные			Рассчитываемые данные	
Год	Столкновение и сход ж.д. подвижного состава при маневровой работе, экипировке и прочих передвижениях (кол-во событий) f(i)	Суммарный ущерб от транспортных происшествий данного вида (тыс. руб.) W _n (i)	Суммарный ущерб в единицах 2011 г. (тыс. руб.) W(i)	Средний ущерб на 1 случай ТП (тыс. руб.) C(i)
1	2	3	4	5
2011	6	411,4	411,4	68,56
2012	4	557,75	531,69	132,9
2013	2	55,1	49,18	24,59
2014	3	300,04	250,76	83,58
2015	2	1,1	0,84	0,42
Средневзвешенное значение на 1 сход				62,02

Таблица П13.3 – Данные по рискам с последствиями «Затопление, пожар, нарушение инфраструктуры» и «Перевод стрелки под железнодорожным подвижным составом»

Входные данные			Рассчитываемые данные	
Год	«Перевод стрелки под поездом» (2013г.) «Затопление, пожар, нарушение инфраструктуры..» (2014 г.) (кол-во событий) f(i)	Суммарный ущерб от транспортных происшествий данного вида (тыс. руб.) W _n (i)	Суммарный ущерб в единицах 2011 г. (тыс. руб.) W(i)	Средний ущерб на 1 случай ТП (тыс. руб.) C(i)
1	2	3	4	5
2011	0	0	0	0
2012	0	0	0	0
2013	1	299,8	267,6	267,6
2014	1	459,5	384,0	192,0
2015	0	0	0	0
Средневзвешенное значение на 1 ТП				91,9

Таблица П13.4 – Суммарное количество НБД и ущерб от них

Входные данные			Рассчитываемые данные	
Год	Кол-во НБД (кол-во событий)	Суммарный ущерб от транспортных происшествий (тыс. руб.) W _{n(i)}	Суммарный ущерб в единицах 2011 г. (тыс. руб.) W(i)	Средний ущерб на 1 случай ТП (тыс. руб.) C(i)
1	2	3	4	5
2011	6	411,4	411,4	68,57
2012	5	1793	1709,25	341,85
2013	4	360,4	321,69	107,23
2014	6	2181,05	1822,84	455,71
2015	2	1,1	0,84	0,42
Средневзвешенное значение на 1 ТП				194,75

Определяются верхняя f_{\max} и нижняя границы f_{\min} годовых частот проявлений данного вида рисков: $f_{\min} = 2$; $f_{\max} = 6$.

Рассчитываются коэффициенты пересчета ущербов в единицы первого из рассчитываемых годов, в данном примере – 2011 года.

Коэффициенты пересчета берутся на основании среднегодовых индексов потребительских цен, по отношению к предыдущему году (за исключением 2011 года).

Расчет коэффициентов производится по формулам:

$$K_1 = 1, \text{ при } i = 1, \quad (\text{П13.1})$$

$$K_i = \frac{K_{i-1}}{I_i} \cdot 100, \text{ при } i > 1. \quad (\text{П13.2})$$

Результаты расчета сводятся в таблицу П13.5.

Таблица П13.5 – Коэффициенты пересчета ущербов в единицы первого из рассчитываемых годов

Год	Значение порядкового номера (i)	I_i (%)	K_i
2011	1	100,0	1
2012	2	104,9	0,953
2013	3	106,8	0,892
2014	4	106,8	0,836
2015	5	109,5	0,763

Значения ущербов в одних единицах рассчитываются по формуле:

$$W(i) = W_n(i) \cdot K_i, \quad (\text{П13.3})$$

где $W_n(i)$ – суммарный годовой ущерб от всех случаев данного вида риска

(столбец 3, таблицы П13.1 – П13.4),

$W(i)$ – суммарный годовой ущерб от всех случаев риска в одних единицах

(столбец 4, таблицы П13.1 – П13.4).

Средний ущерб на одно НБД рассчитывается по формуле:

$$C(i) = \frac{W(i)}{f(i)}, \quad (\text{П13.4})$$

где $f(i)$ – количество проявлений данного риска в i -м году,

$C(i)$ – средний ущерб на 1 случай в i -м году.

Результаты размещаются в колонку 5 таблиц П13.1 – П13.4.

Далее выбираются границы средних ущербов – ($C_{\min}; C_{\max}$).

В данном примере $C_{\min} = 0,42$; $C_{\max} = 1188$.

Величина риска вида j рассчитывается по формуле:

$$R_j(i) = f(i) \cdot C(i). \quad (\text{П13.5})$$

Размерность полученной величины тыс. руб./год. Если необходимо оценивать риски в более узкие периоды (час, месяц, квартал) то величина $R_j(i)$ делится на число этих периодов в году:

- час – 365·24;

- месяц – 12;

- квартал – 4.

Размерность риска при этом выражается в тыс. руб./час, тыс. руб./мес., тыс. руб./кв. соответственно.

Величина риска по всем значимым видам риска за год i рассчитывается по формуле:

$$R_i = \sum_{j=1}^7 R_j(i). \quad (\text{П13.6})$$

В качестве критерия приемлемости риска, для риска из реестра с номером j выбираются величины:

- 1) Допустимого уровня риска $R_{j\text{donY}}$
- 2) Коэффициент шага шкалы матрицы риска K .

По принципу «ALARP» величина $R_{j\text{donY}}$ рассчитывается, как среднее за имеющиеся годы данных по рискам:

$$R_{i\text{don}} = \frac{\sum_{j=1}^n R_j(i)}{n}. \quad (\text{П13.7})$$

Коэффициент K ($K > 1$) рассчитывается таким образом, чтобы:

- 1) границы шкалы матрицы риска по частоте, связанные с K , содержали в себе определенный по данным таблиц П13.1 – П13.4 интервал $(f_{\min}; f_{\max})$;
- 2) границы шкалы матрицы риска по уровню потерь, содержали в себе интервал $(C_{\min}; C_{\max})$.

Для оценки технологических рисков применяется матрица с ограниченной шкалой. Принятый размер матрицы 6x4. Шкала матрицы – степенная. Расчет параметров шкалы матрицы риска производится согласно схеме, представленной в Методических рекомендациях по построению матрицы рисков, утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 22 сентября 2016 г. №1946р.

Риски шкалы по частоте: $A_{-3}, A_{-2}, A_{-1}, A_0, A_1, A_2, A_3$.

Риски шкалы по уровню потерь: $B_{-2}, B_{-1}, B_0, B_1, B_2$.

Условия для расчета параметров матрицы риска:

$$A_m = K^{1/3} \cdot A_{m-1}, \quad (\text{П13.8})$$

$$B_m = K^{2/3} \cdot B_{m-1}, \quad (\text{П13.9})$$

$$R_{donY} = B_0 \cdot A_3, \quad (\text{П13.10})$$

$$(f_{\min}; f_{\max}) \subset (A_{-3}; A_3), \quad (\text{П13.11})$$

$$(C_{\min}; C_{\max}) \subset (B_{-2}; B_2), \quad (\text{П13.12})$$

где m – целый индекс (m от -2 до 3).

Расчет производится в «EXCEL», а также может быть реализован в автоматизированной системе:

Берем $A_3 > f_{\max}; B_2 > C_{\max} \cdot A_3$.

1) Сначала рассчитывается K , так, чтобы выполнялись условия (П13.11), (П13.12).

Коэффициент K подбирается из условий:

$$A_3 \cdot K^{-2} < f_{\min}, \quad (\text{П13.13})$$

$$B_2 \cdot K^{-8/3} < C_{\min}. \quad (\text{П13.14})$$

2) Используя ячейки, где находятся числа K , A_3 , B_3 , риски шкалы рассчитываются по формулам:

$$A_{3-j} = A_3 \cdot K^{-j/3}, \quad (\text{П13.15})$$

$$B_{2-j} = B_2 \cdot K^{-2j/3}. \quad (\text{П13.16})$$

3) Меняя 2-й знак числа K , K подбирается таким образом, чтобы выполнялось и условие (П13.10). При этом достаточно добиться совпадения первых двух знаков равенства (П13.10).

При этом риски (A_m и B_m) шкалы будут вычислены автоматически.

Далее строится матрица «вероятность-тяжесть последствий» (одна из форм матрицы риска), при этом шкалы вероятностей и последствий разбиваются на рассчитанные выше интервалы, которым присваиваются соответствующие категории. Наносящаяся при этом координатная сетка разделяет первый квадрант

плоскости «вероятность-последствия» на совокупность ячеек, каждой из которых присваивается определенный уровень критичности, с определенными допущениями называемый уровнем риска R: недопустимый (красный цвет), нежелательный (оранжевый цвет), допустимый (желтый цвет) и не принимаемы в расчет (зеленый цвет).

Полученная матрица «вероятность-тяжесть последствий» для рисков, связанных безопасностью функционирования устройств и систем ЖАТ представлена в виде таблицы П13.6.

Таблица П13.6 – Матрица рисков, связанных с уровнем безопасности устройств и систем ЖАТ

		Уровни тяжести последствий (тыс. руб.)			
		0.95≤ C≤ 6.39	6.39 ≤C<42.66	42.66≤C<284.7	284.7≤C≤1900
		незначительный	серьезный	критический	катастрофический
Уровни частоты (1/год)		1	2	3	4
7.74≤ f<20.	частое				
3.00 ≤ f<7.74	вероятное				
1.16 ≤f<3.00	случайное				
0.45≤f<1.16	редкое				
0.17 ≤f<0.45	крайне редкое				
0.07 ≤ f<0.17	Маловероятное				

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Оценка значения уровня частоты риска, связанного с безопасностью
функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках

Методика оценки фактического уровня частоты риска, связанного с безопасностью функционирования системы ЖАТ на конкретной сортировочной горке (конкретного объекта ЖАТ), на основе метода скользящего среднего значения интервала между опасными событиями.

1. Данные для расчета фактического уровня частоты риска представляют собой статистический отчет, описывающий функционирование конкретного объекта ЖАТ (системы ЖАТ на конкретной сортировочной горке) за заданный интервал времени – интервал отчетности $t_{\text{отч } j}$. Длительность интервала отчетности выражается числом календарных месяцев. Минимальная длительность не может быть менее 1 календарного месяца.

2. Исходные данные для оценки фактического уровня частоты риска по безопасности за текущий интервал отчетности $t_{\text{отч } j}$ должны включать в себя данные из АС РБ о количестве зарегистрированных нарушений безопасности движения, последствий отказов средств ЖАТ, технологических нарушений правил их эксплуатации за текущий отчетный интервал, а также за предшествующий интервал времени в течение текущего календарного года (при наличии) до его начала и полных 3 предыдущих календарных лет $N_{\text{НБД}}(t)$, сведенные в таблицу П14.1.

Таблица П14.1

Номер интервала времени $t_{\text{отч } j}$	Количество зарегистрированных НБД, последствий отказов средств ЖАТ, технологических нарушений правил их эксплуатации
1	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 1})$
2	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 2})$
3	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 3})$
...	...
N	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } N})$

Примечание: Все интервалы времени должны иметь длительность, совпадающую с длительностью $t_{\text{отч}j}$. Последняя строка таблицы П14.1 должна соответствовать отчетному интервалу времени, сдвинутому по отношению к началу текущего календарного года не более, чем на три календарных года.

3. В зависимости от уровня управления и наличия достаточной статистической информации по НБД из АС РБ, т.к. количество НБД по Управлению автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры невелико, согласно Методике оценки рисков в области функциональной безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД» (для управления автоматики и телемеханики), утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 01.12.2016 №2439р, исходные данные могут быть дополнены отказами объекта ЖАТ, полученными из КАС АНТ. Тогда формируется таблица П14.2, последний столбец которой используется для оценки фактического уровня риска, связанного с безопасностью объекта ЖАТ.

Таблица П14.2

Номер интервала времени $t_{\text{отч}j}$	Количество зарегистри- рованных НБД, последствий отказов средств ЖАТ (объекта ЖАТ), технологических нарушений правил их эксплуатации	Количество зарегистри- рованных отказов объекта ЖАТ	Количество зарегистрированных событий для оценки фактического значения уровня частоты риска для объекта ЖАТ
1	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 1})$	$N_{1,2,3}(t_{\text{отч } 1})$	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 1}) + N_{1,2,3}(t_{\text{отч } 1})$
2	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 2})$	$N_{1,2,3}(t_{\text{отч } 2})$	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 2}) + N_{1,2,3}(t_{\text{отч } 2})$
3	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 3})$	$N_{1,2,3}(t_{\text{отч } 3})$	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 3}) + N_{1,2,3}(t_{\text{отч } 3})$
...
N	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } N})$	$N_{1,2,3}(t_{\text{отч } N})$	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } N}) + N_{1,2,3}(t_{\text{отч } N})$

4. Расчет фактического значения частоты рисков, связанных с безопасностью функционирования объекта ЖАТ, выполняют методом скользящего среднего, вычисляемого по заданному количеству наработок между НБД.

5. Для вычисления значений наработок между НБД в таблице П14.1 отыскивают строки, где количество зарегистрированных НБД отлично от нуля. Таким строкам при просмотре таблицы сверху вниз присваивают порядок возрастания от 1 новый индекс k , максимальное значение которого k_{\max} не превышает N . После этого подсчитывают количество пустых строк по формуле:

$$M(k) = j(k+1) - j(k) \quad (\text{П14.1})$$

Для строки таблицы, соответствующей k_{\max} (нижняя сторона таблицы, цензурирующая выборку) вместо расчета по формуле (П14.1) проводят вычисления по формуле:

$$M(k_{\max}) = \frac{36}{t_{\text{отч } j}} \quad (\text{П14.2})$$

По результатам расчета заполняют левые два столбца таблицы П14.3.

Таблица П14.3

Номер интервала времени $t_{\text{отч } k}$	Количество зарегистрированных НБД	Интервалы времени между НБД, выраженные в единицах измерения $t_{\text{отч } k}$	Наработки между НБД, лет
1	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 1})$	$M(1)$	$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 1})$
2	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 2})$	$M(2)$	$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 2})$
3	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 3})$	$M(3)$	$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } 3})$
...
k_{\max}	$N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } k_{\max}})$	$M(k_{\max})$	$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } k_{\max}})$

Наработки между НБД вычисляются по формуле:

$$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч } k}) = \frac{M(k)*t_{\text{отч } k}}{12*N_{12}(t_{\text{отч } k})}, \text{ лет} \quad (\text{П14.3})$$

Результаты записываются в правый столбец таблицы Б.3.

