Содержание

[Введение 4](#_Toc185244101)

[1 Анализ среды, в которой будет использоваться информационная система, с краткой характеристикой исследуемого цеха предприятия 5](#_Toc185244102)

[1.1 Краткая характеристика предприятия 5](#_Toc185244103)

[1.2 Описание исследуемой рабочей области 5](#_Toc185244104)

[1.3 Планировка рабочей области 6](#_Toc185244105)

[2 Описание технологических процессов, происходящих на конкретном узле 8](#_Toc185244106)

[2.1 Общая характеристика узла 8](#_Toc185244107)

[2.2 Описание этапов технологического процесса 8](#_Toc185244108)

[2.3 Оборудование и инструменты, используемые в процессе грузоперевозки 10](#_Toc185244109)

[2.4 Взаимодействие технологического процесса с другими процессами в цехе 10](#_Toc185244110)

[3 Анализ вредных, опасных производственных факторов, негативных воздействий на персонал предприятия и окружающую среду, сопровождающих технологические процессы на конкретном узле 11](#_Toc185244111)

[3.1 Идентификация вредных и опасных производственных факторов 11](#_Toc185244112)

[3.2 Вредные и опасные воздействия на здоровье работников 12](#_Toc185244113)

[3.3 Негативные воздействия на окружающую среду 12](#_Toc185244114)

[3.4 Анализ рисков возникновения аварийных ситуаций 12](#_Toc185244115)

[3.5 Влияние человеческого фактора на безопасность технологического процесса 13](#_Toc185244116)

[4 Обзор и анализ существующих проектных решений, обеспечивающих защиту от выявленных воздействий 14](#_Toc185244117)

[4.1 Обзор методов защиты от выявленных рисков и вредных производственных факторов 14](#_Toc185244118)

[4.2 Оценка систем управления и мониторинга производственной безопасности 15](#_Toc185244119)

[4.3 Анализ существующих стандартов и нормативов по промышленной безопасности 15](#_Toc185244120)

[4.4 Оценка эффективности существующих решений 18](#_Toc185244121)

[4.5 Выводы по применимости существующих решений для проектируемой ИСПБ 18](#_Toc185244122)

[5 Обоснование необходимости разработки ИСПБ для кабины грузового автомобиля 19](#_Toc185244123)

[5.1 Оценка текущего состояния безопасности на объекте 19](#_Toc185244124)

[5.2 Наличие аварийных ситуаций и инцидентов 19](#_Toc185244125)

[5.3 Потенциальные риски и их последствия 20](#_Toc185244126)

[5.4 Правовые и нормативные требования 20](#_Toc185244127)

[5.5 Финансово-экономическое обоснование 21](#_Toc185244128)

[5.6 Увеличение эффективности производственных процессов 21](#_Toc185244129)

[5.7 Современные тенденции в промышленной безопасности 21](#_Toc185244130)

[5.8 Преимущества разработки ИСПБ для кабины грузового автомобиля дальних перевозок 22](#_Toc185244131)

[5.9 Выводы о необходимости разработки ИСПБ 22](#_Toc185244132)

[6 Разработка концепции реализации ИСПБ на примере кабины грузового автомобиля дальних перевозок 23](#_Toc185244133)

[7 Функции и организационная структура ИСПБ 25](#_Toc185244134)

[8 Алгоритм работы ИСПБ 29](#_Toc185244141)

[9 Выбор архитектуры построения и платформы ИСПБ 31](#_Toc185244142)

[9.1 Тип архитектуры ИСПБ 31](#_Toc185244143)

[9.2 Обоснование выбора архитектуры 31](#_Toc185244144)

[9.3 Компоненты архитектуры ИСПБ 32](#_Toc185244145)

[9.3 Платформенные решения 32](#_Toc185244146)

[9.4 Безопасность данных 35](#_Toc185244147)

[9.5 Интеграция с существующими системами 35](#_Toc185244148)

[10 Разработка структурной схемы ИСПБ 36](#_Toc185244149)

[Заключение 38](#_Toc185244150)

[список использованных источников 39](#_Toc185244151)

