

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)**

Кафедра «Техносферная безопасность»

Ю.А.Сарафанов

**СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЛОКОМОТИВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ОТ ПРОЕЗДА СВЕТОФОРА С ЗАПРЕЩАЮЩИМ
СИГНАЛОМ**

Выпускная квалификационная работа

Екатеринбург
2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»

(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Техносферная безопасность

Допускается к защите:

зав. кафедрой:

к.биол.н., доцент Гаврилин И.И.

И.И. Гаврилин 21.06.2019
(подпись, дата)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора
с запрещающим сигналом

(пояснительная записка)

20.03.01.13.ВКР.01.ПЗ

(обозначение документа)

Разработал студент ТБп-514 Ю.А. Сарафанов 18.06.19
(обучающийся) (группа) (подпись) (дата) (ф.и.о.)

Руководитель ст.преподаватель Н.В. Гущина 20.06.19
(должность, звание) (подпись) (дата) (ф.и.о.)

Консультант доцент А.К. Коротков 20.06.19
(должность, звание) (подпись) (дата) (ф.и.о.)

Консультант к.биол.н. доцент Н.В. Лугаськова 20.06.19
(должность, звание) (подпись) (дата) (ф.и.о.)

Нормоконтролер старший преподаватель Е.Б. Сафронова 19.06.19
(должность, звание) (подпись) (дата) (ф.и.о.)

Рецензент Начальник пункта подмены л/бр Верхнекондинская
эксплуатационного локомотивного депо Серов-Сортировочный

(должность, звание)

М.Г. Видяев 18.06.19
(подпись) (дата) (ф.и.о.)

Екатеринбург
2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

Факультет ИЗО АКО

Кафедра Техносферная безопасность

Направление подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Гаврилин И.И., доцент, к.б.н.

« 21 » июня 20 19 г.

Задание

на выпускную квалификационную работу обучающемуся

Сарафанову Юрию Александровичу

1. Тема ВКР Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора с запрещающим сигналом

утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019 г. № 376-сз

2. Срок сдачи обучающимся законченной ВКР 21.06.19

3. Исходные данные к ВКР Отчеты ОАО «РЖД» по безопасности движения поездов за рассматриваемый период, нормативные документы, техническая литература

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1. Введение

2. Безопасность движения поездов на железнодорожном транспорте

3. Системы безопасности

4. Усовершенствование системы безопасности на маневровом локомотиве

5. Безопасность и экологичность проекта

6. Расчет затрат на внедрение системы МАЛС на станции

7. Заключение

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Презентация MS Office Power Point

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1	Введение	30.04.19	Выполнено
2	Безопасность движения поездов	30.04.19	Выполнено
3	Системы безопасности	20.05.19	Выполнено
4	Усовершенствование системы безопасности на маневровом локомотиве	20.05.19	Выполнено
5	Экологический раздел	20.06.19	Выполнено
6	Экономический раздел	20.06.19	Выполнено
7	Заключение	20.06.19	Выполнено
8	Оформление пояснительной записки и графического материала	20.06.19	Выполнено
9	Итого		

Дата выдачи задания, руководитель 22.04.19 / Гришина Н.В.
(дата, подпись, ФИО)

Задание принял к исполнению обучающийся 22.04.19 / Араф Сарданов Ю.А.
(дата, подпись, ФИО)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Гаврилин И.И., к.биол.н.

«21» июня 2019г

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Сарафанов Юрий Александрович Группа ТБп-514
(Фамилия, Имя, Отчество)

Безопасность и экологичность проекта.
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора с запрещающим сигналом
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019 г. №376-сз
Выпускающая кафедра Техносферная безопасность
Руководитель проекта Гущина Н.В., ст.преподватель
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Лугаськова Н. В., доцент. к.биол.н
(Фамилия, инициалы, должность)

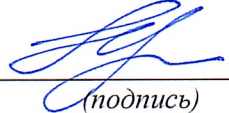
Кафедра, ведущая специальный раздел Техносферная безопасность

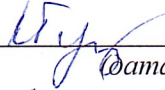
3. Исходные данные: Нормативные документы, Методика по расчету валовых выбросов в атмосферу от передвижных установок железнодорожного транспорта и плата за эти выбросы

4. Срок сдачи законченного раздела 20.06.2019

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов): Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от маневрового тепловоза ТЭМ2

6. Название демонстрационно-графического материала: Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

7. Дата выдачи задания 20.05.2019 Консультант 
(подпись)

Согласовано: 20.05.19 
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению: 20.05.19 
(дата и подпись обучающегося)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Гаврилин И.И., к.биол.н.

«21» июня 2019г

Задание

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Сарафанов Юрий Александрович Группа ТБп-514
(Фамилия, Имя, Отчество)

Расчет затрат на внедрение системы МАЛС на станции
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора с запрещающим сигналом
(название темы ВКР)

Утверждена приказом по университету от «22» апреля 2019г. №376-сз

Выпускающая кафедра Техносферная безопасность

Руководитель проекта Гущина Н.В., ст.преподаватель
(Фамилия, инициалы, должность или ученое звание, ученая степень)

2. Консультант раздела Коротков А.К., доцент
(Фамилия, инициалы, должность)

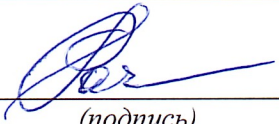
Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

3. Исходные данные: Стоимость материалов, оборудования и услуг.

4. Срок сдачи законченного раздела 20.06.19

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов): Расчет капитальных и эксплуатационных расходов; расчет показателей экономической эффективности

6. Название демонстрационно-графического материала: Размер экономического ущерба в результате нарушения безопасности движения на станции.

7. Дата выдачи задания 20.05.19 Консультант 
(подпись)

Согласовано: 20.05.19 Гущина
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению: 20.05.19 Сарафанов
(дата и подпись обучающегося)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 60 с., 14 рис., 9 табл., 16 источников.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ, СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ НА МАНЕВРОВОМ ЛОКОМОТИВЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, РАСЧЕТ ЗАТРАТ

Объектом исследования является Свердловская железная дорога, структурное подразделение ОАО «РЖД».

Предмет исследования – отчеты ОАО «РЖД» о состоянии безопасности движения.

Цель работы – внедрение новой системы безопасности локомотива для повышения уровня безопасности движения.

В процессе работы проведен анализ состояния безопасности движения, рассмотрены причины нарушений безопасности движения, описаны системы безопасности.

В результате работы предложена к внедрению система безопасности для повышения безопасности движения.

Степень внедрения – результаты работы представлены руководству эксплуатационного локомотивного депо Серов-Сортировочный.

Экономическая эффективность – при внедрении системы МАЛС происходит сокращение финансовых издержек предприятия, связанных с ликвидацией последствий нарушений безопасности движения.

					20.03.01.13.ВКР.ТБп514.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора с запрещающим сигналом	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Сарафанов Ю.А.	<i>Ю.А. Сарафанов</i>	18.06				
Провер.		Гущина Н.В.	<i>Н.В. Гущина</i>	20.06				60
Н. Контр.		Сафронова Е.Б.	<i>Е.Б. Сафронова</i>	19.06				
Утверд.		Гаврилин И.И.	<i>И.И. Гаврилин</i>	21.06				
						УргУПС, АКО ИЗО Кафедра «Техносферная безопасность»		

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ УрГУПС)

ОТЗЫВ

О выпускной квалификационной работе студента Сарафанова Ю.А.
Факультета заочного обучения
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Тема дипломной работы: Системы безопасности локомотива для защиты
от проезда светофора с запрещающим сигналом

Выпускная квалификационная работа посвящена анализу существующих систем безопасности для обеспечения безопасной организации перевозочного процесса.

В данной работе рассмотрена существующая система безопасности движения локомотива. Проведён анализ проездов запрещающих сигналов и определены группы причин, приводящих к проезду, и предложено техническое средство для минимизации количества проездов. Предлагаемая система МАЛС позволит снизить величину человеческого фактора, обеспечивая сохранение благоприятных условий труда машиниста.

В процессе написания выпускной квалификационной работы студент соблюдал сроки календарного плана и проявлял хорошие навыки работы с теоретическими и нормативными материалами. Работал самостоятельно и прилежно.

В целом студент Сарафанов Ю.А. полно и точно раскрыл тему выпускной квалификационной работы. Работа полностью соответствует предъявляемым требованиям, может быть рекомендована к защите и заслуживает оценки «отлично».

Руководитель Гуцина Наталья Владимировна
(Ф.И.О.)

Ст. преподаватель

(ученая степень, ученое звание, должность, фамилия, имя, отчество)

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу

По теме «Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора с запрещающим сигналом».

Обучающегося Сарафанова Юрия Александровича ТБп-514

ВКР объемом 60 страниц, содержит таблиц 9,
иллюстраций 14, источников 16.

ВКР посвящена актуальной проблеме обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Основные результаты ВКР Содержание ВКР соответствует выбранной теме, текст последователен. Автором рассмотрены: современные проблемы обеспечения безопасности движения поездов, факторы, влияющие на безопасность движения, существующие системы безопасности, способ снижения нарушений безопасности движения.

Новизна и оригинальность идей, положенных в основу ВКР, а также методы его выполнения Оригинальность идеи состоит в том, что предложенная система безопасности позволяет максимально снизить ущерб, который может возникнуть в результате нарушения безопасности движения.

Практическая значимость ВКР заключается в том, что предложенная система безопасности позволяет исключить человеческий фактор и повысить безопасность движения поездов.

Анализ обоснованности выводов и расчетов выводы и расчеты, сделанные в работе, достаточно обоснованы.

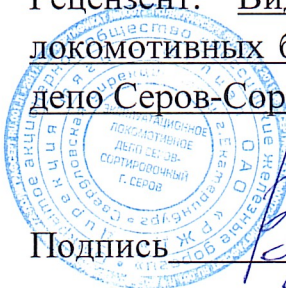
Качество оформления Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению ВКР

Недостатки ВКР Недостаточно иллюстраций к предлагаемой системе безопасности.

Изложенное позволяет считать, что рецензируемая ВКР выполнена с соблюдением требований и заслуживает оценки «Отлично», а ее автор присвоения квалификации «Бакалавр» по направлению «Техносферная безопасность»

Рецензент: Видяев Михаил Германович, начальник пункта подмены локомотивных бригад Верхнекондинская эксплуатационного локомотивного депо Серов-Сортировочный.

Подпись _____ Дата 18.06.19





АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ

Уральский государственный
университет путей сообщения

Университет

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ

«ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Гаврилин И. И.

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Сарафанов Юрий Александрович
Подразделение	УрГУПС, ИЗО АКО, кафедра "Техносферная безопасность"
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Системы безопасности локомотива для защиты от проезда светофора с запрещающим сигналом
Название файла	ВКР_Сарафанов Ю.А..docx
Процент заимствования	25,40%
Процент цитирования	0,51%
Процент оригинальности	74,09%
Дата проверки	13:54:12 22 июня 2019г.
Модули поиска	Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска Интернет; Модуль поиска перефразирований Интернет; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Модуль поиска "УрГУПС"; Кольцо вузов
Работу проверил	Гаврилин Игорь Игоревич
	ФИО проверяющего
Дата подписи	22 июня 2019г.

Подпись проверяющего

Чтобы убедиться
в подлинности справки,
используйте QR-код, который
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Безопасность движения поездов на железнодорожном транспорте	5
1.2 Анализ состояния безопасности движения на Свердловской железной дороге	16
1.3 Контроль и учет нарушений в процессе работы локомотивной бригады.	17
2 Системы безопасности.....	19
2.1 Технические средства безопасности	20
2.2 Существующие системы безопасности	21
2.3 Комплектация локомотивов системами безопасности.....	31
3 Усовершенствование систем безопасности на маневровом локомотиве	32
3.1 Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация	33
3.2 Контроль данных о поездке	40
4 Безопасность и экологичность проекта	43
4.1 Влияние электромагнитного поля на здоровье человека.....	43
4.2 Выбросы в атмосферу.....	44
5 Расчет затрат на внедрение системы МАЛС на станции	51
5.1 Расчет капитальных затрат.....	52
5.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	60

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт всегда был и остается зоной повышенной опасности. Подтверждением этому являются различные крушения, аварии допущенные в результате проезда запрещающих сигналов. Последствия этих событий – убытки на миллионы и, самое печальное, гибель людей.

Приоритет в деятельности железнодорожного транспорта отводится безопасности движения поездов и выполнения маневровой работы. И это вполне логично и обоснованно. В любом современном государстве железнодорожный транспорт является очень важной составляющей в развитии экономики. Его роль – обеспечение потребностей пользователя, которого не волнуют проблемы, связанные с состоянием железнодорожного пути, подвижного состава или с экономическими показателями данной сферы. Для пользователя есть только один принципиальный момент – чтобы он сам или его груз прибыл в точку назначения вовремя и, самое главное, в целостности и сохранности.

