

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

На правах рукописи

БЕРЕСТОК НИКОЛАЙ ОЛЕГОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОСНОВЕ
СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

05.02.22 - Организация производства (транспорт)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук, старший научный сотрудник
Кобзев Валерий Анатольевич

Москва - 2021

| | |
|---|----|
| ГЛАВА 1 РАЗВИТИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА..... | 9 |
| 1.1 Эволюция форм контроля обеспечения безопасности движения на Российских железных дорогах..... | 9 |
| 1.2 Современный подход к обеспечению безопасности движения в ОАО «РЖД». Развитие культуры безопасности. | 11 |
| 1.3 Понимание термина «культуры безопасности» в структурных предприятиях ОАО «РЖД»..... | 15 |
| 1.4 Методы и инструменты управления качеством в безопасности производственных процессов | 23 |
| 1.5 Выводы по главе 1 | 25 |
| ГЛАВА 2 ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДПРИЯТИЯХ ХОЗЯЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК | 27 |
| 2.1 Анализ случаев транспортных происшествий и иных событий в предприятиях хозяйства железнодорожных перевозок | 27 |
| 2.2 Предпосылки создания системы управления безопасностью производственных процессов | 33 |
| 2.3 Выводы по главе 2..... | 41 |
| ГЛАВА 3 АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ЗА РУБЕЖОМ | 42 |
| 3.1 Культура безопасности на железнодорожных предприятиях Великобритании и стран – членов ЕС | 42 |
| 3.2 Культура безопасности на железнодорожных предприятиях США и Канады | 49 |
| 3.3 Культура безопасности на железнодорожных предприятиях Австралии и ЮАР | 53 |
| 3.4 Обобщение опыта применения культуры безопасности на железнодорожных предприятиях за рубежом..... | 54 |
| 3.5 Выводы по главе 3..... | 57 |

| | |
|--|-----|
| ГЛАВА 4 МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА..... | 60 |
| 4.1 Формирование экспертной группы | 60 |
| 4.2 Определение видов нарушений | 63 |
| 4.3 Формирование оценки по признакам культуры безопасности нарушений требований и правил безопасности движения | 64 |
| 4.4 Постановка задачи кластерного анализа нарушений | 67 |
| 4.5 Метод «Самоорганизующиеся карты Кохонена» | 74 |
| 4.6 Оценка уровня безопасности производственных транспортных процессов | 78 |
| 4.7 Выводы по главе 4..... | 79 |
| ГЛАВА 5 АПРОБАЦИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ВИДОВ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ И ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПО ПРИЗНАКАМ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ | 81 |
| 5.1 Формирование группы экспертов для определения зависимости нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности | 81 |
| 5.2 Составление матрицы инцидентов по признакам культуры безопасности..... | 83 |
| 5.3 Кластерный анализ нарушений правил безопасности движения поездов | 84 |
| 5.4 Анализ результатов кластерного анализа | 86 |
| 5.5 Расчет средних экспертных оценок уровня безопасности производственных транспортных процессов | 91 |
| 5.6 Оценка результатов тестирования студентов выпускных курсов на знания ПТЭ | 92 |
| 5.7 Проведение повторного тестирования на знание ПТЭ | 103 |
| 5.8 Выводы по главе 5..... | 104 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 106 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 109 |
| Приложение 1 | 120 |
| Приложение 2 | 121 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Одной из стратегических целей деятельности ОАО «РЖД» является повышение уровня безопасности движения поездов, прежде всего, за счет организации производственных процессов с соблюдением обязательных норм и правил, направленных на обеспечение производственной безопасности.

Движение поездов является технико-технологической основой производственных процессов транспортного предприятия. Повторение из года в год аварий, сходов с рельсов, столкновений поездов и предпосылок к ним практически по одним и тем же причинам связано с человеческим фактором. По данным статистики, 90% всех инцидентов происходит в связи с нарушением норм и правил, регламентирующих действия работников. Это свидетельствует о том, что сложившаяся система профилактики нарушений безопасности движения поездов при организации перевозочного процесса недостаточно эффективна.

Повышение уровня безопасности производственных транспортных процессов традиционными методами за счет значительных объемов капитальных вложений в ближайшей перспективе является маловероятным вариантом. Поэтому исследование вопроса повышения безопасности за счет снижения негативного влияния человеческого фактора представляется актуальным.

Степень разработанности темы исследования. Значительный вклад в решение задач организации производства и повышение безопасности перевозочного процесса внесли известные ученые и специалисты: Замышляев А.М., Кобзев В.А., Лapidус Б.М., Морозов В.Н. и др.

В области изучения эффективности организации и функционирования производственных систем с учетом человеческого фактора широко известны исследования таких ученых, как Аксенов В.А., Апатцев В.И., Верескун В.Д., Воробьев А.А., Евсеев Д.Г., Завьялов А.М., Кане М.М., Лёвин Б.А., Николайкин Н.И., Слободской А.Л. и др.

Практика показывает, что существенное влияние на безопасность перевозочных процессов на железнодорожных станциях оказывает человеческий фактор. Для снижения его негативного влияния в настоящее время на железнодорожном транспорте формируется новое направление в организации производственных транспортных процессов — «Культура безопасности». Научные вопросы в этой области исследованы еще недостаточно.

Цель и задачи диссертационного исследования. Целью диссертационной работы является разработка методики оценки уровня безопасности производственных процессов предприятий железнодорожного транспорта с учетом влияния человеческого фактора.

Для реализации поставленной цели в данном исследовании необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) проанализировать существующие подходы к управлению безопасностью производственных транспортных процессов;
- 2) структурировать нарушения безопасности производственных транспортных процессов;
- 3) обосновать инструментарий получения экспертных данных о связи видов нарушений с признаками культуры безопасности;
- 4) предложить подход к оценке влияния человеческого фактора на безопасность производственных транспортных процессов;
- 5) обосновать технологию кластерного анализа нарушений правил безопасности движения поездов с учетом влияния человеческого фактора;
- 6) разработать методику оценки уровня безопасности производственных процессов предприятий железнодорожного транспорта с учетом влияния человеческого фактора;
- 7) провести апробацию разработанных методических решений и предложить рекомендации по минимизации негативного влияния человеческого фактора на обеспечение безопасности производственных транспортных процессов.

Объектом исследования являются производственные процессы предприятия железнодорожного транспорта.

Предметом исследования является система обеспечения безопасности производственных транспортных процессов.

Научная новизна диссертационной работы состоит в разработке методики оценки уровня безопасности производственных процессов предприятий железнодорожного транспорта и получения информации, необходимой для принятия управленческих решений по повышению безопасности этих процессов на основе снижения негативного влияния человеческого фактора.

Наиболее существенные результаты исследования, содержащие элементы научной новизны, заключаются в следующем:

- выполнена видовая структуризация нарушений безопасности производственных транспортных процессов;
- разработан метод количественной оценки уровня безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора;
- предложена шкала для качественной характеристики количественной оценки уровня безопасности производственных транспортных процессов;
- предложено использование кластерного анализа при получении информации, необходимой для принятия управленческих решений, направленных на повышение безопасности производственных транспортных процессов на основе снижения негативного влияния человеческого фактора;
- установлена связь нарушений безопасности, допускаемых работниками ОАО «РЖД», с аналогичными ошибками студентов транспортного ВУЗа при работе с авторским тестовым контентом;
- сформулированы рекомендации по повышению безопасности производственных транспортных процессов на основе снижения негативного влияния человеческого фактора, в том числе на вузовском этапе кадрового обеспечения транспортного производства.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в том, что разработанная автором методика позволяет осуществлять научно обоснованный анализ нарушений безопасности производственных процессов и принимать эффективные управленческие решения по снижению негативного влияния человеческого фактора.

Представленные результаты, выводы и предложения нашли применение в работе Департамента безопасности движения ОАО «РЖД», ООО «Проектные Технологии» и кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» РУТ (МИИТ).

Методология и методы исследования

В представленном диссертационном исследовании использован системный подход, методы статистики, экспертных оценок, структурного, факторного и кластерного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика оценки уровня безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора.
2. Обоснование шкалы для качественной характеристики количественной оценки уровня безопасности производственных транспортных процессов.
3. Метод кластерного анализа нарушений безопасности производственных транспортных процессов с учетом их связи с признаками культуры безопасности.
4. Рекомендации по повышению безопасности производственных транспортных процессов на основе снижения негативного влияния человеческого фактора.

Степень достоверности результатов диссертационного исследования подтверждается обоснованным применением апробированных теорий и современных методов исследований. Полученные результаты не противоречат исследованиям других авторов.

Апробация результатов. Результаты диссертационной работы докладывались на XVII Научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (Москва, октябрь 2017 г.); на XVIII Научно-практической

конференции «Безопасность движения поездов» (Москва, ноябрь 2018 г.); на научном семинаре, посвященном 95-летию кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» РУТ (МИИТ) (Москва, 2019 г.); на XX Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» (Москва, ноябрь 2020 г.).

Результаты диссертационного исследования использованы:

- Департаментом безопасности движения ОАО «РЖД» при разработке методических и нормативных документов по вопросам безопасности;
- ООО «Проектные Технологии» при составлении технического задания на разработку программного обеспечения для учебных тренажеров «Поездной участковый диспетчер/дежурный по железнодорожной станции» и «Оператор сортировочной горки».
- кафедрой «Железнодорожные станции и транспортные узлы» РУТ (МИИТ) при составлении учебно-методического пособия для студентов специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» при изучении дисциплины «Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте».

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 121 странице машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 99 наименований и 2 приложений.

ГЛАВА 1 РАЗВИТИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

1.1 Эволюция форм контроля обеспечения безопасности движения на Российских железных дорогах

Система обеспечения безопасности движения на железных дорогах начала складываться одновременно с появлением железнодорожного транспорта. Зарождение одной из первых форм организации обеспечения безопасности движения на железных дорогах России относится к началу второй половины XIX века. Она получила свое закрепление в различных правилах и инструкциях, издаваемых Министерством путей сообщения.

Эта форма основывалась на жестком встраивании обязанностей по обеспечению безопасности движения поездов в должностные инструкции всех работников железнодорожного транспорта. Так, в правилах содержания и охранения паровозных железных дорог, открытых для общественного пользования [1], все обязанности по обеспечению безопасного движения на железных дорогах были возложены на тот же персонал, который ответственен за распоряжение и заведование службой пути и зданий и обеспечение содержания пути.

Такая форма организации обеспечения безопасности движения во многом базировалась на самоконтроле, а безопасность производственного процесса зависела от степени понимания персоналом ответственности за свои действия. Но уже внутри этой формы зарождались отдельные признаки внешнего (по отношению к исполнительскому персоналу) контроля. Так, на железных дорогах имелись правительственные инспекции, которые могли согласовывать, в соответствии с данным им правом, отдельные решения, принимаемые на железных дорогах, а также сообщать правлению железной дороги отдельные замечания и требования. Кроме того, устанавливались процедуры проверки «тщательности дневных осмотров» и «ночной службы сторожей».

С созданием в мае 1937 г. аппарата главных ревизоров по безопасности движения поездов на железных дорогах бывшего СССР [2] были введены внешние по отношению к деятельности исполнительского персонала проверки. При этом вводились не только «проверки содержания всех сооружений, подвижного состава и оборудования железнодорожного транспорта в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации», но и «проверки соответствия работников, связанных с движением поездов, требованиям по политической выдержанности, деловой пригодности, по знанию правил технической эксплуатации и служебных инструкций». Кроме того, предписывалось «принятие мер через группы кадров по замене негодных».

Это повлияло на сформировавшиеся к тому времени структуру и стиль управления железными дорогами СССР, которые были близки к военизированной структуре и военному стилю командования.

В приказе от 17 мая 1937 г. № 103/Ц [2] фигурировали характерные для того времени термины и обороты: «борьба с аварийщиками», «борьба за ликвидацию крушений», «борьба за выполнение настоящего приказа». Здесь нарушения безопасности движения рассматриваются как акты вредительства, и предполагается, что с лицами, допустившими такие нарушения, необходимо вести решительную борьбу.

Поэтому можно считать, что с началом создания института ревизоров по безопасности движения закрепились «обвинительная» форма организации обеспечения безопасности движения, при которой непосредственные нарушители безопасности движения считались единственными виновными, должны были выявляться при ревизорских проверках, технических ревизиях и служебных расследованиях и подвергаться наказанию [3].

Со временем степень обвинительности этой формы менялась (в сторону ее либерализации) вплоть до последних решений в данной области, принятых на уровне центрального аппарата МПС СССР [4, 5] и с начала функционирования МПС России [6]. Постепенно ослабевали и сглаживались военизированные принципы управления железнодорожным транспортом в Российской Федерации.

Тем не менее, ряд специалистов по-прежнему отмечает, что форма «принуждения к соблюдению требований безопасности движения через механизм санкций» сохранилась до настоящего времени. При этом происходит «столкновение новых инициатив с устоявшимися методами управления, зачастую имеющих репрессивный характер» [7].

1.2 Современный подход к обеспечению безопасности движения в ОАО «РЖД». Развитие культуры безопасности.

Создание современной системы менеджмента безопасности движения невозможно без снижения влияния человеческого фактора в технологических системах управления предприятием. Понятие «человеческий фактор» – многозначный термин, который охватывает различные сферы деятельности человека и используется для характеристики психических, физиологических и компетентных особенностей человека. В данной работе под человеческим фактором понимается «совокупность индивидуальных качеств и свойств человека, как звена сложной технической системы, проявляющихся в конкретных условиях функционирования и оказывающих влияние на параметры надежности». Понятие рассматривается с позиции культуры безопасности: т.е. знания, умения и желание работника транспортного предприятия применять полученные компетентности в корпоративной среде. Развивая корпоративную культуру, куда входит и культура безопасности, можно достигнуть значительного снижения нарушений, которые допускаются под влиянием человеческого фактора. Развитие культуры безопасности среди сотрудников происходит по двум основным направлениям: получение знаний и умение их применить. Третье дополнительное направление – создание нетерпимости к нарушениям на предприятии.

Сегодня в ОАО «РЖД» достаточно хорошо развита система подготовки персонала: имеются специальные тренажеры, регулярно проводятся курсы повышения квалификации, происходит техническая переподготовка, но при достаточно современной системе обучения количество нарушений, из года в год выявляемое ревизорами по безопасности движения, не уменьшается и составляет

около 100 тысяч случаев. Данный факт свидетельствует об отсутствии взаимосвязи между системой обучения работников и их умением применять полученные знания.

С целью развития персональной ответственности у работников ОАО «РЖД» в 2013 г. введена в действие «стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «РЖД». В ней главное место отводится «созданию современной системы менеджмента безопасности движения (СМБД), гармонизированной с международными стандартами безопасности, действующими на железных дорогах стран Европейского Союза» (пункт 3.5.1 Стратегии) [8]. Важным условием эффективного функционирования этой системы является заинтересованность персонала в безопасности движения - «культура безопасности». Её определение впервые появилось в Положении о порядке создания систем менеджмента безопасности движения в холдинге «РЖД» и осуществления деятельности в сфере менеджмента безопасности движения [9]:

«Культура безопасности движения – результат осознания важности и социальной ответственности работников железнодорожного транспорта в обеспечении безопасности движения, достижение которого является приоритетной целью и личной потребностью при выполнении всех работ, влияющих на безопасность движения».

Впервые термин «культура безопасности» появился в 1986 г. и имеет отечественное происхождение [10]. Первое упоминание о культуре безопасности на российских железных дорогах содержится в Положении о СМБД [9], изданном в конце 2009 года. Вслед за этим уже в 2010 г. была признана необходимость введения «для оценки деятельности и мотивации снижения рисков <...> требования *позитивной культуры безопасности*» [11]. На этом основании было предусмотрено введение в действие индикаторов улучшения *культуры безопасности* (пункт 21 поручений президента ОАО «РЖД» [12]).

В одной из версий Стратегии развития холдинга «РЖД» [13], было подчеркнуто, что постоянные улучшения в безопасности движения поездов должны формироваться путем создания и развития культуры безопасности [10].

В целом, принятый в настоящее время подход к культуре безопасности в ОАО «РЖД» гармонизирован с общим подходом, принятым на железных дорогах стран – членов ЕС, в соответствии с которым культура безопасности рассматривается не как один из элементов системы менеджмента безопасности, а как бы «пронизывает» все элементы этой системы, как показано на рис. 1.1 (заимствовано из [13]).



Рисунок 1.1 – Структурная схема культуры безопасности

Формирование культуры безопасности подтверждается и стратегией развития кадрового потенциала, принятой в ОАО «РЖД» в 2012 г. [14]. Данный процесс оказывается в русле той трансформации ценностей при управлении внутренней средой в холдинге «РЖД», о которой высказался в открытой печати президент ОАО «РЖД»: «Никакие технологии и нововведения не смогут принести ожидаемого эффекта, если в компании не будет формироваться соответствующая корпоративная культура [15]». И далее: «Не перекладывание

ответственности, не поиск виноватых, а совместная работа над тем, чтобы выстроить процесс без сбоев – только так возможно движение вперед [15]».

Рассматривая подходы к вопросам развития культуры безопасности на железнодорожном транспорте, следует отметить, что аналогичные подходы осуществляются применительно к другим производственным отраслям Российской Федерации, прежде всего – в авиации [16] и атомной энергетике, для чего изучаются предписания различных, в том числе международных организаций, ведающих этими отраслями, и обобщаются исследования в этой области. В одной из таких работ [17] подтверждается, что культура безопасности – это часть общей организационной культуры.

Главным направлением развития культуры безопасности является свободный обмен информацией. При этом культура безопасности получила свое развитие как элемент, состоящий из человеческой и машинной подсистем, которые функционируют совместно и имеют единое целевое назначение.

Различают 3 аспекта (вида проявлений) культуры безопасности: восприятие, поведение, состоятельность.

Указанные аспекты представлены на рис. 1.2. [10].



Рисунок 1.2 - Аспектный подход к пониманию культуры безопасности

1.3 Понимание термина «культуры безопасности» в структурных предприятиях ОАО «РЖД»

В апреле 2019 года автором было проведено изучение опыта формирования культуры безопасности в структурных подразделениях ОАО «РЖД». Целью было выявление особенностей практической реализации мер по формированию культуры безопасности в производственных процессах транспортных предприятий.

Задачи исследования:

1. Анализ понимания работниками, вовлеченными в процесс обеспечения безопасности движения, термина «культура безопасности» и своей роли в обеспечении безопасности движения поездов.

2. Определение текущего состояния процесса формирования культуры безопасности и его соответствия принципам, заложенным в нормативных документах ОАО «РЖД».

3. Оценка роли работников, вовлеченных в обеспечение безопасности движения, в процессе формирования культуры безопасности.

Участниками исследования являлись руководители среднего звена, представители рабочих профессий и ревизоры по безопасности движения поездов. В исследовании приняли участие представители всех железных дорог.

При проведении исследования были разграничены понятия «обеспечение безопасности движения поездов» и «формирование культуры безопасности». Они взаимосвязаны, так как культура безопасности сегодня рассматривается как одно из условий обеспечения безопасности движения. Следует отметить, что большинство участников исследования понимает это следующим образом: «Внедряя культуру безопасности, мы формируем одно из условий безопасного перевозочного процесса».

Для установления параметров, характеризующих состояние безопасности движения, участниками исследования были определены факторы, влияющие на возникновение нарушений:

1. Факторы, связанные с материально-техническим обеспечением производственного процесса в части ограничения необходимых ресурсов.

2. Факторы, связанные с организацией работы предприятия часто сменяющимися руководителями среднего звена, несогласованностью действий между подразделениями как внутри предприятия, так и между смежными хозяйствами.

3. Факторы, связанные с персоналом: уровень квалификации, осознанное отношение к выполняемой деятельности, понимание последствий выполнения тех или иных действий.

Перечисленные факторы, влияющие на нарушение безопасности движения, относятся к линейным работникам и руководителям среднего звена, которые непосредственно организуют и координируют производственный процесс на местах.

При обсуждении термина «культура безопасности» было отмечено, что он знаком и понятен, но при этом сложен для понимания линейных работников. Кроме того, по мнению ряда сотрудников, наблюдается невысокий уровень информированности о содержании «культуры безопасности», что указывает на неудовлетворительность качества и недостаточность разъяснительной работы. Также было отмечено, что на сегодняшний день действия по развитию культуры безопасности движения носят инерционный характер.

Участниками исследования высказывались мнения, что многие сотрудники не слышали об этом понятии и не знают, что делается в этом направлении; некоторые слышали, но предпочитают работать по опыту сложившейся многолетней практики.

Участники отмечали, что на данный момент существует потребность в более понятном для линейных работников определении термина «культура безопасности». В ходе исследования был предложен следующий вариант: культура безопасности – это осознание того, что соблюдение принципов безопасности не нуждается в каком-то контроле или проверках: «чтобы над работником кто-то стоял и заставлял выполнять эти принципы». Иными словами,

культура безопасности у персонала – это то, как сотрудник работает, когда за ним не смотрят.

Руководители среднего звена отмечают, что знакомы с термином «культура безопасности», который закреплен в нормативных документах, а представители рабочих профессий отметили, что с ним не знакомы или слышали сам термин, но не знают, что он означает.

Участниками исследования были предложены показатели, которые, по их мнению, должны определять уровень развития культуры безопасности:

1. Вовлеченность всех работников в процесс обеспечения безопасности движения поездов (персонал демонстрирует стремление качественно выполнять поставленные задачи);

2. Стремление руководства предприятий, руководителей среднего звена и рядовых работников к открытому диалогу, а не к замалчиванию нарушений и их причин;

3. Отказ работников выполнять действия, заведомо приводящие к нарушению безопасности движения поездов;

4. Способность руководителей оценивать угрозы и риски в работе своего подразделения (действовать на шаг вперед), применять системный подход к анализу сбоев и отказов в работе.

Некоторые участники исследования отмечали, что на данный момент показатели развития уровня культуры безопасности не до конца определены и оцениваются на основании субъективных оценок работников предприятий.

Оценивание развития уровня культуры безопасности на предприятиях производится в соответствии с утвержденными документами ОАО «РЖД» по пятибалльной шкале, где «1» – культура безопасности находится в «зачаточном» состоянии, а «5» – культура безопасности сформирована в полном объеме. Участники, которые оценивали развитие культуры безопасности на своих предприятиях, в основном ставили оценки «2» или «3», редко – оценку «1» и «4», а оценку «5» выставил лишь один участник исследования. Среди причин выставления оценок «2» и «3» были обозначены два аргумента:

1. Ориентация предприятий в основном на эксплуатационную работу, связанную с выполнением производственных показателей, приводящая к второстепенности вопросов обеспечения безопасности и формирования культуры безопасности у работников.

2. Ориентация руководства предприятий на сокрытие нарушений безопасности, в основном из-за страха наказания или с целью сохранения высокого места в рейтинге; трансляция этой позиции своим подчиненным.

Все участники исследования отмечали, что хорошо знакомы с нормативными документами по вопросам культуры безопасности.

Вместе с тем, представители ревизорского аппарата считают, что их количество избыточно: его необходимо сокращать, и сводить данные в единый нормативный документ, доступный для понимания работниками и пригодный для практического применения в трудовых коллективах.

Руководители среднего звена заявили, что знают о нормативных документах по вопросам культуры безопасности, но знакомы с ними довольно поверхностно.

Линейные работники, по результатам исследования, также поверхностно знакомы с документами по вопросам культуры безопасности. Некоторые из них отметили, что «какие-то документы вывешены на стендах», но они с ними редко знакомятся.

Участники исследования отмечали, что на данный момент формированию культуры безопасности в ОАО «РЖД» способствуют дисциплина, ответственность и преданность делу – факторы, формирующие вовлеченность персонала в обеспечение безопасности движения поездов. Вовлеченность заключается в ответственности за результат работы, в профессионализме, стремлении к качественному выполнению обязанностей, личной заинтересованности соблюдать принципы безопасности движения поездов. В то же время существуют факторы, снижающие ее, и, соответственно, препятствующие развитию культуры безопасности движения.

Участниками были определены следующие факторы:

1. Отсутствие осознания риска работниками и непонимание возможных последствий конкретных действий или бездействия. Причем это характерно даже для тех, кто хорошо знаком с инструкциями.

2. Отсутствие личного примера руководителей и разъяснительной работы с персоналом со стороны непосредственных руководителей. Является важным, чтобы каждый работник независимо от должности понимал, что достижение цели возможно только при обеспечении безопасной работы. Сейчас зачастую складывается ситуация, при которой достижение цели и обеспечение безопасности становятся противоположными понятиями.

3. Ошибочное мнение рядовых работников, что за выполненную с нарушениями работу несет ответственность только руководитель, а они являются лишь исполнителями. На практике, работник, непосредственно допустивший нарушение, привлекается к не менее серьезной ответственности.

4. Отсутствие у большинства работников осознания того, что единоличное нарушение правил безопасности подводит весь коллектив («коллективного мышления нет»). Сотрудники не осознают, что «работают на благо общего дела», не ощущают себя частью единой слаженной системы.

Также затруднено взаимодействие между работниками смежных предприятий («взаимодействие по горизонтали идет очень сложно»).

5. Наличие ситуаций вынужденных нарушений, зависящих от внешних факторов и обстоятельств: несвоевременное предоставление «технологического окна», сокращение временных промежутков, приводящее к спешке, нехватка каких-либо материалов.

6. «Перевернутая пирамида управления», при которой существует большое число руководителей разного уровня, которые указывают одному и тому же исполнителю, что необходимо делать; причем указания могут противоречить друг другу.

7. Невозможность четко спланировать работу руководителей и специалистов из-за огромного количества оперативных указаний и поручений.

Представители ревизорского аппарата, участвовавшие в исследовании, видят свою роль преимущественно в осуществлении контролирующей функции обеспечения безопасности движения. Однако они ориентированы на проведение разъяснительной работы с персоналом. Ревизоры, по их словам, постепенно становятся посредниками безопасности между руководителями и работниками, транслируя принципы культуры и обучая работников выполнению требований на конкретных примерах.