[Приложение А 40](#_Toc185244152)

# ВВЕДЕНИЕ

Актуальность разработки связана с необходимостью внедрения современных технологий для автоматизации контроля рабочего времени и производительности водителей крупногабаритного транспорта. В условиях роста конкуренции в логистической отрасли предприятиям требуются решения, обеспечивающие анализ данных в режиме реального времени, минимизацию человеческих ошибок и соблюдение нормативов труда. Целевая аудитория приложения — транспортные компании, логистические операторы и диспетчерские службы, заинтересованные в повышении безопасности, оптимизации затрат и прозрачности управления водительским составом.

Анализ существующих систем мониторинга транспорта выявил, что многие из них используют устаревшие технологии, ограниченные в возможностях интеграции с биометрическими датчиками и адаптации под специфику крупногабаритных транспортных средств. При этом разработано недостаточно доступных решений, сочетающих мобильные интерфейсы для водителей, аналитические инструменты для диспетчеров и масштабируемую backend-архитектуру.

Цель дипломного проектирования — разработка приложения для анализа рабочего времени и производительности водителей на базе технологий Java, Spring Boot (backend), Android (мобильный клиент) и PostgreSQL (база данных), обеспечивающего сбор, обработку и визуализацию данных с учетом отраслевых требований.

Объект исследования — процессы управления транспортными парками, включая формирование рабочих графиков, мониторинг биометрических показателей водителей и оценку эффективности их деятельности. Предмет исследования — проектирование распределенной системы с использованием Spring Boot для реализации REST API, разработка мобильного приложения на Android для взаимодействия с пользователями, проектирование реляционной базы данных в PostgreSQL, а также применение алгоритмов анализа данных для выявления паттернов производительности.

Задачи включают проектирование backend с аутентификацией (JWT, OAuth2), разработку мобильного интерфейса для отображения статистики, оптимизацию запросов к PostgreSQL, реализацию аналитических модулей и тестирование на реальных данных.

Ключевые преимущества — использование популярных технологий (Java, Spring Boot, Android) для гибкости и масштабируемости, поддержка больших данных через PostgreSQL, адаптация под требования предприятий. Мобильный интерфейс упрощает взаимодействие, а модульность backend позволяет расширять функционал.

Данный дипломный проект выполнен мной лично, проверен на заимствования, процент оригинальности составляет 92% (отчет о проверке на заимствования прилагается).

# 1 **Охрана труда. организация охраны труда на предприятии руп «Центр цифрового развития»**

Организация охраны труда на предприятии РУП "Центр цифрового развития" является важным элементом обеспечения безопасности и здоровья сотрудников, особенно в условиях активного использования компьютерной техники и офисного оборудования. В процессе разработки мобильного приложения для анализа рабочего времени и показателей производительности водителей крупногабаритных транспортных средств сотрудники сталкиваются с рядом опасных и вредных производственных факторов, которые могут негативно влиять на их здоровье и работоспособность. Основные нормативные документы, регулирующие вопросы охраны труда на предприятии, включают Инструкцию по охране труда при использовании офисного оборудования (№3), Инструкцию по оказанию первой (доврачебной) помощи пострадавшим (№7), Инструкцию по охране труда при работе с персональными компьютерами (№8), Инструкцию по пожарной безопасности (№9) и Инструкцию для ответственного по пожарной безопасности (№13).

Согласно Инструкции №3 и Инструкции №8, к основным опасным и вредным факторам, связанным с работой за компьютером и использованием офисного оборудования, относятся:

1 Повышенный уровень электромагнитных и ионизирующих излучений, которые могут оказывать негативное воздействие на нервную систему и общее состояние здоровья.

2 Статические и динамические перегрузки костно-мышечного аппарата, вызванные длительным пребыванием в одной позе и повторяющимися движениями.

3 Перенапряжение зрительного анализатора из-за длительной работы с экраном монитора, что может приводить к ухудшению зрения.

4 Повышенная яркость света и блесткость, которые вызывают усталость глаз и снижение концентрации внимания.