Колоссальная ответственность в обеспечении безопасности движения возложена на локомотивную бригаду – машиниста и его помощника. В силу особенностей их профессии чаще всего именно на них ложится вина за допущенные случаи нарушения безопасности движения. Да, виновными могут быть и представители других служб, например, работники сигнализации, централизации и блокировки (далее СЦБ), дистанции пути, службы движения, вагонного хозяйства. Ошибочные действия локомотивной бригады являются же последним звеном в цепочке трагических событий. Именно поэтому грамотные действия машиниста и его помощника нередко позволяют предотвратить

аварию, крушение или хотя бы минимизировать тяжесть последствий.

Вопросы безопасности движения постоянно разбираются на производственных совещаниях руководителей различного ранга, разрабатываются инструкции, алгоритмы действий работников, связанных с движением поездов в части обеспечения безопасности движения поездов и выполнения маневровой работы, ужесточается дисциплинарная, материальная и уголовная ответственность за допущенные нарушения. И все же, эффективность данных мер кардинально ситуацию не меняет.

В чем причина того, что предпринимаемые меры в части обеспечения безопасности движения поездов оказываются малоэффективными? Для выявления причин нарушений и разработки новых мер повышения безопасности движения в последние годы подключились специалисты различных областей науки, инженеры и даже сами машинисты.

Обеспечение безопасности движения поездов – главный принцип функционирования железнодорожного транспорта, за которым стоит каждодневная и упорная работа, призывающая к полной отдаче всех – от исполнителей на местах до высшего руководящего состава. Иначе сфера железнодорожного транспорта неминуемо будет сталкиваться как с потерей имиджа, так и материальными потерями.

В данной работе будет проведен анализ состояния безопасности движения на железнодорожном транспорте, будут описаны системы безопасности и предложено инженерно-техническое решение для минимизации рисков возникновения нарушений безопасности движения.

1 Безопасность движения поездов на железнодорожном транспорте

Результативность и эффективность деятельности железнодорожного транспорта зависит от большого количества факторов. Но ключевая роль досталась безопасности движения. Именно от нее зависит надежная и бесперебойная работа железнодорожного транспорта.

За многие годы от момента зарождения железной дороги в России до настоящего времени приобретен огромный опыт, на основании которого созданы правила и инструкции, позволяющие осуществлять перевозки людей и грузов без аварий и крушений только при безоговорочном выполнении их условий.

Увы, не всегда это получается. Да, работники железнодорожного транспорта, находясь в здравом уме, не хотят быть виновником происшествия и подвергать свою жизнь и жизни пассажиров опасности, и все же избежать человеческих ошибок не удастся. Именно поэтому так важно прикладывать все усилия, чтобы уметь предупреждать ошибки.

Как правило, при обеспечении безопасности движения возникает взаимная связь трех основных составляющих: «человек», «машина» и «окружающая среда».

Понятие «машина» включает в себя технические средства и сооружения железнодорожного транспорта, от совершенства конструкции которых, уровня их обслуживания и ремонта в прямой зависимости находится безопасность движения. Такая же зависимость существует и от «окружающей среды». Туман, дождь, снегопад, мороз и т.д. – эти составляющие могут в различной степени влиять друг на друга. Появление в одной из них

аварийного фактора способствует началу «цепной реакции», ведущей к происшествию, которое может привести к тяжелым последствиям. Таким образом, при устранении аварийного фактора в одной из этих составляющих необходимо учитывать его воздействие на другие. Поскольку человек причастен ко всем трем из них, становится очевидным, насколько ответственно нужно изучать человеческий фактор, его роль в организации и управлении железнодорожным производством в целом и в области обеспечения безопасности движения, в частности. Поэтому специалист, чья деятельность связана с движением поездов, должен владеть необходимыми знаниями, беспрекословно выполнять установленные правила и требования нормативных документов, обладать чувством высокой ответственности за порученное дело, постоянно помня о том, что ему доверена жизнь людей и материальные ценности, созданные их руками.

Для обеспечения безопасности движения необходимо знать факторы, способствующие появлению аварийных ситуаций, возникающих во время движения, чтобы избежать возникновения аварийной ситуации.

Рассмотрим более подробно факторы, объединенные общим термином «машинные». К ним относятся факторы, возникающие в путевом хозяйстве, локомотивном, вагонном, в хозяйстве сигнализации, централизации и связи, в хозяйстве грузовых и пассажирских перевозок, электрификации и электроснабжения.

Характеристика факторов технического состояния устройств

Потенциальная угроза безопасности движения таится в *техническом состоянии пути*. При малейших отклонениях от нормы создается аварийная ситуация, и при появлении дополнительных факторов возможны более серьезные последствия.

В большинстве случаев, закончившихся крушениями, авариями и сходами с рельсов подвижного состава, причастные работники знали об имеющихся дефектах, но необходимых мер по ликвидации создавшейся угрозы безопасности движения не принимали. Причины такого отношения кроются прежде всего в человеческом факторе: низкий уровень ответственности, слабая дисциплина, недостаточный уровень знаний.

В вагонном хозяйстве, как и в хозяйстве пути, безопасность движения находится в прямой зависимости от состояния технических средств, от соблюдения установленных сроков и правил производства ремонта вагонов, обслуживания их в поездах, своевременного выявления и устранения неисправностей.

Объем потенциальных очагов опасных ситуаций в вагонном хозяйстве велик, и каждый из них может привести к аварии или крушению. Для предупреждения аварийных ситуаций и повышения безопасности движения на перегонах устанавливают устройства выявления нагретых букс.

Аварийность в хозяйстве *сигнализации-централизации и блокировки* согласно статистике не столь велика, но последствия бывают трагичными. Отказы в работе устройств СЦБ резко ухудшают условия работы диспетчерского аппарата, дежурных по станциям и машинистов локомотивов, лишая их информации о поездной ситуации. Вследствие этого они совершают ошибки в своих действиях по управлению движением, что приводит к авариям и крушениям.

Основными техническими средствами из-за неисправности которых происходят крушения и аварии, являются *тяговый подвижной состав и самодвижущиеся устройства* (локомотивы, мотор-вагонный подвижной состав (МВПС), автомотрисы и дизель-поезда, путевые машины).

Согласно статистических данных при анализе причин аварий и крушений наиболее опасными факторами являются нарушения правил вождения поездов и производства маневровой работы локомотивными бригадами.

Анализ проездов запрещающих сигналов, столкновений поездов и локомотивов с подвижным составом показывает, что основные причины их кроются в следующем:

- потеря бдительности и ненаблюдение за показаниями сигналов;
- неправильное управление тормозами или позднее их применение;
- несоблюдение порядка опробования действия автотормозов перед отправлением поезда и в пути следования;
- ошибочное восприятие сигнала или команды;
- несогласованность действий с поездным диспетчером или дежурным по станции;
- несоблюдение или нарушение регламента переговоров;
- ошибочное отключение исправно действующих приборов и устройств безопасности;
- незнание технико-распорядительного акта (далее ТРА) станции и расположения сигналов;
- низкий уровень знаний новой или модернизированной техники;
- управление локомотивом помощником машиниста при бесконтрольности машиниста.

Много аварийных ситуаций создается при маневровой работе. Некоторые из них заканчиваются авариями или крушениями. Как показывает анализ, проезды запрещающих сигналов при производстве маневров допускается в основном из-за:

- превышения скорости при подъезде к составу или группе вагонов;
- не наблюдения за свободностью пути и показаниями маневровых сигналов;
- движения с вагонами впереди и плохой видимости сигналов;
- приведения состава в движение без команды руководителя маневров;
- нарушения или незнания ТРА станции;
- приведения состава в движения при получении непонятной и нечеткой команды.

Важную роль для предупреждения аварийных ситуаций играют стиль, формы и методы работы машинистов-инструкторов, руководителей подразделений локомотивного хозяйства и ревизорского аппарата. Следует отметить, что предупреждение проездов запрещающих сигналов и других аварийных ситуаций при вождении поездов и производстве маневровой работы, в значительной степени зависит и от смежных служб отрасли. Это и правильное расположение сигналов, надежность работы рельсовых цепей, приборов безопасности и радиостанции, гарантированное обеспечение поездов исправными тормозами, соблюдение регламента переговоров с работниками диспетчерского аппарата и станции. Важно знать, что в цепи всех нарушений машинист является последним звеном.

Человеческий фактор и причины ошибок

Влияние возраста и трудового стажа на обеспечение безопасности является наиболее важным фактором. Установлено, что молодые люди (в возрасте до 25 лет) обладают несколько повышенной предрасположенностью к совершению ошибок. Объясняется это недостаточным осознанием ими

профессиональных опасностей, юношеским задором. Возрастные требования к работникам транспорта зависят от вида используемой ими техники и условий ее функционирования. Так, возрастные требования для машинистов ограничены 55 годами, так как машинисты старшего возраста допускают больше ошибок и нарушений. Но при этом имеются данные статистики, что и среди машинистов старшего возраста (45-55 лет) встречалось немало таких, у которых тенденция к увеличению ошибок была незначительной. Отсюда можно сделать вывод, что вопрос о профессиональной пригодности машинистов локомотивов необходимо решать индивидуально.

Установлено, что пики нарушений имеют разную психологическую природу. Первый пик – результат малого опыта работы. Второй пик появляется тогда, когда человек приобретает достаточно устойчивые трудовые навыки, уверенность в переоценке своих возможностей, что и приводит к возникновению ошибок. Часто ошибки допускают машинисты, имеющие большой общий рабочий стаж, но обладающие низкими профессиональными качествами.

Факторы окружающей среды и природные явления

Известно, что железнодорожный транспорт является зоной повышенной опасности и тем не менее еще много людей используют железнодорожные пути как пешеходные дорожки. Хождение по путям – прямая угроза безопасности движения поездов. Серьезную опасность для подвижного состава представляют развалившиеся грузы, находящиеся в негабаритной зоне, появление автомобилей или тракторов вблизи железнодорожного пути, работы по ремонту и строительству путепроводов и переходных мостов. В летнее время уменьшают

видимость машинисту лесные насаждения, особенно в кривых участках пути.

Опасным местом для безопасности движения являются переезды. Оборудование их шлагбаумами, барьерами безопасности не решает полностью вопрос ликвидации аварийных ситуаций. Недисциплинированные водители автомобилей, объезжая шлагбаумы и переезды, создают аварийные ситуации.

Экстремальное повышение температуры воздуха в летние месяцы приводит к повышенному линейному изменению рельсовых нитей, и, несмотря на наличие температурных зазоров между рельсами, происходит их деформация, приводящая к нарушению технического состояния рельсовой колеи. При пониженных температурах снижаются прочностные свойства металла, вследствие чего возникают в конструкции пути трещины, отколы и другие дефекты, снижающие надежность и повышающие вероятность аварии или крушения.

Температурные колебания влияют и на надежную работу подвижного состава, устройств сигнализации, централизации и связи. Экстремальные температурные колебания ухудшают работу стрелочных переводов, электронной аппаратуры и линий связи. Если напольные устройства контроля над грением букс не срабатывают из-за воздействия на них температурного фактора, то в дальнейшем эта неисправность может привести к аварии или крушению поезда.

Таким образом, рассмотрены основные факторы, которые в той или иной степени влияют на безопасность движения поездов и которые необходимо учитывать при организации перевозочного процесса.

Обеспечение безопасности движения поездов зависит от многих факторов эксплуатационной деятельности

железнодорожного транспорта, от умения преодолевать недостатки и от слаженности в работе.

Движение на железнодорожном транспорте осуществляется постоянно. Поэтому и меры по обеспечению безаварийной работы должны осуществляться постоянно и быть тесно взаимосвязаны с организацией перевозочного процесса.

В локомотивном хозяйстве особое внимание обращается на работу, проводимую среди локомотивных бригад по недопущению проездов запрещающих сигналов, обеспечению правильного управления тормозными приборами и умения действовать в экстремальной ситуации.

Для повышения уровня безопасности движения используются следующие методы контроля: контроль на линии; контроль при производстве маневровой работы на станциях; контроль при выпуске локомотива с ремонта. Для предотвращения аварийных ситуаций необходимо контролировать:

- Качество расшифровки скоростемерных лент и использование ее результатов в работе с локомотивными бригадами.

- Соблюдение режима труда и отдыха локомотивных бригад.

- Организацию предрейсового медицинского осмотра.

- Организацию обучения молодых машинистов и их помощников в работе в зимних условиях.

- Осуществление контроля над работой локомотивных бригад на отдаленных от депо участках.

- Соблюдение порядка укомплектования локомотивных бригад для вождения пассажирских поездов, а также недопущения совместной работы малоопытных машинистов и помощников машиниста.

– Работу локомотивных бригад на маневрах, а также действия машинистов при обслуживании локомотива в одно лицо.

– Ведение книг замечаний машинистов, оперативность информации соответствующих предприятий о выявленных недостатках и принимаемые меры по их устранению и другие мероприятия [1].

1.1 Анализ состояния безопасности движения на сети дорог

В период 2017-2019 гг. на сети дорог было допущено 102 случая нарушения безопасности движения. В 2017 г. - 43 события, в 2018 г. – 43 события, в 2019 г. – 16 событий.