К своей зоне ответственности за обеспечение безопасности движения участвующие в исследовании руководители среднего звена отнесли: контроль над соблюдением технологии и выполнением функциональных обязанностей подчиненными; обеспечение удовлетворительного состояния рабочих мест; обеспечение сотрудников спецодеждой; формирование и поддержание благоприятного психологического климата в трудовом коллективе; ориентированность на сплоченность рядовых работников; мотивация сотрудников; реализация практического (а не только теоретического) обучения «в поле».

Линейные работники отметили, что их вклад в обеспечение безопасности движения, помимо качественного исполнения должностных обязанностей, состоит в передаче опыта новым работникам, демонстрации примеров следования нормам безопасности в процессе работы и информировании молодых сотрудников о возможных последствиях нарушения требований.

Планы по развитию культуры безопасности формируются и утверждаются ежегодно на основе организационно-распорядительных документов ОАО «РЖД» с учетом потребностей подразделений и хозяйств. Разработанный план, прежде всего, направлен на развитие признаков культуры безопасности и включает в себя конкретные мероприятия по развитию инициативы среди персонала и вовлечению работников в решение проблем безопасности движения. При этом фактическое проведение этих мероприятий незначительно влияет на формирование культуры безопасности и в большей степени носит формальный характер.

Участники исследования считают, что в ОАО «РЖД» для развития культуры безопасности организуются следующие мероприятия:

1. «Дни безопасности», на которых руководители информируют сотрудников об основных изменениях инструкций и регламентов.

2. Викторина на знание ПТЭ (принимать участие может любой работник; в процессе подготовки подробно изучаются требования безопасности; однако из-за слабой осведомленности на сегодняшний день в викторине участвует лишь небольшая доля персонала).

3. Частое введение так называемых «особых режимов» (которые, по словам работников, не приносят необходимого эффекта).

4. Освещение вопросов безопасности движения на технической учёбе.

5. Информационные рассылки о нарушениях безопасности по сети дорог.

По оценкам ревизоров, принимавших участие в исследовании, лишь небольшое число руководителей предприятий включает в свои задачи формирование культуры безопасности. Несмотря на то, что в целом они имеют представление о понятии «культура безопасности», в реальной деятельности они уделяют внимание только обеспечению повседневного производственного процесса и решению первоочередных проблем предприятия.

Большинство участников исследования из числа руководителей среднего звена и линейных работников отмечает, что на их предприятиях регулярно инициируется обмен мнениями между работниками разного уровня и опыта работы. Так, более молодые руководители среднего звена отмечали, что, несмотря на большой объем знаний в области нормативной документации, уступают своим подчиненным старшего возраста по количеству имеющегося опыта работы, поэтому перед принятием решения всегда советуются с ними и доверяют их мнению. Другие участники исследования приводили примеры ситуаций, когда предложения и идеи молодых сотрудников учитывались руководителями и оформлялись как рационализаторские предложения.

По отзывам руководителей среднего звена, в ситуациях, когда подчиненный выражает сомнение в правильности поставленной задачи, они готовы выслушать

его позицию и согласиться, если мнение является обоснованным. Однако некоторые представители рабочих профессий отметили, что их мнение не всегда бывает услышано непосредственными руководителями.

Поступление предложений по повышению показателей безопасности на местах происходит, как правило, не по «инициативе снизу», а в соответствии с принятым в подразделении «планом по рацпредложениям», в связи с чем, по словам респондентов, новаторские идеи чаще всего носят лишь формальный характер. Участники исследования также отметили, что большинство нововведений, с которыми они сталкиваются в своей деятельности, не оказывает значимого влияния на улучшение рабочего процесса и повышение уровня безопасности, что обусловлено подачей предложений «по плану», а также низкой мотивацией сотрудников к высказыванию своих идей.

Основными видами обучения в области обеспечения безопасности движения поездов респонденты назвали: плановые и внеплановые технические занятия, инструктажи, курсы в рамках системы дистанционного обучения и регулярное повышение квалификации.

Участники исследования отметили преимущественно формальный подход к обучению вопросам культуры безопасности, которое зачастую проводится не с целью получения определенных знаний, а с целью предоставления отчета о том, что работники обучены. Недостаточно эффективным, по отзывам ревизоров и самих работников, является дистанционное обучение вопросам обеспечения безопасности. Эта система обновляется достаточно редко, поэтому многие вопросы, которые работники вынуждены в ней изучать, устаревают.

Респонденты уверены, что обучение вопросам безопасности необходимо организовывать преимущественно с отрывом от производства для глубокого понимания и осознания важности безопасности движения.

Как показывают результаты проведенного исследования, развитие культуры безопасности – это общая задача и руководителей, и ревизорского аппарата. За ее формирование должен отвечать каждый руководитель, независимо от своего

уровня. В настоящее время руководители среднего звена и руководители предприятий выполняют эту функцию недостаточно эффективно.

У ревизорского аппарата выполнять функции предупреждения и ликвидации последствий нарушений правил безопасности движения получается эффективнее, нежели консультировать персонал и развивать культуру безопасности.

Сотрудники предприятий (руководители среднего звена и линейные работники) до конца не удовлетворены качеством работы по формированию культуры безопасности. По результатам исследования можно также сделать вывод, что представление о культуре безопасности движения на данный момент сформировано у ревизорского аппарата и у значительной части руководителей среднего звена, в то время как у большинства рабочих оно существует лишь на интуитивном уровне, а процесс развития культуры безопасности движения недостаточно систематизирован.

Проведенное исследование показывает, что в настоящее время необходима системная переработка нормативных документов по развитию культуры безопасности, разработка рекомендаций по ее внедрению в технологический процесс и определение нового термина «культура безопасности движения».

1.4 Методы и инструменты управления качеством в безопасности производственных процессов

Процесс управления безопасностью движения поездов является составной частью управления производственными процессами холдинга ОАО «РЖД» и представляет собой последовательные действия, направленные на объекты процесса управления с целью получения желаемого результата.

Контроль качества процесса определяется как результат сопоставления полученных данных при измерении с установленными значениями [18].

В настоящее время существуют различные методы контроля качества, которыми пользуются для оценки качества безопасности и надежности производственного процесса.

Изучением теоретических и прикладных проблем по оценке качества объектов занимается квалиметрия.

Существуют следующие методы квалиметрии:

- 1) измерительный метод - это способ получения исходной информации, основанный на применении средств измерений;
- 2) регистрационный метод основан на получении информации в результате наблюдений и подсчета числа событий;
- 3) аналитический метод основывается на расчетно-аналитической зависимости между показателями качества и параметрами продукции.

Методы определения значений показателей качества зависят от источника информации и подразделяются на статистические, экспертные, комбинированные и социологические.

Статистические методы обработки исходных данных весьма разнообразны. Они, прежде всего, основаны на сборе статистических данных об оцениваемой продукции (ее параметрах и свойствах) и их обработке с помощью различных статистических действий. Этапы жизненного цикла продукции являются основной областью применения данных методов [18].

Основу экспертного метода составляют свойства оценивание продукции и базовых образцов. Данный метод применяется, когда исходной статистической и аналитической информации для оценки качества недостаточно и показатели невозможно определить иными методами и выразить в конкретных величинах.

Существует различное множество экспертных методов, которые группируются по признакам: качества экспертов при формировании экспертной группы, способы обмена информацией и опроса, типы и градации шкал и др.[19,20].

Когда в исследовании применяется метод экспертных оценок, нахождение показателей качества объекта происходит на основе общего решения: обобщаются опыт и интуиция группы специалистов-экспертов. При этом результаты зависят от квалификации и опыта экспертов [19].

Статистические данные собираются при управлении процессом и его контроле, но исходные данные по своей природе не всегда бывают численными. Следовательно, для принятия решений необходимы определенные знания – знания поведенческой науки, операционного анализа, теории оптимизации и статистики. На базе этих знаний сформировался набор новых инструментов, который позволяет упростить задачу управления при анализе различных факторов – “Семь новых инструментов управления качеством”:

- 1) «диаграмма средств»;
- 2) «диаграмма связей (граф взаимозависимости)»;
- 3) «древовидная диаграмма» или систематическая диаграмма;
- 4) матричная диаграмма;
- 5) стрелочная диаграмма;
- 6) диаграмма процесса осуществления программы (PDPC);
- 7) матрица приоритетов [18].

Сегодня самым часто используемым экспертным методом является метод анализа видов и последствий отказов, который позволяет анализировать ошибки, причины, последствия и оценивать риски их появления [21]. Данный метод используется при тех видах отказов, которые связаны с ошибками персонала в процессах обеспечения работоспособности оборудования. Он позволяет произвести идентификацию отказов, возможные причины и последствия для системы и визуализировать их для пользователей, а также устанавливать требования к резервированию и безопасности [22].

Использование метода анализа видов и последствий отказов обеспечивает выполнение требований к качеству изделия с помощью внесения изменений в технологические процессы производства [23].

1.5 Выводы по главе 1

1. Формы контроля обеспечения безопасности прошли путь от самоконтроля на этапе зарождения железных дорог до создания института ревизоров по безопасности движения поездов и формулирования принципов

культуры безопасности, соблюдение которых позволяет поддерживать безопасность на приемлемом уровне. На протяжении всего процесса развития постепенно увеличивалось внимание к выполнению норм и правил со стороны организаторов производственных перевозочных процессов.

2. Развитие культуры безопасности и оценка ее зрелости является новым направлением деятельности холдинга «РЖД» при организации безопасного движения поездов. Оно предусматривает предупреждение возникновения нарушений по причине человеческого фактора.

3. Оценка зрелости культуры безопасности в ОАО «РЖД» сегодня осуществляется на основе метода самооценки и не может быть полностью объективной.

4. С целью повышения качества проведения профилактической работы по вопросам обеспечения безопасности производственных транспортных процессов в ОАО «РЖД» кроме статистических методов оценки состояния безопасности движения поездов в последние годы стали применяться экспертные методы и новые инструменты управления качеством. Однако, несмотря на применения современного инструментария, система управления безопасностью производственных транспортных процессов не позволяет полностью исключить влияние человеческого фактора на возникновение нарушений безопасности движения поездов.

ГЛАВА 2 ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДПРИЯТИЯХ ХОЗЯЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

2.1 Анализ случаев транспортных происшествий и иных событий в предприятиях хозяйства железнодорожных перевозок

Данные статистики по транспортным происшествиям и иным событиям, допущенным в Российской Федерации за 2010 – 2017 годы и отнесенным к ответственности хозяйства железнодорожных перевозок, представлены на рис. 2.1.

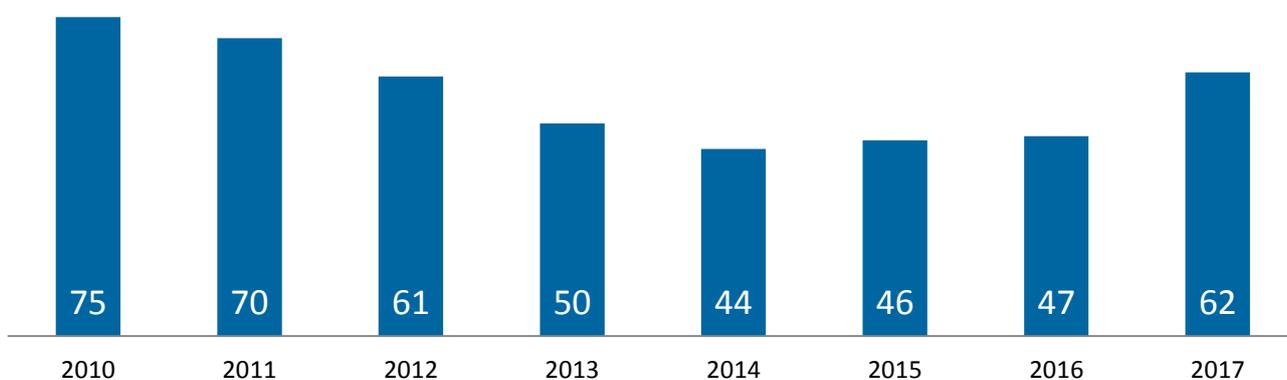


Рисунок 2.1 – Статистика нарушений за 2010-2017 г.

Как видно из рис. 2.1, в 2014 г. наблюдался минимум транспортных происшествий. В 2017 году допущен рост на 41% к 2014 году. При этом наибольшее количество допущенных транспортных происшествий произошло на сортировочных станциях (рис. 2.2).

Основная доля допущенных транспортных происшествий в 2017 году была квалифицирована как столкновение при маневровых передвижениях или сход подвижного состава при маневровых передвижениях. Аналогичные причины транспортных происшествий были выявлены и в предыдущих годах, как видно из табл. 2.1.

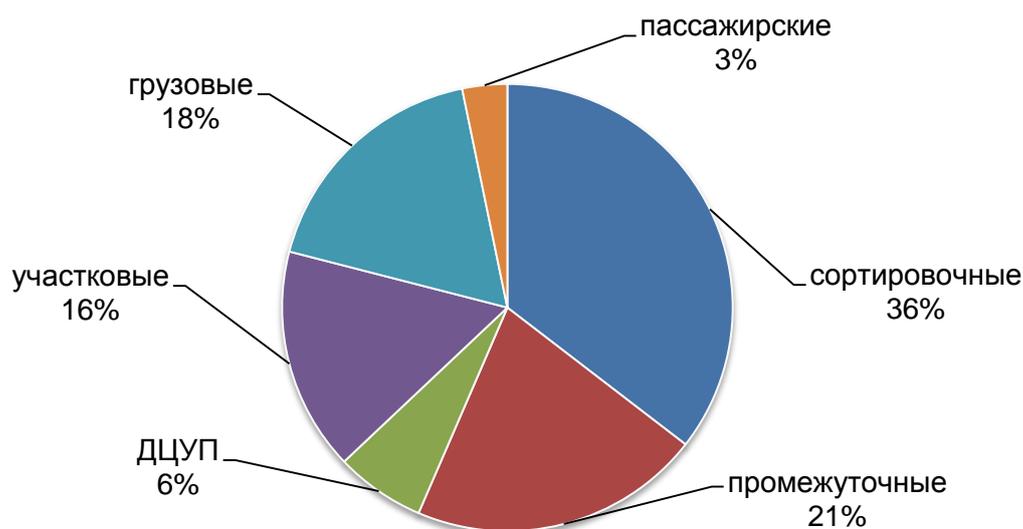


Рисунок 2.2 – Распределение случаев нарушений безопасности движения в хозяйстве железнодорожных перевозок за 2017 год

Таблица 2.1- Классификация нарушений

| Вид нарушения | Количество случаев | | +/- к 2016г. |
|--|--------------------|-----------|--------------|
| | 2016 г. | 2017 г. | |
| События, классифицированные в соответствии с приказом Минтранса от 18 декабря 2014 года № 344 | | | |
| АВАРИЯ | - | 1 | +1 |
| Столкновение поездов с другими поездами или железнодорожным подвижным составом | 1 | - | -1 |
| Прием поезда на занятый путь | 1 | 4 | +3 |
| Отправление поезда на занятый перегон | - | 1 | +1 |
| Прием и отправление поезда по неготовому маршруту | 2 | 8 | +6 |
| Несанкционированное движение на маршрут приема, отправления поезда или на перегон | 3 | 1 | -2 |
| Столкновения подвижного состава при маневрах | 11 | 13 | +2 |
| Сходы подвижного состава при маневрах | 28 | 33 | +5 |
| Обрыв автосцепки | 1 | - | -1 |
| Наезд поезда на посторонний предмет (объект) | - | 1 | +1 |
| Общее количество | 47 | 62 | +15 |
| Корпоративные нарушения, классифицированные в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 17 ноября 2015 года № 2703р | | | |
| Взрез стрелки | 7 | 7 | - |
| Неисправности технических средств, приведшие к задержке поезда более 1 часа | 2 | 3 | +1 |
| Общее количество | 9 | 10 | +1 |
| ВСЕГО СЛУЧАЕВ | 56 | 72 | +16 |

Основной причиной транспортных происшествий, произошедших на структурных предприятиях Центральной дирекции управления движением — филиала ОАО «РЖД» в 2017 году, являлся человеческий фактор, а именно:

- подача команды на движение без проверки правильности приготовления маршрута и положения стрелок в маршруте;
- неправильное восприятие информации машинистом о занятости пути;
- отсутствие наблюдения за положением стрелок в маршруте;
- установка стрелочного перевода в положение, не исключающее заезд на занятый путь;
- осаживание вагонов с выходом вагонов за предельный столбик или установка подвижного состава вне пределов полезной длины путей;
- перевод стрелки под подвижным составом;
- превышение скорости роспуска, интервалов между движущимися отцепами и несоблюдение степени торможения;
- поздняя подача команды на остановку;
- допуск локомотивной бригады специального самоходного подвижного состава к работе без проверки наличия соответствующих документов;
- подача команды на движение до освобождения пути от подвижного состава;
- начало движения без проверки отсутствия препятствий;
- прием поезда на занятый путь или отправление поезда на занятый перегон;
- нарушение норм закрепления подвижного состава;
- отсутствие проверки свободности стрелки от подвижного состава;
- отсутствие контроля сохранности тормозного башмака;
- производство маневровой работы после саморасцепа вагонов без проверки надежности сцепления вагонов;
- несвоевременный перевод стрелки по маршруту и отсутствие контроля правильности следования отцепа;
- нарушение технологии производства маневровой работы;

- отсутствие контроля движения отцепов при роспуске вагонов;
- отправление поезда без проверки правильности приготовления маршрута и открытия выходного поездного сигнала;
- отсутствие барьерной группы вагонов в конце сортировочного пути при роспуске состава с горки;
- подача команды на движение при неготовом маршруте или при не полностью подготовленном маршруте.

Наибольшее количество транспортных событий допущено по вине дежурных по станции и составителей поездов - 17 и 20 транспортных событий соответственно; работников горочного комплекса (дежурный по горке и оператор сортировочной горки) – 17 транспортных событий; диспетчеров поездных – 4 транспортных события (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Распределение транспортных событий по вине исполнителей

Если анализировать по стажу работы в должности, то наибольшее количество транспортных событий допущено по вине работников, имеющих стаж работы до 1 года (17 случаев или 27% от общего количества событий) и от 1 до 3 лет (16 случаев или 26% от общего количества), как это видно из табл. 2.2.

Таблица 2.2 - Данные по должностям и стажу работников, допустивших нарушения в 2016-2017 г.

| Должности | Стаж работы в должности, лет | | | | | | | | | | | | Общее количество нарушений | |
|--|------------------------------|-----------|---------------|-----------|---------------|----------|----------------|-----------|-----------------|----------|--------------|----------|----------------------------|-----------|
| | до 1 года | | от 1 до 3 лет | | от 3 до 5 лет | | от 5 до 10 лет | | от 10 до 15 лет | | более 15 лет | | 2016 | 2017 |
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | | |
| Дежурный по станции | 2 | 5 | 4 | 4 | 1 | 3 | | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 | 17 |
| Составитель поездов, главный кондуктор | 1 | 4 | 8 | 7 | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 | | 4 | 2 | 20 | 20 |
| Дежурный по горке | 4 | 6 | 4 | 2 | | 3 | | 1 | | | 2 | | 10 | 12 |
| Оператор горки | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 1 | | | 1 | 3 | 5 |
| Оператор поста | | 1 | | | | | | 1 | | | | | 0 | 2 |
| Дежурный стрелочного поста | | 1 | | | 1 | | | | | | | | 1 | 1 |
| Диспетчер поездной | | | | 1 | | | | 1 | | | | 2 | 0 | 4 |
| Начальник станции | | | 2 | 1 | | | | | | | | | 2 | 1 |
| Регулировщик скорости | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | 0 |
| Маневровый диспетчер | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 0 |
| Итого | 8 | 17 | 19 | 16 | 5 | 9 | 2 | 13 | 6 | 1 | 7 | 6 | 47 | 62 |
| % от итога по должности | 15 | 27 | 40 | 26 | 11 | 15 | 4 | 21 | 11 | | 15 | 10 | | |

При этом 50% всех транспортных происшествий за период с 2012 года по 2017 год приходится на работников со стажем работы до 3 лет (рис. 2.4).

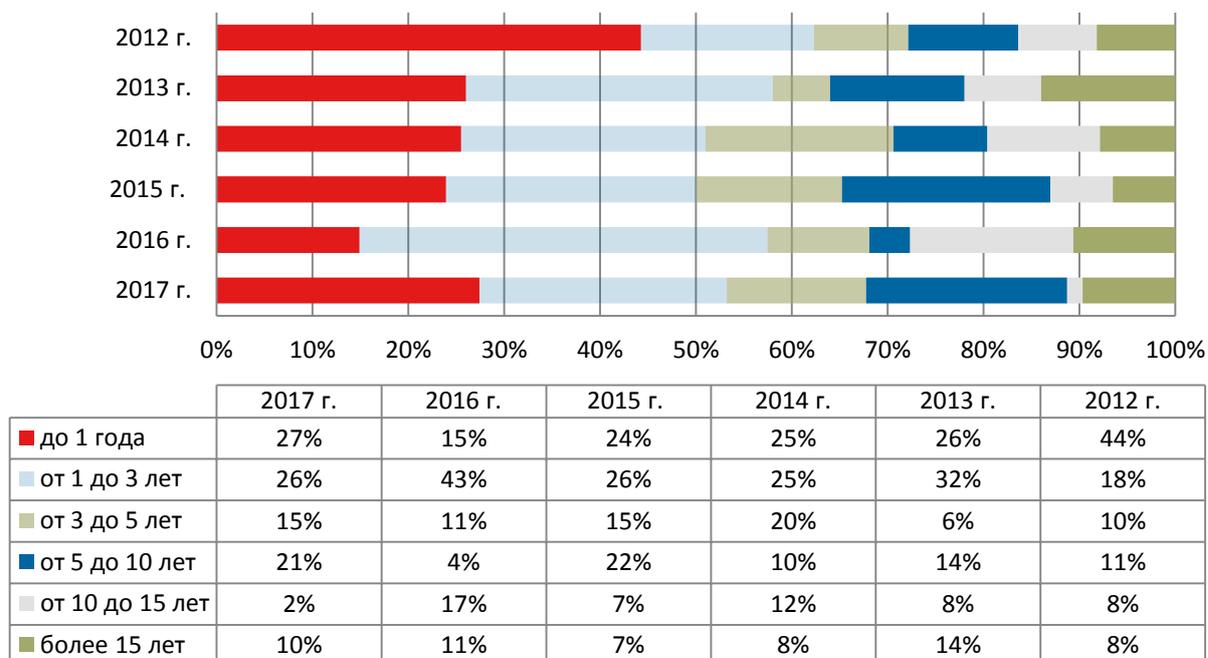


Рисунок 2.4 – Зависимость транспортных происшествий и событий от стажа работников за период с 2012 по 2017 год

Проанализировав причины нарушений, приведших к транспортным событиям и сгруппировав по подпроцессам перевозочной деятельности, в зону повышенного риска можно отнести следующие подпроцессы: формирование поездов, расформирование составов поездов, отправление поездов и маневровая работа на подъездных путях (табл. 2.3).

Таблица 2.3 - Распределение случаев нарушения безопасности движения по подпроцессам, влияющих на уровень безопасности движения за 2017 год

| | | |
|--------------------------------------|--|-----------|
| Организация поездной работы | | 13 |
| | Прием поездов | 4 |
| | Отправление поездов | 9 |
| Организация маневровой работы | | 49 |
| | Расформирование составов поездов | 20 |
| | Формирование поездов | 17 |
| | Маневровая работа на подъездных путях | 8 |
| | Организация закрепления подвижного состава | 4 |

По подпроцессу «Расформирование составов поездов» наибольшее количество событий допущено из-за нарушения технологии работы сортировочной горки и нерасчетливого торможения отцепов.

По подпроцессу «Формирование поездов» наибольшее количество событий допущено по следующим причинам: подача команды на движение при неготовом или не полностью подготовленном маршруте, отсутствие проверки препятствий перед началом движения подвижного состава и отсутствие проверки свободы стрелки от подвижного состава.

При производстве маневровой работы на подъездных путях допускаются следующие нарушения: перевод стрелки под подвижным составом, подача команды на движение по неготовому маршруту, отсутствие контроля над маршрутом следования.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что причиной всех допущенных транспортных происшествий является «человеческий фактор», заключающийся в невыполнении требований основного документа, регламентирующего деятельность железнодорожного транспорта – Правил

технической эксплуатации железных дорог РФ (далее – ПТЭ), что подчеркивает низкий уровень культуры безопасности (рис. 2.5).