6. Задается длина скользящего интервала z . Рекомендуемое количество наработок между НБД – $z=2$, при условии, что в таблице Б.3 имеются не менее 2 строк. В противном случае, количество используемых в расчете наработок между НБД может уменьшаться до одной ($z=1$).

7. Средняя наработка между НБД вычисляется по формуле:

$$T_{\text{НБДср}}(t_{\text{отч}j}) = \frac{\sum_{k=1}^z T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч}k})}{z} \quad (\text{П14.4})$$

Если $N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч}j})$ равно нулю, то принимают $T_{\text{НБДср}}(t_{\text{отч}j}) = 1$.

8. Фактическое значение частоты НБД категории в отчетном периоде вычисляют по формуле:

$$f_{\text{НБД}}(t_{\text{отч}j}) = \frac{N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч}j})}{T_{\text{НБДср}}(t_{\text{отч}j})}, \text{ 1/год} \quad (\text{П14.5})$$

Если в течение $t_{\text{отч}j}$ количество зарегистрированных отказов $N_{\text{НБД}}(t_{\text{отч}j})$ равно нулю, то независимо от значения в знаменателе формулы (П14.5) $f_{\text{НБД}}(t_{\text{отч}j}) = 0$.

В качестве примера рассмотрена оценка фактического уровня частоты риска, связанного с безопасностью функционирования объекта ЖАТ на сортировочной горке, в марте и июле 2018 г. С учетом не только НБД из АС РБ, но и отказов из КАС АНТ.

Исходные данные о количестве зарегистрированных НБД и отказов за март и июль 2018 г., а также за предшествующий интервал времени (полных 3 предыдущих календарных года) $N_{\text{НБД}\Sigma}(t)$ и $N_{1,2,3\Sigma}(t)$ представлены в таблице П14.4. Для наглядности номера интервалов времени представлены в виде двух столбцов: год и месяц.

Таблица П14.4

Номер интервала времени		Количество зарегистрированных НБД	Количество зарегистрированных отказов 1, 2 и 3 категорий	Количество зарегистрированных событий для оценки фактического значения уровня частоты риска
год	месяц			
2018	7	1		1
2018	6			
2018	5			
2018	4			
2018	3		1	1
2018	2			
2018	1			
2017	12			
2017	11			
2017	10			
2017	9			
2017	8			
2017	7			
2017	6			

2017	5			
2017	4			
2017	3			
2017	2			
2017	1			
2016	12			
2016	11			
2016	10			
2016	9			
2016	8			
2016	7			
2016	6			
2016	5			
2016	4			
2016	3			
2016	2			
2016	1			
2015	12			
2015	11			
2015	10			
2015	9			
2015	8			
2015	7			
2015	6			
2015	5			
2015	4			
2015	3			
2015	2			
2015	1		1	1

Для вычисления значений наработок между событиями в таблице П14.4 (последний столбец) отыскиваются строки, где количество зарегистрированных событий отлично от нуля. После этого подсчитывают количество пустых строк по формуле (П14.1). Для строки таблицы, соответствующей k_{max} (нижняя сторона таблицы, цензурирующая выборку) вместо расчета по формуле (П14.1) проводят вычисления по формуле (П14.2). Наработки между событиями вычисляют по формуле (П14.3):

$$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч апрель 2018}}) = \frac{38*1}{12*1} = 3,167 \text{ года};$$

$$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч июль 2018}}) = \frac{4*1}{12*1} = 0,25 \text{ года.}$$

По результатам расчета заполняют левые два столбца таблицы П14.5.

Таблица П14.5

Номер интервала времени		Количество зарегистрированных событий для оценки фактического значения уровня частоты риска	Интервалы времени между событий для оценки фактического значения уровня частоты риска, мес	Наработки между событий для оценки фактического значения уровня частоты риска, лет
год	месяц			
2018	7	1	4	0,333
2018	6			
2018	5			
2018	4			
2018	3	1	38	3,167
2018	2			
2018	1			
2017	12			
2017	11			
2017	10			
2017	9			
2017	8			
2017	7			
2017	6			
2017	5			
2017	4			
2017	3			
2017	2			
2017	1			
2016	12			
2016	11			
2016	10			
2016	9			
2016	8			
2016	7			
2016	6			
2016	5			
2016	4			
2016	3			
2016	2			
2016	1			
2015	12			
2015	11			
2015	10			
2015	9			
2015	8			
2015	7			
2015	6			
2015	5			
2015	4			
2015	3			
2015	2			
2015	1	1	36	3.00000

Задается длина скользящего интервала $z=2$.

Средняя наработка между событиями, в том числе НБД в июле 2018 г. Вычисляется по формуле (П14.4):

$$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч июль}}) = \frac{0,333+3,167}{2} = 1,75 \text{ года.}$$

Фактическое значение частоты рисков, связанных с безопасностью функционирования, в отчетном периоде вычисляется по формуле (П14.5):

$$f_{\text{НБД}}(t_{\text{отч июль}}) = \frac{1}{1,75} = 0,571 \text{ 1/год.}$$

Средняя наработка между событиями, в том числе НБД в марте 2018 г. Вычисляется по формуле (П14.4):

$$T_{\text{НБД}}(t_{\text{отч март}}) = \frac{3+3,167}{2} = 3,0835 \text{ года.}$$

Фактическое значение частоты рисков, связанных с безопасностью функционирования, в отчетном периоде вычисляется по формуле (П14.5):

$$f_{\text{НБД}}(t_{\text{отч март}}) = \frac{1}{3,0835} = 0,324 \text{ 1/год.}$$

При этом в апреле, мае и июне 2018 г. НБД и отказов 1, 2 и 3 категории не зарегистрировано. Поэтому фактическое значение частоты рисков в апреле, мае и июне 2018 г. Принимаются равными 0, что соответствует «маловероятному» уровню частоты в матриц рисков. В свою очередь, используя матрицу рисков из таблицы П13.6, уровень частоты риска, связанного с безопасностью функционирования объекта ЖАТ, в марте 2018 г. Соответствует «крайне редкому», а в июле 2018 г. – «редкому».

Методика оценки значения частоты риска, связанного с безопасностью функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках, на основе Методики оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», утвержденной ОАО «РЖД» 21 ноября 2015 г.

Исходные данные для оценки частоты риска, связанного с уровнем безопасности функционирования системы ЖАТ на конкретной сортировочной горке (объекта ЖАТ), приведены в таблице П14.6.

Таблица П14.6 – Исходные данные для оценки частоты риска, связанного с уровнем безопасности функционирования систем ЖАТ на конкретной сортировочной горке (объекта ЖАТ)

№	Обозначение показателя	Наименование показателя, единица измерения	Источник для расчета величины показателя
1	λ_ϕ^o	Фактическое значение интенсивности опасных отказов системы ЖАТ на сортировочной горке, 1/ч	Рассчитывается согласно п. 5 настоящей Методики. При отсутствии опасных отказов системы ЖАТ за расчетный период можно принять $\lambda_\phi^o = \lambda_o^o = 1 \cdot 10^{-6} 1/\text{ч}$.
2	$T_{заш}$	Среднее время перехода в защитное состояние (время обнаружения отказа) системы ЖАТ на сортировочной горке, мин.	Характеристика системы ГАЦ (при отсутствии данных в соответствии с Методикой оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», можно принять $T_{заш}=2$ мин.)
3	$\lambda_{ваг}$	Реальная производительность сортировочной горки, ваг./сутки	Характеристика сортировочной горки
4	$T_{ваг}$	Среднее время движения отцепа («плохого» бегуна) по маршруту на сортировочной горке, мин.	Характеристика сортировочной горки, (при отсутствии данных по сортировочной горке для расчетов можно принять $T_{ваг}=5$ мин.)

Далее по формулам (П14.6) – (П14.9) рассчитываются показатели, представленные в таблице П14.7:

$$\bar{\tau}_A = T_{ваг}/60, \quad (\text{П14.6})$$

$$\bar{\tau}_H = 24/\lambda_{ваг}, \quad (\text{П14.7})$$

$$\bar{\tau}_O = T_{заш}/60, \quad (\text{П14.8})$$

$$\bar{\tau}_T = 1/\lambda_\phi^o, \quad (\text{П14.9})$$

Таблица П14.7

Обозначение показателя	Наименование показателя
$\bar{\tau}_A$	Средняя длительность активного состояния объекта ЖАТ* (системы ЖАТ на заданной сортировочной горке), ч
$\bar{\tau}_P$	Средняя длительность пассивного состояния объекта ЖАТ** (системы ЖАТ на заданной сортировочной горке), ч
$\bar{\tau}_O$	Средняя длительность опасного состояния объекта ЖАТ (системы ЖАТ на заданной сортировочной горке), ч
$\bar{\tau}_H$	Средняя длительность неопасного состояний объекта ЖАТ (системы ЖАТ на заданной сортировочной горке), ч

* Активное состояние объекта ЖАТ (системы ЖАТ на заданной сортировочной горке): это такое состояние объекта ЖАТ, при котором объект ЖАТ в течение некоторого интервала времени используется в реализации функций по управлению и регулированию процесса движения подвижной единицы на сортировочной горке, а параметры функционирования объекта ЖАТ влияют на безопасность движения подвижной единицы (в соответствии с Методикой оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», утвержденной ОАО «РЖД» 21 ноября 2015 г.).

**Пассивное состояние объекта ЖАТ (системы ЖАТ на заданной сортировочной горке): это такое состояние объекта ЖАТ, когда он в течение некоторого интервала времени не участвует в реализации функций по управлению и регулированию процесса движения подвижной единицы на сортировочной горке, а параметры функционирования объекта ЖАТ не влияют на безопасность движения подвижной единицы (в соответствии с Методикой оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», утвержденной ОАО «РЖД» 21 ноября 2015 г.).

Математическое ожидание длительности совпадения активных и опасных состояний объекта ЖАТ определяется по формуле:

$$\bar{\tau}_{AO} = \frac{\bar{\tau}_A \cdot \bar{\tau}_O}{\bar{\tau}_A + \bar{\tau}_O}. \quad (\text{П14.10})$$

Частота возникновения риска, связанного с уровнем безопасности функционирования систем ЖАТ на сортировочных горках (частота перехода системы ЖАТ в активное опасное состояние) определяется по формуле:

$$P_{AO} = \frac{\bar{\tau}_O + \bar{\tau}_A}{(\bar{\tau}_A + \bar{\tau}_P)(\bar{\tau}_O + \bar{\tau}_H)}. \quad (\text{П14.11})$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Оценка дополнительного показателя качества эксплуатации устройств ЖАТ на сортировочной горке

Таблица П15.1 – Нарушения обязательных требований законодательства в области обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта и требований, установленных нормативно-технической документацией ОАО «РЖД», при обслуживании систем ЖАТ на сортировочных горках

Выявленные нарушения		Кол-во фактов	Баллы за один факт нарушения	Сумма баллов за нарушение
Нарушения нормативно-технической документации	Факты выявленных нарушений			
1 «Выполнение графика технического обслуживания»				
Нарушение п. 35 приложения № 3 к ПТЭ (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)				
Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)				
Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)				
Нарушение Инструкции по технической эксплуатации устройств и систем СЦБ механизированных и автоматизированных сортировочных горок, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.02.2015 г. № 452р (1001,1005, 2002, 4095,				

Выявленные нарушения			Баллы за один факт нарушения	Сумма баллов за нарушение
Нарушения нормативно-технической документации	Факты выявленных нарушений	Кол-во фактов		
4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)				
2 «Ведение технической документации»				
Нарушение п. 37 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)				
Нарушение п. 46 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)				
Нарушение п. 47 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)				
Нарушение Инструкции по ведению технической документации железнодорожной автоматики и телемеханики, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 18.08.2015 г. № 2080р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)				
Нарушение Инструкции по технической эксплуатации устройств и систем СЦБ механизированных и автоматизированных сортировочных горок, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.02.2015 г. № 452р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)				
ИТОГО количество баллов за выявленные нарушения требований и правил безопасности движения при техническом обслуживании и ремонте устройств и систем ГАЦ				$\Delta_{\Sigma G}$

Таблица П15.2 – Перечень балльных оценок выявленных нарушений требований и правил безопасности движения при техническом обслуживании и ремонте систем ЖАТ на сортировочных горках