Количество случаев нарушения безопасности движения на сети дорог представлено на рисунке 1.1.

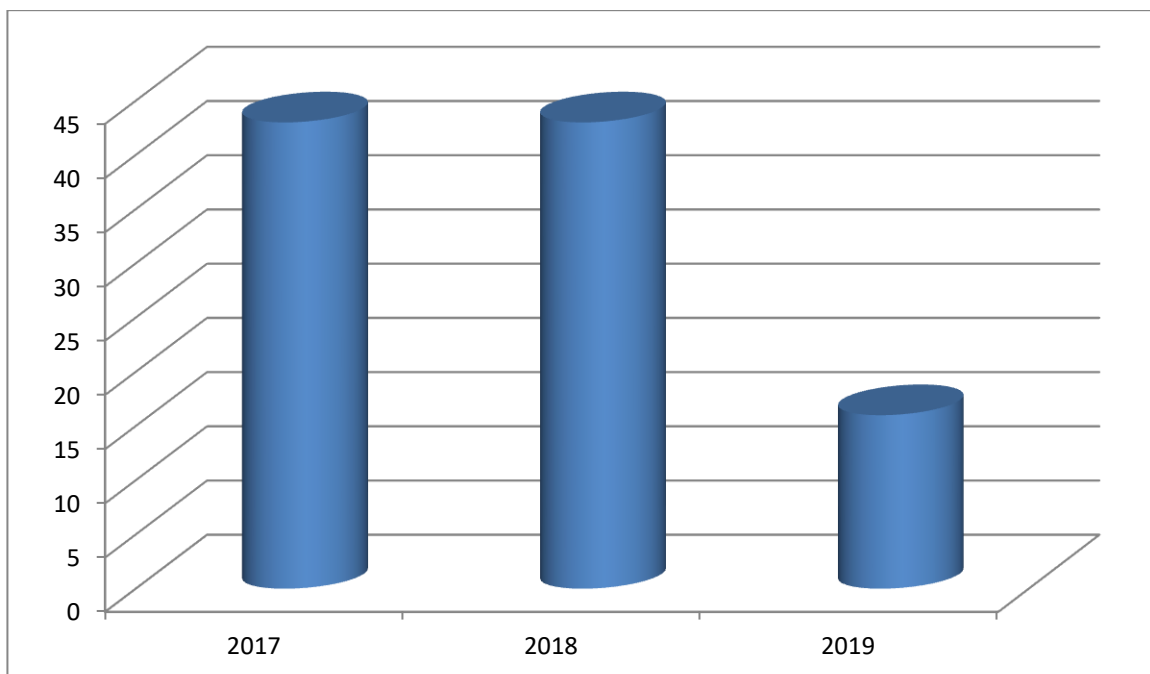


Рисунок 1.1 – Количество нарушений безопасности движения за 2017–2019 годы

Количество случаев нарушения безопасности движения на сети дорог за 2017 по месяцам представлено на рисунке 1.2.

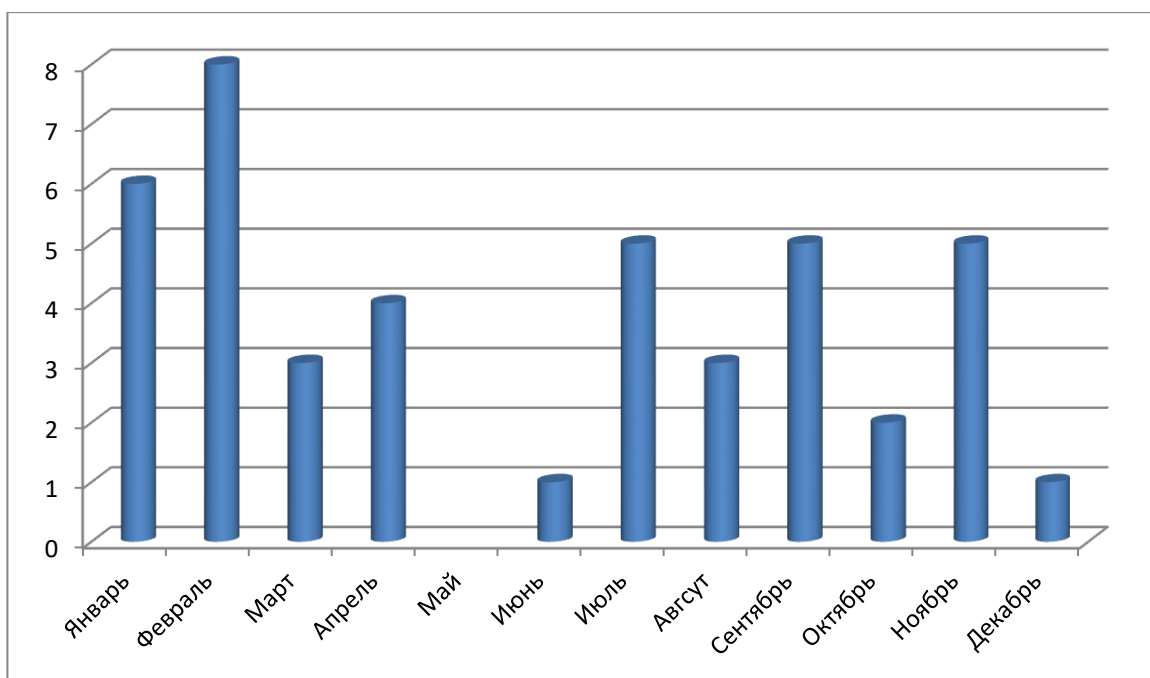


Рисунок 1.2 – Количество случаев нарушения безопасности движения за 2017 год

Количество случаев нарушения безопасности движения на сети дорог по месяцам за 2018 г. Представлено на рисунке 1.3.

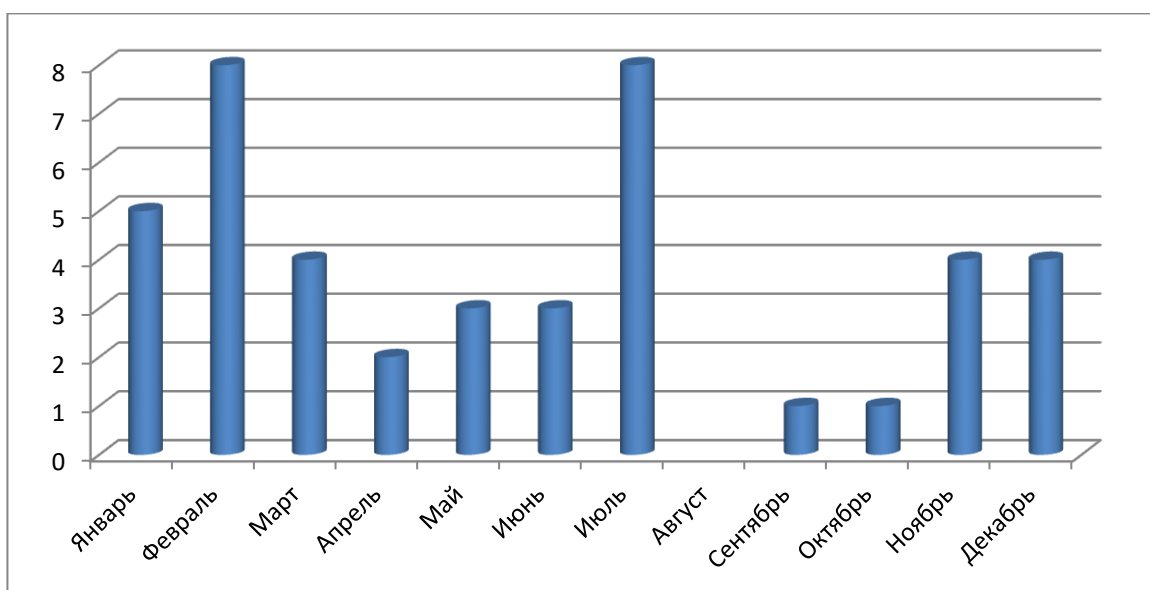


Рисунок 1.3 – Количество случаев нарушения безопасности движения за 2018 год

Количество случаев нарушения безопасности движения за 5 месяцев 2019 г. представлено на рисунке 1.4.

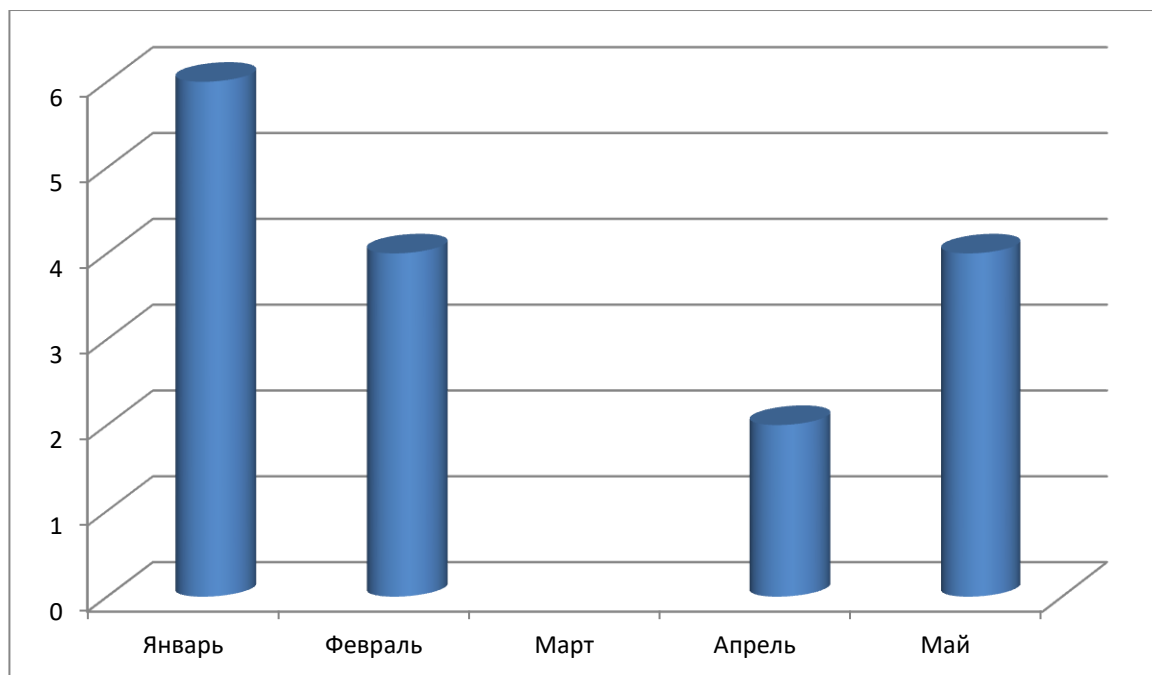


Рисунок 1.4 – Количество случаев нарушения безопасности движения за 2019 год

Подавляющее большинство из указанных событий представляют собой проезд светофора с запрещающим показанием или предельного столбика с последствиями различной степени тяжести, от взреза стрелочного перевода и повреждения железнодорожного пути до бокового столкновения с развалом груза и повреждением железнодорожного подвижного состава.

Особенностью рассматриваемых событий является тот факт, что основная часть проездов светофоров с запрещающим показанием приходится на производство маневровой работы, в то время как количество случаев проездов при поездной работе составляет незначительную часть всех нарушений безопасности движения[2].

1.2 Анализ состояния безопасности движения на Свердловской железной дороге

На Свердловской железной дороге с начала 2017 года и по сегодняшний день допущено 13 случаев нарушения безопасности движения. В 2017 г. – 3 случая, в 2018г. – 9 случаев, в 2019 – 1 случай. Количество нарушений безопасности движения на Свердловской железной дороге за 2017-2019 гг. представлен на рисунке 1.5.