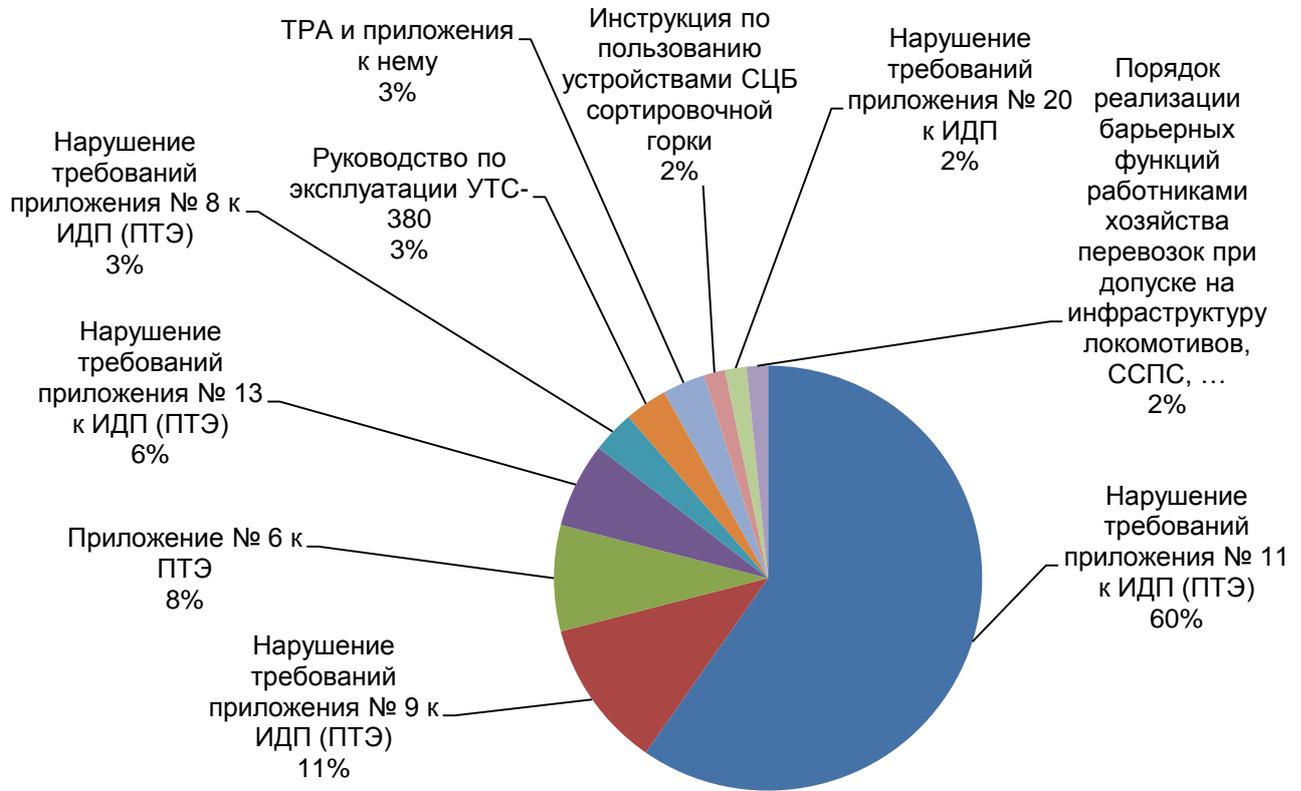


Рисунок 2.5 – Нормативные документы, при несоблюдении требований которых были допущены нарушения безопасности движения поездов в 2017 году

2.2 Предпосылки создания системы управления безопасностью производственных процессов

В любом виде деятельности имеются потенциальные риски. Для повышения уровня безопасности применяются средства защиты и системы управления. Управлять безопасностью значит переводить системы из одного состояния в другое, менее опасное. Примерами систем безопасности являются: промышленная безопасность, экологическая безопасность, национальная безопасность, безопасность движения и многие другие [24].

Статистика показывает, что люди погибают или становятся инвалидами от воздействия различных неблагоприятных факторов природного, техногенного, антропогенного, биологического, экологического и социального характера [25].

Понятие «безопасность» в общем виде было закреплено в статье 1 Федерального закона РФ от 7 декабря 2010 г. «О безопасности»: «безопасность —

это состояние защищенности важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз” [26].

Вопросы обеспечения безопасности движения поездов нашли отражение в стратегии развития железнодорожного транспорта и в федеральной целевой программе по модернизации транспортной системы России.

Увеличение грузооборота на железнодорожном транспорте страны предопределило необходимость постоянного совершенствования методов управления безопасностью.

Безопасность движения поездов следует рассматривать, прежде всего, как комплексный показатель качества транспортного обслуживания, от которого зависит успешность функционирования холдинга «РЖД» в целом.

Основные исследования, связанные с производственным процессом, посвящены таким проблемам, как эффективная организация работы предприятия, оптимизация моделей управления предприятий и совершенствование отдельных элементов процессной модели управления предприятием.

В работе Лёвина Б.А. [27] рассмотрены и оценены задачи, связанные с безопасностью движения на железнодорожном транспорте и усилением контрольной и надзорной деятельности государственных органов. Также Лёвиным Б.А. было определено, что для выполнения программы «Реформы контрольной и надзорной деятельности» и для формирования риск-направленной контрольной и надзорной деятельности государственных органов необходимо создание достоверной и надёжной информационной системы, способной обеспечить полномерными и объективными данными не только государственную деятельность надзорных органов, но и научную деятельность по вопросам обеспечения безопасности движения поездов. При этом сделан акцент на использовании человеческого фактора для анализа и последующего обучения причастных специалистов, связанных с безопасностью движения. В работе [28] рассмотрены проблемы повышения эффективности обучения студентов, применения в образовательном процессе ВУЗа новых подходов в преподавании, учитывающих передовые образовательные формы, современные методики и

повышение роли психолого-педагогического сопровождения в образовательном процессе.

В работе Апатцева В.И. [29] определено, что система подготовки и развития персонала должна непрерывно совершенствоваться. Также рассмотрены вопросы, связанные с подготовкой и переподготовкой руководителей и специалистов, обеспечивающих безопасность производственных процессов, предложены современные профили подготовки на базе института транспорта.

В работе [30] проанализированы вероятные подходы к оценке влияния человеческого фактора на обеспечение безопасности движения поездов и качество эксплуатационной работы. В работе [31] предложены параметры для оценки качества технологических процессов работы железнодорожных станций; с точки зрения системного подхода рассмотрена теория организации производства. Сформирована система организационно-производственных показателей для оценки качества технологических процессов станций, но нет оценки состояния безопасности производственных процессов на железнодорожных станциях.

В научном труде [32] Верескун Д.Н. обосновывает методологический подход к проведению системного анализа производственных процессов, дополненного элементами моделирования и виртуального управления. Такой подход позволяет повысить качество организационно-технических решений, принимаемых непосредственными руководителями. В этой работе он также приводит концепцию развития производственных предприятий железнодорожного транспорта на основе развития теоретических основ, связанных с надежностью, развитием менеджмента и человеческого капитала, а также с необходимостью проведения обучения с использованием учебных тренажеров как работников железнодорожного транспорта, так и студентов. Разработанная концепция позволяет научно обосновывать разработку мероприятий, направленных на повышение надежности, безопасности и технологичности производственных процессов. В статье [33] автор исследует опыт применения экспертных оценок для решения задач по организации и управлению производственными процессами на транспорте, проводит анализ

экспертного подхода к информационному и математическому моделированию при исследовании процессов на железнодорожном транспорте.

Шалягин Д.В. [34] предложил модель работы человека-оператора в системе управления движением поездов, т.н. эргатической системе. Им рассмотрена проблема влияния человеческого фактора на безопасность производственного процесса в системе управления движением поездов в зависимости от режима работы и вида управляющих воздействий.

Аксёнов В.А. в работе [35] провел анализ существующих подходов в ОАО «РЖД» в развитии методов оценки профессиональных рисков, связанных с нарушением техники безопасности, разработал и обосновал методики оперативной оценки профессиональных рисков для работников производственных участков вагонного хозяйства, которая основана на раннем предупреждении возникновения опасных ситуаций. Данная методика позволяет руководителю среднего звена обоснованно принимать решения по соблюдению безопасных условий и определять приоритетные направления деятельности в области охраны труда. В работе [36] Аксёнов В.А. провел анализ надежности производственных процессов и технических систем на основе допущенных отказов в работе технических средств и технологических нарушений на объектах железнодорожного транспорта ОАО «РЖД» и предложил технологию их оценки и анализа с учетом влияния человеческого фактора.

Горелик А.В. в работе [37] рассматривает показатели надежности функционирования системы железнодорожной автоматики и телемеханики с оценкой влияния человеческого фактора на основе экспертного мнения, но не описывает способ формирования экспертной группы для проведения анализа.

В работе [38] Воробьева А.А. предложен метод профилактики брака при изготовлении деталей для подвижного состава. Он основан на математико-статистическом методе контроля качества выпускаемой продукции промышленного железнодорожного предприятия, где используются контрольные карты по качественным признакам, заполнение которых производится по данным выборки изготавливаемой продукции. В статье [39] Воробьев А.А. методологически

объяснил способ оценки качества изделий по данным неразрушающего контроля деталей тягового подвижного состава на основе анализа Парето, суть которого заключается в выявлении основных 20-ти процентов причин, вызывающих 80 процентов основных последствий нарушений работоспособности локомотива.

В статье [40] Половникова О.В. рассматриваются вопросы не повышения эффективности производственных процессов на предприятиях железнодорожного транспорта за счет развития корпоративной культуры, что особенно важно при изменениях, происходящих на предприятии: какие бы планы ни строили руководители, достичь желаемого результата без поддержки трудового коллектива невозможно.

В статье [41] Конев К.А. рассматривает применение риск-ориентированного мышления на авиаприборостроительном предприятии в контексте ситуационного управления. Такой подход позволяет любую ситуацию раскладывать на набор маломасштабных задач. Его особенностью является то, что на первом этапе необходимо выявить все возможные рисковые ситуации, описать все существующие варианты их наступления и определить меры воздействия на них.

В статье [42] Горбушиной С.Н. рассмотрен опыт управления рисками с использованием метода моделирования IDEF0 при организации производства изделий на машиностроительном предприятии; предложены меры, направленные на уменьшение вероятности возникновения рисковых ситуаций на всех этапах производства. В табличной форме здесь представлены фрагменты карты рисков и анализа результатов управления ими в исследуемом производственном процессе предприятия.

Васильков Ю.В. в работе [43] предложил типовой подход к разработке методики, пригодной для оценки рисков в системе менеджмента с учетом имеющихся особенностей на предприятии; показал пример проведения идентификации опасных ситуаций и формирования оценочных шкал вероятности появления угроз; привел примеры карты, матрицы и реестра рисков.

В статье [44] Камышев А.И. проанализировал требования, предъявляемые к компетентности персонала, и меры по ее поддержанию на определенном уровне;

рассмотрел структуру и состав знаний, необходимых для поддержания и улучшения деятельности предприятия. Автором была определена ведущая роль управления информацией согласно современным тенденциям в системе менеджмента качества.

В работе [45] Динец Д.А. предложил принципиально новый подход к управлению трудовыми ресурсами на железнодорожном транспорте, связанный со структурной реформой организации производства в ОАО «РЖД». В его основе находятся организационный дизайн и мотивационная модель оплаты труда по должностям, которая имеет высокую ценность для предприятия. Действующая система организации труда в ОАО «РЖД» подвержена системным рискам, поэтому предлагается внедрить систему управления рисками еще на стадии определения организационной структуры. Также в данной статье приводится обоснование математических моделей оценки и управления рисками, наиболее подходящих для оптимизации системы организации труда на предприятиях транспорта, что имеет значение при исследовании влияния человеческого фактора на организацию производства.

В статье [46] Паршин К.А. рассматривает применение стандартов ISO 9001:2015, предназначенных для повышения качества и безопасности продукции на предприятиях железнодорожного транспорта, на основе разработки и внедрения автоматизированной подсистемы «Матрица компетенций». Исходными данными для ее формирования являются уровень профессиональной подготовленности сотрудников и уровни компетенций для решения разных задач.

Неретин А.А. [47] в статье привел анализ факторов, влияющих на организацию работы транспортного предприятия. По его мнению, каждый фактор представляет собой направленный вектор, который осуществляет определённое воздействие на систему, но меру воздействия можно определить только после проведения анализа результатов работы транспортной системы. Все факторы можно сгруппировать по трем направлениям: технологическая организация производственных процессов, безопасность производства и география деятельности предприятия.

В статье [48] Самуйлов В.М. предложил этапы организации производства в соответствии с научно-техническим прогрессом. Основные компоненты производства: человек, рабочая машина, двигатель, система машин, автоматическая система машин, система организации и управления производством, продукт процесса, компьютеризация. По мере развития технических характеристик производства возрастает роль получения обратной связи и ее качество, что в свою очередь связано с надежностью производства. Также здесь он рассмотрел подход к организации производства, связанный с кластеризацией экономики региона.

В статье [49] Евсеев Д.Г. рассматривает вопрос применения «теории массового обслуживания» для моделирования сетевой структуры технического обслуживания грузовых вагонов на железнодорожных станциях. Здесь определены структура и сетевая технологическая модель работы железнодорожной станции и вагоноремонтного предприятия при сервисном обслуживании грузовых вагонов. В статье [50] рассмотрены этапы изменений, произошедших в структуре ремонтного комплекса подвижного состава, предложен путь повышения эффективности ремонта на основе управления жизненным циклом локомотива в период эксплуатации.

В работе Шеремета Н.М. [51] рассматривается производственный характер вузовского процесса, анализируются научные подходы к системе высшего образования, производится уточнение понятий «производство», «деятельность», «производственный процесс», но при этом не определяются параметры качества предоставляемой услуги в вузе. В работе [52] определены инструменты обеспечения кадровой безопасности предприятия и характерные составляющие их методологического сопровождения.

В [53] произведено логическое сопоставление транспортного производства и перевозочного процесса как основного процесса железнодорожного предприятия; обоснована методика формирования структурных целей производственных процессов и математическая модель структурных целеполаганий; предложена модель управления основными ресурсами

транспортного производственного процесса: техническими средствами, человеческими ресурсами и профессиональными знаниями. Там же разработана технологическая модель достижения целей транспортного предприятия и его основных процессов на основе мотивационного управления с учетом возможных волновых физических колебаний; предложен метод теоретического подхода к обоснованию принятия управленческих решений на основе результатов транспортного производства предприятия.

В статье [54] Голавский В.С. приводит практический опыт внедрения технологии бережливого производства на транспортных предприятиях железнодорожного транспорта, а также предлагает свой подход к его внедрению, основанный на разделении этапов с описанием конкретных работ и исполнителей. Основной идеей этой технологии является непрерывный процесс снижения затрат в производстве.

В [55] Кутыркин А.В. исследовал разработку моделей и алгоритмов решения функциональных задач, связанных с управлением системами на основе двух уровней: первый — информационная среда и инфраструктура информатизации, второй — прикладной уровень информационных технологий, предназначенный для решения задач, связанных с управлением предприятием.

В [56] Стариченкова А.Л. рассмотрены основные подходы к формированию теории оценки безопасности водного транспортного средства. В их основе определены четыре группы факторов, влияющих на безопасность транспортного средства, человека, окружающей среды и груза. Проведенный анализ транспортных систем позволил сформировать положение о комплексной оценке безопасности транспортного средства, содержащее четыре позиции: конструктивная безопасность, безопасность движения, безопасность объектов транспортировки в местах дислокации и безопасность управления и обслуживания.

2.3 Выводы по главе 2

1. Все допущенные нарушения безопасности производственных транспортных процессов имели в своей основе человеческий фактор. За последние годы после незначительной стабилизации в вопросах безопасности при организации железнодорожных перевозок наметилось постепенное увеличение количества случаев транспортных происшествий.

2. Сегодня одним из основных элементов системы управления безопасностью при организации железнодорожных перевозок является статистический анализ, на основе которого разрабатываются предупреждающие мероприятия. При проведении технических ревизий и аудитов состояния безопасности производственных транспортных процессов находят применение экспертные методы, начинают применяться новые подходы с количественной оценкой качества принятых решений в вопросах обеспечения безопасности.

3. Наибольшее количество допущенных транспортных происшествий и их событий приходится на долю работников транспортных предприятий Центральной дирекции управления движением – филиала ОАО «РЖД», стаж работы которых составляет менее 3 лет на текущей должности.

4. Эволюция системы управления безопасностью движения поездов связана с техническим развитием железнодорожного транспорта, с достижениями науки и техники, а также с социальным развитием общества.

5. Улучшение состояния безопасности движения поездов является одной из ключевых задач ОАО «РЖД», решение которой играет важную роль для железнодорожной отрасли в целом и позволяет повысить ее социально-экономический статус.

6. В научных трудах российских ученых рассмотрены различные факторы, влияющие на безопасность движения поездов, однако влияние культуры безопасности как одной из важнейших составляющих человеческого фактора оценено весьма слабо.

ГЛАВА 3 АНАЛИЗ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ЗА РУБЕЖОМ

3.1 Культура безопасности на железнодорожных предприятиях Великобритании и стран – членов ЕС

На зарубежных железных дорогах, в том числе железных дорогах стран – членов ЕС, термин «безопасность» трактуется достаточно широко – как «железнодорожная безопасность», и в принятом в холдинге ОАО «РЖД» понимании охватывает:

- безопасность движения;
- промышленную безопасность;
- защиту от производственного и непромышленного травматизма непосредственно на железнодорожных путях, вокзалах и остановочных пунктах;
- охрану труда и технику безопасности на рабочих местах персонала, предупреждение его заболеваемости, утомляемости и т. п.;
- экологическую безопасность;
- пожарную безопасность;
- безопасность перевозки опасных грузов [57].

Создание современной системы менеджмента безопасности (СМБ) на железных дорогах стран – членов ЕС предписано Директивой ЕС по железнодорожной безопасности [57]. При этом она должна создаваться как в организациях, ведающих железнодорожной инфраструктурой («менеджеры инфраструктуры»), так и в организациях, обеспечивающих перевозку грузов и/или пассажиров, или обеспечивающих только тягу поездов («железнодорожные предприятия»). В Директиве нет каких-либо предписаний в отношении культуры безопасности. Однако некоторые разъяснения по поводу культуры безопасности и ее соотношения с СМБ приведены в брошюре [80], подготовленной специалистами в области безопасности железных дорог ФРГ, Австрии и Швейцарии. В сотрудничестве с консультантами Технического университета Клаусталь (Technical University of Clausthal), специализирующимися на

интегрированных системах менеджмента, и аудиторской компанией TÜV Intertraffic, теми же специалистами была разработана вышеназванная Директива ЕС [57]. Данную брошюру [80] следует рассматривать как комментарий к Директиве ЕС [57].

В своем комментарии [80] авторы подчеркивают, что культура безопасности является индикатором качества СМБ, что отличает данный подход от того, который проводится на железных дорогах некоторых других стран: Канады, Австралии и ЮАР, где культура безопасности рассматривается как один из элементов (компонентов) СМБ, что более подробно будет рассмотрено при описании культуры безопасности в этих странах. В соответствии с подходом специалистов ЕС культура безопасности должна развиваться непрерывно, параллельно с проектами как на стадии создания СМБ, так и на последующих этапах. Аналогичный подход к культуре безопасности на данном этапе принят и для железных дорог ОАО «РЖД».

Авторы брошюры также отмечают, что культура безопасности — это комбинация ценностей, норм и принципов приемлемого поведения. Ее цель заключается в том, чтобы повышать уровень безопасности через самоконтроль. Если данная брошюра, изданная еще в 2005 г., носила разъяснительный характер, то Руководящие указания по культуре безопасности, изданные Европейским железнодорожным агентством (далее - ЕЖА) в декабре 2013 г., стали официальным документом агентства рекомендательного характера [81]. Это первый официальный документ, который рекомендует встраивать культуру безопасности не только в СМБ, но и в общую структуру управления организацией, а также опирается на развитие корпоративной культуры на предприятии с учетом развития региональной и национальной.

В документе отмечено, что без хорошей культуры безопасности невозможно иметь эффективную СМБ, и в то же время «... СМБ и культура безопасности взаимозависимы: СМБ олицетворяет способность к достижению безопасности, тогда как культура безопасности отражает обязательство достижения безопасности».

При рассмотрении ключевых позиций авторы Руководящих указаний опираются на положение, принятое в гражданской авиации, где культура безопасности фактически ассоциируется с «информированной культурой» (informed culture) или «культурой осведомленности», состоящей из 4 структурных элементов:

1) Культура предоставления сообщений - стимулирует персонал сообщать информацию обо всех опасностях, с которыми он сталкивается;

2) Культура соответствия нормам (приемлемая культура) - заставляет персонал отвечать за сознательные нарушения правил, но стимулирует и поощряет его к предоставлению информации, способствующей обеспечению безопасности;

3) Культура адаптации - эффективно приспособливает к меняющимся требованиям и позволяет быстрее и мягче реагировать на отклонения от нормы;

4) Культура накопления знаний - стремится к прогрессивным изменениям, основанным на показателях безопасности и опасностях, вскрытых при аудитах и анализах инцидентов.

Эти четыре составляющие культуры осведомленности дополняются еще двумя компонентами:

- наличием обязательств (на каждом уровне организации имеются позитивное отношение и вовлеченность в безопасность, знание своей значимости и приоритетности);

- поведением, ориентированным на безопасность (оно показывает, на каком уровне организация проявляет заботу о безопасности; соответствует процедурам, ролям и регламентам; относится к инструктажам, выявлению несоответствий, обмену информацией и обнаружению отказов).

Приведены также со ссылкой на документы Великобритании четыре метода оценивания культуры безопасности:

- метод обследования отношения к безопасности (на основе вопросников для установления точки зрения работников по ключевым аспектам культуры безопасности);

- метод аудитов менеджмента безопасности (используются процессы аудита и обученные аудиторы для проверки наличия и эффективности системы менеджмента безопасности);
- метод проведения совещаний (обсуждений) по культуре безопасности;
- метод использования показателей соблюдения безопасности (наряду с учетом числа происшествий и инцидентов учет числа выполненных безопасных смен, числа проведенных изучений состояния безопасности, числа предаварийных ситуаций и т.п.).

Культура безопасности на железнодорожных предприятиях Великобритании

Среди железных дорог стран – членов ЕС наибольшего успеха, по мнению не только отечественных, но и зарубежных специалистов, добились железные дороги Великобритании. Как это часто бывает, поводом для использования новых подходов к развитию безопасности движения послужил ряд крупных железнодорожных транспортных происшествий с человеческими жертвами.

Рассматривавший причины этих происшествий Шэрон Кларк (Sharon Clark), профессор факультета менеджмента Манчестерского университета, подтвердил что глубинным основанием для этих аварий послужила «недостаточная культура безопасности». В аннотации к своей статье, посвященной их изучению, он пишет [83]: «Культура безопасности является важным критерием в понимании вовлеченности организаций в транспортные происшествия и инструментом в менеджменте безопасности». Государственный сектор компании British Rail, действовавшей до приватизации Британских железных дорог в апреле 1994 г., был раскритикован за «недостаточную культуру безопасности», приведшую к крупному крушению в железнодорожном узле Клэпхэм (Clapham Junction) в черте г. Лондона в 1988 г., которое унесло 35 жизней. Исследования, проведенные после этого происшествия, показали, что отсутствие культуры безопасности в организации можно соотнести с негативным восприятием работниками деятельности менеджеров в области безопасности. Эти восприятия лежат в основе отсутствия взаимного доверия между персоналом и менеджерами, которое

подпитывается при открытом и честном обмене информацией и развивается при позитивной культуре безопасности. Проблемы обмена информацией, скорее всего, усложняются приватизацией Британских железных дорог, что привело к фрагментации железнодорожной отрасли на различные органы ответственности за техническое обслуживание инфраструктуры и организацию движения поездов. Последствия приватизации железнодорожной сети обсуждаются в контексте исследования культуры безопасности.

Аналогичное рассмотрение вопроса культуры безопасности было выполнено в 2001 г. после тяжелых транспортных происшествий, произошедших в конце 20 века [82, 83]:

- крушение в Саутхолле (Southall) 19 сентября 1997 г., в результате которого погибли 7 человек и 139 человек получили травмы различной степени тяжести;

- крушение в Лэдброук Гроув (Ladbroke Grove) 5 октября 1999 г., в результате которого 31 человек погиб и свыше 400 были травмированы.

Государственное расследование этих происшествий под председательством лорда Каллена (Lord Cullen) также привело к выводу о необходимости предупреждения подобных крушений за счет системного развития культуры безопасности [83]: «Я (лорд Каллен) рекомендую (железнодорожной) отрасли разработку такой культуры (безопасности), при которой информация доставляется без страха взаимного осуждения, а вынесение виновности осуществляется только там, где это является обоснованным».

Одной из первых практических реализаций этого предложения стало принятие в Великобритании в 2004 г. обновленного национального стандарта BS 8800:2004 в области профессионального здоровья и систем менеджмента безопасности [84], направленного на совершенствование методов решения вопросов охраны труда.

Кроме того, руководствуясь рекомендациями по результатам вышеприведенных расследований, Исполнительный орган в области здоровья и

безопасности (Health and Safety Executive (HSE)) профинансировал в 2005 г. специальное исследование, которое условно состояло из двух частей:

- 1) исследование состояния вопроса культуры и климата безопасности с подробным обзором достижений в этой области;
- 2) разработка практических рекомендаций в форме набора документов методического характера для реализации методологии инспектирования культуры безопасности в железнодорожных компаниях Великобритании.

Исследование проводилось силами членов государственных комиссий по расследованию крушений в Саутхолле (Southhall) и Лэдброук Гроув (Ladbroke Grove) через организацию Human Engineering для Исполнительного органа в области здоровья и безопасности (HSE) с учетом предложений Государственной железнодорожной инспекции Великобритании (Her Majesty's Railway Inspectorate (HMRI)).

Каждая из указанных выше частей исследования была завершена отчетными материалами (соответственно):

- 1) Обзор литературы по культуре и климату безопасности для разработки методики инспектирования [85];
- 2) Методология инспектирования культуры безопасности Государственной железнодорожной инспекцией Великобритании (Her Majesty's Railway Inspectorate (HMRI)), содержащая вопросник, портативную карту, обзорную схему и руководство для инспекторов [86].

В первом из этих материалов [85] приводится обзор некоторых существующих методик культуры и климата безопасности (исследованы 8 методик климата и культуры безопасности, основанных на анкетах). Согласно этим методикам респонденту требуется дать ответы на вопросы, содержащиеся в анкетах, с последующим использованием рейтинговой шкалы, что позволяет оценить отношение и степень причастности персонала к безопасности (климату безопасности). Обзор показал, что на момент его подготовки еще только шел процесс формирования культуры безопасности без готовых положений, пригодных для практического использования.

По результатам этого обзора удалось дать согласованное определение термину «культура безопасности» и выработать 5 групп признаков, по которым происходит оценка культуры безопасности:

- управляемость,
- двухсторонний обмен информацией,
- вовлеченность персонала,
- культура изучения проблем,
- отношение к возложению вины.

Второй из указанных выше материалов [86] является «Руководство для инспекторов при инспектировании HMRI культуры безопасности», которое позволяет проводить проверки и оценивать состояние культуры безопасности.