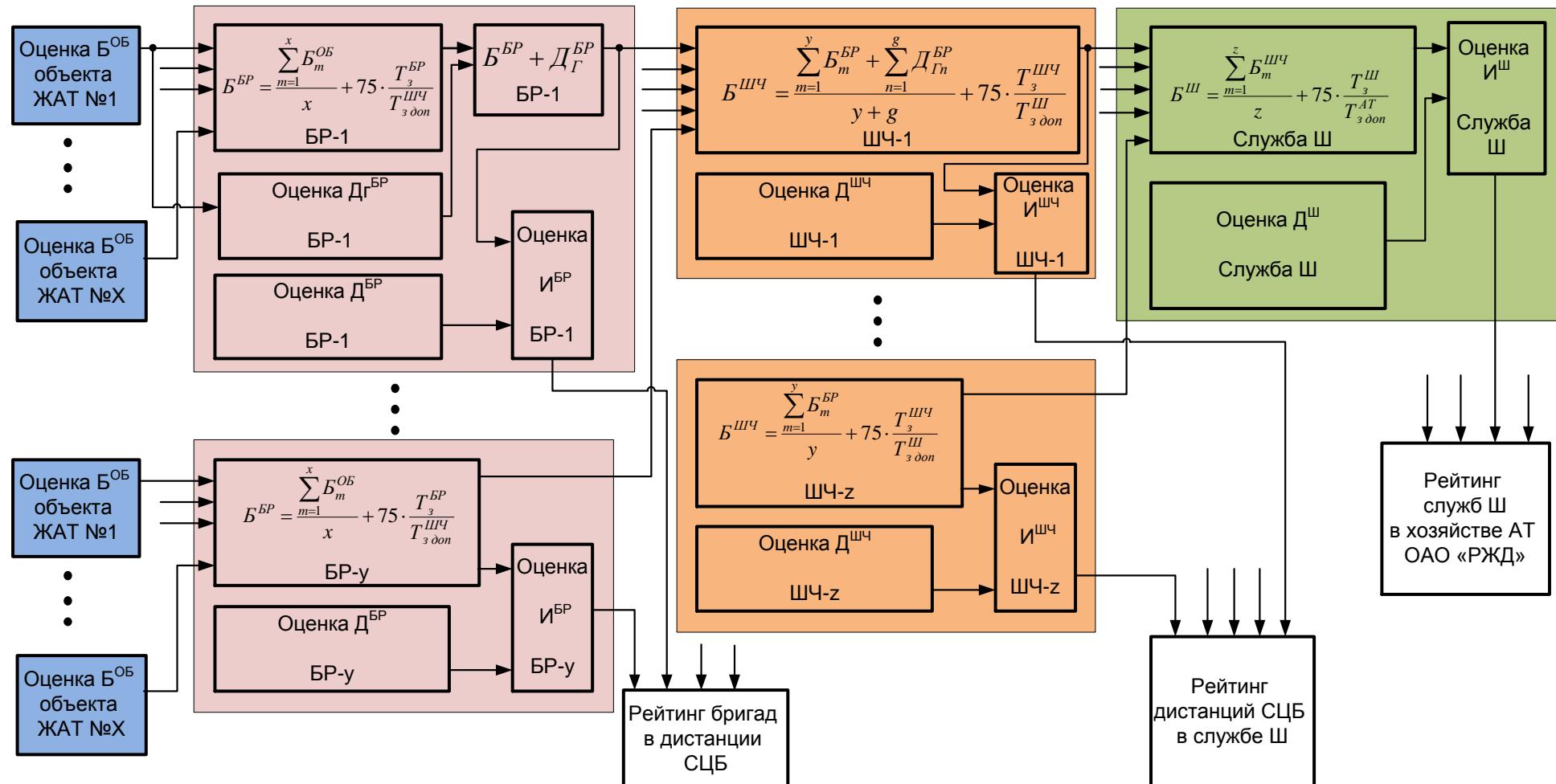
№ п/п	Нарушения требований и правил безопасности движения	Баллы
1	2	3
1.	Замыкание остряка или подвижного сердечника крестовины при закладке щупа толщиной 4 мм между остряком и рамным рельсом, подвижным сердечником и усовиком на стрелочных переводах (отставание на 4 мм и более)	15
2.	Наличие кабелей СЦБ с заниженным сопротивлением изоляции жил относительно земли или между собой	15

№ п/п	Нарушения требований и правил безопасности движения	Баллы
1	2	3
3.	Наличие рельсовых цепей с завышенным напряжением на путевых реле или путевых приемниках	15
4.	Установка на релейных стативах, в релейных шкафах, в панелях питания несанкционированных перемычек на контактах реле, релейных блоках и другой аппаратуры, а также подпитка их обмоток	15
5.	Установка на релейных стативах, в релейных шкафах, в панелях питания предохранителей с завышенным номиналом проволоки или плавкой вставки или с неопределенным номиналом проволоки (жуком)	15
6.	Нарушение проверки взаимозависимостей при вводе в эксплуатацию новых устройств и систем ЖАТ, после проведения ремонтных работ на действующих устройствах	15
7.	Не обеспечение шунтовой чувствительности рельсовых цепей	15
8.	Выполнение работ на путях с нарушением габарита соседних путей, без принятий соответствующих мер	15
9.	Отказы технических средств ЖАТ, а также нарушения нормальной работы устройств	10
10.	Наличие светофоров, видимость сигналов которых не соответствует требованиям ПТЭ	10
11.	Наличие неисправных, с отступлениями от норм технического состояния изолирующих стыков, токопроводящих рельсовых стыков	10
12.	Отмена комиссионного осмотра с назначением повторного осмотра	10
13.	Фиктивная отписка устранения неисправностей выявленных при проведении комиссионных месячных осмотров (в том числе в программе АС КМО) при фактическом неустранении	10
14.	Фиктивная отписка устранения неисправностей выявленных при проведении осмотров объектов инфраструктуры под председательством НЗ Тер (в том числе в программе АС КМО) при фактическом неустранении	10
15.	Фиктивная отписка устранения неисправностей выявленных при проведении осмотров объектов инфраструктуры под председательством Н (в том числе в программе АС КМО) при фактическом неустранении	10
16.	Невыполнение ревизорского указания (РУ)	10
17.	Нарушение утвержденного графика или состава комиссии при проведении комиссионного месячного осмотра	10
18.	Включенные в работу реле и приборы ЖАТ с просроченным сроком проверки в условиях РТУ дистанции.	10
19.	Включенные в работу реле и приборы ЖАТ с просроченным назначенным сроком службы или полностью отработавшие свой ресурс	10
20.	Несоответствие действующего монтажа утвержденным монтажным и принципиальным схемам	10
21.	Невыполнение графика технологического процесса	10

№ п/п	Нарушения требований и правил безопасности движения	Баллы
1	2	3
22.	Нарушение норм и перечней пломбирования реле типа НР	10
23.	Выполнение работ в устройствах ЖАТ без оформления соответствующей записи в журнале ф. ДУ-46и выключения данных устройств из централизации с получением регистрируемого приказа от сменного инженера дистанции СЦБ	10
24.	Неисправность вагонных замедлителей	10
25.	Неисправности устройств автоматики и УЗП на переездах	10
26.	Сбой в работе устройств ГАЛС	5
27.	Скрытые случаи нарушения безопасности движения поездов	5
28.	Нарушение противопожарного режима на постах ЭЦ, в релейных модулях и магнитных ДГА	5
29.	Нарушение периодичности выполнения графика технологического процесса	5
30.	Выполнение работ в устройствах ЖАТ без оформления соответствующей записи в журнале ф. ДУ-46	5
31.	Нарушение периодичности сверки технической документации на соответствие действующим устройствам и выполненному монтажу	5
32.	Нарушение порядка проведения Дня безопасности	5
33.	Факты невыполнения личных нормативов	5
34.	Не проведение (или проведение с низким качеством) технических занятий	3
35.	Отсутствие на рабочих местах дубликатов Инструкций по использованию устройствами СЦБ, карт технологического процесса	3
36.	Несвоевременное внесение изменений в техническую документацию, в действующие устройства	3
37.	Нарушение порядка выдачи предупреждений	3
38.	Нарушение порядка передачи информации между ШН, ШНС, ПДБ, ПД, ДСП, ДНЦ, и другими работниками	2
39.	Нарушение порядка проверки и сохранности пломб на обустройствах пульт-табло. Ящиках зависимости исполнительных аппаратов, курбелей, и их срыв без соответствующей записи в журнале формы ДУ-46	2
40.	Невыполнение мероприятий по итогам ранее проведенных технических ревизий (проверок) (за каждый пункт норматива)	2
41.	Нарушение регламента взаимодействия	2
42.	Нарушение ведения документации, в т.ч. несвоевременное оформление или отсутствие записей (каждый случай)	1
43.	Нарушение порядка приема сдачи дежурств работниками	1

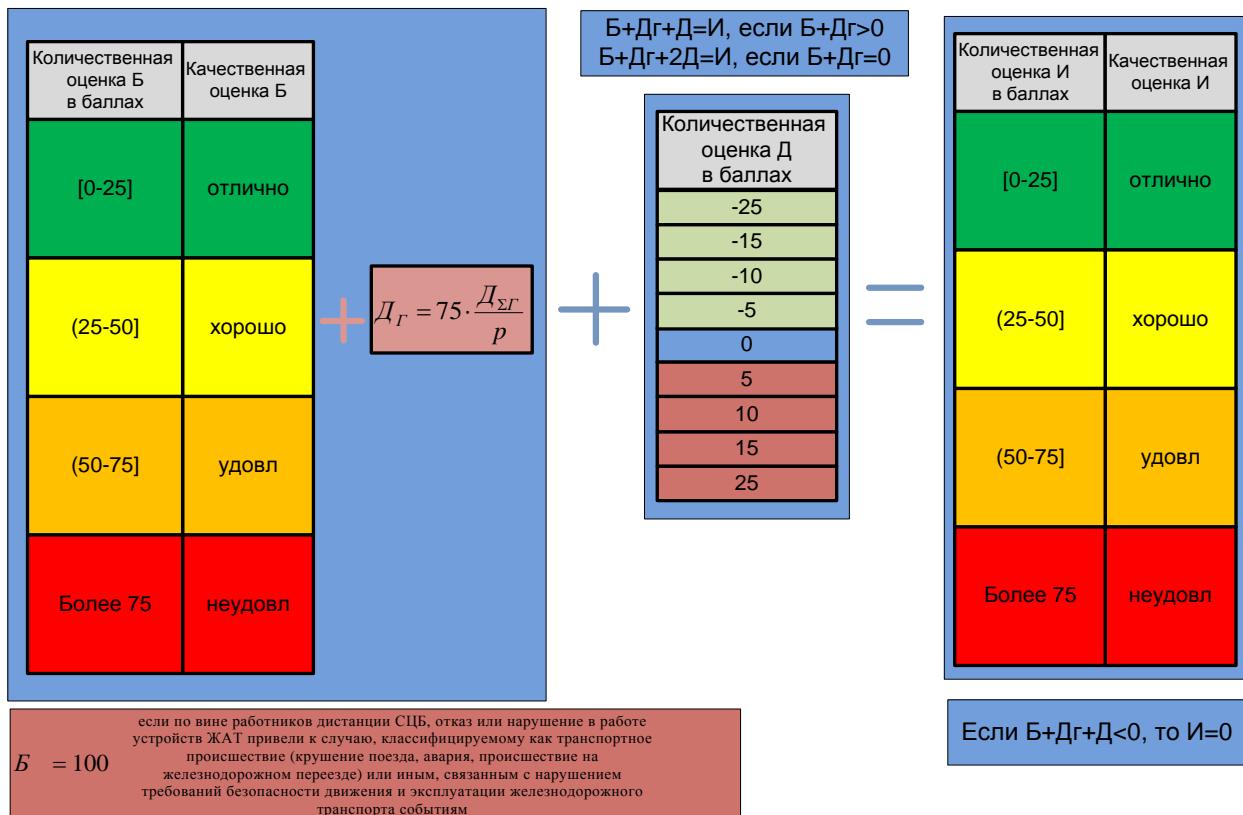
ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Схема комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, имеющих устройства ЖАТ на сортировочных горках в границах производственной деятельности



ПРИЛОЖЕНИЕ 17

Оценка интегрального показателя деятельности бригады дистанции СЦБ



ПРИЛОЖЕНИЕ 18

Перечень оценки выявленных нарушений (рекомендуемое)

Таблица П18.1 – Перечень оценки выявленных нарушений, для расчета коэффициента потенциальной опасности

№ п/п	Нарушения требований и правил безопасности движения	Баллы
Хозяйство автоматики и телемеханики		
1.	Замыкание остряка или подвижного сердечника крестовины при закладке щупа толщиной 4 мм между остряком и рамным рельсом, подвижным сердечником и усовиком на стрелочных переводах (отставание на 4 мм и более)	15
2.	Наличие на станциях и перегонах кабелей СЦБ с заниженным сопротивлением изоляции жил относительно земли или между собой	15
3.	Наличие на станциях и перегонах рельсовых цепей с завышенным напряжением на путевых реле или путевых приемниках	15
4.	Установка на релейных стативах, в релейных шкафах, в панелях питания несанкционированных перемычек на контактах реле, релейных блоках и другой аппаратуры, а также подпитка их обмоток	15
5.	Установка на релейных стативах, в релейных шкафах, в панелях питания предохранителей с завышенным номиналом проволоки или плавкой вставки или с неопределенным номиналом проволоки (жуком)	15
6.	Нарушение проверки взаимозависимостей при вводе в эксплуатацию новых устройств и систем ЖАТ, после проведения ремонтных работ на действующих устройствах	15
7.	Не обеспечение шунтовой чувствительности рельсовых цепей на станциях и перегонах	15
8.	Выполнение работ на путях станций и перегонов с нарушением габарита соседних путей, без принятых соответствующих мер	15
9.	Отказы технических средств ЖАТ, а также нарушения нормальной работы устройств	10
10.	Наличие на станциях и перегонах светофоров, видимость сигналов которых не соответствует требованиям ПТЭ	10
11.	Наличие на станциях и перегонах неисправных, с отступлениями от норм технического состояния изолирующих стыков, токопроводящих рельсовых стыков	10
12.	Отмена комиссионного осмотра с назначением повторного осмотра	10
13.	Фиктивная отписка устранения неисправностей выявленных при проведении комиссионных месячных осмотров (в том числе в программе АС КМО) при фактическом неустранении	10
14.	Фиктивная отписка устранения неисправностей выявленных при проведении осмотров объектов инфраструктуры под председательством НЗ Тер (в том числе в программе АС КМО) при фактическом не устранении	10
15.	Фиктивная отписка устранения неисправностей выявленных при проведении осмотров объектов инфраструктуры под председательством Н (в том числе в программе АС КМО) при фактическом не устранении	10
16.	Невыполнение ревизорского указания (РУ)	10