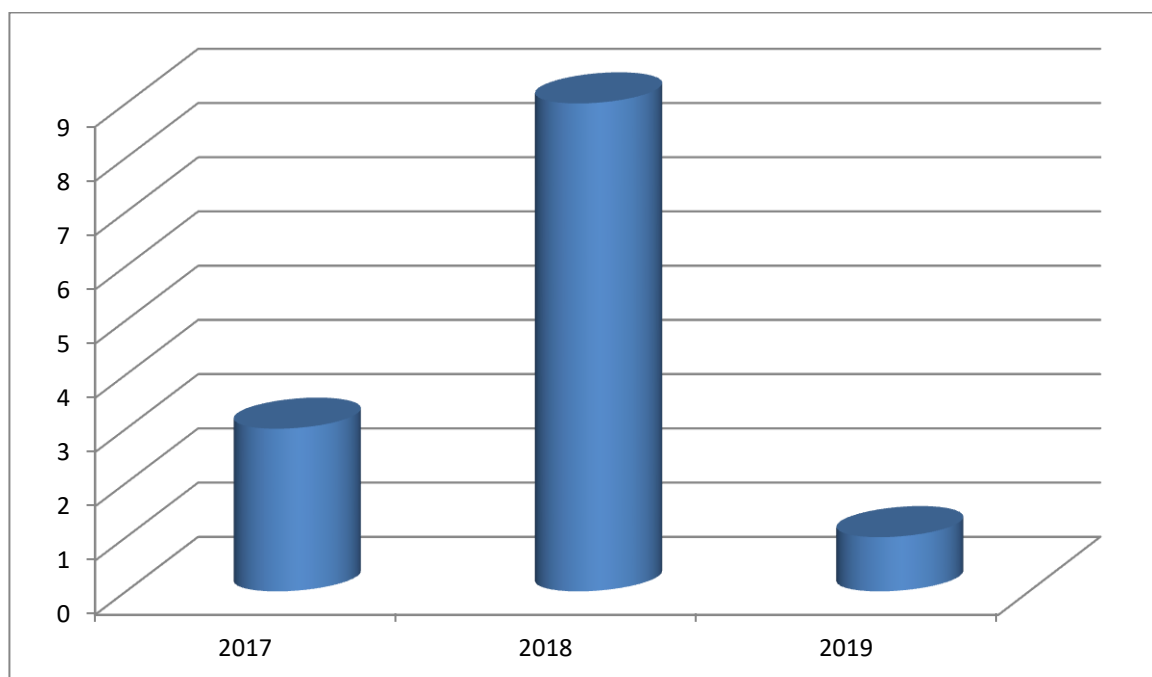


Рисунок 1.5 – Количество нарушений безопасности движения на Свердловской железной дороге

В 2017 году 2 случая нарушения было допущено в сентябре, один в ноябре. В 2018 году в январе – 1, в феврале – 1, в марте – 4, в мае – 1, в июле – 1, в октябре – 1. В 2019 г. на настоящий момент времени один случай нарушения безопасности движения. Из 13 случаев на поездную работу приходится только 1 проезд

светофора. Остальные 12 проездов светофоров допущены в маневровом движении.

В справках по безопасности движения, регулярно поступающих на инструктаж работникам локомотивных бригад, причина практически всегда указана одна и та же, а именно – отвлечение от наблюдения за показаниями светофоров, расположением стрелочных переводов, невыполнение регламента переговоров. То есть, причина в человеческом факторе. Ведь это происходит из-за некачественного отдыха перед поездкой, отвлечения на посторонние разговоры во время движения, незнания технико-распорядительного акта станции, незнания расположения светофоров и многих других факторов, способствующих нарушению безопасности движения [2].

1.3 Контроль и учет нарушений в процессе работы локомотивной бригады

Для недопущения подобных нарушений, за локомотивными бригадами ведется периодический контроль со стороны командно-инструкторского состава в соответствии с утвержденными сроками проверок, а также проводятся внезапные проверки, целевые поездки.

Для детального разбора и выявления, контроля и учета нарушений безопасности движения существует отдел расшифровки. В нем работники, прошедшее соответствующее обучение, расшифровывают носители регистрации машинистов, сдающих их каждый раз по окончании смены. В современных электронных носителях регистрации параметров движения производится запись большого количества операций по

управлению локомотивом, тормозами, соблюдения скоростного режима и многих других действий, влияющих на безопасность движения. При выявлении нарушений, допущенных локомотивной бригадой, техники-расшифровщики доводят сведения до руководства предприятия. В зависимости от степени нарушения, руководитель предприятия принимает меры по отношению к допустившей нарушение бригаде от дисциплинарного взыскания до расторжения трудового договора.

2 Системы безопасности

Система управления безопасностью движения подвижного состава предусматривает, что эксплуатирующиеся на сети железных дорог конструкции подвижного состава и рельсового пути спроектированы с учетом безотказности в работе в течение заданного промежутка времени, имеют высокий уровень надежности и установленный ресурс каждого элемента и всей конструкции в целом принят, исходя из системы управления качеством продукта.

В связи с этим для обеспечения безопасности движения подвижного состава, предупреждения схода локомотивов и вагонов с рельсов на сети железных дорог широко применяются стационарные и бортовые системы диагностики, следящие за безопасностью в работе и управляющие безопасностью движения. Все эти системы называются техническими средствами обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Технические средства обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте управляют светофорами, стрелками, тормозами, следят за температурой нагрева буксового узла, дублируют сигналы в кабине машиниста, производят полную диагностику пути и подвижного состава и тем самым обеспечивают безопасность движения поездов и обслуживающего персонала.

Безопасное движение подвижного состава требует безотказного действия устройств автоматики безопасности. Предупреждение отказов и неисправностей должно быть

обеспечено комплексом технических решений на этапах проектирования и производства [3].

2.1 Технические средства безопасности

Комплекс технических средств, обеспечивающих безопасность движения, включает в себя: эксплуатационно-технологические процессы, влияющие на уровень безопасности (проектирование станций и железнодорожных линий, маршрутизация передвижений по станциям, организация технологического процесса перевозки грузов и пассажиров и др.); широкий спектр устройств СЦБ, решающих кроме основных функций и вопросы обеспечения безопасности движения; использование систем диагностики различных элементов и структурных подсистем железнодорожного транспорта (пути, подвижного состава, электроснабжения и др.); технические средства профессионального отбора и подготовки работающего на транспорте персонала.

Объединение всего многообразия технических средств, обеспечивающих безопасность на транспорте, в единый многоуровневый функциональный комплекс осуществляется на основе современных информационных средств и технологий [4].

Укрупненная структура комплекса технических средств обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте приведена на рисунке 2.1.

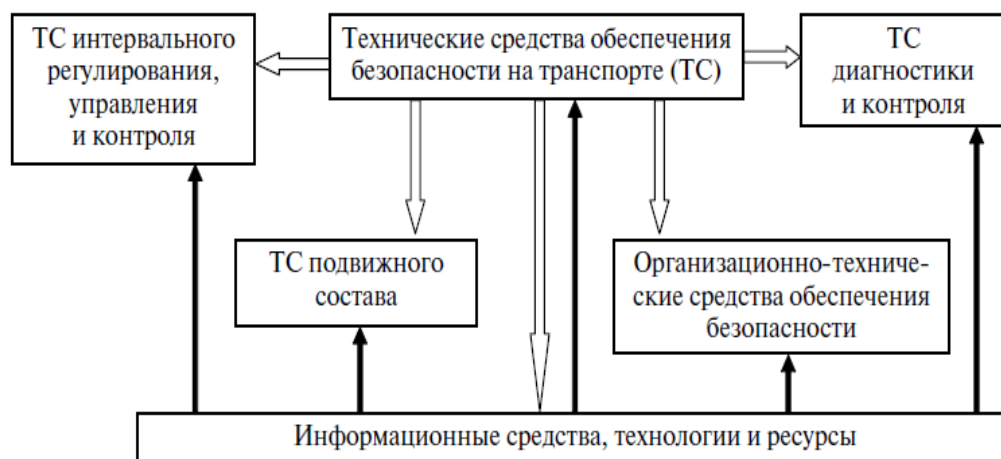


Рисунок 2.1 – Укрупненная структура комплекса технических средств обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте

2.2 Существующие системы безопасности

Локомотивная бригада всегда была и остается конечным звеном в обеспечении безопасности движения поездов и выполнения маневровой работы. Для обеспечения безаварийной работы железнодорожного транспорта, машинист и его помощник обязаны выполнять установленный регламент переговоров при поездной и маневровой работе, с ними регулярно проводятся собеседования командно-инструкторским составом о недопустимости снижения уровня дисциплины и халатного отношения к выполнению своих должностных обязанностей и другие мероприятия, направленные на обеспечение и повышение уровня безопасности движения поездов.

И все же основным средством обеспечения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте являются приборы безопасности, устанавливаемые на эксплуатируемые локомотивы.

Согласно «Инструкции по эксплуатации локомотивных устройств безопасности №Л230» от 24.10.2017г., главы I, п.6 локомотивы должны быть оборудованы основными и дополнительными устройствами безопасности.

К основным устройствам безопасности относятся:

– АЛСН – автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа;

– КЛУБ – комплексное локомотивное устройство безопасности. Имеется несколько разновидностей, такие как КЛУБ-У, КЛУБ-П, КЛУБ-УП;

– БЛОК – безопасный локомотивный объединенный комплекс, включающий в себя функции устройств КЛУБ-У, САУТ ЦМ/485, ТСКБМ. Также как и КЛУБ, имеет разновидности: БЛОК-М, БЛОК-КХ;

– СБ ССПС КХ – система обеспечения безопасности движения ССПС и автомотрис легкого типа.

К дополнительным устройствам безопасности относятся:

– САУТ – система автоматического управления торможением поезда;

– ТСКБМ – телемеханическая система контроля бодрствования машиниста;

– КПД-3 в/и – комплекс сбора и регистрации данных;

– ЗСЛ-2М – локомотивный скоростемер;

– УКБМ – устройство контроля бдительности машиниста;

– Л-143 – блок световой сигнализации;

– Л-168 (Л-168М) – блок контроля самопроизвольного трогания поезда;

– Л-159 (Л-159М) – блок световой сигнализации;

– Л-116 (Л-116У) – блок контроля бдительности в системе АЛСН;

- Л-132 – «Дозор» - устройство контроля скорости подъезда к светофору с запрещающим показанием;
- БКБ – блок контроля бдительности;
- Р984Ин (Р1117Ин) – модернизация устройств АЛСН при обслуживании локомотивов без помощника машиниста;
- СПОМ – система принудительной остановки маневрового локомотива;
- «Призма» - автоматическая система принудительной остановки маневрового локомотива при проведении маневра на тупиковых путях станции;
- ГАЛС – система горочной автоматической локомотивной сигнализации;
- МАЛС – маневровая автоматическая локомотивная сигнализация [5].

Рассмотрим некоторые вышеуказанные системы немного подробнее.

Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия АЛСН осуществляет постоянную передачу сигналов путевых светофоров, к которым приближается поезд, в кабину машиниста на локомотивный светофор; производит периодические проверки бдительности машиниста при различных показаниях локомотивного светофора и однократные проверки при смене этих показаний; не позволяет включить режим тяги при выключенных устройствах безопасности и разбирает схему режима тяги при срабатывании устройств автостопа. В состав локомотивных устройств АЛСН входит: локомотивный светофор, электропневматический клапан (далее ЭПК-150), приемные катушки, усилитель, дешифратор, фильтр [5]. Локомотивные устройства АЛСН дополняются блоком контроля несанкционированного отключения ЭПК (блок КОН). Данный блок

снимает электропитание с ЭПК и через 10-14 сек. производит принудительное автостопное торможение в случае, если при движении поезда устройства АЛСН будут выключены ключом ЭПК и в тормозных цилиндрах не создано давление не менее 0,8 кгс/см² [6].