Культура безопасности на железнодорожных предприятиях других стран – членов ЕС

Вопросы культуры безопасности на железнодорожных предприятиях других стран – членов ЕС также развиваются в соответствии с теми рекомендациями, которые централизованно прорабатываются и принимаются руководящими органами ЕС в рамках предписаний в области создания и поддержания функционирования СМБ. Хотя пригодных для практического использования методик и руководств по культуре безопасности в других (кроме Великобритании) странах – членах ЕС еще нет, идет процесс анализа рекомендаций к ним и их адаптации к местным условиям. Так, начальник Департамента безопасности Французских национальных железных дорог Жан-Мишель Ришар, выступая в октябре 2012 г. на конференции в Москве, подтвердил, что «феномен культуры безопасности требует длительного времени для его органичного восприятия и получения результата, но именно он позволяет достигать высоких показателей безопасности».

Специалисты железных дорог Германии активно участвуют в разработке общеевропейских документов, что проявилось при подготовке Директивы ЕС [57] и указанной выше брошюры [80]. Однако они признаются, что по сравнению с

Великобританией и скандинавскими странами их внутренний вклад в решение проблем, связанных с человеческим фактором, явно недостаточен [87]: «Исследования вопросов человеческого фактора на железных дорогах Германии до сих пор весьма ограничены».

Примечательно, что вопросы культуры безопасности рассматриваются в бывших республиках СССР, ставших государствами – членами ЕС, например, в Эстонии. Пока они касаются иных отраслей с опасными производствами (металлообработка, обработка пластмасс и т.п.) [88]. Исследования эстонских специалистов показывают, какое влияние на развитие культуры безопасности оказывают создаваемые на предприятиях системы менеджмента знаний и человеческих ресурсов.

3.2 Культура безопасности на железнодорожных предприятиях США и Канады

Несмотря на приверженность деловых кругов США принципам экономической целесообразности и прагматизма, ими спонсируются и заказываются исследования по оценке значимости и влияния на эффективность деятельности железнодорожных компаний такой, казалось бы, «бесполезной» для бизнеса категории, как культура безопасности.

Эти исследования были начаты еще в конце 90-х гг. прошлого века и получили первое обобщение в трудах [89], подготовленных в 2002 г. и опубликованных в 2006 г. Советом по исследованию транспортных проблем (Transportation Research Board) — подразделением Национального исследовательского совета (National Research Council), который находится в совместном ведении Национальной академии наук (National Academy of Sciences), Национальной инженерной академии (National Academy of Engineering) и Института медицины (Institute of Medicine) США.

В дискуссиях по подготовке этих трудов участвовали представители Федеральной железнодорожной администрации (Federal Railroad Administration (FRA)) – агентства в ведении Министерства транспорта США, Объединения

специалистов в области СЦБ, Объединения машинистов локомотивов, а также железных дорог Amtrak, Volpe и Burlington Northern Santa Fe (BNSF).

Отличительная особенность подходов, изложенных американским специалистом, от подходов специалистов железных дорог стран – членов ЕС заключается в том, что первый органично включает следование установленным правилам безопасной эксплуатации железных дорог в культуру безопасности. Тогда как второй подход определяет, что культура безопасности проявляется, когда действия персонала оправданно выходят за пределы установленных правил в нестандартных, непредусмотренных ситуациях.

В то же время американский подход также настраивает работников на то, что в отдельных, не предусмотренных в правилах случаях, им следует использовать собственные рассудительность и опыт для определения самого безопасного и самого эффективного решения. Однако эти рассудительность и опыт должны нарабатываться в процессе всей трудовой деятельности при условии безоговорочного следования действующим правилам.

Интересна также часть раздела этих трудов, которая касается принципов возложения вины за транспортные происшествия, а также рассмотрения иерархии причин таких происшествий. В нем с современных позиций критикуется подход «возложения вины на стрелочника». При этом отмечается, что возложение вины на отдельного железнодорожника или целую команду может указывать на симптомы, но игнорирует скрытые причины, которые могут находиться даже на уровне государственного управления и общественного сознания, не говоря об уровне менеджмента организации.

Кроме теоретических исследований, предпринимаются отдельные попытки использования подходов культуры безопасности к практической деятельности железных дорог США. Так, в середине первого десятилетия 2000-х годов на железной дороге штата Аляска подходы культуры безопасности были использованы при переработке свода правил по железнодорожной безопасности [90]. Для выполнения этой работы была привлечена фирма Hile Group, которая совместно со специалистами ARRC опиралась на мнения и предложения

исполнительского персонала железной дороги, что позволило без изменения нормативных требований скомпоновать более удобный не только для обучения, но и для практического использования формат нового свода правил. Данная форма культуры безопасности была названа термином «культура соучастия» (participative culture).

Отношение к культуре безопасности на железнодорожных предприятиях Канады изложено специалистами Консультативного органа по рассмотрению Закона Канады о железнодорожной безопасности в их комментарии к данному закону [91]. По мнению этих специалистов, переход к эффективной культуре безопасности объективно является эволюционным. Культура безопасности - это тот фундамент, на котором следует построить эффективные системы менеджмента безопасности, то есть культура безопасности должна способствовать созданию успешной СМБ. В то же время процесс улучшения СМБ содействует улучшению культуры безопасности и методики ее оценки.

Примечательна попытка этих специалистов дать рекомендации по оценке уровня культуры безопасности в железнодорожной организации, используя опыт авиационной отрасли. В соответствии с их предложениями уровень культуры безопасности коррелирует с уровнем СМБ. Рассматриваются 5 уровней СМБ и соответствующие им уровни культуры безопасности, начиная от низшего первого уровня (с минимальными стандартами безопасности и взглядами на направление ресурсов компании только в область развития своего основного бизнеса), до высшего пятого уровня (на котором деятельность компании в области безопасности полностью встроена не только в бизнес-процессы, но и в модель всей деятельности компании, в том числе во взаимоотношения с внешним окружением, а безопасность представляется как главная ценность).

Этот подход коррелирует с подходом к установлению 5 уровней зрелости культуры безопасности, приведенным в Руководящих указаниях Европейского железнодорожного агентства.

Интерес к вопросам культуры безопасности на железнодорожных предприятиях Канады заставил переработать действовавшее с 2001 по 2010 годы

Руководство по системе менеджмента железнодорожной безопасности и издать новую редакцию этого документа [92], дополненную разделом 5 «Достижение эффективной культуры безопасности». В данном руководстве установлены 5 критериев, по которым следует оценивать достижение эффективной культуры безопасности:

- управляемость и приверженность культуре безопасности;
- взаимный обмен информацией;
- представительное вовлечение работников (контрактников и штатных работников);
- установление культуры накопления знаний;
- установление “приемлемой” культуры.

Все эти критерии в своем единстве должны проявляться через создаваемую в организации «ненаказуемую систему донесений». Смысл этого процесса – побуждать персонал выявлять опасности и угрозы, которые могли бы в противном случае остаться скрытыми из-за страха наказания, и докладывать о них. Цель – повысить безопасность путем сбора, анализа и коллективного использования данных. При этом ненаказуемая система донесений не устраняет необходимость выполнения процессов дисциплинарных воздействий.

Более четко вопросы оценки состояния культуры безопасности изложены в другом официальном материале Министерства транспорта Канады [93], являющегося по сути приложением I к Руководству [92]. В нем обобщены лучшие практики создания и поддержания функционирования СМБ на железных дорогах Канады, в том числе одного из 12 элементов этой системы - проведения аудитов и оцениваний безопасности. Оценивание культуры безопасности должно быть основано на выводах аудита СМБ в целом, информации, специфической для культуры безопасности, и изложенной в Руководстве по обследованию СМБ, а также, как на железных дорогах Великобритании, на опросе персонала в процессе обследования.

3.3 Культура безопасности на железнодорожных предприятиях Австралии и ЮАР

В Австралии, которая имеет все основания претендовать на то, что ее железные дороги одними из первых в мире (1996 – 2002 гг.) стали создавать современную систему менеджмента безопасности (СМБ), основанную на проактивном подходе, пришли к выводу о том, что «позитивная культура безопасности» должна стать составной частью СМБ. В этой связи были сформулированы требования к железнодорожным операторам по созданию собственной СМБ, как одного из ее элементов – культуры безопасности, с целью получения достаточных оснований для аккредитации этих железнодорожных операторов.

Такие требования были сформулированы в Директиве аккредитации безопасности национального железнодорожного транспорта (National Rail Safety Accreditation Guideline), являющейся составной частью Пакета аккредитации безопасности национального железнодорожного транспорта (National Rail Safety Accreditation Package (NAP)) [93], где под термином «аккредитация» понимается официальное признание уполномоченным органом компетентности юридического лица выполнять определенную деятельность, связанную с безопасностью на сети железных дорог Австралии. Это означает, что каждый железнодорожный оператор (в Австралии это как менеджер инфраструктуры, так и оператор железнодорожного подвижного состава) должен иметь СМБ, пройти процедуру аккредитации по наличию у него этой системы и только после этого получить доступ на рынок железнодорожных перевозок.

В соответствии с Национальными руководящими указаниями по правилам аккредитации [94], «СМБ должна включать методы разработки и поддержания позитивной культуры безопасности:

- приоритет управляемости и приверженность СМБ;
- исполнительная роль в области безопасности линейного менеджмента;
- необходимость вовлечения работников, связанных с железнодорожной безопасностью на всех уровнях;

- необходимость открытого обмена информацией;
- необходимость позитивного отношения к человеческому фактору;
- осознание и признание возможностей улучшения безопасности;
- готовность выделять ресурсы на безопасность».

Более конкретно понятие «культура безопасности» раскрыто в Национальных руководящих указаниях по подготовке к созданию СМБ [95], в которых предписывается рассматривать развитие культуры безопасности как один из 28 элементов СМБ.

На железных дорогах ЮАР, как и в Австралии, законодательно введена правовая норма, устанавливающая необходимость создания в железнодорожных организациях СМБ [96]. Однако «культура безопасности» не является одним из элементов этой системы (всего СМБ железнодорожной организации ЮАР насчитывает 25 элементов [97]). Она должна охватывать всю систему менеджмента, как в Канаде или странах – членах ЕС. При этом развитие СМБ и развитие культуры безопасности должны оказывать взаимное влияние друг на друга и способствовать улучшению безопасности [98]. Кроме того, формально культура безопасности заняла особое место в одном из достаточно важных элементов СМБ железных дорог ЮАР: менеджмент человеческого фактора как аспект окружающей среды, создаваемой в организации для человека-исполнителя, что отражено в пункте 8.1.2(f) одного из национальных стандартов ЮАР в области менеджмента железнодорожной безопасности [99]. Однако на практике процесс достижения приемлемой культуры безопасности на железнодорожных предприятиях ЮАР еще не набрал достаточного размаха, чтобы можно было на него ориентироваться.

3.4 Обобщение опыта применения культуры безопасности на железнодорожных предприятиях за рубежом

Рассмотрение состояния развития культуры безопасности на зарубежных железных дорогах показывает различную степень практического использования этого фактора и место, занимаемое им в системе менеджмента безопасности.

В таблице 3.1 приводятся и сопоставляются краткие выводы из представленного обзора официальных документов и оценочных критериев степени развития культуры безопасности на железнодорожных предприятиях различных стран, а также положение культуры безопасности в различных СМБ (является ли она одним из компонентов СМБ или охватывает их все).

Таблица 3.1 – Сопоставление состояния развития культуры безопасности на железнодорожных предприятиях различных стран

| Наименования железных дорог | Наличие официальных предписаний относительно характера и оценки состояния культуры безопасности | Наличие предписаний относительно включения фактора культуры безопасности в СМБ или действующие правила |
|-----------------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Железные дороги стран - членов ЕС | <p>Рекомендательный характер через комментарии к Директиве по железнодорожной безопасности и Руководящие указания по культуре безопасности – официальный документ ЕЖА, изданный в декабре 2013 г. для железных дорог всех стран – членов ЕС.</p> <p>В Великобритании, кроме того, разработаны критерии оценки и методика проверки состояния культуры безопасности. Проверка проводится инспекторами Государственной железнодорожной инспекции Великобритании и носит уведомительный характер.</p> | <p>Культура безопасности охватывает СМБ в целом и является индикатором качества и годности СМБ.</p> <p>Культура безопасности должна встраиваться во все элементы СМБ (их минимальный набор насчитывает 10 элементов) и особенно в процессы менеджмента риска.</p> <p>Культура безопасности проявляется тогда, когда безопасные действия персонала оправданно выходят за пределы установленных правил в нестандартных, непредусмотренных ситуациях</p> |
| Железные дороги США | <p>Какие-либо официальные документы отсутствуют. Ведутся исследования и обсуждения на концептуальном уровне. Предпринимаются отдельные попытки использования подходов культуры</p> | <p>Исходя из исследований и обсуждений, культура безопасности должна проявляться в следовании установленным правилам безопасной эксплуатации железных дорог. В то же время в отдельных, не предусмотренных правилами случаях, рекомендуется использовать собственные качества: рассудительность и опыт</p> |

| 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|--|--|
| | <p>безопасности к практической деятельности железных дорог США. Так, на железной дороге Аляска Рейлроуд Корпорейшн (Alaska Railroad Corporation (ARRC)) подходы культуры безопасности были использованы при переработке свода правил по железнодорожной безопасности - «культура соучастия» (participative culture).</p> | <p>— для определения самого безопасного и эффективного решения. Эти рассудительность и опыт должны вырабатываться в процессе всей трудовой деятельности при условии безоговорочного следования действующим правилам.</p> <p>В части принципов возложения вины за транспортные происшествия критикуется подход «возложения вины на стрелочника».</p> |
| <p>Железные дороги Канады</p> | <p>Имеются официальные документы Министерства транспорта Канады:</p> <p>1) Руководство по системе менеджмента железнодорожной безопасности с разделом 5 «Достижение эффективной культуры безопасности», в котором установлены критерии оценки достижения эффективной культуры безопасности, и все они в своем единстве должны проявляться через создаваемый в организации процесс «ненаказуемой системы донесений»;</p> <p>2) Приложение I к Руководству по системе менеджмента железнодорожной безопасности с изложением порядка оценки состояния культуры безопасности в рамках проведения аудитов безопасности.</p> | <p>Отказ от опоры только на правила на все случаи жизни, требующих не размышлений, а хорошего обучения, запоминания большого числа руководств по безопасности или поддержки памяти компьютером, а также железной дисциплины. В таком случае менеджменту не требуется что-либо придумывать или планировать — нужно лишь своевременно закреплять всё в системе правил.</p> <p>Человеческая ошибка представляется как наиболее возможный показатель широкого, системного влияния.</p> <p>Культура безопасности должна встраиваться во все элементы СМБ (их минимальный набор насчитывает 12 элементов).</p> |
| <p>Железные дороги Австралии</p> | <p>Имеются официальные документы Комиссии инспекционных органов в области железнодорожной безопасности:</p> <p>- Национальные руководящие указания по аккредитации в области железнодорожной безопасности, являющиеся составной частью Пакета национальных правил по</p> | <p>Методы разработки и поддержания позитивной культуры безопасности должны стать составной частью СМБ.</p> <p>При этом культура безопасности является одним из элементов СМБ (их минимальный набор насчитывает 28 элементов).</p> |

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------|---|--|
| | <p>аккредитации в области железнодорожной безопасности;</p> <p>- Национальные руководящие указания по подготовке создания СМБ (подготовлены совместно с Национальной транспортной комиссией Австралии).</p> <p>Критерии оценки состояния культуры безопасности приводятся в общем виде.</p> | |
| Железные дороги ЮАР | <p>Упоминание о культуре безопасности имеется в национальном стандарте ЮАР: SANS 3000-1:2005 (RSR 001:2005) Менеджмент железнодорожной безопасности, Часть 1: Общие положения.</p> <p>Четких предписаний в отношении оценок состояния культуры безопасности нет. Признается практическое отсутствие или низкий уровень культуры безопасности.</p> | <p>Развитие СМБ (на железных дорогах ЮАР она насчитывает 25 элементов) и развитие культуры безопасности должны оказывать взаимное влияние друг на друга и способствовать повышению безопасности.</p> <p>Кроме того, формально культура безопасности заняла особое место в одном из достаточно важных элементов СМБ железных дорог ЮАР: менеджмент человеческого фактора как аспект окружающей среды, создаваемой в организации для человека-исполнителя.</p> |

3.5 Выводы по главе 3

1. Представления о культуре безопасности на железнодорожном транспорте в наибольшей степени получили развитие в Великобритании и Канаде. Специалистами в области железнодорожной безопасности этих стран разработаны нормативные документы рекомендательного характера, в которых приводятся не только критерии, по которым должен выявляться фактор культуры безопасности, но и практические методы оценки уровня развития культуры безопасности. Использование этих методов дает возможность железнодорожным инспекторам проводить проверки железнодорожных организаций и реально оценивать состояние развития культуры безопасности.

2. Наличие культуры безопасности в железнодорожной организации указывает на эффективность созданной в ней системы менеджмента безопасности. При этом культура безопасности, по представлениям

железнодорожных специалистов большинства стран (страны ЕС, Канада, ЮАР), должна охватывать все существующие элементы системы менеджмента безопасности и рассматривается как «атмосфера», которая формирует эффективную и зрелую систему менеджмента безопасности. Но даже там, где культура безопасности рассматривается всего лишь как один из элементов этой системы (Австралия), отмечается необходимость ее нацеливания на понимание важности обеспечения безопасности и неуклонное стремление повышения эффективности принимаемых предупредительных мер.

3. Европейское железнодорожное агентство рассматривает культуру безопасности как составляющую организационной культуры, что соответствует аналогичным представлениям о культуре безопасности и организационной культуре в руководстве ОАО «РЖД». Поэтому опыт железных дорог стран – членов ЕС представляется наиболее значимым для создания эффективной культуры безопасности на железнодорожных предприятиях Российской Федерации.

4. Наличие культуры безопасности в железнодорожной организации:

- отражает набор выдержавших испытание временем ценностей, относящихся к вопросам безопасности, разделяемых каждым членом организации на всех уровнях;
- характеризует степень, с которой каждое лицо и каждая группа организации осознает риски и неизвестные угрозы, возникающие в результате их деятельности;
- соответствует ожидаемым поступкам сотрудников, направленным на поддержание и повышение состояния безопасности;
- показывает желание и способность персонала решать возникающие проблемы безопасности, обмениваться информацией по вопросам безопасности, а также постоянно оценивать безопасность, связанную с поведением сотрудников.

Для того, чтобы обеспечить требуемые обязательства по отношению к безопасности, руководители организации должны всячески демонстрировать свою приверженность и показывать, что безопасность является их приоритетом.

5. В соответствии с имеющимися проанализированными официальными документами установлены следующие показатели культуры безопасности:

- на железнодорожных предприятиях стран – членов ЕС:

- управляемость и приверженность культуре безопасности;
- взаимный обмен информацией;
- представительное вовлечение работников;
- культура накопления знаний;
- установление “приемлемой” культуры;
- ненаказуемая система донесений;

- на железнодорожных предприятиях Великобритании:

- управляемость,
- двухсторонний обмен информацией,
- вовлеченность персонала,
- культура изучения проблем,
- отношение к возложению вины;

- на железнодорожных предприятиях Канады:

- управляемость и приверженность культуре безопасности;
- взаимный обмен информацией;
- представительное вовлечение работников;
- установление культуры накопления знаний;
- установление “приемлемой” культуры.

6. Для оценки состояния культуры безопасности используются различные методы опроса (конфиденциального анкетирования). При этом в рекомендациях Европейского железнодорожного агентства и Министерства транспорта Канады варианты тематики опроса совпадают с наименованиями установленных этими органами показателей.

ГЛАВА 4 МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

4.1 Формирование экспертной группы

Для обеспечения безопасности движения поездов необходима постоянная оценка влияния человеческого фактора на требования, предъявляемые к работникам железнодорожного транспорта. Такая оценка позволит ответить на следующие вопросы:

- какие нарушения требований и правил безопасности движения могут произойти при отсутствии развития признаков культуры безопасности?
- какова вероятность возникновения нарушений?

Метод анализа видов, последствий и причин потенциальных несоответствий [22] позволяет учитывать влияние человеческого фактора и помогает ответить на вышеуказанные вопросы. Данный метод является экспертным, поэтому для его реализации необходимо сформировать группу специалистов [19], все участники которой должны иметь практический опыт работы в сфере обеспечения безопасности движения поездов.

Для определения необходимого количества экспертов использована формула (4.1) в соответствии с [58]:

$$m = \sqrt{N} , \quad (4.1)$$

где m – необходимое количество экспертов;

N – количество оцениваемых объектов.

Для более качественного отбора количество кандидатов должно быть увеличено на 10–25% от значения m [59].

Оценка уровня компетентности (K_i) производится по формуле (4.2) [60]:

$$K_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 K_{ij} . \quad (4.2)$$

Эта формула учитывает профессиональную деятельность и личные качества эксперта. Она включает четыре обобщенных коэффициента:

K_{i1} – уровень профессиональной подготовки и информированности;

K_{i2} — уровень аргументации при принятии решений;

K_{i3} — самооценка личных качеств;

K_{i4} — оценка личных качеств коллегами-экспертами.

Значение коэффициента K_{i1} определяется по таблице 4.1 [61,62].

Таблица 4.1 – Определение уровня профессиональной подготовки экспертов

| Профессиональная подготовка эксперта | Значение коэффициента K_{i1} (балл) |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Главный ревизор | 1.0 |
| Ревизор | 0.9 |
| Инженер со стажем более 20 лет | 0.8 |
| Инженер со стажем от 15 до 20 лет | 0.7 |
| Инженер со стажем от 10 до 15 лет | 0.6 |
| Инженер со стажем от 5 до 10 лет | 0.5 |

Значение коэффициента K_{i2} определяются по таблице 4.2 [63]. Каждый кандидат, получив таблицу 4.2 без цифр, указывает в ней символом (X) уровень влияния источника информации на свое мнение. После сопоставления таблиц кандидата с эталонной производится подсчет суммы баллов.

Таблица 4.2 – Источник информации экспертов

| Источник информации экспертов | Степень влияния | | |
|--|-----------------|---------|--------|
| | Высокая | Средняя | Низкая |
| Наличие теоретического опыта | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| Наличие практического опыта | 0.5 | 0.4 | 0.2 |
| Наличие теоретического зарубежного опыта | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Личная осведомленность | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Наличие интуиции | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Итого | 1.0 | 0.8 | 0.5 |

В соответствии с работой [62] можно выделить пять основных качеств экспертов (q):

- 1) стремление к профессиональному росту и постоянному повышению квалификации как в своей, так и в смежных областях;
- 2) способность оперативно оценивать ситуацию и принимать решения;
- 3) способность своевременно реализовывать принятые решения;

- 4) умение создавать коллективе нормальный психологический климат;
- 5) дисциплинированность и организованность.

Для оценки значений коэффициентов K_{i3} и K_{i4} используется цифровая шкала таблицы 4.3 [62].

Значение коэффициента K_{i3} отражает самооценку личных качеств эксперта, а значение коэффициента K_{i4} отражает оценку коллегами личных качеств экспертов. Значение указанных коэффициентов определяется на основе данных, приведенных в таблице 4.3, по следующим формулам [62]:

$$K_{i3} = \frac{1}{5} \sum_{q=1}^5 K_b, \quad (4.3)$$

$$K_{i4} = \frac{1}{(5 \cdot m)} \sum_{l=1}^m \sum_{q=1}^5 K_b, \quad (4.4)$$

где K_b — значение из таблицы 4.3;

q — количество оцениваемых качеств;

m — общее количество экспертов, участвующих в оценке личных качеств.

Таблица 4.3 – Шкала оценки экспертов

| Качества | Балл (К _б) | Качества | Балл (К _б) | Качества | Балл (К _б) |
|--------------|------------------------|---------------|------------------------|-------------|------------------------|
| Всегда | 1.0 | Чаще среднего | 0.6 | Очень редко | 0.2 |
| Почти всегда | 0.9 | Средняя | 0.5 | Иногда | 0.1 |
| Очень часто | 0.8 | Реже среднего | 0.4 | Никогда | 0.0 |
| Часто | 0.7 | Редко | 0.3 | | |

Все эксперты ранжируются по уровню компетентности в соответствии с коэффициентом K_i от максимального до минимального значения. Далее из упорядоченного списка определяется минимально необходимое количество экспертов в соответствии с формулой (4.1), при этом эксперты последовательно выбираются из систематизированного ряда, начиная с максимального уровня компетентности.

Сформированная рабочая группа экспертов является компетентной, если ее уровень квалифицированности (M), который вычисляется по формуле (4.6), отвечает условию: $0,67 \leq M \leq 1$ [63].

$$M = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K_i, \quad (4.6)$$

где K_i – коэффициент компетентности i -го эксперта;

m – количество экспертов в составе группы.

4.2 Определение видов нарушений

Повысить уровень безопасности производственного процесса возможно путем повышения эффективности проведения профилактической работы. Это основная задача, решая которую можно выйти на новый уровень целевых показателей состояния безопасности движения поездов [64,65].

На данном этапе проводится анализ и структурирование нарушений, которые были зафиксированы в автоматизированной системе контроля работы ревизорского аппарата ОАО «РЖД» (АС РБ КР) за 2018 год. Всего зафиксировано более 100 тысяч нарушений. В результате проведенного исследования среди них выделено 166 видов. Каждому виду нарушений в зависимости от тяжести возможных последствий были присвоены баллы по шкале от 1 до 15. Виду нарушения с наиболее тяжелыми возможными последствиями ставится 15 баллов.

Средняя оценка в баллах (B) рассчитывается по формуле (4.7) как средняя арифметическая взвешенная.

$$B = \sum_{\lambda=1}^N b_{\lambda} \times \frac{p_{\lambda}}{C}, \quad (4.7)$$

где N – количество видов нарушений ($N=166$);

λ – порядковый номер вида нарушения;

C – общее количество нарушений;

p_{λ} – количество нарушений λ -го вида;

b_{λ} – оценка в баллах λ -го вида нарушений;

Параметр « B » характеризует уровень безопасности производственных транспортных процессов в баллах.