№ п/п	Нарушения требований и правил безопасности движения	Баллы
17.	Нарушение утвержденного графика или состава комиссии при проведении комиссионного месячного осмотра	10
18.	Включенные в работу реле и приборы ЖАТ с просроченным сроком проверки в условиях РТУ дистанции.	10
19.	Включенные в работу реле и приборы ЖАТ с просроченным назначенным сроком службы или полностью отработавшие свой ресурс	10
20.	Несоответствие действующего монтажа утвержденным монтажным и принципиальным схемам	10
21.	Невыполнение графика технологического процесса	10
22.	Нарушение норм и перечней пломбирования реле типа НР	10
23.	Выполнение работ в устройствах ЖАТ без оформления соответствующей записи в журнале ф. ДУ-46и выключения данных устройств из централизации с получением регистрируемого приказа от сменного инженера дистанции СЦБ	10
24.	Неисправность вагонных замедлителей	10
25.	Неисправности устройств автоматики и УЗП на переездах	10
26.	Нарушение технологии проверки и ремонта в РТУ	10
27.	Сбой в работе устройств АЛСН	5
28.	Скрытые случаи нарушения безопасности движения поездов	5
29.	Нарушение противопожарного режима на постах ЭЦ, в релейных модулях и модулях ДГА	5
30.	Нарушение периодичности выполнения графика технологического процесса	5
31.	Выполнение работ в устройствах ЖАТ без оформления соответствующей записи в журнале ф. ДУ-46	5
32.	Нарушение периодичности сверки технической документации на соответствие действующим устройствам и выполненному монтажу	5
33.	Не выключение из централизации пути, на котором длительное время отстаиваются вагоны	5
34.	Нарушение порядка проведения Дня безопасности	5
35.	Факты невыполнения личных нормативов	5
36.	Не проведение (или проведение с низким качеством) технических занятий	3
37.	Отсутствие на рабочих местах дубликатов Инструкций по пользованию устройствами СЦБ, карт технологического процесса	3
38.	Несвоевременное внесение изменений в техническую документацию, в действующие устройства	3
39.	Нарушение порядка выдачи предупреждений	3
40.	Нарушение порядка передачи информации между ШН, ШНС, ПДБ, ПД, ДСП, ДНЦ, и другими работниками	2
41.	Нарушение порядка проверки и сохранности пломб на обустройствах пульт-табло. Ящиках зависимости исполнительных аппаратов, курбелей, и их срыв без	2

№ п/п	Нарушения требований и правил безопасности движения соответствующей записи в журнале формы ДУ-46	Баллы
42.	Невыполнение нормативов личного участия в обеспечении безопасности движения руководителями ШЧ (за каждый пункт норматива)	2
43.	Невыполнение мероприятий по итогам раннее проведенных технических ревизий (проверок) (за каждый пункт норматива)	2
44.	Нарушения, допущенные при анализе и расследовании отказов технических средств и технологических нарушений	2
45.	Нарушение регламента взаимодействия	2
46.	Нарушение ведения документации, в т.ч. несвоевременное оформление или отсутствие записей (каждый случай)	1
47.	Нарушение порядка приема сдачи дежурств работниками	1

Примечание:

Для объективной оценки состояния функциональной безопасности по результатам проведенной технической ревизии структурного подразделения, необходимо реализовать в системе АС РБ КР, выполнение расчета коэффициента потенциальной опасности работы структурного подразделения (K_{no}), по предлагаемой формуле:

$$K_{no} = \sum_{i=1}^n B_i$$

где n – количество выявленных нарушений.

Если несоответствие выявлено повторно, то

$$K_{no} = \sum_{i=1}^n B_i \cdot k$$

Таблица П18.2 – Значения коэффициента повтора (k)

$n_{\text{повтор}}$	от 1 до 3	от 4 до 6	более 6
K	1,2	1,5	2

где $n_{\text{повтор}}$ – количество повторно выявленных нарушений

Таблица П18.3 – Уровни безопасности, соответствующие K_{no}

	допустимый	нежелательный	опасный
K_{no}	не более 300	От 301 до 2000	более 2001

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

Перечень нарушений условий безопасности производственных процессов
хозяйства автоматики и телемеханики (рекомендуемое)

Перечень возможных нарушений условий безопасности, учитываемых при количественной оценке функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики представлен в таблице П19.1.

Таблица П19.1 – Перечень нарушений условий безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики

№ п/п	Выявленные нарушения
Основной процесс – 1 «Обслуживание технических средств»	
Процесс – 1.1 «Обслуживание устройств сигнализации, централизации и блокировки (далее – СЦБ)»	
Подпроцесс – 1.1.1 «Обслуживание стрелочных переводов»	
1	Нарушение п. 29 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 4103)
2	Нарушение п. 33 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 4103)
3	Нарушение п. 14 приложения № 6 к ПТЭ (3001)
4	Нарушение р. 2.2 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (3001, 4136)
5	Нарушение р. 2.3 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (3001, 4136)
6	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4136)
7	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 5031)
8	Нарушение р. 10.4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 4112, 5031)
9	Нарушение р. 10.5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 4112, 4136, 5031)
10	Нарушение р. 10.6 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 4112, 5031)
Подпроцесс – 1.1.2 «Обслуживание светофоров»	

№ п/п	Выявленные нарушения
11	Нарушение п. 4 приложения № 3 к ПТЭ (4130)
12	Нарушение раздела 3 ИСИ (4126, 4130, 4137, 4160, 5001)
13	Нарушение р. 6 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (4126, 4130, 4137, 4160, 5001)
14	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4126, 4130, 4137, 4160, 5001)
15	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4126, 4130, 4137, 4160, 5001)
16	Нарушение р. 10.4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4126, 4130, 4137, 4160, 5001)
Подпроцесс – 1.1.3 «Обслуживание приборов СЦБ»	
17	Нарушение р. 8 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
18	Нарушение р. 10.15 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
19	Нарушение р. 11 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
20	Нарушение Типового положения о ремонтно-технологическом участке дистанции СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 г. № 2819р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
Подпроцесс – 1.1.4 «Обслуживание защитных устройств»	
21	Нарушение р. 8 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
22	Нарушение р. 10.15 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
23	Нарушение р. 11 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
24	Нарушение Типового положения о ремонтно-технологическом участке дистанции СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 г. № 2819р (1001, 1003, 1005, 2002, 3017, 4090, 4129, 4139, 4150, 4152, 4160, 5023, 5024, 5026)
Подпроцесс – 1.1.5 «Обслуживание рельсовых цепей»	
25	Нарушение п. 31 приложения № 3 к ПТЭ (4090)

№ п/п	Выявленные нарушения
26	Нарушение п. 52 приложения № 3 к ПТЭ (1001, 1005, 4001, 4090, 4107, 4123, 4129, 4133, 4135, 4139, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5040)
27	Нарушение Устройств и элементов рельсовых линий и тяговой рельсовой сети. Технические требования и нормы содержания, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 3.04.2012 г. № 651р (1001, 1005, 4001, 4090, 4107, 4123, 4129, 4133, 4135, 4139, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5040)
28	Нарушение р. 4 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р
29	Нарушение р. 5 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1001, 1005, 4001, 4090, 4107, 4123, 4129, 4133, 4135, 4139, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5040)
30	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 4001, 4107, 4133, 5023, 5024, 5038, 5040)
31	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 4001, 4090, 4107, 4123, 4129, 4133, 4135, 4139, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5040)
32	Нарушение р. 10.7 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 4001, 4090, 4107, 4123, 4129, 4133, 4135, 4139, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5040)
33	Нарушение р. 10.8 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 4001, 4090, 4107, 4123, 4129, 4133, 4135, 4139, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5040)
Подпроцесс – 1.1.6 «Обслуживание аппаратов управления»	
34	Нарушение п. 46 приложения № 3 к ПТЭ (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
35	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
36	Нарушение р. 10.9 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
37	Нарушение р. 10.10 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
38	Нарушение р. 10.11 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
39	Нарушение р. 10.12 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО

№ п/п	Выявленные нарушения
	«РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
40	Нарушение р. 10.13 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 2002, 3010, 4045, 4129, 4151, 4153, 5022, 5023, 5024, 5026, 5038)
Подпроцесс – 1.1.7 «Обслуживание аккумуляторов»	
41	Нарушение п. 1 приложения № 4 к ПТЭ (4129, 4138)
42	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.201 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
43	Нарушение р. 10.19 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
Подпроцесс – 1.1.8 «Обслуживание устройств электропитания»	
44	Нарушение п. 1 приложения № 4 к ПТЭ (4129, 4138)
45	Нарушение п. 2 приложения № 4 к ПТЭ (4129, 4138)
46	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
47	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
48	Нарушение р. 10.19 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
Подпроцесс – 1.1.9 «Обслуживание переездов»	
49	Нарушение п. 36 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
50	Нарушение Условий эксплуатации железнодорожных переездов, утвержденных приказом Минтранса РФ от 31.07.2015 г. № 237. (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
51	Нарушение р. 9 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
52	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
53	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
54	Нарушение р. 10.17 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038)

№ п/п	Выявленные нарушения
55	Нарушение Методических указаний по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-276-00. Расчет параметров работы переездной сигнализации, утвержденные письмом МПС РФ от 4.11.2000 г. № ЦШТех-11/58 (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
56	Нарушение Пешеходные переходы через железнодорожные пути. Технические требования, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2009 г. № 2655р (1005, 4045, 4107, 4126, 4130, 4131, 4137, 4151, 4160, 5001, 5023, 5024, 5038, 5041, 5042)
Подпроцесс – 1.1.10 «Обслуживание кабельных сетей»	
57	Нарушение п. 42 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4090, 4096, 4107, 4123, 4126, 4129, 4132, 4140, 4160, 5001, 5022, 5023, 5038)
58	Нарушение п. 43 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4090, 4096, 4107, 4123, 4126, 4129, 4132, 4140, 4160, 5001, 5022, 5023, 5038)
59	Нарушение Приложения 5 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1005, 4090, 4096, 4107, 4123, 4126, 4129, 4132, 4140, 4160, 5001, 5022, 5023, 5038)
60	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р
61	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4090, 4096, 4107, 4123, 4126, 4129, 4132, 4140, 4160, 5001, 5022, 5023, 5038)
62	Нарушение р. 10.18 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4090, 4096, 4107, 4123, 4126, 4129, 4132, 4140, 4160, 5001, 5022, 5023, 5038)
Подпроцесс – 1.1.12 «Организация мониторинга работоспособности устройств СЦБ»	
63	Нарушение р. 6 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1005, 4107, 4126, 4129, 4131, 4132, 4133, 4160, 4177, 5001, 5022, 5023, 5024, 5025, 5038)
64	Нарушение р. 10.16 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015г. № 3168р (1001, 1005, 4107, 4126, 4129, 4131, 4132, 4133, 4160, 4177, 5001, 5022, 5023, 5024, 5025, 5038)
Подпроцесс – 1.1.13 «Проверка зависимостей»	
65	Нарушение п. 48 приложения № 3 к ПТЭ (4090, 4096, 4097, 4103, 4129, 4153, 41605001, 5022, 5038)
66	Нарушение п. 49 приложения № 3 к ПТЭ (4090, 4096, 4097, 4103, 4129, 4153, 41605001, 5022, 5038)
67	Нарушение Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (4090, 4096, 4097, 4103, 4129, 4153, 41605001, 5022, 5038)
68	Нарушение р. 2.6 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4096, 4097, 4103, 4129, 4153, 41605001, 5022,

№ п/п	Выявленные нарушения
	5038)
69	Нарушение р. 10.14 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4096, 4097, 4103, 4129, 4153, 41605001, 5022, 5038)
Подпроцесс – 1.1.14 «Ведение технической документации»	
70	Нарушение п. 37 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
71	Нарушение п. 46 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
72	Нарушение п. 47 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
73	Нарушение Инструкции по ведению технической документации железнодорожной автоматики и телемеханики, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 18.08.2015 г. № 2080р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
74	Нарушение Методических указаний по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-276-00. Расчет параметров работы переездной сигнализации, утвержденные письмом МПС РФ от 4.11.2000 г. № ЦШТех-11/58 (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
75	Нарушение Пешеходные переходы через железнодорожные пути. Технические требования, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2009 г. № 2655р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
Процесс – 1.2 «Обслуживание устройств ГАЦ»	
Подпроцесс – 1.2.1 «Выполнение графика технического обслуживания»	
76	Нарушение п. 35 приложения № 3 к ПТЭ (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)
77	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)
78	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)
79	Нарушение Инструкции по технической эксплуатации устройств и систем СЦБ механизированных и автоматизированных сортировочных горок, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.02.2015 г. № 452р (1001,1005, 2002, 4095, 4096,4097, 4102,4103, 4112, 4129, 5024, 5030,5031, 5038)
Подпроцесс – 1.2.2 «Ведение технической документации»	
80	Нарушение п. 37 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
81	Нарушение п. 46 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
82	Нарушение п. 47 приложения № 3 к ПТЭ (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
83	Нарушение Инструкции по ведению технической документации железнодорожной автоматики и телемеханики, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 18.08.2015

№ п/п	Выявленные нарушения
	г. № 2080р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
84	Нарушение Инструкции по технической эксплуатации устройств и систем СЦБ механизированных и автоматизированных сортировочных горок, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.02.2015 г. № 452р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
Процесс – 1.3 «Обслуживание других устройств ЖАТ»	
Подпроцесс – 1.3.1 «Обслуживание КТСМ»	
85	Нарушение п. 38 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4001, 4107, 4150, 4153, 4160)
86	Нарушение Инструкции по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, от 30.12.1996 г. № ЦВ-ЦШ-453 (1005, 4001, 4107, 4150, 4153, 4160)
87	Нарушение Инструкции по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 18.03.2016 г. № 469р (1005, 4001, 4107, 4150, 4153, 4160)
Подпроцесс – 1.3.2 «Обслуживание ДГА»	
88	Нарушение п. 2 приложения № 4 к ПТЭ (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
89	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
90	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
91	Нарушение р. 10.19 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4090, 4107, 4123, 4129, 4138)
Подпроцесс – 1.3.3 «Обслуживание устройств УКСПС»	
92	Нарушение п. 38 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4107, 4139, 4177, 5022, 5023, 5024)
93	Нарушение р. 10 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1005, 4107, 4139, 4177, 5022, 5023, 5024)
94	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4107, 4139, 4177, 5022, 5023, 5024)
95	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4107, 4139, 4177, 5022, 5023, 5024)
96	Нарушение р. 10.22 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4107, 4139, 4177, 5022, 5023, 5024)
Подпроцесс – 1.3.4 «Обслуживание устройств ДЦ»	
97	Нарушение п. 30 приложения № 3 к ПТЭ (1001, 1005, 2004, 4129, 5038)
98	Нарушение п. 44 приложения № 3 к ПТЭ (1001, 1005, 2004, 4129, 5038)
99	Нарушение Стандарта СТО РЖД 1.19.—1-2005 Средства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта микропроцессорных устройств СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от