Часть локомотивных устройств АЛСН представлена на рисунке 2.1

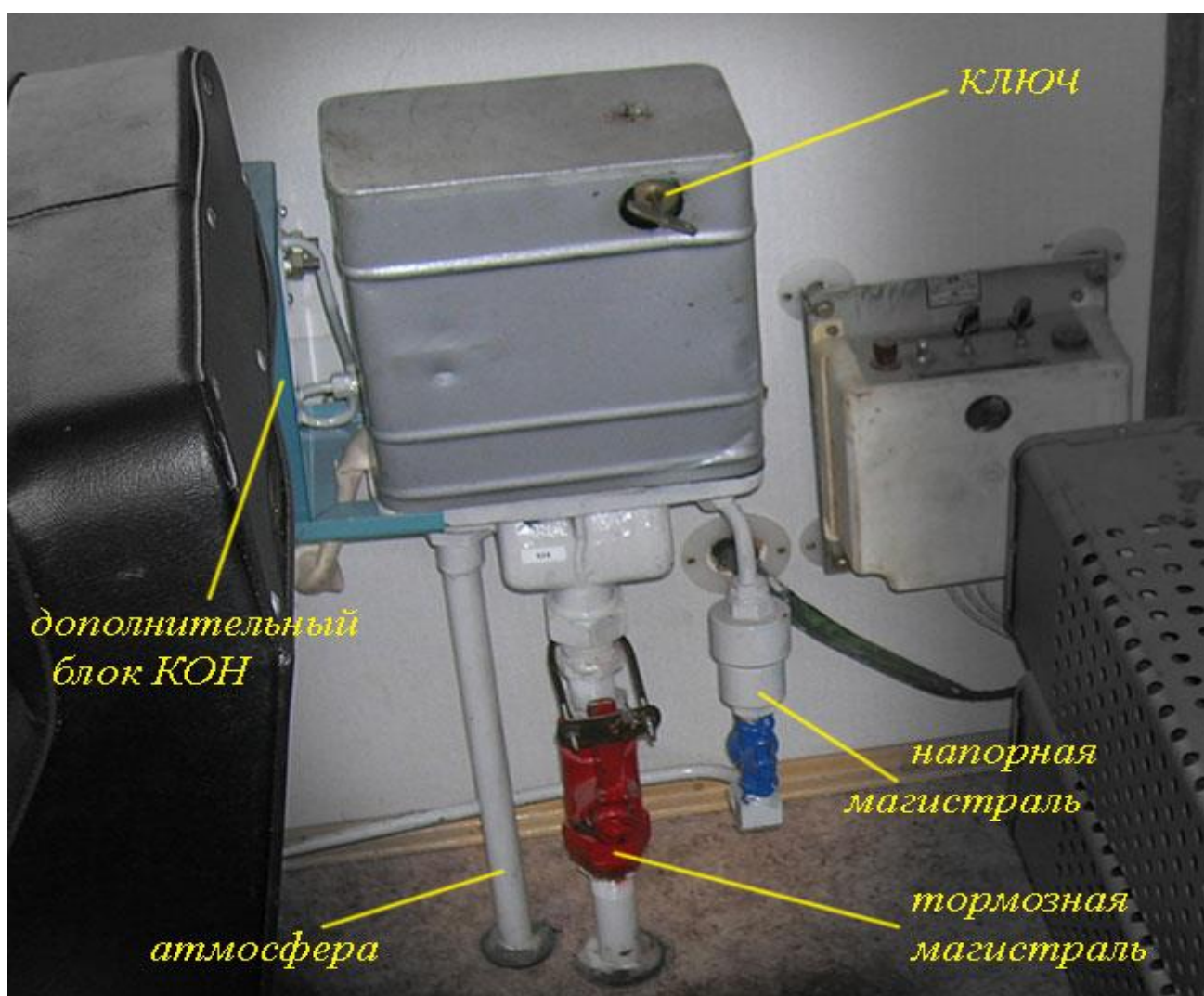


Рисунок 2.1 – Электропневматический клапан ЭПК-150



Рисунок 2.2 – Локомотивный светофор

Устройство контроля бдительности машиниста УКБМ предназначено для периодической проверки бдительности по загоранию лампы предварительной световой сигнализации до включения свистка электропневматического клапана (далее – ЭПК) при всех показаниях локомотивного светофора; включения на локомотивном светофоре одновременно «белого» и «желтого с красным» огней после проследования светофора с желтым огнем и отсутствия кодов для информирования машиниста о том, что следующий светофор, к которому движется поезд, может быть закрыт; снятия электропитания с ЭПК при нахождении реверсивной рукоятки в нейтральном положении и скорости выше контролируемой; отменяет все проверки бдительности на стоянке, при условии нахождения реверсивной рукоятки в нейтральном положении [5].

Внешний вид устройства контроля бдительности машиниста представлен на рисунке 2.3.

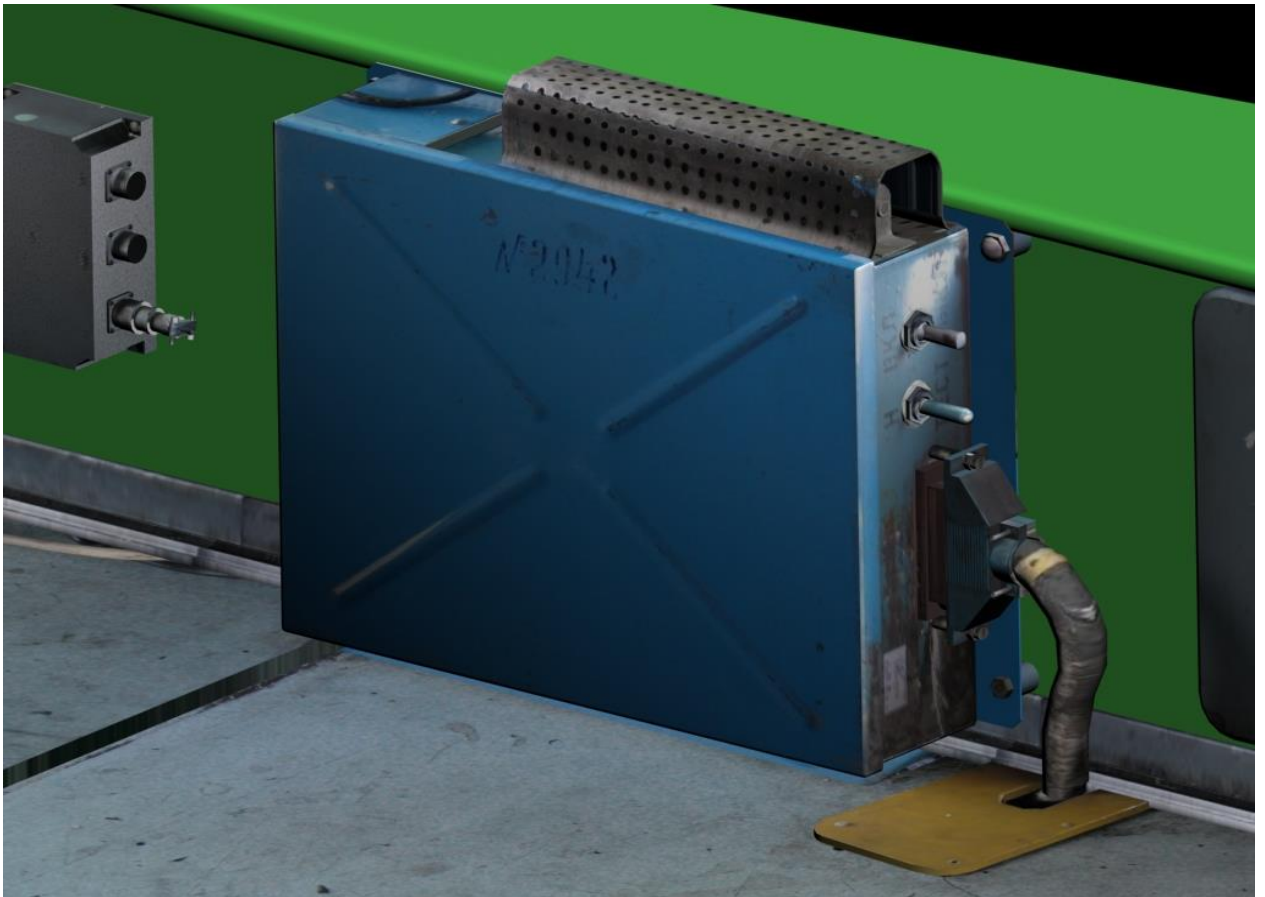


Рисунок 2.3 – Устройство контроля бдительности машиниста

Блок Л143 предназначен для проверки бдительности машиниста при движении поезда к светофору с запрещающим показанием по загоранию сигнальной лампы. В случае пропуска предварительной световой сигнализации раздается свисток ЭПК и чтобы восстановить схему машинисту нужно встать и нажать РБС (рукоятку бдительности специальную), расположенную вверху кабины.

Блок контроля самопроизвольного трогания поезда Л168 обесточивает ЭПК при начавшемся движении поезда и нахождении контроллера машиниста не в тяговой позиции. Для предупреждения автостопного торможения машинист обязан включить режим тяги путем перевода контроллера машиниста в тяговую позицию [5].

Устройства Л116 и Л116У переносят периодические проверки бдительности машиниста в зависимости от сигнального показания на локомотивном светофоре на 30-40 сек. или 60-90 сек. при осуществлении действий по управлению локомотивом (изменение позиций контроллера, включение песочницы, подача свистка и др.). Данные устройства отменяют периодические проверки бдительности при условии, что скорость ниже минимально контролируемой скоростемером и в тормозных цилиндрах локомотива создано давление не менее $1,0 \text{ кгс/см}^2$ [7].

Комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ и его модификация КЛУБ-У объединили в себе функции вышеописанных систем безопасности. Применяются для работы на всех типах локомотивов, обращающихся на участках железных дорог с автономной и электрической тягой, имеющих путевые устройства АЛСН, АЛС-ЕН, САУТ, а также на станциях, оборудованных системой маневровой автоматической локомотивной сигнализации (далее МАЛС). Данные устройства не позволяют осуществить проезд путевого светофора с запрещающим показанием, если предварительно перед ним не была выполнена остановка поезда, а также запрещает начало движения на запрещающий сигнал без предварительного одновременного нажатия рукояток РБ и РБП, что предполагает нахождение локомотивной бригады в кабине машиниста в полном составе. КЛУБ (КЛУБ-У) обеспечивает сравнение фактической скорости движения с допустимой и обесточивает ЭПК в случае отсутствия действий машиниста по снижению скорости при следовании на запрещающий сигнал светофора, а также при приближении к местам уменьшения скорости, заложенных в электронной карте устройства. Также устройство обеспечивает автостопное торможение при выключенном состоянии ключа ЭПК

и отсутствии действий машиниста по управлению тормозами. В состав аппаратуры КЛУБ-У входят следующие устройства и блоки:

- блок электроники БЭЛ-У;
- блок индикации БИЛ-УВ, БИЛ-В, БИЛ-ПОМ;
- блок коммутации и регистрации БКР-У-1М (БКР-У-2М);
- антенна спутниковой навигации АУУ-1Н;
- блок питания ИП-ЛЭ;
- блок ввода и диагностики БВД-У;
- датчики пути и скорости ДПС-У;
- комплект кабелей;
- приемопередающее устройство цифровой радиосвязи;
- блок согласования интерфейсов БСИ [5].

На рисунке 2.4 представлен блок индикации и ввода команд, с которым машинист непосредственно взаимодействует во время рабочей смены.



Рисунок 2.4 – Блок индикации и ввода БИЛ-В

Схожим по функционалу с КЛУБ, КЛУБ-У является безопасный локомотивный объединенный комплекс (БЛОК), который также применяется на всех типах локомотивов. Данный комплекс позволяет вне зависимости от предпринимаемых машинистом действий осуществить остановку поезда перед имеющим кодирование путевым светофором с запрещающим показанием. Также БЛОК исключает движение поезда при нахождении машиниста в неработоспособном состоянии [8].

Назначение системы автоматического управления торможением САУТ-ЦМ/485 очевидно из названия данной системы безопасности. При движении поезда к запрещающему показанию путевого светофора и наличии «желтого с красным» огня на локомотивном светофоре САУТ-ЦМ/485 в начале блок-участка контролирует максимально-допустимую скорость для данного сигнального показания, а при нахождении поезда на расстоянии необходимого тормозного пути до светофора с запрещающим показанием автоматически, независимо от действий машиниста, отключает тягу и останавливает поезд служебным торможением в точке прицельной остановки с точностью от +10м до – 100 м. Аналогичным образом система действует и при других сигнальных показаниях локомотивного светофора, обеспечивая снижение скорости и не допуская превышения машинистом установленных скоростей движения для каждого сигнального показания [9].

Внешний вид блока индикации САУТ представлен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – САУТ

Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста ТСКБМ работает совместно с АЛСН, КЛУБ (КЛУБ-У). Назначение этой системы заключается в постоянном контроле работоспособности машиниста путем определения параметров электрического сопротивления кожи запястья. При снижении сопротивления (например, при дремотном состоянии машиниста) ТСКБМ обеспечивает передачу сигнала о необходимости произвести проверку его работоспособности на устройства АЛСН, КЛУБ (КЛУБ-У). Если машинист не подтверждает работоспособность нажатием РБС, снимается электропитание с ЭПК и происходит автостопное торможение поезда [10].

Комплект аппаратуры ТСКБМ представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Комплект аппаратуры ТСКБМ

2.3 Комплектация локомотивов системами безопасности

Комплектация локомотивов приборами безопасности осуществляется исходя из принципа максимального обеспечения безопасности движения. Для этого локомотивы комплектуются как основными, так и дополнительными приборами безопасности, чтобы усилить бдительность машиниста.

Состав комплекта приборов безопасности для магистральных и маневровых локомотивов практически не отличается. На локомотивах, еще не прошедших модернизацию, установлена автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия в качестве основного прибора безопасности. На новых и прошедших модернизацию локомотивах в качестве основного прибора безопасности устанавливают КЛУБ-У, БЛОК.

В состав дополнительных приборов безопасности, устанавливаемых на локомотивы, входят: устройство контроля бдительности машиниста УКБМ, блоки проверок бдительности Л-143, Л-159, Л-168, устройства регистрации параметров движения ЗСЛ-2М либо более новое КПД-3 в/и, система автоматического управления торможением САУТ, телемеханическая система контроля бодрствования машиниста ТСКБМ [5].

3 Усовершенствование систем безопасности на маневровом локомотиве

Для минимизации ошибок, возникающих в процессе эксплуатации, реализуются следующие мероприятия:

1) Средства, предотвращающие проезд запрещающих сигналов и столкновение поездов.

2) Мероприятия, повышающие надежность тормозного оборудования вагонов и локомотивов.

3) Модернизация средств автоматики, связи и электроснабжения.

4) Разработка и внедрение новых средств неразрушающего контроля и технической диагностики основных узлов и деталей подвижного состава и пути, внедрение технических средств, направленных на предупреждение столкновений транспортных средств на железнодорожных переездах.