Коэффициент безопасности определяется по формуле (4.8):

$$K = 1 - \frac{B}{B_{\max}}, \quad (4.8)$$

где K – коэффициент безопасности производственных процессов;

B_{\max} – максимальное количество баллов (в данном случае 15).

4.3 Формирование оценки по признакам культуры безопасности нарушений требований и правил безопасности движения

В ОАО «РЖД» установлены 12 признаков культуры безопасности:

1. Ведущая роль руководителей в демонстрации приверженности безопасности движения;
2. Наличие баланса приоритетов между эксплуатацией и безопасностью;
3. Содействие свободному и открытому обмену информацией и понимание его необходимости;
4. Учет в отношении безопасности движения;
5. Обсуждение и осознание требований безопасности движения;
6. Привлечение работников к принятию решений в области обеспечения безопасности движения;
7. Осознанное понимание индивидуальной ответственности работников за состояние безопасности движения;
8. Мониторинг проблем в области безопасности движения и извлечение уроков из имеющегося опыта;
9. Полнота и качество выявления и оценки причин событий, принятие своевременных и адекватных мер;
10. Контроль действий и осведомленность персонала;
11. Осознание и разделение ответственности за нарушение безопасности движения;
12. Презумпция невиновности до решения специальных комиссий [8].

Оценка нарушения требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности должна выполняться сформированной группой

экспертов, при этом эффективность оценки напрямую зависит от профессиональных качеств каждого специалиста.

Используя квалитетрический метод [66,67], можно провести формализованную оценку нарушения требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности (табл. 4.4). В каждой ячейке таблицы экспертом проставлялись цифры 1 или 0 (1 – если тип нарушения зависит от признака культуры безопасности, 0 – если не зависит).

Таблица 4.4 – Фрагмент таблицы инцидентов нарушений по признакам культуры безопасности

| Тип нарушения | Признак 1 | Признак 2 | Признак 3 | Признак 4 | Признак 5 | Признак 6 | Признак 7 | Признак 8 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | d_1^1 | d_2^1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| ... | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 166 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

На следующем этапе производится обработка полученных данных по таблице инцидентов нарушений по признакам культуры безопасности.

По данным табл.4.4 по формуле (4.9) рассчитываются средние экспертные оценки по каждому признаку культуры безопасности $D_{\lambda p}$:

$$D_{\lambda p} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m D_{i\lambda p}, \quad (4.9)$$

где λ – порядковый номер вида нарушений;

p – порядковый номер признака культуры безопасности;

m – количество экспертов.

Для каждого признака культуры безопасности по формуле (4.10) определяются средние арифметические простые оценки D_p :

$$D_p = \frac{1}{N} \sum_{\lambda=1}^N D_{\lambda p}. \quad (4.10)$$

Если при определении параметров $D_{\lambda p}$ и D_p потребуется учитывать различие в значимости видов нарушений и отдельно признаков культуры безопасности, соответствующие расчеты следует выполнять по формулам средней арифметической взвешенной.

Общая средняя экспертная оценка (D), учитывающая мнение всех экспертов по всем видам нарушений и всем признакам культуры безопасности, определяется по формуле (4.11):

$$D = \frac{1}{12} \sum_{p=1}^{12} D_p. \quad (4.11)$$

Результат обработки данных формируется в табл.4.5, в каждой ячейке которой указывается среднее значение влияния признака культуры безопасности на вид нарушения.

Таблица 4.5 - Среднее значение влияния признака культуры безопасности на вид нарушения

| Тип нарушения | Признак 1 | Признак 2 | Признак 3 | Признак 4 | Признак 5 | | Признак _ | Признак 12 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | |
| 166 | | | | | | | | |

Далее оценивается согласованность результатов, полученных экспертной группой. Для проведения оценки согласованности результатов каждый эксперт заполняет табл. 4.6 (таблица опроса). После заполнения таблицы производится расчет коэффициента конкордации Кендалла по формуле (4.12) [66]:

Таблица 4.6 – Карта опроса

| Тип нарушения | Номер эксперта | | | | Сумма рангов | Сумма квадратов разностей рангов |
|---------------|-----------------|-----------------|------|-----------------|--------------|----------------------------------|
| | m1 | m2 | | m _i | | |
| 1 | D ₁₁ | D ₂₁ | | D _{i1} | | |
| | | | | | | |
| 166 | | | | | | |

В каждой ячейке столбца (номера эксперта в табл. 4.6.) указывается ранг каждого типа нарушения, экспертом проставляется значение от 1 до максимального значения. Максимальное значение ранга – это общее количество оцениваемых объектов. Значение ранга проставляется в зависимости от значимости нарушения, определенной экспертом.

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (4.12)$$

где m – число экспертов в группе;

n – число показателей;

S – сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

Сумма квадратов разностей рангов определяется по формуле 4.13:

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m R_{ij})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij})^2}{n}, \quad (4.13)$$

где R_{ij} – значение эксперта j по виду нарушения i .

При получении значения коэффициента конкордации Кендалла в интервале от 0.4 до 1 производится обработка полученных данных на основе кластерного анализа.

4.4 Постановка задачи кластерного анализа нарушений

Кластерный анализ является основным в научной деятельности. Практическая ценность кластерного анализа состоит в том, что объекты группируются по ряду независимых друг от друга признаков, называемые кластерами [68,69]. Кластера характеризуются:

- по внутренней однородности;
- по внешней изолированности друг от друга.

Поэтому решение задачи кластерного анализа обычно происходит на начальных этапах исследования, когда недостаточно сведений об анализируемых объектах и непонятна природа их взаимосвязи [70].

Кластеризация является способом описания исследуемых объектов, и по ее результатам можно провести структурный анализ данных в кластере [71].

Необходимость развития методов проведения кластерного анализа объясняется тем, что он незаменим при построении научно обоснованной классификации и выявлении внутренних связей между единицами наблюдений и группами объектов.

Классический кластерный анализ решает следующие научные задачи [72]:

- проводит классификацию объектов с учетом их признаков, отражающих сущность и природу, что приводит к последующему углублению знаний о классифицируемой совокупности объектов;
- проверяет выдвигаемые гипотезы о наличии некоторой взаимосвязи в структуре изучаемой совокупности объектов, т.е. осуществляет поиск новой существующей структуры;
- классифицирует слабоизученные явления, когда отсутствуют видимые связи внутри совокупности объектов;
- выделяет главное и определяет одного наиболее типичного представителя в каждом кластере.

Проведение кластерного анализа данных включает в себя следующие этапы:

- определение исходных данных;
- определение размера объекта исследования;
- разбиение объектов по признакам на группы;
- подведение итогов.

По окончании кластеризации при необходимости можно провести корректировку метрики или применяемого метода проведения анализа для получения наиболее подходящего для дальнейшей работы результата.

В качестве исходных данных, необходимых для проведения кластерного анализа, служит информация о допущенных нарушениях требований и правил безопасности движения за 2018 год.

Для решения задачи кластерного анализа (осуществления алгоритма кластеризации) необходимо определить критерии оценки объектов – нарушения требований и правил безопасности движения по хозяйству перевозок. Задача

будет реализовываться методом, при котором осуществляется разбиение исследуемых объектов на группы.

В качестве исходных данных были взяты 166 нарушений требований и правил безопасности движения, сгруппированные по видам:

- управление движением, общие вопросы;
- организация поездной работы;
- прием поездов;
- отправление поездов;
- организация закрепления подвижного состава, ведение книги инвентаря строгого учета;
- организация маневровой работы;
- расформирование поездов;
- формирование поездов;
- маневровая работа на подъездных путях;
- контроль исполненного графика движения поездов;
- разработка технической и технологической документации;
- разработка технологических процессов и других документов;
- разработка технико-распорядительного акта (ТРА) станций и приложений;
- обеспечение необходимой документацией рабочих мест исполнителей;
- организация и анализ работы;
- управление производственной деятельностью;
- проведение планерных совещаний;
- организация и проведение технического обучения;
- ежемесячное подведение итогов работы;
- проведение совещаний с инженерно-техническими работниками;
- управление персоналом;
- укомплектование руководителями и инженерно-техническим персоналом;

- укомплектование штата дежурных по железнодорожным станциям и составителей поездов;
- организация технического обучения;
- организация аттестации работников;
- содержание материально-технической базы для обучения персонала;
- управление безопасностью движения;
- проведение анализа работы хозяйства движения и обеспечения безопасности движения;
- проведение риск-менеджмента;
- проведение проверок и внутренних аудитов;
- обеспечение учета случаев нарушений безопасности движения;
- расследование случаев нарушений безопасности движения поездов и случаев отказов в работе технических средств;
- выполнение требований действующего законодательства Российской Федерации, организационно-распорядительных документов и телеграмм ОАО "РЖД";
- выполнение нормативов личного участия в обеспечении безопасности движения;
- проведение «Дней безопасности»;
- контроль соблюдения технологии производства (выполнения) работ, правил безопасности;
- обеспечение периодичности осмотров на железнодорожных станциях;
- контроль устранения (своевременность устранения, выдача предупреждений) недостатков и отступлений, выявленных при осмотрах на железнодорожных станциях, в том числе при комиссионных осмотрах всех уровней, средствами диагностики и мониторинга;
- контроль соблюдения регламента переговоров.

Все исходные данные для проведения кластерного анализа были сведены в матрицу исходных данных в формате Excel. Фрагмент таблицы исходных данных представлен на рис. 4.1.

| № | Нарушения требований и правил безопасности движения | Пункт нормативно-технического документа | Наименование документа | Наименование процесса | Баллы | Признаки культуры безопасности | | | |
|---|--|---|------------------------|-----------------------|-------|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|------|
| | | | | | | Управляемость | | Двухсторонний обмен | |
| | | | | | | Ведущая роль руководителей | Наличие баланса приоритетов | Понимание и содействие | Учет |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Нарушается порядок приема поездов на железнодорожную станцию | п. 66 прил. № 6 | ПТЭ | 1.1.1. Прием поезда | 15 | | | | |

Рисунок 4.1 – Фрагмент таблицы исходных данных

Разработанная матрица исходных данных в рамках поставленной задачи позволяет сформировать новую структуру нарушений требований и правил безопасности движения, которая помогает принимать решения, направленные на повышение уровня безопасности организации движения. Программная обработка осуществляет разбивку исследуемых нарушений на группы по различным признакам, характеризующим их как по функциональным особенностям, так и по количественным показателям.

Программная обработка является основой для начального анализа данных, подготавливает их для дальнейшего изучения [68]. Объектом кластеризации может быть всё, что угодно, включая объекты, наблюдения и события [72].

Каждый объект кластеризации описывается вектором характеристик $X = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$.

Множество компонентов x_i характеризует исследуемый объект. Максимальное количество индивидуальных характеристик p зависит от размерности объекта.

В геометрическом пространстве может присутствовать любое множество характеристик объектов. При вводе топологического понятия близости между элементами множества происходит преобразование безразмерного геометрического пространства в новое многомерное пространство заданной

топологии. Близость в многомерном пространстве указывает на принадлежность одному кластеру (рис. 4.2) [73].

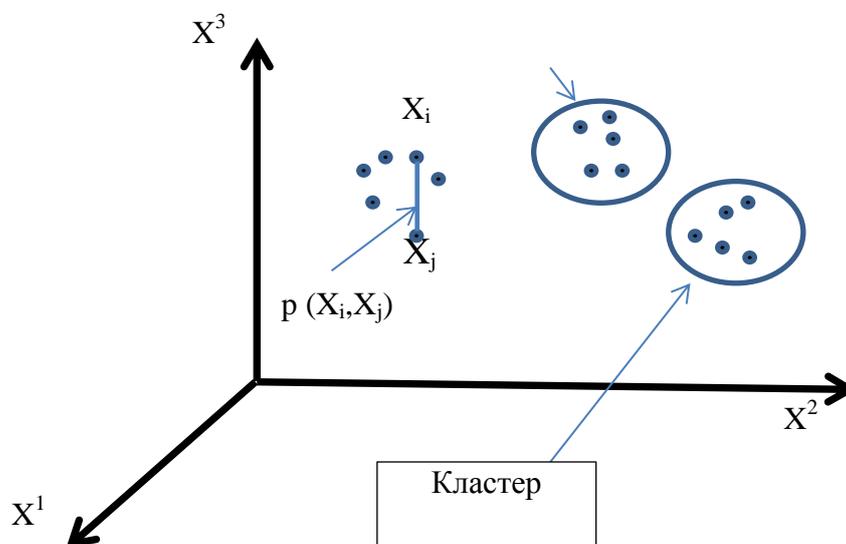


Рисунок 4.2 – Отображение кластеров в геометрическом пространстве

Критерием группировки или мерой компактности называют целевую функцию, для нахождения которой необходимо ввести характеристики, указывающие на степень согласованности с введённой топологией [72].

Для определения меры компактности между каждой парой объектов измеряется «расстояние», которое называют степенью сходства [74,75].

Общие требования к мере сходства [49]. Функция расстояния - $\rho(X_i, X_j)$ между объектами должна иметь следующие свойства:

- 1) $\rho(X_i, X_j) \geq 0$, для всех X_i и X_j ;
- 2) $\rho(X_i, X_j) = 0$, тогда $X_i = X_j$;
- 3) $\rho(X_i, X_j) = \rho(X_j, X_i)$ – свойство симметрии;
- 4) $\rho(X_i, X_j) \leq \rho(X_i, X_k) + \rho(X_k, X_j)$, выполняется неравенство треугольника, где X_i, X_j, X_k – любые 3 объекта.

Для оценки степени сходства существуют функции расстояния [75]:

1) Евклидово расстояние – функция геометрического расстояния в многомерном пространстве, вычисляемая по формуле (4.14):

$$P(x_i, x') = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x')^2}. \quad (4.14)$$

2) Квадрат Евклидова расстояния используется для вычисления геометрического расстояния между наиболее удаленными друг от друга объектами (4.15):

$$P(x_i, x') = \sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^2. \quad (4.15)$$

3) Расстояние городских кварталов (манхэттенское расстояние) является средней разностью по координатам (4.16):

$$p(x_i, x') = \sum_{i=1}^n |x_i - x'_i|. \quad (4.16)$$

4) Расстояние Чебышева применяется, когда необходимо определить объекты как «различные», если они различны по одной из координат (4.17):

$$p(x_i, x') = \max(|x_i - x'_i|). \quad (4.17)$$

5) Степенное расстояние применяется, когда необходимо увеличить или уменьшить размерность объекта в геометрическом пространстве (4.18):

$$p(x_i, x') = \sqrt[r]{\sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^p}. \quad (4.18)$$

В настоящее время не существует общепризнанных универсальных критериев для оценки качества решения задачи кластерного анализа. Соответственно, при отсутствии основной цели результат решения различных алгоритмов методов кластеризации сложно сравнивать [76]. Однако существуют другие критерии, характеризующие аспекты качества автоматического группирования объектов. Точность кластерного анализа определяется близостью объектов одного кластера и удаленностью объектов, принадлежащих разным кластерам [75].

Самый простой критерий — величина расстояния между кластерами (F_1): определяемое по формуле (4.19), должно быть как можно больше.

$$F_1 = \frac{\sum_{i < j} [y_i \neq y_j] p(x_i, x_j)}{\sum_{i < j} [y_i \neq y_j]} \rightarrow \max. \quad (4.19)$$

Другой критерий оценки основывается на вычислении минимальных средних расстояний между объектами внутри кластеров по формуле (4.20):

$$F_0 = \frac{\sum_{i < j} [y_i = y_j] p(x_i, x_j)}{\sum_{i < j} [y_i = y_j]} \rightarrow \min. \quad (4.20)$$

Сумма средних расстояний внутри кластера, определяемая по формуле (4.21), должна быть как можно меньше.

$$\Phi_0 = \sum_{y \in Y} \frac{1}{|K_y|} \sum_{x_i \in K_y} p^2(x_i, \mu_y) \rightarrow \min, \quad (4.21)$$

где $K_y = \{x_i \in X^l | y_i = y\}$ — кластер с номером y .

Сумма средних расстояний между кластерами определяется по формуле (4.22):

$$\Phi_1 = \sum_{y \in Y} p^2(\mu_y, \mu) \rightarrow \max, \quad (4.22)$$

где μ — центр масс всей выборки кластера.

На практике производят вычисление соотношения пары функционалов - внутрикластерные (4.23) и межкластерные (4.24) расстояния:

$$\frac{F_0}{F_1} \rightarrow \min; \quad (4.23)$$

$$\frac{\Phi_0}{\Phi_1} \rightarrow \min. \quad (4.24)$$

Также оценка качества проведения кластеризации может быть проведена следующими способами:

- установка пограничных параметров и их проверка;
- определение стабильности кластерного анализа путем добавления или удаления данных;
- сравнение результатов, полученных разными методами [71].

4.5 Метод «Самоорганизующиеся карты Кохонена»

Искусственная нейронная сеть (далее - ИНС) представляет собой структуру, в которой обрабатывается информация по аналогии с процессом, происходящим в нервной системе человека [71].

ИНС - это система простых искусственных нейронов, которые соединены, организованы по слоям и взаимодействуют между собой. Входной слой служит для ввода значений исходных данных (рис. 4.3).

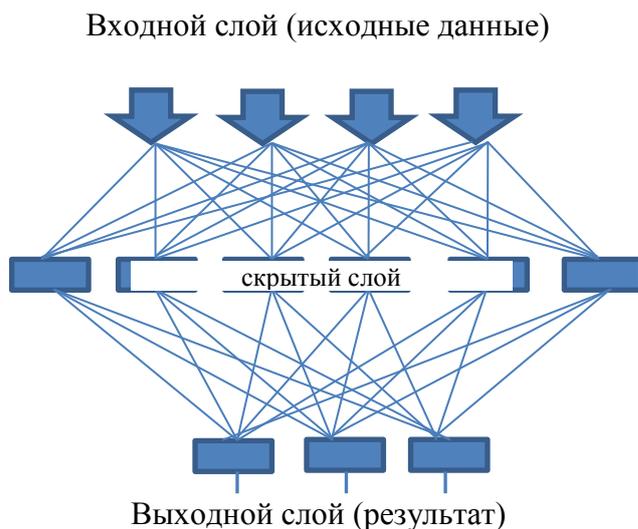


Рисунок 4.3 – Схема ИНС

Существует множество ИНС, подходящих для проведения кластерного анализа. Например, радиально-базисные сети, персептрон, LVQ-сети и самоорганизующиеся карты Кохонена. Привлекают эти методы тем, что при их использовании исходные данные могут быть любыми, в том числе и несовместимыми. Особое значение ИНС приобретают при создании интеллектуальных систем, связанных с управлением и принятием решений [75,76].

В рамках диссертации разработка задачи кластерного анализа нарушений требований и правил безопасности движения сводится к следующему:

- формирование исходной матрицы видов нарушений;
- проведение анализа нарушений методом кластеризации;
- визуализация полученных результатов.

Данная задача будет решена методом «Самоорганизующиеся карты Кохонена» [75]. Структура данной карты представлена в виде узлов (нейронов), количество которых является исходными данными. Каждый узел на карте имеет два вектора: вектор веса (M_i); вектор, имеющий координаты узла на карте (r). Каждое скалярное значение входного сигнала вектора (x) обрабатывается, и для каждого вектора (x) находится ближайший главный «вектор победитель» – $M_c(t)$.

После его определения происходит перерасчет соседних узлов кодовых векторов $m_i(t)$ по формуле (4.25) [75]:

$$m_i(t) = m_i(t-1) + h_{ci}(t) * (x(t) - m_i(t-1)), \quad (4.25)$$

где t — шаг номера итерации;

$x(t)$ — выбранное из множества данных произвольное наблюдение;

$h_{ci}(t)$ — функция соседства.

После определения «победителя» векторы-соседи сдвигаются в его сторону пропорционально «мере близости».

Программная реализация предусматривает выполнение следующих этапов.

Этап 1. Определение взаимосвязи между нарушениями требований, правилами безопасности движения и признаками культуры безопасности

Определение взаимосвязи между исходными данными осуществляется группой экспертов по вопросам безопасности движения поездов в хозяйстве предприятий организации железнодорожных перевозок. Количественный и качественный состав экспертов определяется по описанной в пункте 4.1 методике.

Этап 2. Подготовка исходных данных для кластерного анализа

Подготовка исходных данных осуществляется в формате таблицы Excel. Все ячейки данной таблицы заполняются числовыми значениями. Кодировка исходных данных, не являющихся числовыми, приведена в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Кодирование исходных данных

| Наименование нормативного документа | Кодирование |
|--|-------------|
| Правила технической эксплуатации железных дорог РФ | 1 |
| Нормативный документ Минтранса | 2 |
| Нормативный документ ОАО «РЖД» | 3 |
| Нормативный документ ЦД | 4 |

Этап 3. Анализ статистически подготовленных исходных данных

Анализ данных проводится с помощью ИНС «Самоорганизующиеся карты Т. Кохонена», выполняющей задачи кластеризации и визуализации [75].

Алгоритм кластерного анализа представлен на рис. 4.4. Анализ исходных данных осуществляется в программе «Neuron.exe» [71].

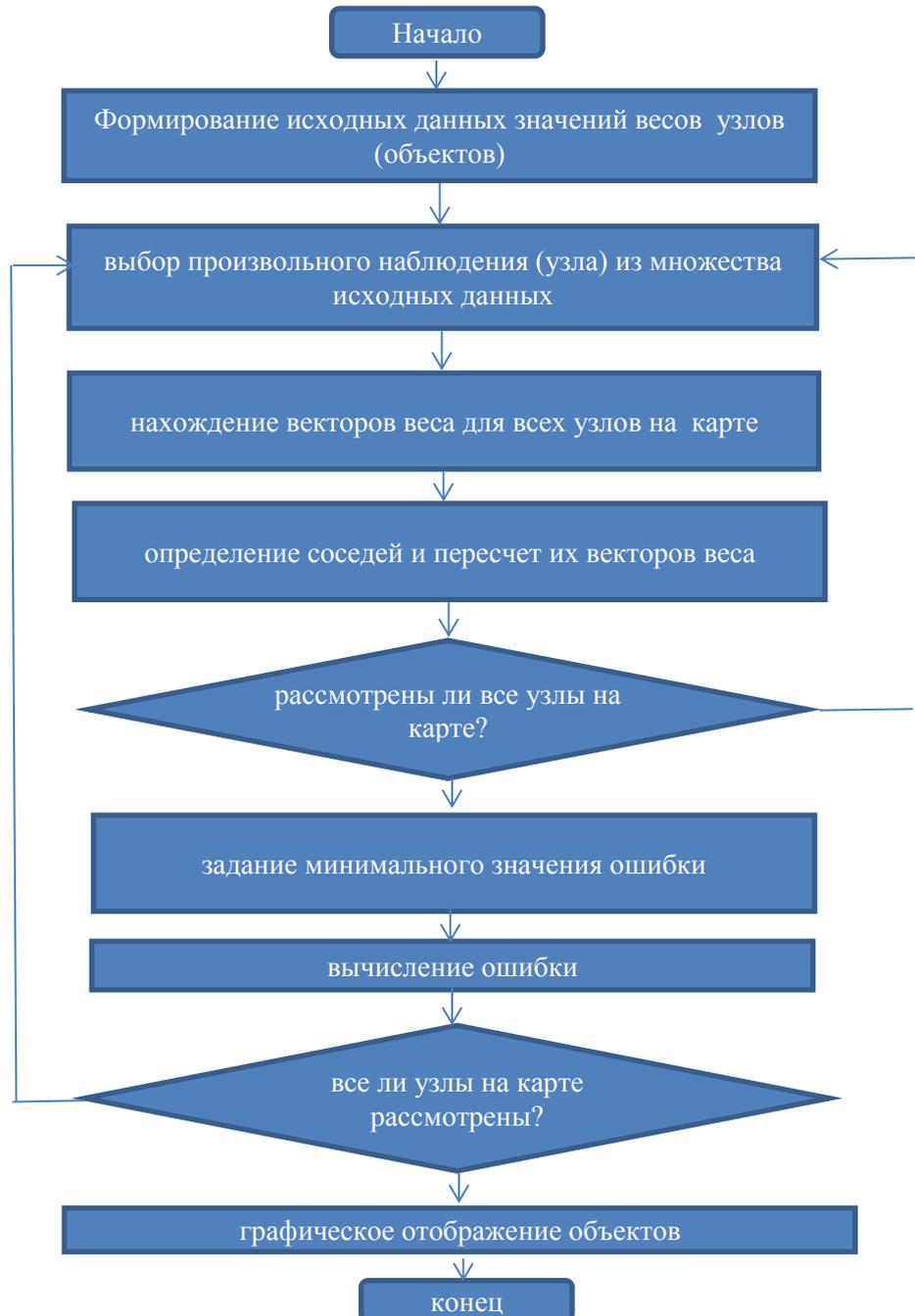


Рисунок 4.4 – Алгоритм кластерного анализа

4.6 Оценка уровня безопасности производственных транспортных процессов

Уровень безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора (U) определяется по формуле (4.26):

$$U = \sqrt{K \times D}, \quad (4.26)$$

где K – коэффициент безопасности производственных процессов;

D – общая средняя экспертная оценка.

В качестве шкалы качественной интерпретации количественной оценки уровня безопасности была предложена модифицированная автором шкала Харрингтона. Модификация шкалы Харрингтона выполнена с целью предъявления более жестких требований к характеристике уровней безопасности производственных транспортных процессов (табл. 4.8 и 4.9).