№ п/п	Выявленные нарушения
	16.12.2015 г. № 2133р (1001, 1005, 2004, 4129, 5038)
Подпроцесс – 1.3.5 «Обслуживание микропроцессорных устройств сервисным методом»	
100	Нарушение Регламента взаимодействия между участниками процесса технического обслуживания и ремонта систем и устройств ЖАТ ОАО «РЖД», осуществляемых специализированными организациями, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2017 г. № 2827р (1001, 1005, 4107, 4126, 4129, 4131, 4132, 4133, 4160, 4177, 5001, 5022, 5023, 5024, 5025, 5038)
Подпроцесс – 1.3.6 «Обслуживание устройств УТС»	
101	Нарушение р. 2.2 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (3001, 4136)
102	Нарушение р. 2.3 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (3001, 4136)
103	Нарушение р. 4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4136)
104	Нарушение р. 5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 5031)
105	Нарушение р. 10.4 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 4112, 5031)
106	Нарушение р. 10.5 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 4112, 4136, 5031)
107	Нарушение р. 10.6 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (4001, 4102, 4103, 4112, 5031)
Процесс – 1.4 «Обеспечение требований пожарной безопасности на постах ЭЦ»	
108	Нарушение Правил противопожарного режима в РФ от 25 апреля 2012 г. N 390 (4153)
109	Нарушение Правил пожарной безопасности на железнодорожном транспорте ЦУО-112-99 (4153)
Основной процесс – 2 «Капитальный ремонт и ввод в действие новых технических средств»	
Процесс – 2.1 «Надзор за подрядными организациями»	
110	Нарушение Положения об обеспечении безопасной эксплуатации технических сооружений и устройств железных дорог при строительстве, реконструкции и (или) ремонте объектов инфраструктуры ОАО «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 30.08.2013 г. № 1932р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
Процесс – 2.2 «Пусконаладочные работы»	
111	Нарушение п. 48 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
112	Нарушение п. 49 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)

№ п/п	Выявленные нарушения
113	Нарушение Стандарта ОАО «РЖД» системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию. СТО РЖД 19.002-2011, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 5.09.2011 г. № 1932р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
114	Нарушение Стандарта СТО РЖД 1.19.—1-2005 Средства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта микропроцессорных устройств СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 16.12.2015 г. № 2133р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
Процесс – 2.3 «Ввод в эксплуатацию устройств»	
115	Нарушение п. 48 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
116	Нарушение п. 49 приложения № 3 к ПТЭ (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
117	Нарушение Стандарта ОАО «РЖД» системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию. СТО РЖД 19.002-2011, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 5.09.2011 г. № 1932р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
Процесс – 2.4 «Капитальный ремонт устройств ЖАТ»	
118	Нарушение Положения об обеспечении безопасной эксплуатации технических сооружений и устройств железных дорог при строительстве, реконструкции и (или) ремонте объектов инфраструктуры ОАО «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 30.08.2013 г. № 1932р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
119	Нарушение Стандарта ОАО «РЖД» системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию. СТО РЖД 19.002-2011, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 5.09.2011 г. № 1932р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
120	Нарушение Стандарта СТО РЖД 1.19.—1-2005 Средства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и ремонта микропроцессорных устройств СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 16.12.2015 г. № 2133р (1005, 4003, 4090, 4102, 4111, 4121, 4129, 4130, 4132, 4153, 4169, 5001, 5022, 5023, 5024, 5038)
Основной процесс – 3 «Организация работы РТУ (ремонтно-технологические участки) и метрологического обеспечения»	
Процесс – 3.1 «Выполнение технологии проверки, регулировки и ремонта аппаратуры СЦБ, КТСМ, ДЦ, регулировки и ремонта измерительных приборов и измерительного инструмента»	
121	Нарушение р. 8 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015г. № 3168р (1005, 4090, 4096, 4111, 4123, 4129, 4139, 4150, 4151, 4160, 5024, 5038)
122	Нарушение р. 10.15 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1005, 4090, 4096, 4111, 4123, 4129, 4139, 4150, 4151, 4160, 5024, 5038)
123	Нарушение р. 11 Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.09.2011 г. № 2055р (1005, 4090, 4096, 4111, 4123,

№ п/п	Выявленные нарушения
	4129, 4139, 4150, 4151, 4160, 5024, 5038)
124	Нарушение Типового положения о ремонтно-технологическом участке дистанции СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 г. № 2819р (1005, 4090, 4096, 4111, 4123, 4129, 4139, 4150, 4151, 4160, 5024, 5038)
125	Нарушение Стандарта СТО РЖД 1.19.006-2008 Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок продления назначенного срока службы, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 12.12.2008 г. № 2664р (1005, 4090, 4096, 4111, 4123, 4129, 4139, 4150, 4151, 4160, 5024, 5038)
Процесс – 3.2 «Ведение технической документации»	
126	Нарушение Типового положения о ремонтно-технологическом участке дистанции СЦБ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 г. № 2819р (3001, 3002, 3010, 4045, 4107, 4160, 5001, 5022, 5038)
Подпроцесс – 3.3 «Проведение рекламационной работы»	
127	Нарушение стандарта СТО РЖД 1.05.007-2010 Рекламационная работа. Общий порядок проведения, введенного в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 29.12.2010 г. № 2763р (1005, 4090, 4096, 4111, 4123, 4129, 4139, 4150, 4151, 4160, 5024, 5038)
Основной процесс – 4 «Управление деятельностью предприятия»	
Процесс – 4.1 «Управление персоналом»	
Подпроцесс – 4.1.1 «Укомплектование руководителями и инженерно-техническим персоналом, обеспечение соответствия уровня компетенций занимаемой должности»	
128	Нарушение Единого тарифно-квалификационного справочника (ЕТКС выпуск 56, выпуск 1984 г.) и сборника тарифно-квалификационных характеристик рабочих, занятых на железнодорожном транспорте (Москва, ПВЦ МПС, 1999 г.) (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
129	Нарушение Квалификационных характеристик должностей руководителей, специалистов и других служащих ОАО «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 31.05.2017 г. № 1041р (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
Подпроцесс – 4.1.2 «Укомплектование штата дистанций СЦБ электромеханиками и электромонтерами»	
130	Нарушение Единого тарифно-квалификационного справочника (ЕТКС выпуск 56, выпуск 1984 г.) и сборника тарифно-квалификационных характеристик рабочих, занятых на железнодорожном транспорте (Москва, ПВЦ МПС, 1999 г.) (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
131	Нарушение Квалификационных характеристик должностей руководителей, специалистов и других служащих ОАО «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 31.05.2017 г. № 1041р (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
Подпроцесс – 4.1.3 «Подготовка кадров»	
132	Нарушение Стандарта организации технической учебы работников ОАО «РЖД» СТО 08.020-2014, введенного в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 11.12.2014 г. № 2940р (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
Подпроцесс – 4.1.4 «Организация технического обучения и повышения квалификации»	
133	Нарушение Стандарта организации технической учебы работников ОАО «РЖД» СТО 08.020-2014, введенного в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 11.12.2014 г. № 2940р (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
Подпроцесс – 4.1.5 «Организация аттестации работников»	

№ п/п	Выявленные нарушения
134	Нарушение приказа Минтранса России от 11.07.2012 г. № 231 «Об утверждении порядка и сроков проведения аттестации работников железнодорожного транспорта, производственная деятельность которых связана с движением поездов и маневровой работой на железнодорожных путях общего пользования, а также порядок формирования аттестационной комиссии» (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
135	Нарушение Положения о проведении аттестации работников, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 17.01.2015 г. № 66р (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
Подпроцесс – 4.1.6 «Содержание материально-технической базы для обучения персонала»	
136	Нарушение Перечня норм оснащения кабинетов технической учебы и учебных полигонов, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 2.10.2017 г. № 2008р (7001, 7002, 7003, 7004, 7005, 7006, 7011, 7012, 7014, 7015, 7016)
Основной процесс – 5 «Управление безопасностью движения»	
Процесс – 5.1 «Обеспечение безопасности движения поездов»	
Подпроцесс – 5.1.1 «Риск-менеджмент»	
137	Нарушение Стандарта ОАО «РЖД» «Аудиты в системе менеджмента безопасности движения ОАО «РЖД». Основные положения», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 26.09.2014 г. № 2369р (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038)
138	Нарушение Руководства по системе менеджмента безопасности движения в холдинге «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038) 30.09.2016 г. № 2045р
139	Нарушение Методических рекомендаций по развитию и оценке культуры безопасности движения в холдинге «РЖД», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 3.07.2015 г. № 1660р (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038)
Подпроцесс – 5.1.2 «Проведение проверок и внутренних аудитов»	
140	Нарушение Правил реализации в холдинге «РЖД» системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 30.09.2016 г. № 2006р (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038)
141	Нарушение Стандартов, регламентирующих проведение технического аудита в системе управления безопасностью ОАО «РЖД», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 2.06.2009 г. № 1150р (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038)
142	Нарушение Руководства по системе менеджмента безопасности движения в холдинге «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 30.09.2016 г. № 2045р (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038)
143	Нарушение Методики проведения аудитов системы менеджмента безопасности движения в Центральной дирекции инфраструктуры, утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 21.12.2017 г. № ЦДИ-479р (1006, 1007, 2003, 2004, 2005, 2007, 3004, 3007, 3008, 5038)
Подпроцесс – 5.1.3 «Обеспечение достоверности учета случаев нарушений безопасности движения»	
144	Нарушение Положения об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАС АНТ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 11.07.2016 г. № 1375р (1001, 1002, 1003, 3009)

№ п/п	Выявленные нарушения
145	Нарушение Положения о порядке учета, расследования и проведения анализа случаев технологических нарушений в перевозочном процессе на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАСАТ», утвержденного распоряжением от 11.07.2016 г. № 1372р (1001, 1002, 1003, 3009)
Подпроцесс – 5.1.4 «Расследование случаев нарушений безопасности движения и отказов в работе технических средств»	
146	Нарушение Положения об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАС АНТ, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 11.07.2016 г. № 1375р (1001, 1002, 1003, 3009)
147	Нарушение Положения о порядке учета, расследования и проведения анализа случаев технологических нарушений в перевозочном процессе на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием автоматизированной системы КАСАТ», утвержденного распоряжением от 11.07.2016 г. № 1372р (1001, 1002, 1003, 3009)
Подпроцесс – 5.1.4.1 «Организация работы по устранению отказов (восстановления работоспособности) устройств СЦБ»	
148	Нарушение р. 9 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1001, 1002, 1003, 3009)
Подпроцесс – 5.1.4.2 «Организация работы по устранению отказов (восстановления работоспособности) устройств ГАЦ»	
149	Нарушение р. 9 Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (1002, 1003)
150	Нарушение Инструкции по технической эксплуатации устройств и систем СЦБ механизированных и автоматизированных сортировочных горок, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 20.02.2015 г. № 452р (1002, 1003)
Подпроцесс – 5.1.5 «Организация выполнения действующего законодательства Российской Федерации, организационно-распорядительных документов и телеграмм ОАО «РЖД»	
151	Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденные Минтрансом России от 21.12.2010 г. № 286 с приложениями и дополнениями. (1007, 2007, 3007, 3011, 3013, 4107, 7012)
152	Нарушение других действующих нормативных документов, законодательства Российской Федерации, организационно-распорядительных документов и телеграмм ОАО «РЖД» (1007, 2007, 3007, 3011, 3013, 4107, 7012)
Подпроцесс – 5.1.6 «Выполнение нормативов личного участия в обеспечении безопасности движения»	
153	Нарушение требований распоряжения ОАО «РЖД» от 17.05.2017 г. № 940р (1005, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3009)
Подпроцесс – 5.1.7 «Проведение «Дней безопасности»	
154	Нарушение Правил реализации в холдинге «РЖД» системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 30.09.2016 г. № 2006р (1005, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3009)
Подпроцесс – 5.1.8 «Контроль устранения (своевременность устранения) недостатков и отступлений, выявленных при контрольных мероприятиях всех уровней»	
155	Нарушение Положения о ревизорском указании, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 29.07.2013 г. № 1666р (1005, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 3003, 3004, 3006,

№ п/п	Выявленные нарушения
	3007, 3008, 3009)
156	Нарушение Правил реализации в холдинге «РЖД» системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 30.09.2016 г. № 2006р (1005, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3009)
157	Нарушение распоряжения от 05.02.2018 г. № 195р «О развитии системы контроля за подготовкой и реализацией мероприятий, разрабатываемых по результатам технических ревизий» (1005, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3009)
158	Нарушение Положения об организации и проведении комиссионного месячного осмотра железнодорожной станции на железных дорогах ОАО «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 12.11.2008 г. № 2368р (2004, 2005, 2007, 3001, 4001, 4102, 4103, 4121, 4129, 5001, 5023, 5024, 5025, 5030, 5031, 5038)
Подпроцесс – 5.1.9 «Разработка нормативно-технической документации, местных приказов и инструкций»	
159	Нарушение Методических указаний по составлению инструкции о порядке пользования устройствами СЦБ на железнодорожной станции, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 12.09.2016 г. № 1864р (1005, 1006, 1007, 3001, 3002, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3011)
160	Нарушение Стандарта ОАО «РЖД» системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию. СТО РЖД 19.002-2011, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 5.09.2011 г. № 1932р (1005, 1006, 1007, 3001, 3002, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3011)
161	Нарушение приказа Минтранса России от 11.07.2012 г. № 231 «Об утверждении порядка и сроков проведения аттестации работников железнодорожного транспорта, производственная деятельность которых связана с движением поездов и маневровой работой на железнодорожных путях общего пользования, а также порядок формирования аттестационной комиссии» (1005, 1006, 1007, 3001, 3002, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3011)
162	Нарушение Положения о проведении аттестации работников, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 17.01.2015 г. № 66р (1005, 1006, 1007, 3001, 3002, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3011)
163	Нарушение Стандарта организации технической учебы работников ОАО «РЖД» СТО 08.020-2014, введенного в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 11.12.2014 г. № 2940р (1005, 1006, 1007, 3001, 3002, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3011)
Процесс – 5.1.11 «Выполнение регламентов взаимодействия подразделений со смежными хозяйствами по вопросам безопасности движения»	
164	Нарушение Регламента взаимодействия центральной дирекции инфраструктуры, центральной дирекции управления движением и дирекции тяги в части организации проверки инфраструктуры мобильными средствами диагностики с применением полигонной технологии, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 06.04.2018 № 700р (1005, 5038)
165	Нарушение Регламента взаимодействия Трансэнерго, Центральной дирекции управления движением и центральной дирекции инфраструктуры, утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 07.12.2016 № 2473р (1005, 5038)
166	Нарушение распоряжения ОАО «РЖД» от 27.01.2015 № 159р «Об утверждении регламента взаимодействия подразделений центральной дирекции пассажирских обустройств, центральной дирекции инфраструктуры, центральной дирекции по ремонту пути, центральной дирекции управления движением и дирекции железнодорожных вокзалов при планировании и проведении среднего, капитального