5) Внедрение новых средств контроля над работой маневровых и поездных локомотивов. Это системы интервального регулирования, автоматизированного управления движением маневровых локомотивов на станциях с применением цифрового радиоканала связи (МАЛС).

Внедрение многоуровневого контроля над движением поездов и действиями машиниста. Реализация такого нового направления повышения безопасности движения стала возможной только благодаря совершенствованию информационных технологий и появлению цифровых каналов передачи информации, цифровой радиосвязи и нового поколения компьютерных устройств на станциях и локомотивах [1].

3.1 Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация

В предыдущем разделе были описаны основные и дополнительные системы безопасности, установленные на локомотивах, эксплуатируемых на сети дорог ОАО «РЖД». В данном разделе будет предложена к внедрению новая система безопасности, позволяющая исключить проезды запрещающих сигналов и, как следствие, создать безопасные условия труда для работников железнодорожного транспорта.

Несмотря на то, что «Инструкция по эксплуатации локомотивных устройств безопасности №Л230» классифицирует маневровую автоматическую локомотивную сигнализацию (далее – МАЛС) и горочную автоматическую локомотивную сигнализацию (далее – ГАЛС) как дополнительные приборы безопасности, данные системы имеют ряд достоинств, которые позволят обеспечить безопасное выполнение маневровой работы на железнодорожных станциях и горочных работ на сортировочных горках.

Бортовая аппаратура МАЛС (БА МАЛС) отображает заданный маршрут, показания светофоров, дает сведения о массе состава, количестве вагонов, скорости движения локомотива, позволяет автоматически управлять дизель-генераторной установкой и тормозами локомотива, обеспечивает периодическую проверку бдительности машиниста при проведении маневровых работ на станции, а также при надвиге и роспуске составов на сортировочных горках.

Система МАЛС (ГАЛС) может устанавливаться на все типы маневровых и вывозных тепловозов, а также магистральные локомотивы, задействованные в горочной работе.

Передача команд на локомотив осуществляется через радиоканал передачи данных от станционных устройств МАЛС (ГАЛС Р).

БА МАЛС может работать в одном из трех режимов: ручной, авторежим местного задания, авторежим телеуправления.

Режимы работы БА МАЛС и их описание представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Режимы работы БА МАЛС и их описание

Режим работы	Описание
Ручной	Локомотивом управляет машинист по маршрутному заданию и скоростному режиму, который формируется вычислительным блоком (далее БВ). В данном режиме автоматически происходит только притормаживание и торможение при попытках превышения скорости и несоблюдения тормозной кривой.
Авторежим местного задания	Скорость устанавливает машинист с помощью клавиатуры блока БВ, а ее реализация осуществляется автоматически системой. Включает данный режим машинист после получения маршрутного задания путем нажатия соответствующей кнопки БВ.
Авторежим телеуправления	Движение происходит по установленному маршруту с заданной скоростью в автоматическом режиме. Данный режим является основным в системе МАЛС.

При условии нахождения локомотива в зоне действия радиоканала (РПД) и после включения системы МАЛС локомотив вводится в общую систему автоматически.

Зона перемещения задается по следующей схеме. Бортовой программой по радиоканалу принимается дифференциальная поправка от станционных устройств МАЛС (ГАЛС Р). Далее через СУ МАЛС также по радиоканалу посылается своя координата от навигационного приемника. Получив координату расположения локомотива и используя цифровую модель путевого развития (далее ЦМПР), пост производит позиционирование локомотива на ЦМПР и создает для него маршрутное задание, которое опять же по радиоканалу отправляется нужному локомотиву.

Поступившее на локомотив маршрутное задание включает в себя зоны перемещения вперед и назад. Для их определения принимаются во внимание такие факторы, как тип маршрута, его длина, допустимая скорость, наименование конечного объекта маршрута, количество свободных секций в маршруте.

Выполнение маршрута может происходить в двух режимах – авторежиме и ручном. При ручном режиме локомотивом управляет машинист. После перехода в авторежим управление тягой и тормозной системой осуществляется БА МАЛС (ГАЛС Р) в режиме телеуправления. Скорость следования локомотива по маршруту формирует и задает бортовая аппаратура системы МАЛС, учитывая при этом принятые управляющим вычислительным комплексом системы управления данные из телеграммы о допустимых скоростях движения локомотива на изолированных участках и на кривой торможения.

Возможности МАЛС (ГАЛС Р)

Выполнение маршрута с признаком остановки (до сигнала, в тупик, на путь). Маршрут до конечной точки объекта

осуществляется системой МАЛС (ГАЛС Р) с определенной координатной точки прицельного торможения. Управление на маршруте следования осуществляется с контролем допустимой скорости движения локомотива или маневрового состава до начала тормозной кривой, а далее движение происходит с контролем скорости на кривой торможения. Ниже в таблице 3.2 приведена зависимость допустимой скорости движения в кривой торможения от расстояния до окончания маршрута.

Таблица 3.2 – Скорость движения локомотива в кривой торможения

Расстояние до конца маршрута, м	300	100	50	30	20
Допустимая скорость, км/ч	20	10	5	3	0

Выполнение маршрута на занятый путь может также осуществляться в двух режимах – ручном и авторежиме. В ручном режиме ответственность за реализацию заданного маршрута возлагается на машиниста, которому после переключения системы в соответствующий режим разрешается заехать на путь и следовать до конца занятого участка со скоростью не более 20 км/ч. В авторежиме ответственность за реализацию маршрута возлагается на систему МАЛС (ГАЛС Р). В этом случае скорость движения локомотива на занятый путь и до конца занятого участка не превышает 5 км/ч. Если фактическая скорость окажется выше 5 км/ч, системой МАЛС (ГАЛС Р) будет осуществлена автоматическая остановка локомотива. В таблице 3.3 ниже представлена зависимость значения допустимой скорости

движения от расстояния до занятого пути при выполнении маршрута в авторежиме.

Таблица 3.3 – Допустимая скорость движения локомотива на занятый путь

Расстояние до занятого пути, м	150	80	30
Допустимая скорость, км/ч	20	10	5

Проследование места работ. При создании маршрута, в который заложено проследование места проведения работ, машинист будет предупреждаться появившимся на дисплее сообщения желтого цвета «ВПЕРЕДИ РАБОТЫ НА ПУТЯХ», а после вступления маневрового состава на участок проведения работ будет отображаться надпись красного цвета «ПРОЕЗД МЕСТА РАБОТ НА ПУТЯХ».

Допустимая скорость движения локомотива при проследовании места проведения работ не должна превышать 5 км/ч, в противном случае, при ее превышении система МАЛС (ГАЛС Р) автоматически остановит локомотив или маневровую группу.

Выполнение маршрута под запрещающий сигнал. При создании маршрута следования под запрещающий сигнал светофора машинист будет информирован об этом появлением на дисплее сообщения красного цвета «ПОД ЗАПРЕЩАЮЩИЙ». При следовании локомотива под запрещающее показание светофора допустимая скорость должна быть не более 20 км/ч. В случае превышения фактической скорости система МАЛС (ГАЛС Р) автоматически останавливает локомотив или маневровый состав.

Ограничение скорости отменяется только после полного освобождения изолированного участка маневровым составом, проследовавшего светофор с запрещающим показанием.

Контроль превышения допустимой скорости. В случае превышения локомотивом или маневровым составом допустимой скорости на 2 км/ч в течение 3-7 с система МАЛС разбирает схему режима тяги, производит служебное или экстренное торможение, снижая скорость или производя полную остановку подвижного состава, предварительно оценив уровень возможной угрозы.

Подтягивание. При подъезде к светофору с запрещающим показанием система МАЛС не позволяет останавливаться ближе 20 м от этого светофора. При необходимости подъезда на более близкое расстояние машинисту разрешается после нажатия соответствующей клавиши на пульте управления подтянуть состав. Важным моментом в данном случае является перенос ответственности за возможный проезд светофора с запрещающим показанием на машиниста. При этом система будет осуществлять контроль скорости подтягивания, которая должна быть не более 5 км/ч и автоматически остановит локомотив в случае нарушения скоростного режима.

Для горочных маршрутов, таких как «Надвиг», «Роспуск», «Подтягивание», реализация их системой МАЛС происходит идентично обычным маневровым маршрутам, с контролем допустимой скорости и предотвращением угрозы проезда светофора с запрещающим показанием.

Проверки бдительности машиниста.

Электропневматический клапан ЭПК-150 и рукоятка бдительности РБ работают по одному алгоритму как для АЛСН, так и для МАЛС. При включении МАЛС периодические проверки

бдительности машиниста не отменяются. Более того, вводится такая дополнительная проверка, как контроль скатывания.

Бортовая аппаратура МАЛС фиксирует скатывание в ситуации, при которой фактическая скорость после зафиксированной остановки становится 1 км/ч или более, при условии нахождения штурвала контроллера машиниста не в тяговой позиции более 5с. В этих ситуациях система МАЛС производит служебное торможение и дополнительно разрывает цепь электропитания ЭПК. Если при этом машинист не подтвердит свою бдительность, локомотив будет остановлен автостопным торможением.

Остановка локомотива.

Для остановки локомотива система МАЛС разбирает схему режима тяги, производит служебное торможение за счет электропневматического модуля, а также разрывает электрическую цепь на катушку ЭПК.

Разрыв цепи на катушку ЭПК предусмотрен в таких ситуациях, как скатывание, нарушение скоростного режима, подъезду маневрового состава к светофору с запрещающим показанием на расстояние менее 20 м, при внезапной потере контроля стрелки под локомотивом, при движении локомотива и отсутствии связи с СУ МАЛС более 8с, в случае команды получения команды принудительной остановки от ДСП или составителя поездов [5].

3.2 Контроль данных о поездке

Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация выявляет и выделяет средствами индикации нарушения технологического процесса, скоростного режима, угрозы безопасности движения, нарушения инструкций и нормативов. Предусматривает трансляцию текущей информации, графических и текстовых протоколов на удаленные терминалы по проводным и беспроводным каналам.

Система МАЛС производит непрерывную (24/7) запись состояний объектов ЭЦ и локомотивов в архив. Данные записываются каждую секунду и могут быть потом использованы для разбора технологических ситуаций, а также в целях аналитики. МАЛС содержит набор утилит для просмотра архива и предоставляет различные средства визуального представления данных, которые позволяют быстро и эффективно оценить работу локомотива в динамике, отследить нарушения технологической дисциплины, дать соответствующие рекомендации [11].

На рисунке 3.1 представлен пример скоростемерной ленты при реализации маневрового маршрута.

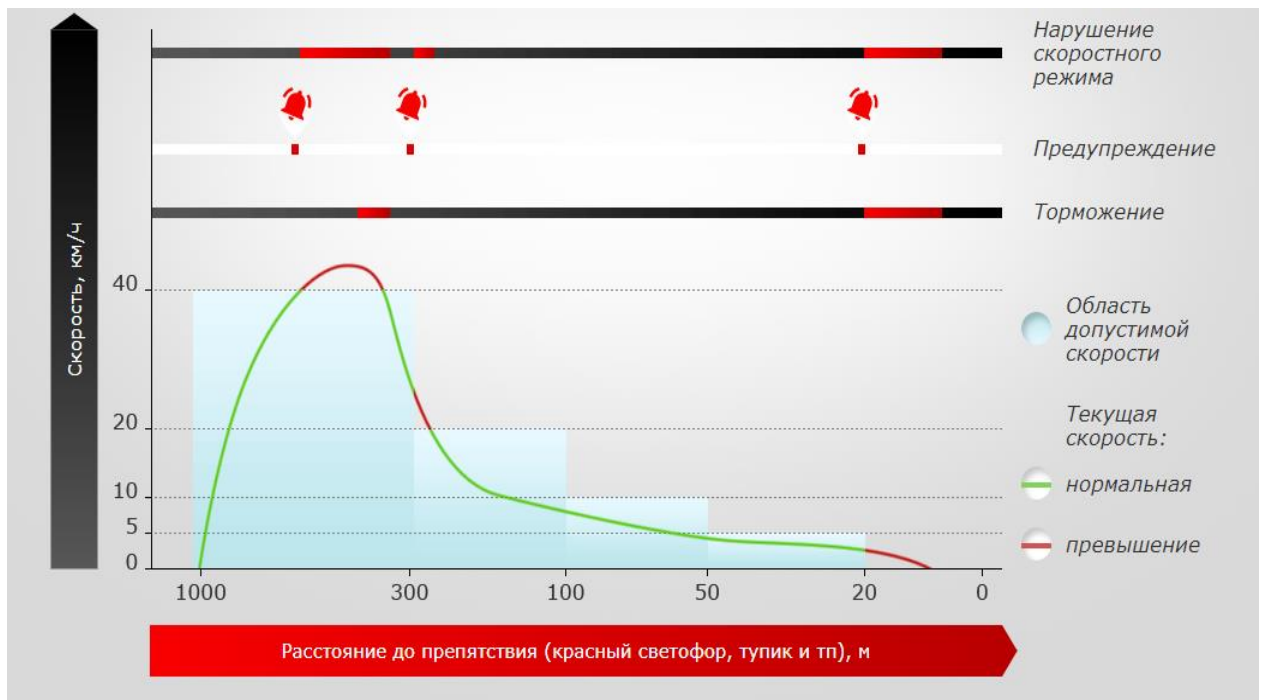


Рисунок 3.1 – Пример скоростемерной ленты при реализации маневрового маршрута

На основе данных архива система МАЛС формирует статистическую справку о работе локомотивов, оборудованных устройствами системы, которая содержит показатели, позволяющие дать оценку эффективности использования маневровых локомотивов, выявлять «узкие» места в технологическом процессе работы станции и сортировочной горки, отслеживать нарушения технологической дисциплины со стороны работников локомотивных бригад. Значительным преимуществом статистики системы МАЛС является полностью автоматизированный съем информации, который обеспечивает высокую объективность показателей использования локомотивов [11].