Таблица 4.8 – Характеристика уровней безопасности производственного процесса с учетом влияния человеческого фактора

| Уровни безопасности по шкале Харрингтона | Уровни безопасности по модифицированной шкале Харрингтона | Характеристика уровней безопасности |
|--|---|-------------------------------------|
| 1,00 – 0,80 | 1,00 – 0,90 | Очень высокий |
| 0,80 – 0,64 | 0,90 – 0,80 | Высокий |
| 0,64 – 0,37 | 0,80 – 0,64 | Средний |
| 0,37 – 0,20 | 0,64 – 0,37 | Низкий |
| 0,20 и менее | 0,37 и менее | Очень низкий |

Таблица 4.9 – Характеристика уровней безопасности

| Уровень Культуры безопасности | Общее описание состояния безопасности движения поездов | Общие рекомендации |
|-------------------------------|--|---|
| Очень высокий | Возникновение нарушения маловероятно. Выявляемые нарушения направлены на повышения безопасности производственных процессов. | Разработка адресных мероприятий. |
| Высокий | Нарушение безопасности движения работниками практически не допускаются или выявляются работниками и устраняются в течение рабочей смены. Проводятся аудиты, направленные на повышение качества | Разработка индивидуальных планов обучения работников. Совершенствование системы управления безопасностью движением |

| | | |
|--------------|--|---|
| | функционирования системы управления безопасностью движения поездов. Система управления безопасностью функционирует устойчиво. | поездов. |
| Средний | Основные допускаемые нарушения связаны с несоблюдением технологии процесса и качеством выполнения технологических операций. Система управления безопасностью движения функционирует устойчиво, но имеются отдельные недостатки несистемного характера. Нарушения имеют локальный характер. | Изучение технологии организации процессов производства с причастными работниками. Повышение уровня индивидуальных профессиональных компетенций. |
| Низкий | Отсутствует системная работа по обеспечению безопасности движения поездов. Работниками допускаются нарушения, которые могут привести к транспортным происшествиям. Выявляемые нарушения безопасности движения имеют системный характер. Увеличивается количество нарушений, которые могут привести к транспортным происшествиям. | Разработка мероприятий по повышению эффективности функционирования системы управления безопасностью движения поездов. Повышение уровня индивидуальных профессиональных компетенций. |
| Очень низкий | Нарушения допускаются практически всеми работниками. Руководители предприятий не выявляют нарушения, которые допускают работники. Отсутствует система управления безопасностью движения поездов. Основные допускаемые нарушения связаны с безопасностью при производстве поездной и маневровой работы и приводят к транспортным происшествиям. | Проведение аудита с разработкой мероприятий по повышению уровня культуры безопасности. |

4.7 Выводы по главе 4

1. Определен метод формирования экспертной группы для составления матрицы нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности.

2. Определен метод и разработана последовательность действий, позволяющие сформировать матрицу зависимости между нарушениями требований и правил безопасности движения и признаками культуры безопасности.

3. Для выявления внутренней взаимосвязи между нарушениями требований и правил безопасности движения предложено использование ИНС, построенной в виде соревновательной самообучающейся нейронной сети — «самоорганизующиеся карты Т. Кохонена».

4. Предложен метод кластерного анализа нарушений требований и правил безопасности движения на основе метода самоорганизующихся карт Кохонена. Определены этапы проведения кластерного анализа. Произведено кодирование нечисловых исходных данных.

5. Предложен алгоритм для проведения кластерного анализа методом самоорганизующейся карты Кохонена, сформирована модель автоматизированного кластерного анализа нарушения требований и правил безопасности движения, разработана схема логической модели формирования данных.

ГЛАВА 5 АПРОБАЦИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ВИДОВ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ И ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПО ПРИЗНАКАМ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

В данном разделе диссертации проведен кластерный анализ нарушений на основе признаков культуры безопасности, определены кластеры нарушений и сформированы рекомендации.

Алгоритм кластерного анализа нарушений на основе признаков культуры безопасности представлен на рис. 5.1.

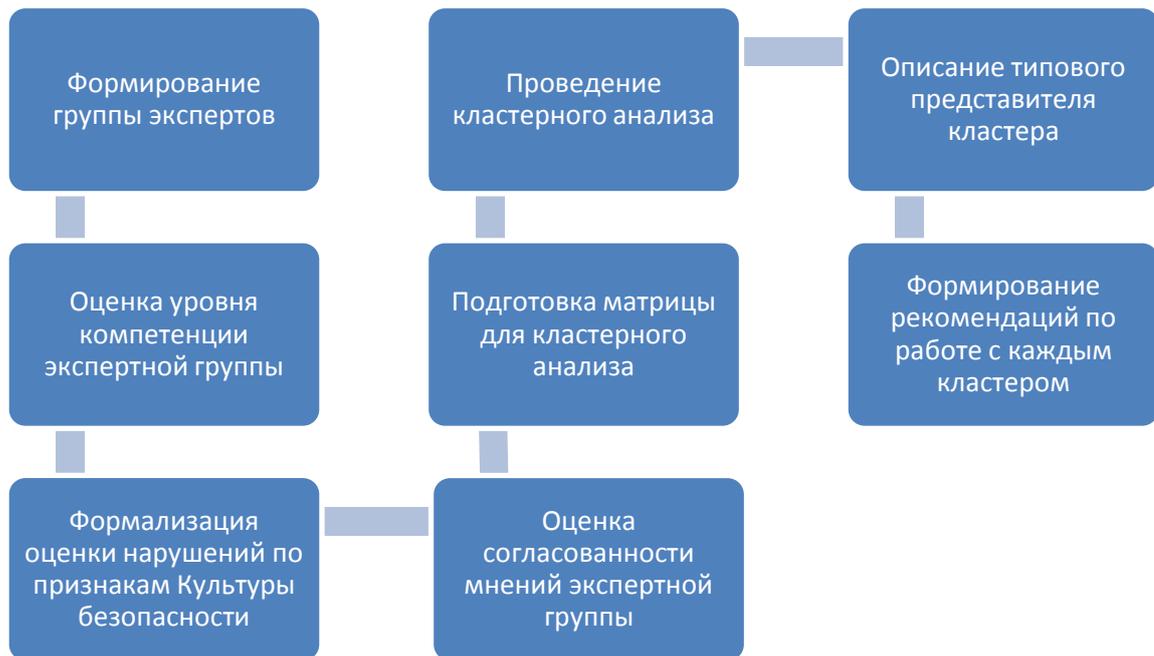


Рисунок 5.1 - Алгоритм кластерного анализа нарушений на основе признаков культуры безопасности

5.1 Формирование группы экспертов для определения зависимости нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности

По данным системы автоматизированного учета нарушений в ОАО «РЖД» за 2018 год работниками хозяйства перевозок было зафиксировано более 100 тысяч нарушений безопасности движения поездов по 166 типовым видам нарушений.

Для определения необходимого количества экспертов используется формула (4.1): количество оцениваемых объектов составляет 166 типовых нарушений, минимальное количество экспертов — 13 человек.

В качестве экспертов приглашены ревизоры по безопасности движения поездов Аппарата главного ревизора железных дорог и руководители Департамента безопасности движения поездов ОАО «РЖД».

Для определения взаимосвязи между типовыми видами нарушений и признаками культуры безопасности было заявлено 15 кандидатов в состав экспертной группы. Чтобы выбрать из них 13 экспертов, был проведен опрос всех кандидатов по методике, указанной в разделе 4.1, с целью определения необходимого уровня компетентности.

Значения K_{i1} , и K_{i2} были определены по таблицам 4.1, 4.2. Значения K_{i1} и K_{i2} указаны в таблице 5.1.

Значения K_{i3} и K_{i4} были вычислены соответственно по формулам (4.3) и (4.4) — кандидаты сначала произвели самооценку пяти основных личных качеств, а потом оценили коллег, используя значения, указанные в табл. 4.3.

Таблица 5.1 — Значение K_{i1} и K_{i2}

| Номер эксперта | Значения K_{i1} | Значения K_{i2} |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 0.8 | 0.8 |
| 2 | 0.8 | 0.75 |
| 3 | 0.8 | 0.75 |
| 4 | 0.8 | 0.65 |
| 5 | 0.8 | 0.75 |
| 6 | 0.7 | 0.75 |
| 7 | 0.8 | 0.75 |
| 8 | 0.7 | 0.8 |
| 9 | 0.8 | 0.75 |
| 10 | 0.6 | 0.75 |
| 11 | 0.7 | 0.65 |
| 12 | 0.8 | 0.75 |
| 13 | 0.7 | 0.8 |
| 14 | 0.8 | 0.65 |
| 15 | 0.6 | 0.75 |

Среднее значение коэффициента компетентности (K) каждого кандидата, рассчитанное по формуле (4.2), приведено в табл. 5.2.

Таблица 5.2 – Среднее значение уровня компетентности кандидатов-экспертов

| Номер эксперта | Значения | | | | Среднее значение(К) | Рейтинг эксперта |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|------------------|
| | К ₁ | К ₂ | К ₃ | К ₄ | | |
| 1 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,8386 | 0,835 | 1 |
| 2 | 0,8 | 0,75 | 0,8 | 0,8500 | 0,800 | 7 |
| 3 | 0,8 | 0,75 | 0,9 | 0,8443 | 0,824 | 3 |
| 4 | 0,8 | 0,65 | 0,86 | 0,8471 | 0,789 | 9 |
| 5 | 0,8 | 0,75 | 0,88 | 0,8514 | 0,820 | 6 |
| 6 | 0,7 | 0,75 | 0,76 | 0,8371 | 0,762 | 12 |
| 7 | 0,8 | 0,75 | 0,88 | 0,8629 | 0,823 | 4 |
| 8 | 0,7 | 0,8 | 0,82 | 0,8271 | 0,787 | 11 |
| 9 | 0,8 | 0,75 | 0,86 | 0,8729 | 0,821 | 5 |
| 10 | 0,6 | 0,75 | 0,84 | 0,8400 | 0,758 | 13 |
| 11 | 0,7 | 0,65 | 0,82 | 0,8200 | 0,748 | 15 |
| 12 | 0,8 | 0,75 | 0,9 | 0,8743 | 0,831 | 2 |
| 13 | 0,7 | 0,8 | 0,82 | 0,8400 | 0,790 | 8 |
| 14 | 0,8 | 0,65 | 0,86 | 0,8400 | 0,788 | 10 |
| 15 | 0,6 | 0,75 | 0,82 | 0,8457 | 0,754 | 14 |

В состав экспертной группы из 13 человек в зависимости от среднего значения коэффициента компетентности были включены все кандидаты, кроме тех, которым были присвоены номера 11 и 15 — их уровень компетентности оказался самым низким.

Коэффициент компетентности (М) сформированной экспертной группы был рассчитан по формуле (4.6) и оказался равным 0,802, что отвечает условию $0,67 \leq M \leq 1$.

5.2 Составление матрицы инцидентов по признакам культуры безопасности

После формирования экспертной группы ее участниками определяется: от отсутствия или недоразвитости каких признаков безопасности зависит возникновение конкретных типов нарушений. В ячейках экспертом расставляются цифры 1 или 0 (1 – если тип нарушения зависит от признака культуры безопасности, 0 – если не зависит). Итогом работы каждого эксперта является заполненная матрица (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Фрагмент матрицы инцидентов нарушений по признакам культуры безопасности

| Тип нарушения | Признак 1 | Признак 2 | Признак 3 | Признак 4 | Признак _ | Признак 12 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| ... | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 166 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Итоговым результатом их работы стала сводная таблица инцидентов нарушений по признакам культуры безопасности. Значение в каждой ее ячейке определялось как средневзвешенное экспертных мнений. Далее была проверена согласованность полученных данных для их последующего использования при проведении кластерного анализа, для чего экспертами была заполнена таблица согласованности мнений (5.4).

Таблица 5.4 – Вид таблицы согласованности мнений экспертов

| Тип нарушения | Эксперты | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | |
| 166 | 166 | 165 | | | | | | | | | | | |

Далее был выполнен расчет коэффициента конкордации Кендалла по формулам (4.13).

$$W=0,69.$$

Данный результат указывает на достаточно высокий уровень согласованности мнения экспертов.

5.3 Кластерный анализ нарушений правил безопасности движения поездов

Для проведения кластерного анализа была сформирована таблица с исходными данными. В ее основе лежит сводная таблица инцидентов нарушений по признакам культуры безопасности. Дополнительно были включены

нечисловые (наименования нормативных документов) и числовые исходные данные:

- номер технологического процесса, в котором происходит нарушение;
- баллы за каждое нарушение, установленные документом ОАО «РЖД»;
- количество нарушений, допущенных по каждому виду нарушений за 2018 г.

г.

Так как наименование нормативного документа является нечисловым значением, данный элемент исходных данных был закодирован (табл. 4.7).

Кластерный анализ нарушения требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности был проведен в программе Neuron.exe с выбранной размерностью карты Кохонена 3×3 [71].

Построенная топологическая карта Кохонена представлена на рис. 5.2 (где 1, 21, 47 и т.д. – виды нарушений из исходной таблицы).

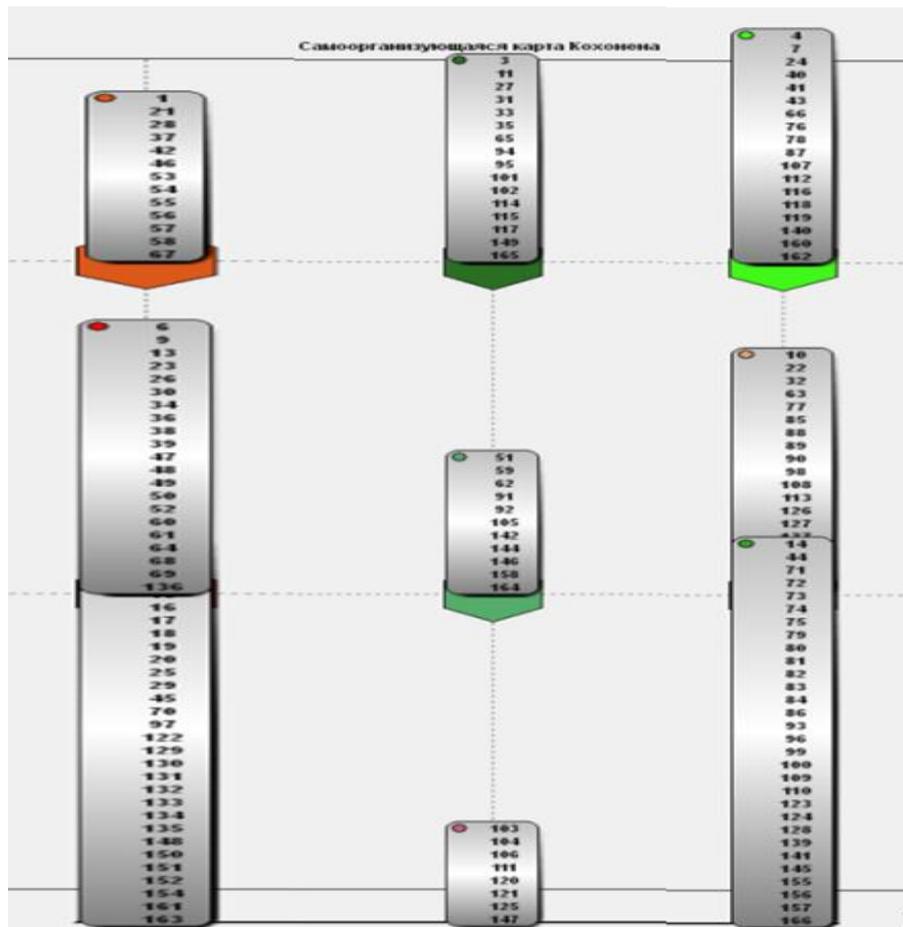


Рисунок 5.2 – Топологическая карта Кохонена по видам нарушений

5.4 Анализ результатов кластерного анализа

По результатам анализа было сформировано 9 кластеров, где удалось сгруппировать весь объем данных по нарушениям безопасности движения по определенным признакам культуры безопасности.

Первый кластер – нарушения, возникшие при выполнении должностных обязанностей в обычных стандартных условиях работы, когда необходима четкая последовательность выполнения определенных действий (регламента); при этом не требуется принимать сложные решения, а действия работников просты и элементарны.

Второй кластер – нарушения, связанные с действиями в сложных нестандартных условиях, когда работнику требуется выполнить вариантное действие, например, пропуск поезда дежурным по железнодорожной станции вариантным маршрутом.

Третий кластер – нарушения, связанные с отсутствием контроля выполнения распоряжений или команд, отданных как непосредственно оперативными работниками хозяйства перевозок, так и руководителями железнодорожных станций.

Четвертый кластер – особая группа нарушений, где полнота и качество технологических действий, выполняемых работником, имеет большое значение в перевозочном процессе. Это нарушения, связанные с закреплением подвижного состава, особыми условиями производства маневровой и поездной работы и др.

Пятый кластер – нарушения, связанные с учетом вопросов и проблем безопасности движения поездов, проведением мониторинга и извлечением уроков из имеющегося опыта обеспечения безопасности движения поездов.

Шестой кластер – нарушения, связанные с порядком ознакомления работников с предстоящими действиями; например, при уведомлении о производстве маневров с выходом за границу станции, при ознакомлении с технологической документацией и др.

Седьмой кластер – нарушения, связанные с упрощением обязательного порядка действия руководителей станций и руководителей среднего звена,

например, по своевременному оформлению акта комиссионного месячного осмотра железнодорожной станции. Этот кластер нарушений показывает взаимосвязь между руководителями среднего звена и руководителями железнодорожных станций по качеству управленческих действий.

Восьмой кластер – объединяет нарушения, свидетельствующие о том, что работник не воспринимает должным образом тяжесть возможных последствий допущенных нарушений. Особенностью этих нарушений является убежденность в том, что все принятые работником решения его самого не касаются, и его доли ответственности в нарушениях безопасности движения нет.

Девятый кластер – представляет собой нарушения, характеризующие непонимание технологии процесса и важности последовательного выполнения действий регламента (работник знает, что надо делать, но не понимает, что правильная последовательность действий в результате имеет наибольшее значение в вопросах обеспечения безопасности движения поездов).

В первом кластере оказалось 27 видов нарушений, во втором – 18, в третьем – 11, в четвертом – 21, в пятом – 18, в шестом – 19, в седьмом – 12, в восьмом – 13, в девятом – 27 видов нарушений.

Распределение количества нарушений за 2018 год по кластерам нарушений представлено на рис. 5.3.

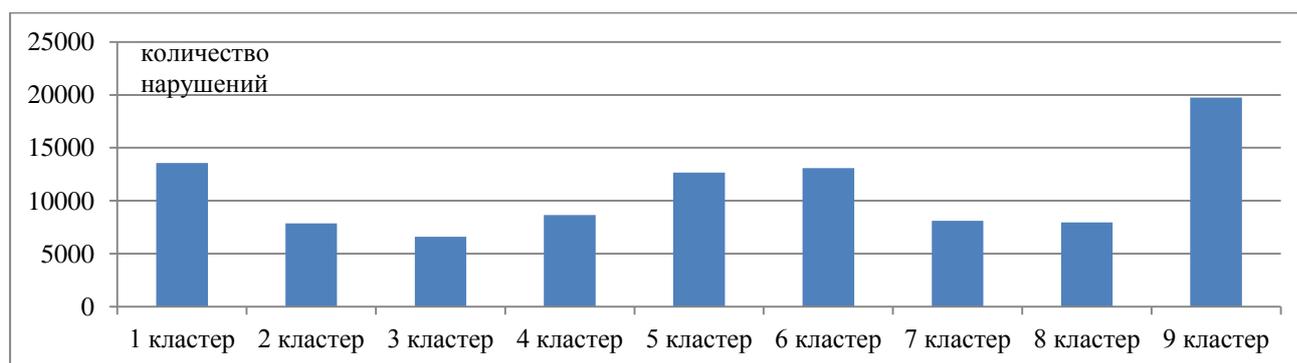


Рисунок 5.3 - Кластеры нарушений

В табл. 5.5 представлены рекомендации по проведению профилактической работы, направленной на минимизацию частоты возникновения нарушений в кластере.

Таблица 5.5 – Практические рекомендации по минимизации нарушений по кластерам

| Кластер нарушений | Теоретические рекомендации | Практические рекомендации |
|--------------------------|---|---|
| Первый кластер | Подготовка набора учебных теоретических задач по пунктам нормативных документов, нарушения которых были допущены. | Последовательная отработка однотипных действий (например, приготовление маршрута приема поезда) при одинаковой интенсивности входящей информации о поездах. |
| Второй кластер | Подготовка учебных теоретических задач по пунктам нормативных документов, нарушения которых были допущены, где предусмотрены два правильных ответа или ответы, дополняющие друг друга. | Отработка действий в изменяющейся последовательности при одинаковой интенсивности входящей информации |
| Третий кластер | Изучение порядка формирования функции контроля. Изучение тематической литературы для формирования управленческих качеств. | Отработка действий в условиях потокового поступления входящей информации. В информационных данных указывается определенная последовательность действий, которую необходимо выполнить. |
| Четвертый кластер | Освоение учебного теоретического материала по теме важности выполнения технологических операций в определенной последовательности. | Отработка скрупулезного выполнения заданий в определённой последовательности. |
| Пятый кластер | Освоение учебного материала о серьезных последствиях повторения нарушений и о необходимости протоколирования всех несоответствий, выявленных в технологическом процессе. | Отработка последовательного описания всех технологических действий и выполнение технологического процесса другим участником обучения согласно описанию. |
| Шестой кластер | Освоение учебного материала о важности своевременного ознакомления причастных работников с произошедшими или происходящими изменениями. | Отработка действий по выбору работников для ознакомления с конкретным документом (количество профессий, должностные обязанности и др.) |
| Седьмой кластер | Освоение учебного материала с примерами, когда упрощение технологии работы или несвоевременное выполнение действий привело к последствиям, которые потребовали повторить ранее выполненные работником действия. | Отработка выполнения заданий за отведенное время и в заданной последовательности. Определение этапности и сроков выполнения заданий. |
| Восьмой кластер | Освоение учебного материала об ответственности за допущенные нарушения. Формирование у работника понимания важности каждого элемента техпроцесса. | Отработка практических навыков определения ответственности за допущенные нарушения в соответствии с требованиями нормативных документов. |
| Девятый | Формирование процессного под- | Отработка практических навыков опи- |

| | | |
|---------|---|--|
| кластер | хода к повседневной деятельности. Изучение теоретического материала о порядке формирования процесса. Изучение свойств процесса. | сания производственного процесса, формирование процессного подхода к управлению. |
|---------|---|--|

Также для каждого кластера нарушений разработаны технологические карты по минимизации нарушений.

Сопоставив нарушения требований и правил безопасности движения с аспектами культуры безопасности и кластерами нарушений (рис. 5.3.), можно сделать вывод, что при отсутствии у работников достаточного уровня развития аспектов восприятия (кластеры 4,8,9), поведения (кластеры 1,2,6,7) и состоятельности (кластеры 3,5) допускаются указанные нарушения.



Рисунок 5.3 – Кластеры нарушений по аспектам «человеческого фактора»

По результатам кластерного анализа формируются профилактические мероприятия, которые условно можно разделить на 3 группы.

Первая группа мероприятий должна быть направлена на повышение качества восприятия работниками информации по безопасности движения. По сути дела, это проведение инструктажей, теоретическое и практическое обучение и личные беседы. Здесь необходимы групповые и индивидуальные занятия, а также самостоятельная подготовка. При этом приоритетная форма обучения должна определяться индивидуально, в зависимости от способности работника воспринимать полученную информацию.

Вторая группа мероприятий направлена на отработку применения практических навыков, полученных при теоретическом обучении, в стандартных и нестандартных ситуациях. При этом особо важно: если работник по результатам

практического обучения не достигает определенных результатов, необходимо не только предусмотреть дополнительные практические занятия, но и скорректировать план теоретического обучения с учетом имеющихся замечаний.

Третья группа мероприятий нацелена на развитие корпоративной среды предприятия в вопросах безопасности движения поездов.

Кластеры нарушений 4,8,9, относящиеся к аспекту восприятия, характеризуются непониманием работниками технологии и технологических процессов обеспечения безопасности движения поездов, а также отсутствием навыка и умения описывать процессную модель управления безопасностью движением поездов.

Аспект восприятия формируется на основе документов, составляющих поведенческий аспект, а также — нормативных документов Минтранса, ОАО «РЖД» и Дирекции.

Поведенческий аспект (кластеры нарушений 1,2,6,7) обращает внимание на недостаточность практического обучения отработке действий в обычных условиях работы, в нестандартных условиях и в таких, когда возможно несколько равнозначных вариантов решения задачи и требуется принимать решения, аккуратно направляя действия работников. Поведенческий аспект формируется не только при отработке профессиональных задач, но и при выполнении общих действий, необходимых для выполнения должностных обязанностей работника: выработка усидчивости, терпения и т.д.

По аспекту состоятельности (кластеры нарушений 3,5) определено, что у работников недостаточно понимания, что осуществление выполнения каждого задания должно быть обязательно проконтролировано.

На рис.5.4 представлены обобщенные данные по рекомендациям, направленным на минимизацию возникновения нарушений по аспектам культуры безопасности.

| <u>Кластеры 4,8,9</u> | <u>Кластеры 1,2,6,7</u> | <u>Кластеры 3,5</u> |
|---|--|--|
| <p>Изучение теоретического материала о формировании процесса. Изучение свойств процесса. Формирование процессного подхода к повседневной деятельности.</p> <p>Изучение материалов об ответственности за допущенные нарушения. Формирование понимания важности каждого элемента техпроцесса.</p> <p>Изучение теоретического материала о важности выполнения технологических операций своевременно и в определенной последовательности.</p> | <p>Изучение материала о важности своевременного ознакомления причастных работников с произошедшими или происходящими изменениями.</p> <p>Освоение учебного материала с примерами, когда упрощение технологии работы или несвоевременное выполнение действий привело к вынужденному повторению выполненных ранее действий. Разработка теоретических задач по пунктам нормативных документов, нарушения которых были допущены, где предусмотрены два правильных ответа или ответы, дополняющие друг друга. Формирование теоретического курса в соответствии с тематикой нарушений.</p> | <p>Изучение материалов о серьезных последствиях повторения допущенных нарушений и о необходимости протоколирования всех несоответствий, выявленных в технологическом процессе.</p> <p>Изучение процесса формирования функции контроля. Изучение тематической литературы для формирования управленческих качеств.</p> |

Рисунок 5.4 – Общие рекомендации по аспектам культуры безопасности

5.5 Расчет средних экспертных оценок уровня безопасности производственных транспортных процессов

По формуле (4.10) были выполнены расчеты средних оценок D_p .