№ п/п	Выявленные нарушения
	ремонтов, реконструкции (модернизации) пути и выполнении работ по текущему содержанию и обслуживанию, капитальному и текущему ремонту, реконструкции (модернизации) объектов пассажирской инфраструктуры» (1005,5038)
Подпроцесс – 5.1.12 «Применение методов и инструментов улучшений, разработка факторного анализа состояния безопасности движения»	
167	Нарушение Стандартов, регламентирующих проведение технического аудита в системе управления безопасностью ОАО «РЖД», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 2.06.2009 г. № 1150р (1006, 1007)
168	Нарушение Руководства по системе менеджмента безопасности движения в холдинге «РЖД», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» от 30.09.2016 г. № 2045р (1006, 1007)
169	Нарушение Типовых требований к системе менеджмента безопасности движения, утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 15.04.2015 г. № 983р (1006, 1007)
170	Нарушение Методики идентификации рисков в области функциональной безопасности движения на инфраструктуре ОАО «РЖД» для Трансэнерго, управлений пути и сооружений, автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 1.12.2016 г. № 2426р (1006, 1007)
Подпроцесс – 5.1.13 «Выполнение программы гарантированной безопасности (ОТМ) и программы приведения устройств к требованиям ПТЭ»	
Подпроцесс – 5.1.14 «Реализация системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов»	
171	Нарушение Правил реализации в холдинге «РЖД» системных мер, направленных на обеспечение безопасности движения поездов», утвержденных распоряжением ОАО «РЖД» от 30.09.2016 г. № 2006р (1005, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 3003, 3004, 3006, 3007, 3008, 3009)

Таблица П19.2 – Характер выявленных нарушений и запретных мер

Характер	Количество нарушений	Количество запретных мер
Технический		
Технологический		
Организационный		

Таблица П19.3 – Дестабилизирующие причины возникновения факторов риска

Причины возникновения факторов риска	Дестабилизирующие факторы
	Отвлечение эксплуатационного штата
	Низкий уровень исполнительской дисциплины
Нарушение технологии обслуживания и периодичности производства работ	Низкое качество технического обучения персонала
	Низкий уровень организации работы руководителями дистанций СЦБ
	Несвоевременное ознакомление с поступающими изменениями нормативных документов
Некачественная организация подготовки персонала	Низкий уровень исполнительской дисциплины
	Низкий уровень контроля со стороны

Причины возникновения факторов риска	Дестабилизирующие факторы
	руководителей за проведением технической учебы
	Низкий уровень исполнительской дисциплины
Нарушение правил ведения технической документации на устройства СЦБ	Некачественное составление документации
	Низкий уровень организации работы руководителями дистанции СЦБ
Нарушение технологии проверки, регулировки и ремонта аппаратуры	Невыполнение должностных обязанностей
	Низкий уровень исполнительской дисциплины
	Низкое качество технического обучения персонала
	Недостатки планирования
	Низкий уровень исполнительской дисциплины
Нарушение требований (несоблюдение) пожарной безопасности	Низкое качество технического обучения персонала
	Низкий уровень организации работы руководителями дистанций СЦБ
	Несвоевременное ознакомление с поступающими изменениями нормативных документов

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

Снижение влияния человеческого фактора при реализации технологического процесса (рекомендуемое)

Пример декомпозиции технологического процесса проверки замыкания стрелок и его функциональная сеть представлены в таблице П20.1 и на рисунке П20.1.

Таблица П20.1 – Декомпозиция процесса проверки замыкания стрелок

№	Обозначение	Описание
		Перед началом производства работ
1	P1	Согласовать работы с причастными
2	P2	Сделать запись в журнал осмотра ДУ-46
3	P3	Прослушать целевой инструктаж
4	P4	Убедиться в возможности осуществления постоянного контроля за движением поездов на участке производства работ (работа должна выполняться бригадой, состоящей не менее чем из двух человек) Выполнение работ
5	P5	Установить щуп толщиной 4 мм между остряком и рамным рельсом
6	P6	Запросить ДСП перевести стрелку
7	П1	Контроль окончания перевода на аппарате управления ДСП (стрелка не должна замыкаться)
8	П2	Контроль работы электропривода на фрикцион (электропривод должен работать на фрикцион)
9	P7	Оформление записи в Журнале осмотра
10	P8	Устранение неисправности
11	P9	Установить щуп толщиной 2 мм между остряком и рамным рельсом
12	P10	Запросить ДСП перевести стрелку
13	П3	Контроль окончания перевода на аппарате управления ДСП (стрелка должна замыкаться)
14	П4	Контроль заклинивания шибера электропривода (шибер электропривода не должен заклиниваться)
15	P11	Оформление записи в Журнале осмотра
16	P12	Устранение неисправности После окончания производства работ
17	P13	Сделать запись об окончании производства работ в журнале осмотра ДУ-46
18	P14	Сделать запись о выполненных работах в журнале ШУ-2

Эффективность обеспечения качества технологических процессов требует постоянной оценки всей совокупности факторов, влияющих на соответствие

предъявляемым к системе требованиям, а также контроля и проверок выполняемых технологических процессов, что обычно реализуется в рамках системы менеджмента качества (СМК). Существует большое множество методов управления качеством, но не все применимы для управления качеством технологических процессов. Управление рисками, как один из процессов СМК, позволяет эффективно снижать влияние человеческого фактора при проектировании и реализации технологических процессов через адресно сформированные предупреждающие и корректирующие действия, которые минимизируют влияние возможных отклонений в процессе функционирования человека-машинной системы.

Применение риск-ориентированного подхода для снижения роли человеческого фактора на основе модели человека-машинной системы, представленной во второй главе работы, изображено на рисунке П20.2.

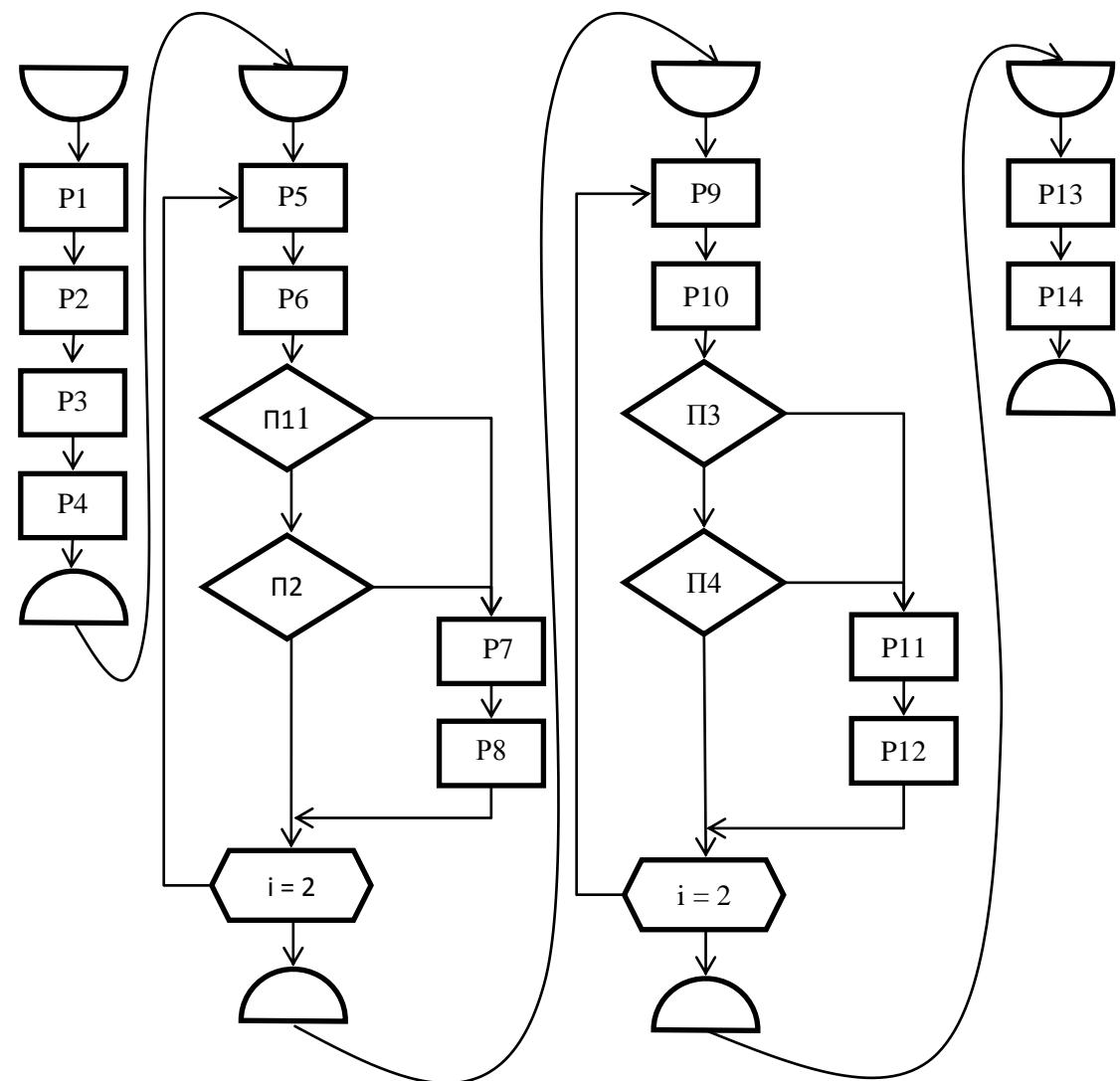


Рисунок П20.1 – Функциональная сеть технологического процесса проверки замыкания стрелок

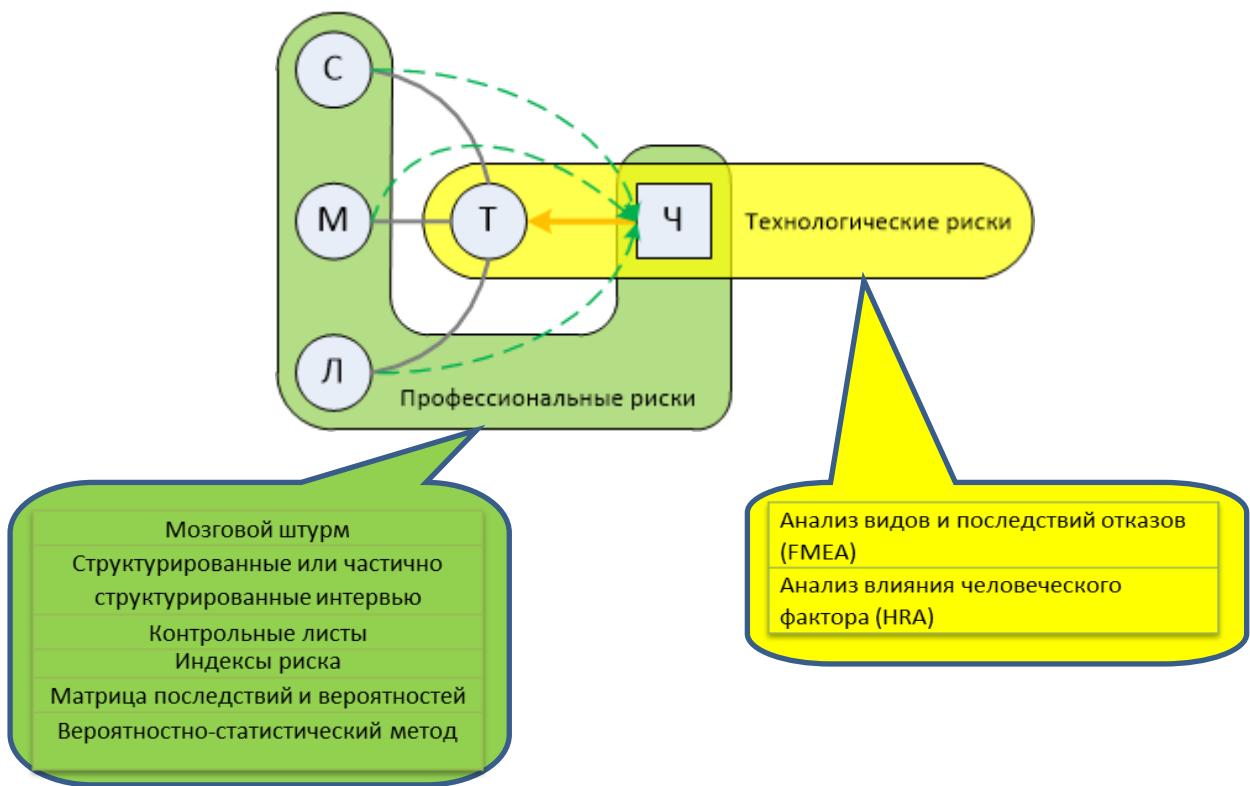


Рисунок П20.2 – Управление человеческим фактором на основе рискоориентированного подхода

Важнейшим этапом управления рисками является их оценка. В настоящее время разработано и нашло применение большое количество методов оценки рисков, которые отличаются сложностью, степенью неопределенности данных и информации, которую предстоит обработать, а также объемом необходимых для реализации ресурсов.

Рекомендации по практическому использованию предложенных методов для снижения влияния человеческого фактора на этапах проектирования и реализации технологических процессов представлены в таблице П20.2.

Консолидация представленных выше методов позволила разработать эффективные решения по идентификации и оценке технологических рисков, обеспечивающие возможность снижения влияния человеческого фактора.