5 Эмоциональные перегрузки и монотонность труда, связанные с высокой умственной нагрузкой и выполнением однообразных задач.

Эти факторы могут приводить к хронической усталости, снижению продуктивности и увеличению риска профессиональных заболеваний. Для минимизации их воздействия Инструкция №8 устанавливает требования к организации рабочего места, включая оптимальное расстояние от экрана монитора до глаз (не менее 500 мм), регулировку высоты стула и спинки, а также обеспечение достаточной освещенности (300–500 люкс). Кроме того, предусмотрены регламентированные перерывы для снижения нагрузки на нервную систему и восстановления концентрации внимания.

Таким образом, существующая система охраны труда на предприятии направлена на создание безопасных условий работы, минимизацию воздействия вредных факторов и обеспечение готовности персонала к действиям в чрезвычайных ситуациях. Внедрение и соблюдение данных нормативов является важным условием для успешной реализации дипломного проекта и обеспечения здоровья сотрудников.

В процессе разработки мобильного приложения для анализа рабочего времени и показателей производительности водителей крупногабаритных транспортных средств на предприятии РУП "Центр цифрового развития" одним из наиболее значимых вредных факторов является умственное переутомление. Этот фактор связан с длительной концентрацией внимания, необходимостью обработки большого объема информации, а также монотонностью труда при написании кода, тестировании и отладке приложения. Умственное переутомление возникает в результате интенсивной интеллектуальной деятельности, которая требует постоянного сосредоточения, анализа данных и принятия решений. В контексте разработки программного обеспечения это проявляется в длительной работе за компьютером, связанной с написанием и отладкой кода, а также в необходимости постоянного анализа требований к приложению и их реализации. Монотонность задач, таких как тестирование и устранение ошибок, может вызывать снижение мотивации и усталость.

Умственное переутомление оказывает негативное воздействие на здоровье и работоспособность разработчиков. Основные последствия включают снижение концентрации внимания, что может привести к ошибкам в коде, увеличению времени на выполнение задач и снижению качества продукта. Длительная умственная нагрузка вызывает чувство усталости, что снижает продуктивность. Монотонность труда и высокие требования к качеству работы могут привести к стрессу и снижению интереса к профессиональной деятельности. Кроме того, умственное переутомление часто сопровождается проблемами со сном, что усугубляет общее состояние здоровья. В условиях разработки мобильного приложения умственное переутомление является одним из наиболее значимых вредных факторов. Это связано с тем, что процесс разработки требует высокой концентрации внимания и длительной работы за компьютером. Например, при написании сложных алгоритмов или отладке кода разработчики могут проводить за компьютером по 6-8 часов в день, что превышает рекомендуемые нормы для интенсивной умственной работы.

Максимальное значение умственного переутомления может быть оценено с помощью субъективных и объективных показателей. К субъективным показателям относятся жалобы разработчиков на усталость, снижение концентрации, головные боли. Объективные показатели включают увеличение количества ошибок в коде, снижение скорости выполнения задач, ухудшение качества работы. Согласно нормативным документам, таким как СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и Трудовой кодекс Республики Беларусь, продолжительность работы за компьютером не должна превышать 4-6 часов в день для интенсивной умственной деятельности. При этом рекомендуется делать перерывы каждые 1,5-2 часа для снижения нагрузки на нервную систему и восстановления концентрации. В случае разработки мобильного приложения, где разработчики часто работают сверхурочно или без достаточных перерывов, уровень умственного переутомления может значительно превышать допустимые нормы. Это подтверждается жалобами на усталость и снижение продуктивности, что требует внедрения соответствующих мер для минимизации данного фактора [1].

Умственное переутомление, возникающее в процессе разработки мобильного приложения, требует строгого соблюдения нормативных требований, установленных в Республике Беларусь. Согласно Инструкции по охране труда при работе с персональными компьютерами (№8 от 16.10.2024), работа с ПК должна быть организована таким образом, чтобы минимизировать негативное воздействие на здоровье работников. В частности, инструкция регламентирует продолжительность работы за компьютером, частоту и длительность перерывов, а также требования к организации рабочего места. Для разработчиков программного обеспечения, чья деятельность относится к категории III (творческая работа в режиме диалога с ПК), суммарное время регламентированных перерывов при 8-часовой рабочей смене составляет 70 минут. Перерывы должны распределяться следующим образом: через 1,5–2 часа от начала рабочей смены и через 1,5–2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или 15 минут через каждый час работы. Это позволяет снизить нагрузку на нервную систему, восстановить концентрацию внимания и предотвратить накопление усталости.