Результаты расчетов по определению уровня признаков культуры безопасности приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6 – Сводная таблица расчета средних экспертных оценок D_p

| № | Наименование признака | D_p |
|----------|--|-------------------------|
| 1 | Ведущая роль руководителей в демонстрации приверженности безопасности движения | 0,19 |
| 2 | Наличие баланса приоритетов между эксплуатацией и | 0,57 |

| | | |
|----|--|-------------|
| | безопасностью | |
| 3 | Содействие свободному и открытому обмену информацией и понимание его необходимости | 0,48 |
| 4 | Учет в отношении безопасности движения | 0,61 |
| 5 | Обсуждение и осознание требований безопасности движения | 0,18 |
| 6 | Привлечение работников к принятию решений в области обеспечения безопасности движения | 0,44 |
| 7 | Осознание индивидуальной доли ответственности работников за состояние безопасности движения | 0,14 |
| 8 | Мониторинг проблем в области безопасности движения и извлечение уроков из имеющегося опыта | 0,40 |
| 9 | Полнота и качество выявления нарушений, оценка причин происшествий и принятие своевременных и адекватных мер | 0,27 |
| 10 | Контроль действий и осведомленности персонала | 0,39 |
| 11 | Осознание и разделение ответственности за нарушение безопасности движения | 0,12 |
| 12 | Презумпция невиновности до решения специальных комиссий | 0,45 |
| | Средний уровень культуры безопасности (D) | 0,35 |

По формуле (4.11) по всем признакам культуры безопасности была определена средняя оценка D, и ее значение составило 0,35.

Коэффициент безопасности производственных процессов (K), рассчитанный по формуле (4.8), составил 0,27.

Оценка нарушений безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора, рассчитанная по формуле (4.26), составила 0,31, что по шкале Харрингтона и по предложенной автором шкале соответствует низкому уровню состояния безопасности производственных процессов.

5.6 Оценка результатов тестирования студентов выпускных курсов на знания ПТЭ

В 2019 году было проведено тестирование студентов выпускных курсов на знание Правил технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ), а затем сравнение ошибочных ответов с нарушениями требований и правил безопасности движения, которые допускают работники структурных подразделений Центральной Дирекции управления движением ОАО «РЖД».

Сравнение проводилось в четыре этапа на основе пунктов ПТЭ, по которым работниками были допущены нарушения требований и правил безопасности (рис. 5.5).

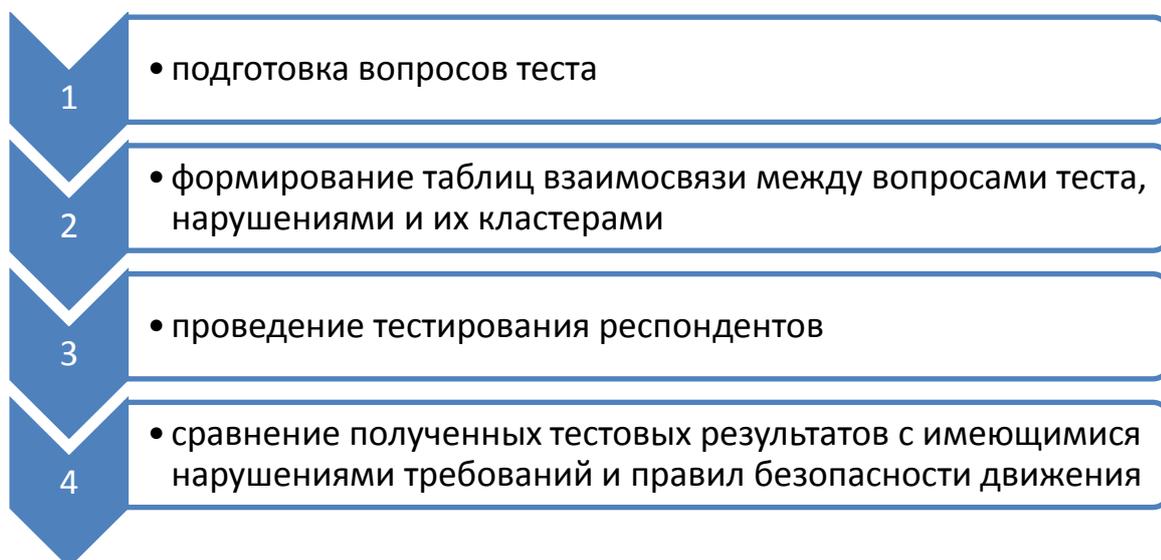


Рисунок 5.5 – Этапы сравнительного эксперимента

Первый этап.

Для проведения эксперимента было выбрано 27 из 166 видов нарушений требований и правил безопасности движения, допускаемых работниками предприятий организации перевозок ОАО «РЖД». Все выбранные нарушения являются следствиями несоблюдения требований приложения № 6 Правил технической эксплуатации железных дорог. Перечень выбранных нарушений приведен в табл. 5.7. Было разработано 47 тестовых вопросов, из них 46 — на знание Приложения № 6 и 1 — на знание общих требований Правил технической эксплуатации железных дорог РФ [77].

Второй этап.

По результатам визуализации кластерного анализа (рис. 5.2) определено отношение каждого вида нарушения требований и правил безопасности движения к соответствующему кластеру. Произведено сопоставление нарушений требований и правил безопасности движения и вопросов теста (табл.5.7). Сопоставление производилось на основе пунктов приложения № 6 Правил технической эксплуатации железных дорог.

Таблица 5.7 – Сопоставление нарушений требований и правил безопасности движения и вопросов теста

| № | Кластер нарушений | № вида нарушения | Приложение № 6 ПТЭ | Номер вопроса в тесте |
|----|-------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | 6 | 142 | п. 1 | 3 |
| 2 | 5 | 65 | п. 1 | 2 |
| 3 | 9 | 76 | п. 13 | 4 |
| 4 | 5 | 11 | п. 18 | 7 |
| 5 | 2 | 13 | п. 18 | 7 |
| 6 | 7 | 149 | п. 22 | 8 |
| 7 | 1 | 46 | п. 28 | 9,10 |
| 8 | 2 | 47 | п. 30 | 12 |
| 9 | 2 | 48 | п. 31 | 13 |
| 10 | 4 | 27 | п. 32 | 14,15,16 |
| 11 | 2 | 49 | п. 33 | 17 |
| 12 | 2 | 50 | п. 34 | 18,19,20 |
| 13 | 3 | 45 | п. 36 | 21 |
| 14 | 5 | 59 | п. 37 | 22 |
| 15 | 2 | 60 | п. 38 | 23,24,25 |
| 16 | 2 | 61 | п. 43 | 26, 27 |
| 17 | 4 | 94 | п. 53 | 28,29 |
| 18 | 4 | 95 | п. 53 | 30 |
| 19 | 7 | 63 | п. 61 | 31,32 |
| 20 | 7 | 143 | п. 62 | 33,34 |
| 21 | 3 | 12 | п. 64 | 37,38,39,40 |
| 22 | 7 | 4 | п. 72 | 42 |
| 23 | 9 | 14 | п. 74 | 43 |
| 24 | 3 | 15 | п. 74 | 44 |
| 25 | 3 | 20 | п. 77 | 46 |
| 26 | 3 | 16 | п. 91 | 47 |
| 27 | 2 | 23 | п. 91 | 47 |

Сопоставление данных показало, что из 47 тестовых вопросов 40 касаются 27 видов нарушений требований и правил безопасности движения, а 7 вопросов направлены на выявление знаний общих и других пунктов приложения № 6 ПТЭ, необходимых для работников предприятий организации перевозок. Также была определена принадлежность вопросов теста соответствующим кластерам нарушений (табл. 5.8).

Таблица 5.8 - Сводная таблица сопоставления кластеров нарушений и вопросов теста

| Номер кластера нарушений | Тестовые вопросы | |
|--------------------------|------------------|---------------------------------|
| | Количество | Порядковый номер из таблицы 5.7 |
| 1 | 1 | 7 |
| 2 | 9 | 5,8,9,11,12,15,16,27 |
| 3 | 6 | 13,21,24,25,26 |
| 4 | 4 | 10,17,18 |
| 5 | 1 | 2,4, 14 |
| 6 | 1 | 1 |
| 7 | 4 | 6,19,20,22 |
| 8 | - | - |
| 9 | 1 | 3,23 |

Третий этап.

На данном этапе было проведено тестирование 131 респондента. Им было предложено ответить на 47 вопросов, при этом пользоваться ПТЭ не запрещалось. Результаты тестирования представлены в табл. 5.9 и 5.10 [78]. В табл. 5.9 правильный ответ выделен зеленым цветом, а в табл.5.10 - обозначен цифрой 1.

Таблица 5.9 - Результаты ответов респондентов на вопросы теста

| № | ТЕСТ | правильно | | неправильно | |
|---|---|-----------|------|-------------|-------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 2 | | | | |
| 1 | Что устанавливают ПТЭ? | 72 | 55% | 59 | 45% |
| 2 | Что такое график движения поездов? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 3 | В каком порядке утверждается сводный график движения поездов? | 128 | 97,7 | 3 | 2,3% |
| 4 | Где указан порядок составления ТРА железнодорожной станции общего пользования? | 120 | 91,6 | 11 | 8,4% |
| 5 | Какие стрелки, включенные в электрическую централизацию, должны находиться в нормальном положении и автоматически в него устанавливаться, а при отсутствии устройств автовозврата или их неисправности — переводиться в это положение вручную ДСП (дежурным по станции) или ДНЦ (диспетчером поездным)? | 40 | 30,5 | 91 | 69,5% |
| 6 | Какое нормальное положение устанавливает ПТЭ для входных стрелок, расположенных на главных путях железнодорожных станций однопутных линий? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 7 | Кто переводит централизованные стрелки при приготовлении поездных маршрутов для приема и отправления поездов? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 8 | Кто распоряжается стрелочными переводами, переданными в ведение других подразделений и имеющие примыкания к станционным путям? | 129 | 98,5 | 2 | 1,5% |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|--|-----|------|----|-------|
| 9 | Что необходимо для производства маневров с выходом за границу станции на однопутных участках и на двухпутных участках по неправильному пути? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 10 | Как произвести маневровую работу с выходом за границу станции на двухпутных участках по правильному пути? | 127 | 96,9 | 4 | 3,1% |
| 11 | Маневры на станционных путях, расположенных на уклонах, где создается опасность ухода подвижного состава на перегон и маршруты следования поездов, должны производиться... | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 12 | Какой подвижной состав запрещается расформировывать толчками и распускать с сортировочной горки? | 60 | 45,8 | 71 | 54,2% |
| 13 | Разрешается ли пропускать через сортировочную горку груженые и порожние транспортеры, имеющие 12 и более осей, груженые транспортеры сцепного типа грузоподъемностью 120 тонн при наличии в сцепе одной или двух промежуточных платформ? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 14 | Что является границей полезной длины пути при наличии электрической изоляции путей и светофоров? | 129 | 98,5 | 2 | 1,5% |
| 15 | Что является границей полезной длины пути при наличии светофоров и отсутствии электрической изоляции пути? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 16 | У каких вагонов, стоящих на путях железнодорожной станции, могут быть открыты двери? | 126 | 96,2 | 5 | 3,8% |
| 17 | Какие условия должны соблюдаться при стоянке вагонов на железнодорожной станции вне поездов, вагонов с опасными грузами классов 1 и 2? | 98 | 74,8 | 33 | 25,2% |
| 18 | Кто должен обеспечивать правильную расстановку и согласованность действий всех работников, участвующих в маневрах? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 19 | Какое основное требование предъявляется к руководителю маневров при организации маневровой работы? | 123 | 93,9 | 8 | 6,1% |
| 20 | Кто должен руководить маневровыми передвижениями локомотива, не обслуживаемого составительской бригадой или главным кондуктором? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 21 | Что должны знать локомотивные бригады, работающие со сборными грузовыми поездами? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 22 | На основании каких документов осуществляется формирование поезда? | 126 | 96,2 | 5 | 3,8% |
| 23 | Какие грузовые вагоны не допускается ставить в поезда? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 24 | При каких условиях не допускается постановка в грузовой поезд платформ? | 92 | 70,2 | 39 | 29,8% |
| 25 | Какие вагоны для перевозки битума не разрешается ставить в грузовой поезд? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 26 | Где должны размещаться порожние вагоны в тяжеловесном или длинносоставном поезде? | 126 | 96,2 | 5 | 3,8% |
| 27 | Каким образом осуществляется постановка в грузовой поезд моторвагонный подвижной состав при следовании в ремонт или из ремонта? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 28 | В каком случае машинисту поезда выдается справка о тормозах формы ВУ-45? | 59 | 45 | 72 | 55% |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|-----|------|----|-------|
| 29 | Что должен сделать осмотрщик вагонов после сокращенного опробования автотормозов у поезда? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 30 | Что должен сделать работник, на которого возложено опробование тормозов в поезде, если при сокращенном опробовании не сработают тормоза двух хвостовых вагонов? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 31 | Кто из работников движения имеет право давать оперативные указания непосредственным исполнителям о порядке движения поездов на участке? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 32 | Для работников каких служб является обязательным выполнение приказов и указаний диспетчера поездного? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 33 | Какие условия должны соблюдаться в случае, если на железнодорожной станции в одной смене работают два и более ДСП? | 128 | 97,7 | 3 | 2,3% |
| 34 | Кто из работников ЖД, обслуживающих поезд, находящийся на станции (во время стоянки или при следовании поезда по станции), обязан выполнять указания ДСП? | 129 | 98,5 | 2 | 1,5% |
| 35 | По каким станционным путям на станции, не имеющие остановку по графику движения, должны пропускаться поезда? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 36 | Какой документ устанавливает порядок использования железнодорожных путей для приема и отправления поездов? | 130 | 99,2 | 1 | 0,8% |
| 37 | Что должен обеспечить дежурный по станции в части организации приема поездов? | 76 | 58 | 55 | 42% |
| 38 | Кто может разрешить временное занятие приемоотправочных путей отдельными вагонами или группами вагонов на промежуточных станциях? | 128 | 97,7 | 3 | 2,3% |
| 39 | Какими подвижными единицами запрещается занимать предохранительные тупики на станции? | 128 | 97,7 | 3 | 2,3% |
| 40 | Какими подвижными единицами запрещается занимать улавливающие тупики на станции? | 129 | 98,5 | 2 | 1,5% |
| 41 | Какова максимально допустимая скорость следования поезда при приеме на станцию по пригласительному сигналу или специальному разрешению ДСП? | 124 | 94,7 | 7 | 5,3% |
| 42 | С какой целью ДСП (сигналисты, дежурные стрелочного поста) встречают каждый прибывающий поезд? | 128 | 97,7 | 3 | 2,3% |
| 43 | В каких случаях ДСП запрещается отправлять поезд без согласия ДСП соседней станции, на которую он отправляется? | 117 | 89,3 | 14 | 10,7% |
| 44 | Когда можно отправить с железнодорожной станции на перегон специальный самоходный подвижной состав, не оборудованный устройствами безопасности? | 117 | 89,3 | 14 | 10,7% |
| 45 | В каких случаях отправление поезда на перегон возможно без разрешения ДСП? | 131 | 100 | 0 | 0 |
| 46 | Кто имеет право открывать выходной светофор на станции? | 95 | 72,5 | 26 | 27,5% |
| 47 | Когда при следовании поездов локомотивным бригадам выдаются предупреждения для обеспечения особой бдительности? | 128 | 97,7 | 3 | 2,3% |

Таблица 5.10 – Фрагмент таблицы ответов респондентов на вопросы

| № респондента | Номера вопросов | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ... | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| 131 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Четвертый этап.

Одной из целей данного этапа было определение наличия возможной связи результатов проведенного тестирования с имеющимися нарушениями требований и правил безопасности движения, допущенными работниками предприятий организации перевозок ОАО «РЖД». Для этого на основе таблицы исходных данных и результатов кластерного анализа для 27 видов нарушений требований и правил безопасности движения были определены:

- количество нарушений в каждом кластере;
- процентное соотношение общего количества нарушений и суммы нарушений из 8 кластеров;
- ранг кластеров нарушений.

Ранг определялся следующим образом: кластеру с наибольшим количеством нарушений присваивался 1 ранг, далее ранг присваивался каждому кластеру в порядке уменьшения количества нарушений. Результат определения рангов представлен в табл. 5.11.

Таблица 5.11 - Определение ранга кластера по количеству нарушений

| Наименование показателей | Кластеры | | | | | | | |
|--------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 |
| Количество нарушений | 744 | 3908 | 3257 | 1844 | 2122 | 785 | 2438 | 1529 |
| % соотношение | 4,475 | 23,504 | 19,589 | 11,090 | 12,762 | 4,721 | 14,663 | 9,196 |
| Ранг | 8 | 1 | 2 | 5 | 4 | 7 | 3 | 6 |

Аналогичным образом было произведено ранжирование по результатам неправильных ответов респондентов на вопросы теста. Результат ранжирования представлен в табл. 5.12.

Таблица 5.12 — Определение ранга кластера по количеству ошибок, допущенных при тестировании

| Наименование показателей | Кластеры | | | | | | | |
|--------------------------|----------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 |
| Количество нарушений | 4 | 158 | 117 | 81 | 6 | 3 | 10 | 25 |
| % соотношение | 1,005 | 39,698 | 29,396 | 20,351 | 1,507 | 0,753 | 2,512 | 6,281 |
| Ранг | 7 | 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 5 | 4 |

Полученные значения ранга были сведены в таблицу 5.13.

Таблица 5.13 — Оценка согласованности результатов кластеров

| Кластер нарушений | Ранг кластера нарушений на основе выявленных нарушений | Ранг кластера нарушений на основе ошибок, допущенных в тесте | Сумма рангов | Сумма квадратов рангов |
|-------------------|--|--|--------------|------------------------|
| 1 | 8 | 7 | 15 | 225 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 3 | 2 | 2 | 4 | 16 |
| 4 | 5 | 3 | 8 | 64 |
| 5 | 4 | 6 | 10 | 100 |
| 6 | 7 | 8 | 15 | 225 |
| 7 | 3 | 5 | 8 | 64 |
| 9 | 6 | 4 | 10 | 100 |
| Итого | | | 72 | 798 |

Далее по формуле (4.12) производится расчет коэффициента конкордации Кендалла [78].

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)},$$

где m – количество произведенных оцениваний по рангам кластеров (нарушений и неправильных ответов);

n – число кластеров нарушений;

S – сумма квадратов разностей рангов (отклонений от среднего).

Сумма квадратов разностей рангов определяется по формуле (4.13).

Получаем результат:

$$S = 798 - \frac{72^2}{8} = 150,$$

$$W = \frac{12 \times 150}{2^2(8^3 - 8)} = \mathbf{0,893}.$$

Данный результат говорит о тесной взаимосвязи между ошибками, допущенными при проведении опроса респондентов, и нарушениями работников предприятий организации движения в ОАО «РЖД».

Анализ результатов тестирования респондентов.

1. Из 131 респондента только 2 ответили на все вопросы теста правильно. В среднем количество неправильных ответов составило 3-4.

Нормативным документом ОАО «РЖД» по Центральной Дирекции управления движением установлено четыре группы риска работников. Зелёным цветом обозначена группа маловероятного риска, оранжевым цветом — группа нулевого риска, жёлтым — работники первой группы риска, красным — второй группы риска. Сводные данные по количеству ошибок и распределению работников по группам риска представлены в табл. 5.14.

Таблица 5.14 - Анализ количества ошибок и респондентов

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|---|----|----|----|---|----|----|---|----|----------|
| Количество ошибок | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | Более 10 |
| Количество респондентов | 2 | 9 | 19 | 22 | 27 | 9 | 18 | 19 | 3 | 2 | 1 |

2. Из 47 вопросов теста без ошибок респонденты ответили на 12 вопросов, с 11 вопросами возникли наибольшие трудности. Сводные данные по количеству допущенных ошибок в тестах представлены в табл. 5.15.

Таблица 5.15 – Анализ количества ошибок, допущенных в тесте

| Количество ошибок | 0 | 1-2 | 3-8 | Более 8 | | |
|--|-------|-------|-------|---------|----|-----------|
| Количество вопросов теста, где допущены ошибки | 12 | 12 | 12 | 11 | 1 | 59 |
| | | | | | 4 | 11 |
| | | | | | 5 | 91 |
| | | | | | 12 | 71 |
| | | | | | 17 | 33 |
| | | | | | 24 | 39 |
| | | | | | 28 | 72 |
| | | | | | 37 | 55 |
| | | | | | 43 | 14 |
| | | | | | 44 | 14 |
| | | | | | | 46 |
| % соотношение | 25,5% | 25,5% | 25,5% | 23,5% | | |

3. Из 6157 вопросов теста респонденты неправильно ответили на 563, общий процент правильных ответов составил 91%.

4. Наибольшее количество неправильных ответов и нарушений требований и правил безопасности движения относится к 2 и 3 кластеру нарушений (таблицы 5.11 и 5.12).

Проанализировав результат тестирования, можно сделать следующие выводы:

- Знание респондентами ПТЭ можно оценить в целом выше среднего уровня, но при этом знание отдельных пунктов ПТЭ показывает, что респонденты не полностью овладели терминологией железнодорожного транспорта. Так, только 55% респондентов правильно ответили на вопрос: «Что регламентируют правила технической эксплуатации железных дорог?».
- Незнание респондентами отдельных пунктов приложения № 6 ПТЭ указывает на непонимание важных моментов безопасности движения при эксплуатации железнодорожного транспорта:
 - какие стрелочные переводы должны находиться в нормальном положении;
 - когда машинисту поезда выдается справка о тормозах;
 - какой подвижной состав запрещается расформировывать толчками и распускать с сортировочной горки:
 - что должен обеспечить дежурный по станции в части организации приема поездов и т.д.

Из анализа ошибок следует, что не все респонденты полностью понимают требования ПТЭ или требования пунктов данного нормативного документа были донесены до них не совсем корректно.

Учитывая, что студенты не знакомы с признаками культуры безопасности, рассмотрим результаты проведенного эксперимента на примере одного вопроса теста: «Что должен обеспечить дежурный по станции в части организации приема поездов?», сопоставив его с нарушениями «Необеспечение дежурным по станции наличия свободных путей для своевременного приема поездов» и «Недопущение необоснованной задержки поезда у закрытого входного сигнала». Из

сопоставления следует, что у респондентов не развиты следующие признаки культуры безопасности:

- наличие баланса приоритетов между эксплуатацией и безопасностью;
- обсуждение и осознание требований безопасности движения;
- привлечение работников к принятию решений в области обеспечения безопасности движения;
- осознание индивидуальной доли ответственности работников за состояние безопасности движения;
- полнота и качество выявления и оценки причин событий и принятие своевременных и адекватных мер;
- осознание и разделение ответственности за нарушение безопасности движения.

Следует особо отметить, что одним из элементов успешного развития признаков культуры безопасности является понимание нормативных документов, регламентирующих работу железнодорожного транспорта. Достижение единого для всех работников железнодорожного транспорта понимания требований ПТЭ является основной задачей, выполнение которой позволит перейти на новый уровень проведения профилактической работы в хозяйстве предприятий организации перевозок.

Результат проведенного эксперимента показал наличие взаимосвязи между ошибками, допущенными при ответе респондентов на вопросы теста, и нарушениями, допущенными работниками предприятий организации перевозок на сети железных дорог ОАО «РЖД». Одной из причин ошибок, допущенных респондентами и работниками предприятий организации перевозок, является отсутствие методической документации, поясняющей или объясняющей применение отдельных пунктов ПТЭ, так как неправильное понимание отдельных пунктов ПТЭ на этапе обучения в последующем приводит к скрытым ошибкам, которые трудно выявить и исправить.

5.7 Проведение повторного тестирования на знание ПТЭ

После проведения эксперимента и анализа полученных результатов были определены пункты ПТЭ, по которым у студентов возникли наибольшие трудности при ответе на вопросы теста [79]. При последующем изучении ПТЭ со студентами было проведено дополнительное теоретическое обучение, а затем — повторное тестирование на знание ПТЭ. При проведении повторного тестирования использовались ранее разработанные вопросы, указанные в разделе 5.6.

Фрагмент ответов студентов на вопросы теста представлен в табл. 5.16.

Таблица 5.16 – Фрагмент таблицы ответов студентов на вопросы теста

| № респондента | Номера вопросов | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ... | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 135 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Анализ результата повторного тестирования показал, что из 135 респондентов только 5 ответили на все вопросы теста правильно. В основном количество ошибочных ответов составляет 2-4.

Сводные данные по количеству допущенных ошибок представлены в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Анализ количества ошибок и респондентов

| Количество ошибок | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Более 9 |
|-------------------------|---|---|----|----|----|----|---|---|---|---|---------|
| Количество респондентов | 5 | 5 | 34 | 27 | 36 | 13 | 8 | 3 | 3 | 1 | 10 |

При сравнении результатов первого и второго тестирования студентов на знание ПТЭ следует отметить, что среднее количество ошибок в первом случае составило 4,29. При проведении 2-го эксперимента количество составило 3,44 (рис. 5.6). Снижение допускаемых ошибок составило 19,8%.



Рисунок 5.6 – Сравнение результатов первого и второго тестирования

5.8 Выводы по главе 5

1. Для формирования исходной матрицы и проведения кластерного анализа нарушений требований и правил безопасности движения была составлена группа из 13 экспертов. Оценка уровня компетентности экспертной группы составила $M=0.8$. Это говорит о том, что группа является компетентной и способна составить матрицу инцидентов нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности.

2. Сформированной группой экспертов было произведено ранжирование 166 видов нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности. Также была проведена проверка согласованности мнений сформированной группы экспертов методом подсчета коэффициента согласованности, значение которого составило $W=0,69$. Полученный показатель говорит о высоком уровне согласованности при проведении ранжирования нарушений требований и правил безопасности движения по признакам культуры безопасности. Сформирована итоговая матрица ранжирования видов нарушений по признакам культуры безопасности.

3. Составлена исходная матрица для проведения кластерного анализа нарушений требований и правил безопасности движения, проведен кластерный анализ с построением топологической карты Кохонена по видам нарушений.