Пример данных из архива системы МАЛС представлен на рисунке 3.2.

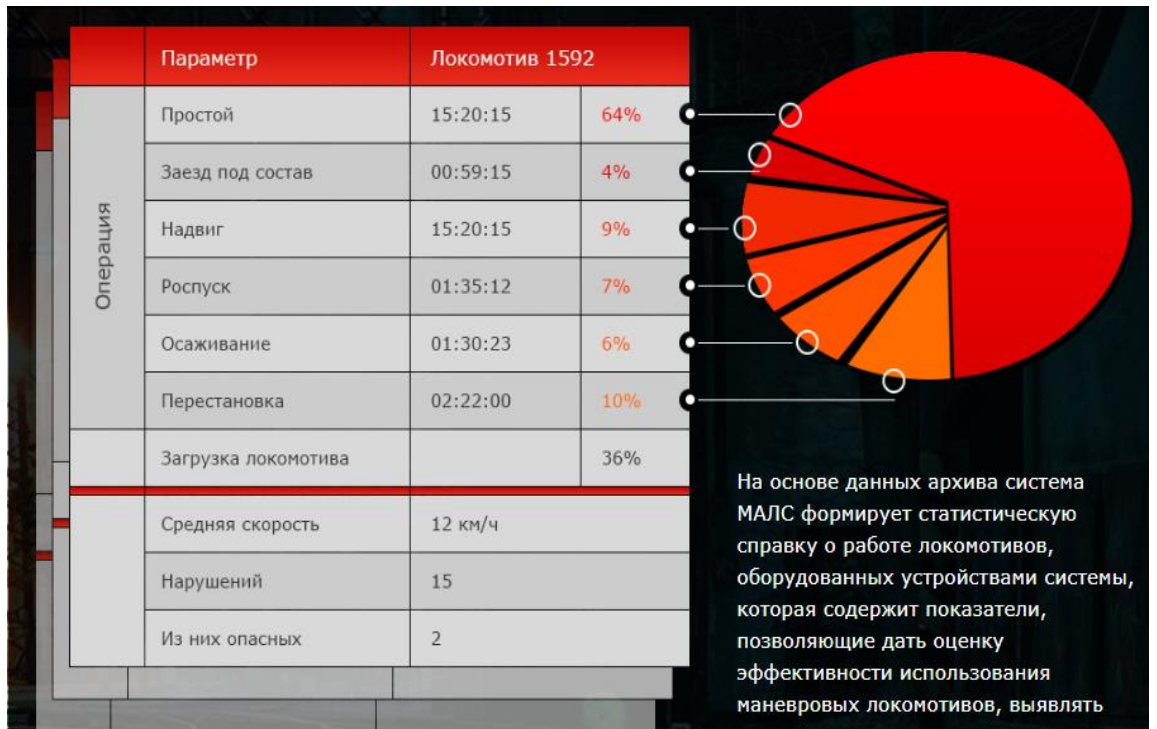


Рисунок 3.2 – Пример данных из архива системы МАЛС

4 Безопасность и экологичность проекта

4.1 Влияние электромагнитного поля на здоровье человека

Локомотивная бригада в течение рабочей смены подвергается вредному влиянию электромагнитных полей. Дело в том, что принцип работы локомотива основан на использовании электрического тока и по этой причине на локомотиве установлено большое количество оборудования, находящегося под достаточно высоким напряжением, и соответственно, излучающего сильные электромагнитные поля. К таким относятся главный генератор, тяговые электродвигатели локомотива, реверсор, предназначенный для смены направления движения, возбудитель главного генератора и вспомогательный генератор, а также различные контакторы (поездные, пусковые) и контрольно-измерительные приборы, участвующие в различных электрических схемах запуска, движения, освещения, питания собственных нужд локомотива.

Безусловно, внедрение на маневровые локомотивы системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации повысит безопасность движения поездов и безопасность условий труда для локомотивной бригады, с одной стороны. С другой стороны, ввиду достаточно сложного устройства представленной системы на локомотиве появится бортовая аппаратура, способная излучать электромагнитные поля. Поэтому для ограждения работников локомотивной бригады от вредного воздействия ЭМП следует предусмотреть дополнительные меры по защите работников от указанного вредного фактора, например, защита расстоянием,

когда электроприборы располагаются максимально далеко от рабочей зоны или проводить экранирование.

4.2 Выбросы в атмосферу

Маневровые локомотивы, как правило, являются тепловозами, имеющие двигатель внутреннего сгорания, работающий на дизельном топливе и производящий выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в виде отработавших газов, образовавшихся в результате сгорания топлива в цилиндрах двигателя.

Для определения экологического воздействия на качество воздушной среды, рассчитываются среднесуточные и максимальные разовые (при работе на номинальном режиме) выбросы загрязняющих веществ в отработанных газах с учетом относительного времени работы на данном режиме (по мощности). В качестве временного интервала, для которого определяются валовые выбросы загрязняющих веществ выбран год. Расчет ведется для основных загрязнителей: окиси углерода (CO), двуокиси серы (SO₂), окислов азота (NO_x) и сажи (С).

Расчет ведется с учетом сменности работы техники и количества дней в году, когда техника не работала.

Для тепловозов расчет валовых выбросов для каждого *i*-ингредиента проводится по формуле:

$$M_i = \sum(q_{in} \cdot A_n) \cdot T \cdot K_c \cdot K_k, \quad (4.1)$$

где, q_{in} – удельный выброс (г/с) *i*-загрязняющего вещества при работе двигателя на *n*-ом режиме;

A_n – относительное время работы на n-ом режиме;

K_c – коэффициент технического состояния дизелей, принимаемый равным 1,2 для дизелей со сроком эксплуатации более 2-х лет и 1,0 – при сроке эксплуатации менее 2-х лет;

K_k – климатический коэффициент, равный:

1,2 – для районов, расположенных южнее 44° Северной широты,

1,0 – для районов $44...60^{\circ}$ Северной широты

0,8 – для районов, расположенных севернее 60° Северной широты

T – суммарное годовое время работы, с.

Удельный выброс q_{in} для тепловоза ТЭМ2 на различных режимах работы двигателя представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Удельный выброс q_{in} (г/с) маневрового тепловоза

Тип тепловоза	Загрязняющее вещество	Режим работы двигателя по мощности				
		Холостой ход	25%	50%	75%	Максимальная мощность
ТЭМ2	Окись углерода	0,05	0,53	0,62	2,15	4,22
	Окись азота	0,03	1,30	4,31	7,53	11,56
	Двуокись серы	0,05	0,38	0,63	0,59	0,52
	Сажа	0,001	0,03	0,08	0,09	0,11

Относительное время работы тепловоза A_n на различных режимах работы двигателя представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Относительное время работы A_n тепловоза (%)

Тип тепловоза	Режим работы двигателя по мощности				
	Холостой ход	25%	50%	75%	Максимальная мощность
ТЭМ2	45,6	39,8	12,9	1,2	0,5

Валовый выброс окиси углерода (CO):

$$M_{CO} = (0,05 \cdot 45,6 + 0,53 \cdot 39,8 + 0,62 \cdot 12,9 + 2,15 \cdot 1,2 + 4,22 \cdot 0,5) \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 1150 \text{ т/год.}$$

Валовый выброс окиси азота (NO):

$$M_{NO} = (0,03 \cdot 45,6 + 1,30 \cdot 39,8 + 4,31 \cdot 12,9 + 7,53 \cdot 1,2 + 11,56 \cdot 0,5) \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 3941 \text{ т/год}$$

Валовый выброс двуокиси серы (SO₂):

$$M_{SO_2} = (0,05 \cdot 45,6 + 0,38 \cdot 39,8 + 0,63 \cdot 12,9 + 0,59 \cdot 1,2 + 0,52 \cdot 0,5) \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 845,4 \text{ т/год}$$

Валовый выброс сажи (C):

$$M_C = (0,001 \cdot 45,6 + 0,03 \cdot 39,8 + 0,08 \cdot 12,9 + 0,09 \cdot 1,2 + 0,11 \cdot 0,5) \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 78 \text{ т/год}$$

Результаты расчетов валового выброса веществ в атмосферу сведены в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Валовый выброс веществ в атмосферу

Наименование вещества	Валовый выброс, т/год
Окись углерода CO	1150
Окись азота NO _x	3941
Двуокись серы SO ₂	845,4
Сажа С	78

Как видно из расчетов, количество загрязняющих выбросов по некоторым веществам представлено внушительной цифрой, экологической обстановке наносится немалый ущерб. Наибольший выброс приходится на окись азота NO_x, наименьший на сажу С. Рассмотрим, на каком режиме работы двигателя выброс окиси азота максимальный.

Валовый выброс окиси азота NO_x при работе двигателя на холостом ходу:

$$M_{NOx(x.x)} = 0,03 \cdot 45,6 \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 44 \text{ т/год}$$

Валовый выброс окиси азота NO_x при работе двигателя на 25% мощности:

$$M_{NOx(25\%)} = 1,30 \cdot 39,8 \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 1648 \text{ т/год}$$

Валовый выброс окиси азота NO_x при работе двигателя на 50% мощности:

$$M_{NOx(50\%)} = 4,31 \cdot 12,9 \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 1771 \text{ т/год}$$

Валовый выброс окиси азота NO_x при работе двигателя на 75% мощности:

$$M_{NOx(75\%)} = 7,53 \cdot 1,2 \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 288 \text{ т/год}$$

Валовый выброс окиси азота NO_x при работе двигателя на максимальной мощности:

$$M_{NOx(max)} = 11,56 \cdot 0,5 \cdot 256 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 184 \text{ т/год}$$

Валовый выброс окиси азота NO_x на различных режимах работы двигателя тепловоза ТЭМ2 представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Валовый выброс окиси азота на разных режимах работы двигателя

Загрязняющее вещество	Валовый выброс, т/год				
	Холостой ход	25%	50%	75%	Максимальная мощность
Окись азота NO _x	44	1648	1771	288	184

Путем расчетов выявлено, что минимальный выброс окиси азота происходит при работе двигателя тепловоза на холостом ходу, а максимальный – при работе двигателя, работающего в половину максимальной мощности.

Согласно постановления Правительства РФ от 13.09.2016 №913 (ред. От 29.06.2018) "О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах", в 2018 установлены следующие нормы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу:

- Углерода оксид CO – 1,6 руб. за 1 тонну в год;
- Серы диоксид SO₂ – 45,4 руб. за 1 тонну в год;
- Азота диоксид NO₂ – 138,8 руб. за 1 тонну в год;
- Сажа С – 36,6 руб. за 1 тонну в год [13].

Расчет платы за загрязнение окружающей среды выбросами железнодорожного подвижного состава проводится по следующей формуле:

$$P_B = I \cdot K_B \cdot \sum(N_{Vi} \cdot M_i), \quad (4.2)$$

где, I – инфляционный индекс, равный 2,67 [12];

K_B – территориальный коэффициент, равный 2,0 [12];

N_{Vi} – норматив платы за выброс тонны i -загрязнителя, руб/т.

Выплата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу тепловозом ТЭМ2, составит:

$$\begin{aligned} P_B &= 2,67 \cdot 2,0 \cdot (1,6 \cdot 1150 + 45,4 \cdot 845,4 + 138,8 \cdot 3941 + 36,6 \cdot 78) = \\ &= 5,34 \times 590086,76 = 3151063,3 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Таким образом, плата в год за выбросы загрязняющих веществ только одним маневровым локомотивом представляет значительную сумму. Поэтому, кроме нанесения вреда окружающей среде, на железнодорожный транспорт ложится немалая экономическая нагрузка.

Как видно из расчетов, количество загрязняющих выбросов по некоторым веществам представлено внушительной цифрой, экологической обстановке наносится немалый ущерб.

Система МАЛС, предлагаемая к внедрению на маневровые локомотивы, не оказывает непосредственного влияния на работу двигателя тепловоза, то есть количество выбросов в атмосферу

загрязняющих веществ останется неизменным. Соответственно, внедряемая система не нанесет дополнительного вреда экологической обстановке. Более того, она ее косвенно защищает, ведь система МАЛС предотвращает проезды светофоров с запрещающим показанием, в результате которого может случиться, к примеру, боковое столкновение поездов с развалом груза. А учитывая тот факт, что железнодорожный транспорт перевозит самые разные грузы, в том числе и опасные, последствия могут быть даже катастрофическими.