В процессе разработки мобильного приложения для анализа рабочего времени и показателей производительности водителей крупногабаритных транспортных средств на предприятии РУП "Центр цифрового развития" одним из наиболее значимых вредных факторов является умственное переутомление. Этот фактор связан с длительной концентрацией внимания, необходимостью обработки большого объема информации, а также монотонностью труда при написании кода, тестировании и отладке приложения. Умственное переутомление возникает в результате интенсивной интеллектуальной деятельности, которая требует постоянного сосредоточения, анализа данных и принятия решений. В контексте разработки программного обеспечения это проявляется в длительной работе за компьютером, связанной с написанием и отладкой кода, а также в необходимости постоянного анализа требований к приложению и их реализации. Монотонность задач, таких как тестирование и устранение ошибок, может вызывать снижение мотивации и усталость.

Умственное переутомление оказывает негативное воздействие на здоровье и работоспособность разработчиков. Основные последствия включают снижение концентрации внимания, что может привести к ошибкам в коде, увеличению времени на выполнение задач и снижению качества продукта. Длительная умственная нагрузка вызывает чувство усталости, что снижает продуктивность. Монотонность труда и высокие требования к качеству работы могут привести к стрессу и снижению интереса к профессиональной деятельности. Кроме того, умственное переутомление часто сопровождается проблемами со сном, что усугубляет общее состояние здоровья. В условиях разработки мобильного приложения умственное переутомление является одним из наиболее значимых вредных факторов. Это связано с тем, что процесс разработки требует высокой концентрации внимания и длительной работы за компьютером. Например, при написании сложных алгоритмов или отладке кода разработчики могут проводить за компьютером по 6-8 часов в день, что превышает рекомендуемые нормы для интенсивной умственной работы.

Максимальное значение умственного переутомления может быть оценено с помощью субъективных и объективных показателей. К субъективным показателям относятся жалобы разработчиков на усталость, снижение концентрации, головные боли. Объективные показатели включают увеличение количества ошибок в коде, снижение скорости выполнения задач, ухудшение качества работы. Согласно нормативным документам, таким как СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и Трудовой кодекс Республики Беларусь, продолжительность работы за компьютером не должна превышать 4-6 часов в день для интенсивной умственной деятельности. При этом рекомендуется делать перерывы каждые 1,5-2 часа для снижения нагрузки на нервную систему и восстановления концентрации. В случае разработки мобильного приложения, где разработчики часто работают сверхурочно или без достаточных перерывов, уровень умственного переутомления может значительно превышать допустимые нормы. Это подтверждается жалобами на усталость и снижение продуктивности, что требует внедрения соответствующих мер для минимизации данного фактора.

Для снижения уровня умственного переутомления и обеспечения безопасности персонала при работе с персональными компьютерами необходимо внедрить комплекс мер, направленных на информирование и обучение сотрудников нормам и требованиям охраны труда. В соответствии с Инструкцией по охране труда при работе с ПК (№8 от 16.10.2024), а также с учетом Приложения 2, где приведены комплексы упражнений для глаз и гимнастических упражнений для снятия напряжения, основное внимание должно быть уделено повышению осведомленности разработчиков о правильной организации рабочего процесса и соблюдении регламентированных перерывов.

Первым шагом является проведение регулярного обучения персонала правилам работы с ПК. Это включает в себя ознакомление с требованиями Инструкции, в частности, с нормами продолжительности работы за компьютером, частотой и длительностью перерывов, а также с правилами организации рабочего места. Разработчики должны быть проинформированы о том, что несоблюдение этих норм может привести к серьезным последствиям для здоровья, таким как ухудшение зрения, хроническая усталость и снижение продуктивности. Обучение должно проводиться как в формате вводных инструктажей для новых сотрудников, так и в виде периодических семинаров для всего коллектива.