Таблица П20.2 – Анализ потенциальных несоответствий процесса проверки замыкания стрелок

№ п/п	Операция технологического процесса	Вид потенциального несоответствия	Последствие потенциального несоответствия	Потенциальная причина(ы) или механизм(ы) несоответствия	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	ПЧР
1	2	3	4	6	8	10
1	Согласовать работы с причастными	Проведение несогласованных работ	Травмирование работника, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии по безопасному выполнению работ	Проведение технической учёбы по безопасному выполнению работ	48
2	Сделать запись в журнал осмотра ДУ-46	Не сделана запись в журнал осмотра ДУ-46	Травмирование работника, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии по безопасному выполнению работ	Проведение технической учёбы по безопасному выполнению работ	48
3	Прослушать целевой инструктаж	Формально проведенный целевой инструктаж	Травмирование работника, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии по безопасному выполнению работ	Проведение технической учёбы по безопасному выполнению работ	225
4	Убедиться в возможности осуществления постоянного контроля за движением поездов на участке производства работ (работа должна выполняться бригадой, состоящей не менее чем из двух человек)	Производство работ в одно лицо	Травмирование работника, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии по безопасному выполнению работ	Проведение технической учёбы по безопасному выполнению работ	225
5	Установить щуп толщиной 4 мм между остряком и рамным рельсом	Зашемление части тела элементами стрелочного перевода	Травмирование работника	Личная неосторожность работника	Проведение технической учёбы по безопасному выполнению работ	28
6	Запросить дежурного по станции (ДСП) перевести стрелку	Отсутствие связи с ДСП, занятость ДСП, стрелка замкнута в маршруте	Невозможность осуществления проверки	Отказ имеющихся средств связи (станционной или мобильной). Выполнение ДСП более приоритетной операции	Проверка работоспособности имеющихся средств связи перед началом работ, ожидание доступности ДСП	6
7	Контроль окончания перевода на аппарате управления ДСП (стрелка не должна замыкаться)	Наличие контроля стрелки на аппарате управления ДСП при	Нарушение безопасности движения поездов	Износ конструкций стрелочного перевода	Еженедельная проверка прилегания остряка к рамному рельсу, при необходимости	81

№ п/п	Операция технологического процесса	Вид потенциального несоответствия	Последствие потенциального несоответствия	Потенциальная причина(ы) или механизм(ы) несоответствия	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	При
		установленном щупе 4 мм между остряком и рамным рельсом			увеличение периодичности проверки.	
8	Контроль работы электропривода на фрикционю (электропривод должен работать на фрикционю)	Отсутствие работы электропривода стрелки на фрикционю	Блокирование стрелочно-путевой секции для маршрутных передвижений, задержка поезда	Отказ электродвигателя и/или редуктора стрелочного электропривода	Периодическая проверка состояния механизмов стрелочного перевода, измерение тока, потребляемого электродвигателем при работе на фрикционю.	56
9	Оформление записи в Журнале осмотра	Выявленная неисправность не зарегистрирована в Журнале осмотра	Нарушение работоспособности стрелочного электропривода, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии технического обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики	Проведение технической учёбы по соблюдению требований инструкции по технической эксплуатации систем и устройств СЦБ	36
10	Устранение неисправности	Некачественное устранение выявленной неисправности	Нарушение работоспособности стрелочного электропривода, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии технического обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики	Проведение технической учёбы по соблюдению требований инструкции по технической эксплуатации систем и устройств СЦБ.	225
11	Установить щуп толщиной 2 мм между остряком и рамным рельсом	Зашемление части тела элементами стрелочного перевода	Травмирование работника	Личная неосторожность работника	Проведение технической учёбы по безопасному проведению работ	28
12	Запросить ДСП перевести стрелку	Отсутствие связи с ДСП, занятость ДСП, стрелка замкнута в маршруте	Невозможность осуществления проверки	Отказ имеющихся средств связи (станционной или мобильной). Выполнение ДСП более приоритетной операции	Проверка работоспособности имеющихся средств связи перед началом работ, ожидание доступности ДСП	6

№ п/п	Операция технологического процесса	Вид потенциального несоответствия	Последствие потенциального несоответствия	Потенциальная причина(ы) или механизм(ы) несоответствия	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	При
13	Контроль окончания перевода на аппарате управления ДСП (стрелка должна замыкаться)	Отсутствие контроля стрелки на аппарате управления ДСП при установленном щупе 4 мм между остряком и рамным рельсом	Блокирование стрелочно-путевой секции для маршрутных передвижений, задержка поезда	Износ конструкций стрелочного перевода	Еженедельная проверка прилегания остряка к рамному рельсу, при необходимости увеличение периодичности проверки	63
14	Контроль заклинивания шибера электропривода (шибер электропривода не должен заклиниваться)	Заклинивание шибера электропривода.	Блокирование стрелочно-путевой секции для маршрутных передвижений, задержка поезда	Износ конструкций стрелочного перевода, отказ автопереключателя стрелочного перевода	Еженедельная проверка прилегания остряка к рамному рельсу и внутренняя проверка механизмов стрелочного электропривода, при необходимости увеличение периодичности проверки	189
15	Оформление записи в Журнале осмотра	Выявленная неисправность не зарегистрирована в Журнале осмотра	Нарушение работоспособности стрелочного электропривода, нарушение безопасности движения поездов	Нарушение технологии технического обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики	Проведение технической учёбы по соблюдению требований инструкции по технической эксплуатации систем и устройств СЦБ	36
16	Устранение неисправности	Некачественное устранение выявленной неисправности	Нарушение работоспособности стрелочного электропривода, блокирование стрелочно-путевой секции для маршрутных передвижений, задержка поезда	Нарушение технологии технического обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики	Проведение технической учёбы по соблюдению требований инструкции по технической эксплуатации систем и устройств СЦБ	225
17	Сделать запись об окончании производства работ в журнале осмотра ДУ-46	Не сделана запись об окончании производства работ в журнале осмотра ДУ-46	Задержки поездов	Нарушение технологии по безопасному выполнению работ	Проведение технической учёбы по безопасному выполнению работ	90

№ п/п	Операция технологического процесса	Вид потенциального несоответствия	Последствие потенциального несоответствия	Потенциальная причина(ы) или механизм(ы) несоответствия	Первоначально предложенные меры по обнаружению дефекта	При
18	Сделать запись о выполненных работах в журнале ШУ-2	Отсутствие возможности устранения выявленных дефектов	Нарушение работоспособности стрелочного электропривода	Нарушение технологии технического обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики	Проведение технической учёбы по соблюдению требований инструкции по технической эксплуатации систем и устройств СЦБ	36

На первом этапе используется экспертно-статистический метод анализа для выявления наиболее критичных технологических процессов. А именно, на основе существующих статистических данных, определяется частота различных видов инцидентов (отказов, неисправностей), выявленных при эксплуатации объектов инфраструктуры, после чего несоответствия ранжируются по частоте. Затем эксперт устанавливает связь между видами инцидентов и технологическими процессами эксплуатации объектов инфраструктуры. Таким образом, определяются наиболее критичные технологические процессы. Можно усложнить решаемую задачу, добавив еще один показатель, а именно оценку потенциального ущерба от каждого определенного инцидента. Сочетание частоты инцидентов и потенциального ущерба позволит выявить наиболее рисковые технологические процессы.

На втором этапе производится формализация и декомпозиция наиболее критичных или рисковых технологических процессов в виде функциональной сети в соответствии методом.

Далее, при необходимости решения задачи оптимизации технологического процесса определяются соответствующие параметры технологических операций (вероятность безошибочного выполнения операции, время выполнения операции, затраты на выполнение операции).

На четвертом этапе для каждой операции рассматриваемого технологического процесса определяются потенциальные несоответствия, нежелательные последствия, причины или механизмы несоответствия и меры по обнаружению в соответствии с методом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 21

Методика определения эмпирических коэффициентов в уравнении многомерной
регрессии

Оценка влияния оснащенности ресурсами на функциональную безопасность и надежность производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики.

Для отделения исходных данных для анализа влияния оснащенности ресурсами таблицы с исходными данными следует разделить на две группы:

- группа таблиц, где имеется полное обеспечение всеми ресурсами ($V_{\text{потр}} \leq V_{\text{факт}}$);
- группа таблиц, где ресурсы различных видов предоставлены не в полном объеме ($V_{\text{потр}} > V_{\text{факт}}$).

Первую группу таблиц используют для определения математического ожидания и дисперсии коэффициента потенциальной опасности, вторую – для оценки влияния ресурсов на коэффициент потенциальной опасности.

Из таблиц, где имеется полная обеспеченность ресурсами ($V_{\text{потр}} \leq V_{\text{факт}}$), формируют сводную таблицу П21.1, количество строк в которой совпадает с количеством таблиц с полной обеспеченностью ресурсами.

Таблица П21.1 – Сводная таблица результатов натурных измерений основных работ с полным обеспечением всеми ресурсами

№ п/п <i>r</i>	Коэффициент потенциальной опасности, $K_{\text{по}}$

Далее вычисляют:

- математическое ожидание коэффициента потенциальной опасности по формуле:

$$M = \frac{\sum_{r=1}^n K_{noijr}}{n}; \quad (\text{П21.1})$$

– дисперсия коэффициента потенциальной опасности находится по формуле:

$$D = \frac{\sum_{r=1}^n (M - K_{noijr})^2}{n-1}; \quad (\text{П21.2})$$

Таблица П21.2 – Эмпирические характеристики коэффициента потенциальной опасности при выполнении работ

Вид устройства <i>i</i>	Вид работы <i>j</i>	Характеристики коэффициента потенциальной опасности	
		<i>M</i>	<i>D</i>
1	2	3	4

Полученная таблица описывает характеристики коэффициента потенциальной опасности при выполнении работ в случае их обеспеченности всеми ресурсами.

Из таблиц, где имеется неполная обеспеченность различными ресурсами, формируются сводные таблицы П21.3.

Таблица П21.3 – Данные об обеспеченности ресурсами, влияющими на отклонение коэффициента потенциальной опасности

№ п/п	Обеспеченность ресурсами					Отклонение коэффициента потенциальной опасности ΔK_{noij}
	МТ	Н	В	Т	Л	
	R_{ij1} , %	R_{ij2} , %	R_{ij3} , %	...	R_{ijn} , %	

Для оценки влияния обеспеченности различными ресурсами на коэффициент потенциальной опасности используют математическую модель множественной регрессии вида:

$$\Delta \tilde{K}_{noij} = a_{ij0} + a_{ij1}R_1 + a_{ij2}R_2 + \dots + a_{ijm}R_m, \quad (\text{П21.3})$$

где m – количество учитываемых ресурсов, перечисленных в таблице П21.3;

$a_{ij0}, a_{ij1}, a_{ij2}, \dots, a_{ijm}$ – коэффициенты модели, которые требуется найти в результате обработки таблицы П21.3;

R_1, R_2, \dots, R_m – уровень обеспеченности отдельными ресурсами;

$\Delta\tilde{K}_{noij}$ – расчетные коэффициенты потенциальной опасности при выполнении работ.

Для каждого j -го вида работы с i -ым устройством ЖАТ получают выражение (П21.3) со своими значениями коэффициентов. Для упрощения выражений далее приводятся соотношения, используемые при расчете характеристик коэффициента потенциальной опасности одной работы с отдельным видом устройств ЖАТ, поэтому коэффициенты i и j опущены. Далее приводятся расчетные формулы для модели (П21.3).

С целью нахождения коэффициентов уравнения (П21.3) на основе таблицы П21.3 составляют систему уравнений вида, где каждое уравнение соответствует одной из n строк таблицы:

$$\left\{ \begin{array}{l} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k1} + a_2 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k2} + \dots + a_m \cdot \sum_{k=1}^n R_{km} = \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k}; \\ a_0 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k1} + a_1 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k1}^2 + a_2 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{k1} + \dots + a_m \cdot \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{kn} = \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \cdot R_{k1}; \\ \dots \\ a_0 \cdot \sum_{k=1}^n R_{kn} + a_1 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{kn} + a_2 \cdot \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{kn} + \dots + a_m \cdot \sum_{k=1}^n R_{km}^2 = \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \cdot R_{kn}. \end{array} \right. \quad (\text{П21.4})$$

Для решения системы уравнений (П21.4) целесообразно применить метод Крамера. В соответствии с данным методом требуется вычислить один общий и $m+1$ частный определитель.

Общий определитель имеет вид:

$$\Delta = \begin{vmatrix} n & \sum_{k=1}^n R_{k1} & \sum_{k=1}^n R_{k2} & \dots & \sum_{k=1}^n R_{km} \\ \sum_{k=1}^n R_{k1} & \sum_{k=1}^n R_{k1}^2 & \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{k1} & \dots & \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{km} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{k=1}^n R_{km} & \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{km} & \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{km} & \dots & \sum_{k=1}^n R_{km}^2 \end{vmatrix}. \quad (\text{П21.5})$$

Каждому столбцу в общем определителе соответствует коэффициент уравнения (П21.3) при R . Например, левому столбцу определителя соответствуют значения переменных при коэффициенте a_0 , а правому – значения при a_m . Частные определители получают путем замены в общем определителе (П21.5) столбца, соответствующего искомому коэффициенту на столбец ответов. Соответственно, частные определители имеют вид:

$$\Delta_{a_0} = \begin{vmatrix} \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} & \sum_{k=1}^n R_{k1} & \sum_{k=1}^n R_{k2} & \dots & \sum_{k=1}^n R_{km} \\ \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \cdot R_{k1} & \sum_{k=1}^n R_{k1}^2 & \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{k1} & \dots & \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{km} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \cdot R_{km} & \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{km} & \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{km} & \dots & \sum_{k=1}^n R_{km}^2 \end{vmatrix}. \quad (\text{П21.6})$$

$$\Delta_{a_m} = \begin{vmatrix} n & \sum_{k=1}^n R_{k1} & \sum_{k=1}^n R_{k2} & \dots & \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \\ \sum_{k=1}^n x_{k1} & \sum_{k=1}^n R_{k1}^2 & \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{k1} & \dots & \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \cdot R_{k1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{k=1}^n R_{km} & \sum_{k=1}^n R_{k1} \cdot R_{km} & \sum_{k=1}^n R_{k2} \cdot R_{km} & \dots & \sum_{k=1}^n \Delta K_{no k} \cdot R_{km} \end{vmatrix}. \quad (\text{П21.7})$$

Окончательно коэффициенты модели (П21.3) определяют как отношение соответствующего частного определителя к общему:

$$a_0 = \frac{\Delta_{a_0}}{\Delta}, \quad a_1 = \frac{\Delta_{a_1}}{\Delta}, \quad \dots, \quad a_m = \frac{\Delta_{a_m}}{\Delta}. \quad (\text{П21.8})$$

Далее определяют дисперсию коэффициента потенциальной опасности выполнения основной работы по формуле:

$$D = \frac{\sum_{k=1}^n (\Delta \tilde{K}_{no\,k} - \Delta K_{no\,k})^2}{n-m-1}. \quad (\text{П21.9})$$

По результатам расчетов по формулам (П21.5)-(П21.8) заполняют таблицу П21.4

Таблица П21.4 – Эмпирические характеристики непроизводительных потерь при выполнении основных работ

Вид устройства i	Вид работы j	Коэффициенты модели (П22.3) $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$	D

ПРИЛОЖЕНИЕ 22

Пример оценки функциональной безопасности производственных процессов
хозяйства автоматики и телемеханики

В соответствии с перечнем основных работ по техническому обслуживанию устройств и систем СЦБ соответствующий годовому план-графику, перечнем возможных нарушений условий безопасности представленным в Приложении 19, перечнем оценок выявленных нарушений, представленным в Приложении 18, заполняется таблица, где во 2 столбце таблицы указывается наименование работы, которая влияет на безопасность производственного процесса. В столбцах 3 и 4 указываются обработанные статистические данные математическое ожидание и дисперсия коэффициента потенциальной опасности соответственно. В 5 столбце указывается обобщенный показатель обеспеченности, который определяется в соответствии с Методикой оценки и анализа влияния человеческого фактора на показатели надежности и безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН(утверждена ОАО «РЖД» 30.11.17). Пример фрагмента заполненной таблицы представлен ниже.