5 Расчет затрат на внедрение системы МАЛС на станции

Владельцы инфраструктур, перевозчики, грузоотправители (отправители) и другие участники перевозочного процесса в пределах установленной законодательством Российской Федерации о железнодорожном транспорте компетенции обеспечивают:

- Безопасные для жизни и здоровья пассажиров условия проезда;
- Безопасность перевозок грузов, багажа и грузобагажа;
- Безопасность движения и эксплуатации железнодорожного транспорта;
- Экологическую безопасность (федеральный закон от 10.01.2003 №17-ФЗ в ред. от 03.08.2018 «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» ст.20 п.2) [14].

В соответствии с вышеуказанным федеральным законом, локомотивы, эксплуатируемые на сети дорог ОАО «РЖД», комплектуются системами безопасности для технического обеспечения безопасности движения. Так как маневровая автоматическая локомотивная сигнализация является прибором безопасности, то модернизация локомотивов в части установки бортовой аппаратуры системы МАЛС не только обеспечит выполнение требований действующего российского законодательства в сфере железнодорожного транспорта, но и повысит уровень безопасности движения, что положительно скажется на имидже компании.

Внедрение указанной системы безопасности также благоприятно скажется на экономической составляющей вопроса.

5.1 Расчет капитальных затрат

К капитальным вложениям относятся единовременные затраты на создание основных фондов для улучшения условий и охраны труда, состав которых соответствует основным направлениям проводимых или планируемых мероприятий, а также на совершенствование техники и технологии в целях улучшения условий труда и обеспечения травмобезопасности и безаварийности производства.

При расчете капитальных вложений рассчитывается смета затрат на приобретение, транспортировку и монтаж оборудования, а также строительные работы и затраты на приобретение или аренду производственных площадей:

$$K = C_{об} + T_p + Z_{смп} + C_{пл}, \quad (5.1)$$

где, K – единовременные капитальные затраты, р.;

$C_{об}$ – стоимость оборудования;

T_p – транспортные расходы;

$Z_{смп}$ – затраты на строительном монтажные работы;

$C_{пл}$ – аренда (стоимость) производственной площади.

Транспортные расходы $T_p=0$, так как оборудование будет привезено компанией, осуществляющей монтаж. Аренда производственной площади не осуществлялась.

Стоимость оборудования и затраты на строительномонтажные работы по внедрению системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации на станции приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Стоимость оборудования и затраты на монтажные работы из расчета на 1 подвижную единицу

№ п/п	Наименование оборудования	Марка оборудования	Кол-во, шт.	Цена за ед. руб.	Общая сумма, руб.
1	Датчик импульсов	КУНИ.426449.001	2	8426	16852
2	Датчик импульсов	КУНИ.426449.004	2	8426	16852
3	Блок переключателей		1	12054	12054
4	Блок управления (клавиатура)		1	5753	5753
5	Блок индикации (монитор)		1	6854	6854
6	Блок контроллера		1	26742	26742
7	Приемопередатчик	DL-3412	1	5523	5523
8	Штыревая антенна	QW-70UM	1	3514	3514
Станционное оборудование МАЛС					
9	Формирователь станционный	СФ-МАЛС 36852-00-00	1	352450	352450
10	Оборудование сервисное станционных устройств	СОМАЛС 36856-00-00	1	32054	32054
11	Устройство контроля информации ЭЦ для электромеханика СЦБ	36854-00-00	1	60523	60523
12	Монтажные работы	-	-	-	75000
					614171

$$K = 539171 + 0 + 75000 + 0 = 614171 \text{ р.}$$

5.2 Расчет эксплуатационных расходов

К эксплуатационным расходам относятся текущие затраты на содержание и обслуживание основного технологического оборудования, вызванные его совершенствованием в целях улучшения условий труда и предотвращение травматизма, а также затраты на проведение мероприятий по охране труда за счет цеховых и общезаводских расходов.

Годовые эксплуатационные расходы на содержание системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации определяются по формуле:

$$\mathcal{E}_и = \mathcal{E}_о + \mathcal{E}_а + \mathcal{E}_э, \quad (5.2)$$

где, $\mathcal{E}_а$ – годовые амортизационные отчисления, руб./год, $\mathcal{E}_а=0$;

$\mathcal{E}_о$ – годовые затраты на обслуживание системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации, руб./год;

$\mathcal{E}_о=0$, т.к. обслуживание системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации осуществляется компанией, осуществляющей монтаж;

$\mathcal{E}_э$ – стоимость израсходованной электроэнергии за год, руб./год.

Токопотребление данных электроприборов составит приблизительно 22 кВт/ч. Данные приборы будут работать круглосуточно без перерыва каждый день. Стоимость 1 кВт/ч – 4,75 руб.

Потребление электроэнергии всеми приборами составит:

$$\mathcal{E}_э = 22 \cdot 4,75 \cdot 365 \cdot 24 = 915420 \text{ руб./год}$$

Годовые эксплуатационные расходы на содержание системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации составят:

$$\mathcal{E}_и = 0 + 0 + 915420 = 915420 \text{ руб.}$$

Общая сумма текущих издержек за год определяется по экономическим элементам затрат:

$$И_{\text{тек}} = \mathcal{Z} + \mathcal{M} + \mathcal{T}, \quad (5.3)$$

где, \mathcal{Z} – основная зарплата;

\mathcal{M} – затраты на материалы;

\mathcal{T} – затраты на топливо;

По результатам проведенного анализа предприятий, занимающихся осуществлением технического обслуживания системы МАЛС, выявлены следующие значения:

– основная заработная плата специалиста предприятия, осуществляющего ТО системы МАЛС составляет 340000 руб/год;

– затраты на программное обеспечение составляют 15000 рублей;

– затраты на топливо составляют 54000 рублей, так как автомобиль проезжает в среднем за год 8000 км, при стоимости бензина (АИ-95) 45 рублей за литр и расхода автомобиля 12 литров бензина на 100 км:

$$\mathcal{T} = 12 \cdot 45 \cdot 100 = 54000 \text{ рублей};$$

Итого, общая сумма текущих расходов предприятия, осуществляющего ТО системы МАЛС, составляет:

$$I_{\text{тек.}} = 340000 + 15000 + 54000 = 409000 \text{ рублей.}$$

Расчет экономической эффективности производится по формуле:

$$П = К \cdot E_n + C, \quad (5.4)$$

где, $П$ – приведенные затраты, руб.;

$К$ – капитальные затраты на внедрение системы МАЛС, руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных затрат, $E_n=0,11$ [15];

C – эксплуатационные расходы, руб./год, которые вычисляются по формуле:

$$C = C_{\text{ам}} + C_{\text{тр}}, \quad (5.5)$$

где, $C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, руб.;

$C_{\text{тр}}$ – затраты на текущий ремонт, руб.;

$$C_{\text{ам}} = \frac{K \cdot N_{\text{ам}}}{100} = \frac{614171 \cdot 4}{100} = 24567 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{тр}} = \frac{K \cdot N_{\text{тр}}}{100} = \frac{614171 \cdot 1,2}{100} = 7371 \text{ руб.}$$

где, $N_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений на реновацию и капитальный ремонт, $N_{\text{ам}}=4\%/год$ [15];

$N_{\text{тр}}$ – норма амортизационных отчислений на текущий ремонт, $N_{\text{тр}}=1,2\%/год$ [15];

$$C = 24567 + 7371 = 31938 \text{ руб.}$$

$$П = K \cdot E_n + C = 614171 \cdot 0,11 + 31938 = 99497 \text{ руб.}$$

При отсутствии системы МАЛС на станции повышается угроза проезда светофора с запрещающим показанием, в результате которого могут наступить последствия, грозящие экономическими потерями предприятия. Пример ситуации: в результате проезда светофора с запрещающим показанием происходит взрез стрелочного перевода с повреждением его элементов и элементов конструкции железнодорожного пути, боковое столкновение с повреждением железнодорожного подвижного состава и развалом груза. Помимо затрат на восстановление железнодорожного пути, замену стрелочного перевода, ремонт подвижного состава, последуют дополнительные экономические потери, связанные с нарушением графика движения поездов из-за невозможности осуществления приема поездов и выполнения маневровой работы по причине закрытия поврежденного участка для проведения восстановительных работ.

Согласно справке, потери компании ОАО «РЖД» за 24 ч. работы составят 1200000 руб.

Обоснование экономической эффективности представлено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Сравнение экономической эффективности инженерно-технических решений.

	Эксплуатационные расходы, С, руб./год	Капитальные затраты, К, руб.	Приведенные затраты, П, руб.
Система МАЛС	31 938	614 171	99 497
Экономические потери ОАО «РЖД» согласно альтернативного варианта	1 200 000		

Вывод: После проведения расчетов становится очевидным, что внедрение системы МАЛС на станции не только повышает безопасность движения поездов, но и позволяет существенно сократить финансовые издержки предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был проведен анализ состояния безопасности движения, определены и описаны причины нарушений безопасности движения, рассмотрены существующие системы безопасности и предложено инженерно-техническое решение проблемы обеспечения безопасности перевозочного процесса.

Человеческий фактор – главная причина нарушений безопасности движения. Именно поэтому на железнодорожном транспорте техническим средствам безопасности отведена главенствующая роль в части обеспечения безопасности движения.

На сегодняшний день на сети дорог ОАО «РЖД» система маневровой автоматической локомотивной сигнализации функционирует на станциях Солнечная, Автово, Орехово-Зуево, Сочи, Адлер, Имеретинский Курорт, Челябинск-Главный, Бекасово-Сортировочное, Лужская (сортировочная система, парк Северный, Нефтяной, Южный). С ее внедрением количество случаев нарушений безопасности движения свелось к минимуму.

Предложенная к внедрению система МАЛС – это совершенно новый уровень обеспечения безопасности движения и прекрасная перспектива на будущее, постепенное внедрение которой на сети дорог будет только повышать уровень безопасности движения и создавать безопасные условия труда.

На основании выполненного расчета экологического и экономического ущерба предложенная система позволит снизить затраты на минимизацию человеческого фактора и обеспечить повышение безопасности проведения маневровых работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бервинов В.И., Доронин Е.Ю. Локомотивные устройства безопасности: Б48 Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 156с.
2. Корпоративная энциклопедия ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] URL: www.scbist.com (дата обращения 20 марта 2019г.)
3. Студенческая библиотека онлайн [Электронный ресурс] URL: www.studbooks.net (дата обращения)
4. Малыгин Е.А. Технические средства и технологии безопасности транспортного процесса: курс лекций: в 2 ч.: Ч.1 – 2-е изд. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012. – 309 с.
5. Распоряжение ОАО «РЖД» №2167/р от 24.10.2017 Инструкция по эксплуатации локомотивных устройств безопасности №Л230
6. Блок КОН. Руководство по эксплуатации. НКРМ.468242.003 РЭ. Инструкции «РЖД» [Электронный ресурс] URL: www.instructionsrzd.ucoz.ru (дата обращения)
7. Тепловозы и подвижной состав [Электронный ресурс] URL: www.dieselloc.ru (дата обращения)
8. Безопасный локомотивный объединенный комплекс БЛОК. Руководство по эксплуатации 36905-000-00 РЭ [Электронный ресурс] URL: www.zinref.ru (дата обращения)

9. Первый железнодорожный российский форум. Аппаратура локомотивная системы автоматического управления торможением поездов САУТ-ЦМ/485. Руководство по эксплуатации 97Ц.06.00.00-01 РЭ Альбом 1 [Электронный ресурс] URL: www.1жд.рф (дата обращения)

10. Бесплатная интернет-библиотека. Руководство по эксплуатации ТСКБМ. НКРМ.424313.003 РЭ Книга 1 [Электронный ресурс] URL: www.lib.knigi-x.ru (дата обращения)

11. Информационный портал [Электронный ресурс] URL: www.mals.su

12. Крупенио Н.Н. Расчет выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников железнодорожного транспорта и платы за эти выбросы. Методические указания. – М.: МИИТ, 2006. – 19 с.

13. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 №913 (ред. От 29.06.2018) "О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах" [Электронный ресурс] URL: www.consultant.ru (дата обращения)

14. Федеральный закон от 10.01.2003 №17-ФЗ в ред. от 03.08.2018 «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» [Электронный ресурс] URL: www.consultant.ru (дата обращения 20 июня 2019г)

15. Касымова Ю.Н., Рачек С.В., Селина О.В. Определение социальной и экономической эффективности мероприятий по охране труда на железнодорожном транспорте. Методические рекомендации к выполнению экономической части выпускных квалификационных работ для студентов направления подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность».

16. СТО УрГУПС 2.3.5-2016 (расшифровка)