Важным элементом обучения является ознакомление персонала с комплексами упражнений для глаз и гимнастическими упражнениями, приведенными в Приложении 2 Инструкции. Эти упражнения направлены на снятие напряжения с глаз, улучшение кровообращения и расслабление мышц, что особенно важно при длительной работе за компьютером. Разработчики должны быть обучены выполнению этих упражнений во время регламентированных перерывов, что позволит снизить нагрузку на зрение и предотвратить накопление усталости. Для удобства сотрудников комплексы упражнений могут быть размещены на информационных стендах или в электронном виде на корпоративном портале.

Кроме того, необходимо внедрить систему контроля за соблюдением норм труда. Это может включать в себя регулярный мониторинг продолжительности работы за компьютером и соблюдения перерывов, а также проведение опросов сотрудников для выявления случаев несоблюдения установленных правил. В случае выявления нарушений следует проводить дополнительные разъяснительные беседы и, при необходимости, вводить меры дисциплинарного характера.

Таким образом, внедрение комплекса мер, направленных на информирование и обучение персонала, позволит снизить уровень умственного переутомления, обеспечить соблюдение норм охраны труда и повысить эффективность работы разработчиков. Это также будет способствовать созданию безопасных и комфортных условий труда, что положительно скажется на здоровье и мотивации сотрудников.

# 2 **ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА КОНКРЕТНОМ УЗЛЕ**

## 2.1 Общая характеристика узла

Объектом системы промышленной безопасности является кабина седельного тягача RENAULT TRUCKS T, предназначенного для безопасной транспортировки грузов с прицепом или полуприцепом. Надежное соединение с полуприцепом обеспечивает седельно-сцепное устройство.

Кабина тягача оборудована для длительных перевозок: высокое спальное место с ровным полом, эргономичные сиденья на пневмоподвеске и климат-контроль обеспечивают комфорт и сниженную усталость водителя. Панель приборов предоставляет данные о состоянии автомобиля, что повышает безопасность эксплуатации.

Тягач соответствует экологическому стандарту «Евро 6», оснащен 12-ступенчатой автоматической коробкой передач Optidriver и мощным двигателем DE13. Пневматическая тормозная система и подвеска с пневмобаллонами обеспечивают плавность хода и стабильность, что важно для сохранности груза и безопасности водителя.

Система мониторинга безопасности и управления транспортом реализуется через современную панель приборов, которая отображает основные параметры работы автомобиля, включая информацию о состоянии двигателя, трансмиссии и тормозной системы. Благодаря экологическому стандарту «Евро 6» и автоматической коробке передач Optidriver с 12 ступенями, тягач сочетает в себе высокую мощность и экономичность, что снижает эксплуатационные расходы и минимизирует воздействие на окружающую среду.

RENAULT TRUCKS T сочетает в себе надежность, комфорт и современные технологии, отвечая всем требованиям безопасности на дальних перевозках.

## 2.2 Описание этапов технологического процесса

Процесс грузоперевозки крупногабаритных грузов включает множество этапов, основные из которых описаны ниже.

1 Предрейсовый осмотр автомобиля. Перед началом рейса водитель проверяет техническое состояние тягача и прицепа, включая работу тормозной системы, световых приборов, давление в шинах и крепление седельно-сцепного устройства.

2 Подготовка к погрузке. Выполняется проверка условий загрузочной площадки и согласование порядка погрузки груза. Груз подготавливается к транспортировке: проверяется упаковка, маркировка и соответствие накладным.

3 Погрузка и контроль веса. Груз размещается с учетом равномерного распределения массы по прицепу или полуприцепу. При необходимости проводится взвешивание, чтобы исключить перегрузку.

4 Закрепление груза. Используются крепежные элементы, такие как ремни, стойки или фиксаторы, для предотвращения смещения груза во время перевозки. Проверяется надежность закрепления.