Таблица П22.1 – Данные по характеристикам основных работ структурного подразделения

Вид устройства _____

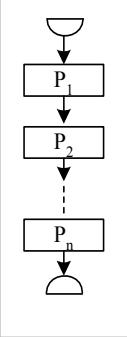
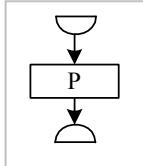
Наименование структурного подразделения _____

Период наблюдения с _____ по _____

№ п/п	Наименование работы	Математическое ожидание коэффициента потенциальной опасности	Дисперсия коэффициента потенциальной опасности	Обобщенный показатель обеспеченности различными ресурсами ($R_{\text{общ}}$), %
1	2	3	4	5
1	Установить щуп толщиной 4 мм между остряком и рамным рельсом	36	324	65
2	Проверка станционных рельсовых цепей на шунтовую чувствительность	44	484	70
3	Проверка соответствия номиналов плавких вставок предохранителей	39	507	55
4	Проверка габарита установки устройств СЦБ.	63	441	60
...

На основании полученных данных из формализованных создается функциональная сеть с перечислением работ и соответствующих им математическое ожидание и дисперсия коэффициента потенциальной опасности. Пример свертки формализованных работ до технологических процессов представлен в таблице П22.2.

Таблица П22.2 – Свертка формализованных работ до технологических процессов

№п/п	Номер и содержание функциональной сети	Схема функциональной сети	Эквивалентная функциональная сеть	Расчетная формула
1	Последовательное выполнение рабочих операций Р			$M(X) = \sum_{i=1}^n M(X_i),$ $\text{где } X = \{R; K\}$ $D(X) = \sum_{i=1}^n D(X_i),$ $\text{где } X = \{R; K\}$

На основании расчетных формул, представленных в таблице П22.2, определяем значения математического ожидания $M(X)$ и дисперсии $D(X)$ коэффициента потенциальной опасности.

$$M(X) = \sum_{i=1}^n M(X_i) = M_1(X) + M_2(X) + \dots = 36 + 44 + \dots = 375$$

$$D(X) = \sum_{i=1}^n D(X_i) = D_1(X) + D_2(X) + \dots = 324 + 484 + \dots = 9375$$

Далее в соответствии с методикой определения эмпирических коэффициентов в уравнении многомерной регрессии, определяется влияние обеспеченности ресурсами на безопасность технологических процессов.

Заполняем таблицу П22.3 результатов натурных измерений обеспеченности ресурсами и коэффициента потенциальной опасности.

Таблица П22.3 – Данные об обеспеченности ресурсами, влияющими на отклонение коэффициента потенциальной опасности

№ п/п	Обеспеченность ресурсами $R_n, \%$	Значение коэффициента потенциальной опасности $\Delta K_{no ij}$				
		$\Delta K_{no 1}$	$\Delta K_{no 2}$	$\Delta K_{no 3}$	$\Delta K_{no 4}$	$\tilde{\Delta K}_{no}$
1	80	315	365	325	355	340
2	50	395	382	415	400	400

С целью нахождения коэффициентов уравнения (П22.3) на основе таблицы П22.3 составляют систему уравнений вида, где каждое уравнение соответствует одной из n строк таблицы:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot 0.8 = 340; \\ a_0 + a_1 \cdot 0.5 = 400. \end{cases}$$

Решая систему уравнений, находим коэффициенты модели и заносим их в таблицу П22.4.

В результате вычислений и анализа данных, представленных в таблице П22.1 заполняем таблицу П22.4

Таблица П22.4 – Рассчитанные значения модели

M	Мода	D	R, %	Коэффициенты модели (П22.3)	
				a_0	a_1
375	350	9375	62	500	-200

Фактическое значение коэффициента потенциальной опасности примем равным 500. Согласно матрице принятия решения (Таблица П22.5) цвет полученной клетки – оранжевый.

Оранжевый цвет клетки говорит о том, что не наблюдается положительной тенденции, либо не смотря на положительную тенденцию фактический коэффициент потенциальный опасности превышает допустимое значение, рекомендуется произвести корректировку работ с последующим перестроением функциональной сети и получением нового расчетного коэффициента потенциальной опасности.

Таблица П22.5 – Матрица принятия решений

Расчетное значение коэффициента потенциальной опасности	Фактическое значения коэффициента потенциальной опасности			
	$0 \leq K_{\text{по}} \leq 150$	$151 \leq K_{\text{по}} \leq 300$	$301 \leq K_{\text{по}} \leq 2000$	$K_{\text{по}} \geq 2001$
$K_{\text{по}} \geq 2001$				
$301 \leq K_{\text{по}} \leq 2000$				
$151 \leq K_{\text{по}} \leq 300$				
$0 \leq K_{\text{по}} \leq 150$				

Повысив уровень оснащенности до 100%, получили значения модели представленные в таблице П22.6.

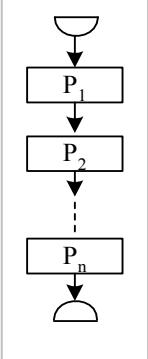
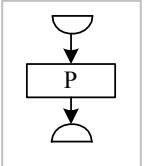
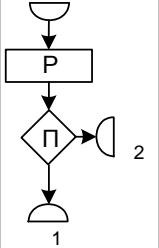
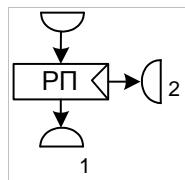
Таблица П22.6 – Рассчитанные значения модели

M	Мода	D	R, %	Коэффициенты модели	
				a_0 , a_1	500, -200
300	270	9000	100		

На основании расчетов можно сделать вывод о том, что повышение уровня оснащенности влечет снижение значения коэффициента потенциальной опасности $K_{\text{по}}$, что свидетельствует о повышении уровня функциональной безопасности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики.

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

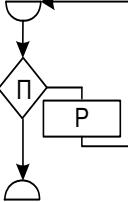
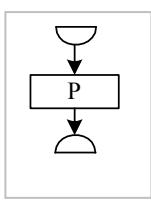
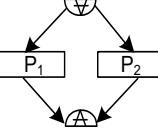
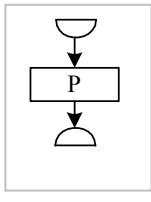
Таблица П23.1 – Модели для оценки технологических процессов с помощью ТФС

Номер и содержание ТФС	Схема ТФС	Эквивалентная ТФС	Расчетная формула
1. Последовательное выполнение рабочих операций Р		Рабочая операция 	$B = \prod_{i=1}^n B_i,$ где i – номер ТФЕ
			$M(X) = \sum_{i=1}^n M(X_i),$ где $X = \{T, W, C\}$
			$D(X) = \sum_{i=1}^n D(X_i),$ где $X = \{T, W, C\}$
2. Последовательное выполнение рабочей операции и контроля работоспособности		Рабочая операция самоконтролем работоспособности 	$B = B^1 R^1 \Pi^{11}$
			$M(X) = M(X_p) + M(X_n),$ где $X = \{T, W, C\}$
			$D(X) = D(X_p) + D(X_n),$ где $X = \{T, W, C\}$

Продолжение табл. П23.1

Номер и содержание ТФС	Схема ТФС	Эквивалентная ТФС	Расчетная формула
3. Контроль работоспособности с рабочими операциями по обоим выходам		Рабочая операция	$B = R^1 \Pi^{11} B_1^1 + R^0 \Pi^{00} B_2^1$ $M(X) = M(X_n) + (R^1 \Pi^{11} + R^0 \Pi^{01}) \times M(X_1^p) + (R^0 \Pi^{00} + R^1 \Pi^{10}) M(X_2^p), \text{ где } X = \{T, W, C\}$
			$D(X) = D(X_n) + (R^1 \Pi^{11} + R^0 \Pi^{01}) \times D(X_{p1}) + (R^0 \Pi^{00} + R^1 \Pi^{10}) D(X_{p2}) + (R^1 \Pi^{11} + R^0 \Pi^{01}) \times (R^0 \Pi^{00} + R^1 \Pi^{10}) (M(X_{p1}) - M(X_{p2}))^2, \text{ где } X = \{T, W, C\}$
4. Цикловая ФС "Рабочая операция с контролем функционирования без ограничения на количество циклов"		Рабочая операция	$B = B^1 K^{11} \frac{1}{1 - (B^1 K^{10} + B^0 K^{00})}$ $M(X) = (M(X_p) + M(X_k)) M(L), \text{ где } M(L) = \frac{1}{1 - (B^1 K^{10} + B^0 K^{00})}; X = \{T, W, C\}$
			$D(X) = D(L)(M(X_p) + M(X_k))^2 + (D(X_p) + D(X_k)) M(L), \text{ где } D(L) = \frac{B^1 K^{10} + B^0 K^{00}}{(1 - (B^1 K^{10} + B^0 K^{00}))^2}; X = \{T, W, C\}$

Продолжение табл. П23.1

Номер и содержание ТФС	Схема ТФС	Эквивалентная ТФС	Расчетная формула
5. Цикловая ФС "Контроль работоспособности с ремонтом без ограничения на количество циклов"		<p>Рабочая операция</p> 	$B = R^1 \Pi^{11} + \frac{(R^1 \Pi^{10} + R^0 \Pi^{00}) B^1 \Pi^{11}}{1 - B^1 \Pi^{10} - B^0 \Pi^{00}}$ $M(X) = M(X_n) + (1 - \frac{R^1 \Pi^{11}}{B}) \times (M(X_p) + M(X_n)) M(L), \text{ где}$ $M(L) = \frac{1}{1 - B^1 \Pi^{10} + B^0 \Pi^{00}};$ $X = \{T, W, C\}$ $D(X) = \frac{R^1 \Pi^{11}}{B} D(X_n) + \left(1 - \frac{R^1 \Pi^{11}}{B}\right) D_{X_L}, \text{ где}$ $D_{X_L} = D(L)(M(X_n) + M(X_p))^2 + D(X_p) + D(X_n) M(L);$ $D(L) = \frac{B^1 \Pi^{10} + B^0 \Pi^{00}}{(1 - B^1 \Pi^{10} + B^0 \Pi^{00})^2};$ $X = \{T, W, C\}$
6. Параллельное выполнение операций со стартером типа "ИЛИ исключающее" и финишером типа "ИЛИ исключающее"		<p>Рабочая операция</p> 	$B = P_1 B_1^1 + P_2 B_2^1$

ПРИЛОЖЕНИЕ 24

Утверждаю

Начальник управления автоматики

и телемеханики

Центральной дирекции инфраструктуры

– филиала ОАО «РЖД»

В.В. Аношкин

 «28/10»

2019 года

АКТ

о практическом использовании результатов диссертационной работы

Веселовой Анастасии Сергеевны

«Оценка качества технической эксплуатации систем железнодорожной
автоматики и телемеханики»

Основные результаты диссертационной работы Веселовой А.С. нашли практическое применение при разработке, апробации и реализации методологии управления надежностью, ресурсами и рисками (УРРАН) в хозяйстве автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги».

Метод комплексной оценки показателей деятельности линейных предприятий и структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» прошел апробацию на сети российских железных дорог и используется в автоматизированной системе анализа надежности технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (АС АНШ).

Основные модели и методы, представленные в диссертационном исследовании, использованы в семи нормативных документах ОАО «РЖД», в том числе:

- Методические указания «Управление надежностью функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики на основе методологий ALARP и УРРАН»: утв. распоряжением № 2651/р от 23.12.2016 г.

- Методика комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта систем и устройств: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2016 № 2590р.

- Методика определения потерь в хозяйстве автоматики и телемеханики, связанных с неисправной работой устройств ЖАТ, на основе методологии УРРАН: утв. 21.11.2017 г.

- Методика оценки функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики: утв. ОАО «РЖД» 26.11.2018 г.

- Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования горочных систем на основе методологии УРРАН: утв. ОАО «РЖД» 26.11.2018 г.

Адекватность математических методов и моделей, представленных в диссертации Веселовой А.С., подтверждается положительными результатами их практической апробации на сети железных дорог.

В перспективе наиболее актуальной задачей является автоматизация предложенных автором методов и методик планирования и оценки деятельности структурных подразделений инфраструктурного комплекса ОАО «Российские железные дороги». Решение данной задачи запланировано в Дорожной карте реализации проекта «Цифровая трансформация процессов хозяйства автоматики и телемеханики», утвержденной заместителем генерального директора ОАО «РЖД» - начальником Центральной дирекции инфраструктуры Г.В. Верховых 31 мая 2019 г. №678.

Начальник отдела управления автоматики
и телемеханики Центральной дирекции
инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД»

Д.М. Поменков