4. Проведен анализ результата кластерного анализа, получено 9 кластеров нарушений. Каждый кластер описан с определением основных характерных

признаков. По каждому кластеру сформированы теоретические и практические рекомендации, направленные на минимизацию частоты возникновения нарушений.

5. Проведено сравнение ошибок респондентов при ответе на вопросы теста по ПТЭ и нарушений требований и правил безопасности движения, допущенных работниками предприятий организации управления движением. По результату сравнения сделан вывод о схожести ошибок респондентов и нарушений требований и правил безопасности движения работниками движения ОАО «РЖД». Разработаны необходимые рекомендации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в диссертационной работе основные научные и практические результаты состоят в следующем.

1. Выполнен анализ состояния безопасности производственных транспортных процессов, который показал, что существенное влияние на уровень безопасности оказывает человеческий фактор и требуется разработка методического инструментария оценки этого влияния.

2. Выдвинута гипотеза о связи реально совершаемых работниками нарушений с признаками культуры безопасности – новым инструментом деятельности железнодорожных предприятий при обеспечении безопасности движения поездов. Гипотеза подтверждена экспертными оценками, полученными при выполнении диссертационного исследования.

3. Выполнена видовая структуризация нарушений безопасности производственных транспортных процессов, которая позволила свести большое многообразие единичных нарушений к конкретному числу их видов, обладающих устойчивым характером и позволяющих упорядочить их обработку и анализ в конкретных производственных ситуациях.

4. Разработана методика оценки уровня безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора. Методика включает:

- определение комплексной средней оценки общего уровня безопасности по установленным видам нарушений;
- определение средней экспертной оценки степени связи нарушений с признаками культуры безопасности;
- способ количественной оценки уровня безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора;
- кластерный анализ для получения структурированной информации, дополняющей обобщенные средние оценки.

Апробация методики на примере данных 2018 года позволила установить следующие значения средних оценок:

- средняя оценка связи нарушений с признаками культуры безопасности: 0,27;
- уровень безопасности производственных транспортных процессов без учета влияния человеческого фактора: 0,35;
- с учетом его влияния: 0,31.

5. Предложена модифицированная автором шкала Харрингтона для качественной характеристики количественных оценок уровня безопасности производственных транспортных процессов. Ее модифицированная версия отличается от исходной более жесткими требованиями к интерпретации количественных оценок. Значение 0,31 по шкале Харрингтона и по шкале, предложенной в диссертации, оценки нарушения безопасности производственных транспортных процессов с учетом влияния человеческого фактора соответствует низкому уровню состояния безопасности.

6. Предложен инструментарий кластерного анализа, позволяющего получить информацию, дополняющую средние оценки, необходимую для принятия управленческих решений по повышению уровня безопасности производственных транспортных процессов и снижению негативного влияния человеческого фактора. Инструментарий включает метод экспертных оценок для установления связи видов нарушений с признаками культуры безопасности, девять сформированных кластеров нарушений с их авторской группировкой по аспектам культуры безопасности, авторскую трактовку содержания каждого кластера.

7. Установлен факт тесной связи нарушений безопасности, допускаемых работниками предприятий организации движения ОАО «РЖД», с ошибками студентов транспортного ВУЗа при их работе с авторским тестовым контентом. Дано объяснение существованию такой связи.

8. Предложены рекомендации по повышению уровня безопасности производственных транспортных процессов и снижению негативного влияния

человеческого фактора, в том числе на вузовском этапе кадрового обеспечения транспортного производства.

9. Полученные результаты, выводы и предложения нашли применение в работе Департамента безопасности движения ОАО «РЖД», ООО «Проектные Технологии» и кафедры «Железнодорожные станции и транспортные узлы» РУТ (МИИТ).

10. По результатам проведенного анализа для каждого кластера нарушений разработаны технологические карты, направленные на повышение уровня безопасности производственных процессов за счет минимизации влияния человеческого фактора.

11. Перспективой дальнейшей разработки темы является совершенствование показателей характеризующие системный подход к культуре производства на предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила содержания и охранения паровозных железных дорог, открытых для общественного пользования, утвержденные министром путей сообщения 15 января 1883 г. №394: С доп. и изм. - Санкт-Петербург: тип. В.С. Балашева, 1886. – 106 с.
2. «О ревизорах НКПС по безопасности движения». Приказ Народного Комиссара путей сообщения от 17 мая 1937 г. № 103/Ц.– 2 с.
3. Кобзев, В.А. Безопасность движения поездов эволюция форм и методов контроля / В.А. Кобзев, Н.О. Бересток.// Наука и техника транспорта. – 2019. – №4. – С.57 – 59.
4. «Об организации обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте». Приказ Министра путей сообщения СССР от 10 февраля 1984 г. № 4Ц.
5. «О мерах по повышению безопасности движения на железнодорожном транспорте». Приказ Министра путей сообщения СССР от 11 февраля 1991 г. № 10Ц.
6. «О мерах по обеспечению безопасности движения на железнодорожном транспорте». Приказ Министерства путей сообщения Российской Федерации от 8 января 1994 г. № 1Ц.
7. Лapidус, В.А. Организационно-методические основы системы менеджмента безопасности движения / В.А. Лapidус, А.Н. Усольцев // Фундаментальные исследования для долгосрочного развития железнодорожного транспорта. Сб. трудов членов и научных партнеров Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». Интекст. М., 2013. – С. 167 – 175.
8. Стратегия обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в холдинге «РЖД». Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 28 января 2013 г. № 197р.
9. Положение о порядке создания систем менеджмента безопасности движения в холдинге «РЖД» и осуществления деятельности в сфере менеджмента

безопасности движения с учетом Функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса. Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 17 декабря 2009 г. № 2608р.

10. Копысов, О.А. О формировании культуры безопасности движения / О.А. Копысов, С.Л. Никишин, В.М. Рудановский // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 12. – С. 44 – 48.

11. Решение шестого заседания Ассамблеи начальников железных дорог / гг. Хабаровск, Владивосток, 2 – 4 сентября 2010 г. Утверждено президентом ОАО «РЖД» 22 сентября 2010 г.

12. Поручение президента ОАО «РЖД» В.И.Якунина от 23 сентября 2010 г. № ПП-89.

13. Стратегия развития холдинга «РЖД» и основные приоритеты его развития на среднесрочный период до 2015 года. Версия 16. От 8 апреля 2011 г.

14. Стратегия развития кадрового потенциала ОАО «РЖД» на период до 2015 года утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 6 августа 2012 г. № 1598р.

15. Якунин, В.И. Управление изменениями./ В.И.Якунин// Пульс управления. – 2013. – № 5 (15). – С. 6 – 9.

16. Николайкин, Н.М. Эволюция учета влияния ошибок человека на особенности и результаты коллективной работы/Н.М. Николайкин, В.Д. Шаров, В.Э Андрусков.// Credo Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2019. – №1. – С. 8 – 40.

17. Букринский, А.М. Культура безопасности как организационная культура / А.М. Букринский// Методы менеджмента качества, 2014. – № 3. – С. 39 – 45.

18. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебное пособие / М.М. Кане, Б.В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе. – СПб.: Питер, 2008. – С. 311-370

19. Литвак, Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М.: Патент, 1996. – 298 с.

20. Слободский, А.Л. Риски в управлении персоналом: учебное пособие / А.Л.Слободский. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – С. 80–92.
21. ГОСТ Р 51901.5-2005 «Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности». – М.: Стандартинформ, 2005. – 48 с.
22. ГОСТ Р 51901.12-2007 «Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов». – М.: Стандартинформ, 2008. – 40 с.
23. ГОСТ Р 51814.2-2001 «Системы качества в автомобилестроении. Метода анализа видов и последствий потенциальных дефектов». – М.: Стандартинформ, 2016. – 18 с.
24. Красовский, А.Е. Основные подходы и методы доказательства безопасности движения/ А.Е. Красовский// Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 3. – С. 61–65.
25. Морозов, В.Н. Безопасность перевозок – на уровень современных требований/ В.Н. Морозов// Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 11. – С. 4 – 8.
26. «О безопасности» [федеральный закон: принят Гос. Думой 7 декабря 2010 г. Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108546/.
27. Лёвин, Б.А. Управление безопасностью перевозок в транспортном комплексе России/ Б.А. Лёвин, С.Г. Абанин, М.М. Железнов, М.В. Кузнецов // Мир Транспорта.– 2018. – № 6. – С. 168 – 175.
28. Лёвин, Б.А. Психологическое управление обучением - перспективная форма повышения качества образования /Б.А. Лёвин, Т.И. Лалова // Качество. Инновации. Образование. – 2018. – № 5. – С.26 – 28.
29. Апатцев, В.И. Основные направления совершенствования системы подготовки кадров, обеспечивающих безопасность производственных процессов /В.И. Апатцев, В.А. Аксёнов, Д.Л. Раенок, А.М. Завьялов //Наука и техника транспорта.– 2014. – № 1. – С. 93 – 97.
30. Апатцев, В.И. Обеспечение безопасности движения поездов на основе снижения влияния человеческого фактора /В.И. Апатцев, А.М. Завьялов, И.Н.

Синякина, Ю.В. Завьялова, Е.В. Гришина // Наука и техника транспорта.– 2014. – № 2. – С. 75 – 78.

31. Апатцев, В.И. Показатели оценки качества технологических процессов работы железнодорожных станций/ В.И. Апатцев// Наука и техника транспорта.– 2013. – № 3. – С. 44 – 47.

32. Верескун, В.Д. «Направления совершенствования организации производства на железнодорожном транспорте» автореферат диссертации доктора технических наук: 05.02.22/ Верескуна Владимира Дмитриевича – М., 2010. – 47 с.

33. Верескун, В.Д. Экспертные оценки в производственно-транспортных процессах: вопросы организации, моделирования и управления/ В.Д. Верескун// Фундаментальные Исследования. – 2016. – № 4-3. – С. 485–489.

34. Шалягин Д.В., Моделирование работы человека-оператора системы управления движением поездов/ Д.В. Шалягин, Ю.М. Ничипорук// Наука и техника транспорта.– 2012. – № 2. – С. 16 – 22.

35. Аксёнов, В.А. Оценка результатов внедрения методики оперативной оценки профессиональных рисков для работников производственных участков вагонного хозяйства /В.А. Аксёнов, В.С. Косякин, А.М. Завьялов // Наука и Техника транспорта. – 2020. – № 1. – С.104 – 107.

36. Аксёнов, В.А. Оценка влияния человеческого фактора на надежность производственных процессов и технических систем железнодорожного транспорта /В.А. Аксёнов, А.М. Завьялов, И.Н. Синякина, Ю.В. Завьялова// Наука и Техника транспорта. – 2019. – № 2. – С.120 – 125.

37. Горелик, А.В. Экспертная оценка влияния человека на надежность работы систем железнодорожной автоматики/ А.В. Горелик, В.С. Дорохов, А.А. Пархоменко, Н.А. Тарадин // Наука и техника транспорта. –2018. –№3. –С. 49–54.

38. Воробьев, А.А. Статистический контроль качества локомотивных деталей/ А.А. Воробьев, А.В. Скребков, Д.В. Осипов// Мир Транспорта. –2009. – №4. – С. 122–127.

39. Воробьев, А.А. Анализ Парето для контроля качества деталей подвижного состава/ А.А. Воробьев, А.В. Скребков, Д.В. Карпов// Мир Транспорта. –2012. – №5. – С. 24–26.
40. Половникова, О.В. Корпоративная культура как важный инструмент в организации производства на железнодорожном транспорте/ О.В. Половникова //Иновационная экономика и общество. – 2014. – № 1. –С. 76–82.
41. Конев, К.А. Ситуационный подход к управлению рисками-возможностями при обеспечении качества/ К.А. Конев// Методы менеджмента качества. – 2017. – № 1. – С.22–28.
42. Горбушина С.Н. Управление рисками на машиностроительном предприятии/С.Н. Горбушина, Е.Е. Черичен // Методы менеджмента качества. – 2017. – № 2. – С.36–40.
43. Васильков Ю.В. Рекомендации по составлению типовой методики для анализа рисков/ Ю.В. Васильков, Л.С. Гущина// Методы менеджмента качества. – 2017. – № 3. – С.26–33.
44. Камышев, А.И. Требования к компетентности персонала и управление знаниями/ А.И. Камышев// Методы менеджмента качества. – 2017. – № 1. – С.14–20.
45. Динец Д. А. Организация производства на транспорте с применением риск-ориентированного организационного дизайна/Д.А. Динец // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – № 2. – С. 174–182.
46. Паршин, К.А. Практика применения системы менеджмента бизнеса ISO 9001:2015 для повышения эффективности трудовых ресурсов предприятия железнодорожного транспорта/ К.А. Паршин, Е.В. Паршина // Иновационный Транспорт. – 2018. – № 3. – С. 39–44.
47. Неретин, А.А. Роль и значение факторов организации производства на транспорт / А.А. Неретин// Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2011. – № 4. – С. 15–18.
48. Самуйлов, М.В Теория формирования модулей функционального соответствия для повышения эффективности организации производства на

транспорте региона/ М.В. Самуйлов, А.Г. Галкин, В.В. Харин, И.В. Кравченко// Инновационный Транспорт. – 2015. – № 3. – С. 6–12.

49. Евсеев Д.Г. Сетевая модель сервисного технического обслуживания грузовых вагонов/ Д.Г. Евсеев, М.Ю. Куликов, А.С. Кузютин// Вестник Брянского государственного технического университета.– 2018. – № 5. – С. 24–32.

50. Евсеев Д.Г. Эволюция системы организации ремонта подвижного состава/ Д.Г. Евсеев// Наука и техника транспорта. – 2013. – № 3. – С. 81–83.

51. Маркова, И.В. Производственный характер вузовских процессов/ И.В. Маркова, Н.М. Шеремет // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2021. Т. 24. № 1. С. 42-48.

52. Шеремет, Н.М. Предотвращение негативных воздействий персонала организации на ее экономическую безопасность /Н.М. Шеремет// В сборнике: Вклад транспорта в национальную экономическую безопасность. Труды III Международной научно-практической конференции. Под ред. Р.А. Кожевникова, Ю.И. Соколова, З.П. Межох. 2018. С. 343-344.

53. Шеремет, Н.М. «Методология управления результатами транспортного производства» диссертация доктора технических наук: 05.02.22 Шеремета Николая Михайловича – М., 2005. – 256 с.

54. Головский, В.С. Внедрение современных технологий организации производства на железнодорожном транспорте/ В.С. Головский//Повышение эффективности транспортной системы региона: проблемы и перспективы. – 2015. – С. 40–47.

55. Кутыркин, А.В. «Разработка моделей и алгоритмов решения функциональных задач управления транспортными системами и производством» автореферат диссертации доктора технических наук: 05.22.01/ Кутыркин Александр Васильевич – М., 2004. – 48 с.

56. Стариченков, А.Л. «Методология обеспечения безопасности транспортных средств» автореферат диссертации доктора технических наук: 05.22.01/ Стариченков Алексей Леонидович – Спб., 2012. – 36 с.

57. Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза «О безопасности на железных дорогах Сообщества» от 29 апреля 2004 г. № 2004/49/ЕС.
58. Рупосов, В.Л. Методы определения количества экспертов / В.Л. Рупосов // Вестник ИрГТУ. – 2015. – №3. – С. 286-292.
59. СТО РЖД 1.05.515.3-2009 «Методы и инструменты улучшений. Диаграмма Исикавы». – М.: Трансинфо, 2009. – 8 с.
60. Постников, В. М. Анализ подходов к формированию состава экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие решений/ В.М. Постников // Наука и образование. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. – 2012. – № 5. – С. 333–344.
61. Михненко, П.А. Секреты эффективных бизнес-решений. Настольная книга для руководителей/ П.А. Михненко. – М.: НТ Пресс, 2007. – 288 с.
62. Лукичева, Л.И./Управленческие решения// Л.И. Лукичева, Д.Н. Егорычев. – М.: Омега – Л, 2009. – С.141–150.
63. Завьялов, А.М. Пути повышения качества технологических процессов работы железнодорожных станций / А.М. Завьялов, И.Н. Синякина, Ю.В.Завьялова // Наука и техника транспорта. – 2015. – №3. – С.94-103.
64. Бересток, Н.О. Кластерный анализ нарушений безопасности движения поездов по признакам Культуры безопасности [Текст] /Н.О. Бересток, Е.А.Овчинникова, В.А.Кобзев, С.П.Шумский // Качество. Инновации. Образование. – 2020. – №3. – С.45-54.
65. Бересток, Н.О. Оценка влияния человеческого фактора на транспортные происшествия в хозяйстве перевозок. [Текст] / Н.О. Бересток, В.А.Кобзев, Е.А. Овчинникова, С.П.Шумский, Куртикова Э.Р.// Сборник трудов международной юбилейной научно-технической конференции РУТ (МИИТ) «Тенденции развития железнодорожного транспорта и управления перевозочным процессом» – 20-21 ноября 2019 г. – С.132-140.
66. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по

продвижению новых проектов» : учеб.пособие / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов. – М.: Высш. шк., 2010. – С.57-82.

67. Кобзев, В.А. Технические средства обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте: учебно - методическое пособие /Кобзев В.А., Алаев М.М., Овчинникова Е.А., Бересток Н.О –М.: РУТ (МИИТ), 2020. – 151 с.

68. Кутыркин, А.В. Кластерный анализ [Текст]: методические указания к лабораторным работам «Системы искусственного интеллекта», «Предоставление и обработка знаний»/ А.В. Кутыркин, А.В. Сёмин. – М.: МИИТ, 2005. – 22 с.

69. Кутыркин, А. В. Кластерный анализ объектов инфраструктуры [Текст]/А.В. Кутыркин, Е.А. Овчинникова, С.С. Судоргина// Мир транспорта, 2012. – №6. – С.28 - 34.

70. Зябиров, Х.Ш. Компьютерная поддержка принятия решений в транспортных системах [Текст]: научное издание/ Х.Ш. Зябиров, А.В. Кутыркин, Б.А. Лёвин. – М.: Академкнига, 2010. – 520 с.

71. Овчинникова, Е.А. «Разработка алгоритмов кластеризации и рекомендаций по модернизации железнодорожных вокзальных комплексов городских транспортных систем»: диссертация кандидата технических наук: 05.22.01/ Овчинникова Елена Александровна – М., 2014. – 234 с.

72. Рязанов, В.В. Универсальные критерии кластеризации и вопросы устойчивости [Текст]/ В.В. Рязанов, А.С. Арсеев, К. Л. Коточигов// 13-й Всероссийская конференция (30 сентября - 6 октября 2007г.), посвященная 15-летию РФФИ: доклады. – М., 2007. – С. 63-64.

73. Кутыркин, А.В. Распознавание оптических образов (символов) с помощью однослойного персептрона [Текст]: методические указания/ А.В. Кутыркин. - М.: МИИТ, 2005. – 19 с.

74. Барский, А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений [Текст]: научное издание/ А.Б. Барский. - М.: Финансы и статистика, 2004. – С. 13-24.

75. Кохонен, Т. Самоорганизующиеся карты [Текст]: научное издание/ Т. Кохонен; пер. 3-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 665 с.

76. Головкин, В.А. Нейросетевые технологии обработки данных: учебное пособие/ А.В. Головкин, В.В. Краснопрошин. – Минск: БГУ, 2017. – С. 205-218.
77. Кобзев, В.А. Техническая эксплуатация железнодорожного транспорта и безопасность движения: сборник тестовых заданий. /Кобзев В.А., Старшов И.П., Шумский С.П., Бересток Н.О. – М.: РУТ (МИИТ), 2018. – 60 с.
78. Бересток, Н.О. Результаты тестирования выпускников транспортных вузов на знание нормативных документов по безопасности движения поездов [Текст] /Н.О. Бересток, В.А.Кобзев, Е.А. Овчинникова, С.П.Шумский // Качество. Инновации. Образование. – 2020. № 4. – С.15-22.
79. Кобзев, В.А. Мультимедиа-технологии в развитие Культуры безопасности в ОАО «РЖД» [Текст] / В.А. Кобзев, С.П. Шумский, А.С. Шумский, Н.О. Бересток // Сборник материалов 18 научно-практической конференции «Безопасность движения поездов» – 2017. – С. I 30-31
80. Safety Management in European Railway Companies (so called DB/ÖBB/SBB Brochure). Commentary on the Implementation of the European Directive on Railway Safety in the Community. Final Version. January, 2005.
81. Application guide for the design and implementation of a Railway Safety Management System. Developing and Improving Safety Culture in the Organisation. European Railway Agency. Safety Union. Version: 1. 2013-12-19 ERA GUI SMS Safety Culture 1.
82. Sharon Clarke. Safety culture on the UK railway network // Manchester School of Management, UMIST, Manchester, UK. Work & Stress, Volume 12, Issue 3 July 1998 , pages 285 – 292.
83. The Ladbroke Grove Rail Inquiry. Part 2 Report. The Rt Hon Lord Cullen PC. Health & Safety Commission (HSC). HSE Books. 2001.
84. BS 8800:2004 Occupational health and safety management systems — Guide. Prepared by Technical Committee HS/1.
85. A review of safety culture and safety climate literature for the development of the safety culture inspection toolkit. Prepared by Human Engineering for the Health and Safety Executive (HSE). Research Report 367. HSE Books. 2005.

86. Development and validation of the HMRI safety culture inspection toolkit. Prepared by Human Engineering for the Health and Safety Executive (HSE). Research Report 365. HSE Books. 2005.

87. First German Workshop on Rail Human Factors. May, 20th and 21st, 2014. - Haus der Wissenschaft, Pockelsstraße 11, 38106 Braunschweig, Germany. www.rhf-germany.de.

88. Marina Järvis, Piia Tint. The Effect of Human Resource Management Practice on Development of Safety Culture. University of Management and Economics, Vilnius (Toim.). Conference proceedings: Insights into the sustainable growth of business. MMRC conference, 19-21 Nov, 2009, Vilnius, 15 pp.

89. Transportation Research Circular. - Railroad Operational Safety. Status and Research Needs // Transportation Research Board. Vehicle User Characteristics Committee. Railroad Operational Safety Subcommittee. - Number E-C085. January 2006.

90. Julie S. Hile, Ernest W. Piper. Safety Rule Book Revision at Alaska Railroad Corporation – Transforming Safety Culture Through a Participative Process // American Society of Safety Engineers: ASSE-06-706, - ASSE Professional Development Conference and Exposition, 11-14 June 2006, Seattle, Washington, pp. 706 – 718.

91. Doug Lewis, Pierre-Andre Côté, Martin Lacombe, Gary Moser. Stronger Ties: A Shared Commitment to Railway Safety. Review of the Railway Safety Act. Advisory Panel. November, 2007.

92. Rail Safety. Oversight and Expertise / Railway Safety Management Systems. Guide. Transport Canada. TP 15058E (11/2010). TC-1004043.

93. Rail Safety. Oversight and Expertise / Railway Safety Management Systems. Annex 1. Transport Canada. TP 15058E (11/2010). TC-1004043.

94. National Rail Safety Guideline. Preparation of a Rail Safety Management System. Rail Safety Regulators Panel in conjunction with National Transport Commission. ISBN: 1 921168 81 1. June 2008.

95. National Railway Safety Regulator Act. No. 16 of 2002. Government Gazette, 5 August 2002, No. 23712.
96. Herman Bruwer. Railway Safety Process Management in Spoornet. International Railway Safety Conference. Tokyo. 10 September 2002.
97. Railway Safety Regulator. Strategic Plan. Creation of a Safe Railway Environment. 2009/10 – 2011/12.
98. SANS 3000-1:2005 (RSR 001:2005) Railway safety management. Part 1: General.
99. Bell, J. Review of human reliability assessment methods / J. Bell, J. Holroyd. – Buxton: HSE Books, 2009. 79 p.



ОАО «РЖД»

**ДЕПАРТАМЕНТ
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Новая Басманная ул. 2, г. Москва, 107174
Тел.: (499) 262-99-01, факс: (499) 262-90-95
E-mail: rzd@rzd.ru, www.rzd.ru

№ _____
На № _____ от _____

В совет по защите диссертаций
на соискание ученой степени
кандидата наук Д 218.005.09
на базе Федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования
«Российский университет
транспорта»

Справка о внедрении

Департамент безопасности движения Открытого акционерного общества «Российские железные дороги» настоящим подтверждает, что материалы диссертации Бересток Николая Олеговича на тему: «Повышение безопасности производственных процессов предприятий железнодорожного транспорта на основе снижения влияния человеческого фактора», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, были использованы Департаментом безопасности движения при разработке методических и нормативных документов ОАО «РЖД» по вопросам культуры безопасности движения.

Главный инженер
Департамента безопасности движения

С.Л.Журавский

Исп. Черюк Е.Е., ЦРБ
(499) 262-11-90
cheryukee@center.rzd

Электронная подпись. Подписал: Журавский С.Л.
НаИСК-241/ЦРБ от 01.02.2021



109544, г. Москва, ул. Рабочая, д. 93 строение 2 офис 310
Тел: 8 (499) 322-08-81

E-mail: info@destech.ru
www: http://destech.ru

ИСХ: ПТ-01/02/2021-1
От 01.02.2021

В совет по защите диссертаций
на соискание ученой степени
кандидата наук Д 218.005.09
на базе федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования «Российский
университет транспорта»

СПРАВКА О ВНЕДРЕНИИ

Материалы диссертации Бересток Николая Олеговича на тему: «Повышение безопасности производственных процессов предприятий железнодорожного транспорта на основе снижения влияния человеческого фактора», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, используются в практической деятельности ООО «Проектные технологии» при составлении технических заданий и программного обеспечения для учебных тренажеров «Поездной участковый диспетчер/дежурный по железнодорожной станции», разрабатываемых для студентов транспортных учебных заведений (ВУЗов и техникумов) по специальности «Эксплуатация железных дорог».

Технический директор
ООО «Проектные Технологии»



П.С.Степин

E-mail : pavelss@destech.ru
Тел.+79851230313