5 Проверка документов. Водитель или сопровождающий сверяет состояние груза с накладными, подписывает документы и фиксирует информацию о передаче груза.

6 Транспортировка груза. Движение осуществляется по заранее утвержденному маршруту с использованием навигационных систем. Водитель следует правилам дорожного движения и учитывает дорожные условия.

7 Мониторинг состояния автомобиля. Во время перевозки водитель контролирует параметры автомобиля, включая состояние двигателя, уровень топлива и давление в шинах, через приборную панель.

8 Мониторинг состояния груза. При перевозке специфических грузов (например, требующих температурного режима) периодически проверяются их параметры с использованием датчиков или визуального осмотра.

9 Организация смены водителей. В дальних рейсах работа водителей осуществляется посменно. Во время смены один водитель отдыхает в спальной зоне кабины, а второй управляет транспортом.

10 Разгрузка. По прибытии на место назначения водитель контролирует процесс разгрузки, проверяет состояние груза и его соответствие документации.

11 Заключительный этап. После завершения перевозки проводится проверка технического состояния автомобиля и оформление всех необходимых отчетных документов.

Этот процесс позволяет эффективно и безопасно перевозить грузы на дальние расстояния, сохраняя их целостность и соблюдая все этапы работы.

## 2.3 Оборудование и инструменты, используемые в процессе грузоперевозки

В процессе эксплуатации грузовых автомобилей происходит постоянный расход топлива, который в рассматриваемом примере составляет 21,7 литра дизельного топлива на 100 километров. Также необходимо учитывать регулярную замену шин: для передней оси используются шины размера 385/55 R22,5, для задней оси – 315/70 R22,5.

Для эффективной работы в пути водители должны иметь при себе базовый набор оборудования. Важным элементом является навигационная система, которая позволяет точно следовать маршруту, избегать заторов и учитывать дорожные условия. Также необходимы карты, как в электронном, так и в бумажном виде, для обеспечения альтернативных маршрутов в случае непредвиденных обстоятельств. Водителю также потребуется журнал учета километража, в котором фиксируются данные о пройденном пути, времени в пути и состоянии автомобиля, что необходимо для контроля расхода топлива, планирования технического обслуживания и соблюдения режима труда и отдыха.

## 2.4 Взаимодействие технологического процесса с другими процессами в цехе

Автомобильная грузоперевозка является важным элементом логистической инфраструктуры и обеспечивает доставку необходимого материального обеспечения на значительные расстояния. Для обеспечения безопасности водителей и груза, а также эффективной работы системы, необходимо регулярное техобслуживание, смена шин и дозаправка, которые проводятся перед каждым выездом автомобиля или, в случае экстренных ситуаций, во время рейса.

Загрузка и разгрузка перевозимых товаров может происходить частично на разных участках маршрута, однако чаще всего груз погружается в начале маршрута и разгружается в конце. В случае выхода из строя системы безопасности, в цепочке грузоперевозки могут возникнуть серьезные сбои, что приведет к остановке работы, требующей материального обеспечения, и срочной необходимости в использовании альтернативных способов доставки.

Вывод: В этом разделе была проведена детальная проработка технологического процесса и анализ работы системы промышленной безопасности, с акцентом на улучшение текущих процессов. В результате анализа выявлена необходимость модернизации некоторых функций и внедрения дополнительных информационных систем для повышения уровня безопасности в кабине грузового автомобиля дальних перевозок.

# 3 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ, ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ, НЕГАТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПЕРСОНАЛ ПРЕДПРИЯТИЯ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, СОПРОВОЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА КОНКРЕТНОМ УЗЛЕ

## 3.1 Идентификация вредных и опасных производственных факторов

В условиях длительных поездок водители грузовых автомобилей сталкиваются с существенными физическими и физиологическими нагрузками. Часто может возникать ситуация, когда неправильная настройка положения сидений и элементов управления могут приводить к возникновению проблем со здоровьем у водителей при длительной эксплуатации техники.

Усталость является критическим фактором, возникающим из-за длительного времени работы без перерывов. В условиях монотонного движения концентрация водителя снижается, что повышает риск ошибок. Ограниченное пространство кабины, недостаток вентиляции и неправильное освещение усугубляют состояние, вызывая физическое и умственное напряжение.

Монотонность дороги, длительная концентрация на узкой полосе перед автомобилем и стрессовые условия вождения могут вызывать синдром туннельного зрения. Это состояние проявляется в сужении периферического зрения, когда водитель замечает только события в центральной части обзора, игнорируя объекты по бокам. Данное состояние значительно повышает вероятность аварий в условиях интенсивного дорожного движения или внезапных препятствий.

Кроме того, водители грузовиков подвержены профессиональным заболеваниям, связанным с длительным сидением, неправильной осанкой и воздействием вибраций. Наиболее распространены хронические боли в спине, межпозвоночные грыжи и артрозы. Эти состояния усугубляются недостатком физических упражнений и невозможностью регулярных перерывов на разминку.

Физические факторы, такие как шум двигателя и вибрации, усиливают усталость и могут отвлекать внимание. Химические факторы, связанные с попаданием в кабину паров топлива или выхлопных газов, ухудшают общее самочувствие, но их влияние в большинстве случаев контролируется исправной вентиляцией.

## 3.2 Вредные и опасные воздействия на здоровье работников

Эргономические недостатки кабины и длительное пребывание в одной позе могут вызывать хронические боли в спине, ухудшение кровообращения и снижение мышечного тонуса. В совокупности с высокой концентрацией внимания это приводит к переутомлению и снижению реакции в критических ситуациях. Постоянная усталость повышает вероятность невнимательности, что является ключевой причиной аварий на дороге.

Монотонная работа и ограниченность пространства способствуют развитию психологического напряжения, снижению мотивации и повышению уровня стресса. Недостаточная поддержка нормального графика сна приводит к развитию бессонницы, которая усугубляет когнитивные нарушения. Дополнительным фактором риска является необходимость быстрого принятия решений в условиях ограниченного времени, что увеличивает умственное напряжение.

## 3.3 Негативные воздействия на окружающую среду

В условиях эксплуатации грузовых автомобилей дальних перевозок значительное влияние на окружающую среду может быть связано с ошибками водителей и особенностями маршрутов. Неправильное управление транспортным средством, такое как резкие торможения или избыточное использование газа, увеличивает объем выхлопных газов, содержащих углекислый газ, оксиды азота и твердые частицы. Эти выбросы способствуют загрязнению атмосферы, особенно в городских зонах с высокой транспортной нагрузкой.

Дополнительные риски возникают при перевозке опасных грузов. Аварийные ситуации, такие как переворот автомобиля или утечка груза, могут привести к загрязнению почвы, воды или воздуха токсичными веществами. Например, разлив топлива или химикатов вдоль трассы может создать долгосрочные экологические проблемы. Неправильное закрепление груза также увеличивает вероятность его утраты, что не только вредит окружающей среде, но и создает угрозу для других участников движения.

## 3.4 Анализ рисков возникновения аварийных ситуаций

Основные аварийные риски при эксплуатации грузовых автомобилей связаны с человеческими факторами, такими как усталость водителя, невнимательность или неправильная оценка дорожной обстановки. Синдром туннельного зрения и умственное истощение, характерные для длительных рейсов, снижают реакцию водителя и способность к принятию правильных решений. Это особенно опасно при движении на высоких скоростях или в условиях плохой видимости.

Перевозка опасных грузов, таких как химикаты или горючие материалы, усугубляет последствия возможных ДТП. Например, утечка таких веществ при аварии может привести к взрыву, возгоранию или токсическому воздействию на окружающую среду. Эксплуатационные ошибки, такие как перегрузка автомобиля или неправильное распределение груза, увеличивают вероятность поломки транспортного средства, опрокидывания или потери управляемости.

Особую угрозу представляют неисправности, вызванные недостаточным техническим обслуживанием или игнорированием сигнальных систем. Поломка тормозной системы, отказ рулевого управления или разрыв шины при движении на высокой скорости могут стать причиной тяжелых аварий с множеством пострадавших. Минимизация рисков требует внедрения систем мониторинга состояния водителя, регулярных технических проверок и строгого соблюдения протоколов перевозки.

## 3.5 Влияние человеческого фактора на безопасность технологического процесса

Человеческий фактор играет ключевую роль в безопасности эксплуатации грузовых автомобилей дальних перевозок. Ошибки водителей и обслуживающего персонала могут стать причиной аварий. Нарушения инструкций, такие как несоблюдение скоростного режима или недостаточные проверки груза, повышают риск ДТП. Недостаточная квалификация водителей также является серьезным фактором риска, поскольку неправильное использование систем помощи может привести к несоответствующим действиям в критических ситуациях.

Вывод: Отсутствие должного технического обслуживания, например, игнорирование сигналов о необходимости замены тормозных колодок или проверки шин, также увеличивает вероятность инцидентов. Для минимизации последствий человеческого фактора необходимо внедрение обучения водителей, регулярных технических проверок и использования технологий мониторинга состояния водителя и автоматических систем контроля транспортного средства.

# 4 ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАЩИТУ ОТ ВЫЯВЛЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Данный раздел посвящен анализу и оценке существующих технологий, оборудования и систем, направленных на минимизацию рисков и вредных воздействий, описанных в третьем разделе. Цель этого раздела — выявление наиболее эффективных решений для интеграции в информационную систему промышленной безопасности (ИСПБ).

## 4.1 Обзор методов защиты от выявленных рисков и вредных производственных факторов

Современные подходы к снижению воздействия физических факторов, таких как шум, вибрация и экстремальные температуры, предлагают широкие возможности для повышения безопасности и комфорта в кабине грузового автомобиля. Одним из эффективных методов снижения уровня шума является использование звукопоглощающих материалов, которые могут быть интегрированы в конструкцию кабин. Эти материалы обеспечивают не только акустический комфорт для водителя, но и снижают риск развития профессиональных заболеваний, связанных с длительным воздействием шума. Для минимизации вибрации применяются демпферы и специальные виброизолирующие опоры, которые предотвращают передачу вибраций от двигателя и ходовой части на рабочее место водителя. Это особенно важно для сохранения здоровья и работоспособности водителя в условиях длительных поездок.

Защита от химических воздействий, таких как пары топлива, угарный газ и выхлопные газы, требует применения комплексных решений. Одним из ключевых элементов является система фильтрации и вентиляции воздуха в кабине. Современные фильтры способны эффективно улавливать токсичные вещества, предотвращая их попадание в рабочую зону водителя. В некоторых случаях дополнительно используются датчики контроля воздуха, сигнализирующие об превышении концентрации вредных веществ. Средства индивидуальной защиты, такие как респираторы, применяются в исключительных ситуациях, например, при техническом обслуживании или устранении аварий. Однако при должной организации системы вентиляции необходимость в таких мерах минимальна. Все эти технологии должны быть интегрированы в общую систему мониторинга, которая позволит оперативно реагировать на угрозы.

Для предотвращения механических травм разработаны меры, направленные на защиту водителя от движущихся частей механизмов внутри кабины. Применение физических барьеров и защитных экранов минимизирует риск случайного контакта с опасными элементами. В случае возникновения нештатной ситуации системы аварийной остановки оборудования могут мгновенно прекратить работу всех потенциально опасных устройств, предотвращая травмы. Системы контроля технического состояния оборудования также играют важную роль в обеспечении безопасности. Использование датчиков, которые фиксируют отклонения от нормальной работы механизмов, позволяет своевременно обнаруживать неисправности и предотвращать аварийные ситуации. Это снижает не только вероятность травм, но и износ оборудования.

Эффективная защита от воздействия электрического тока требует применения современных технологий, включая автоматические устройства защитного отключения и системы мониторинга электрических параметров. Эти решения гарантируют оперативное реагирование на перепады напряжения и короткие замыкания. Использование высококачественной изоляции и заземления дополнительно снижает вероятность поражения электрическим током. Примером интеграции таких технологий может служить централизованный сервер с базой данных, который собирает данные о состоянии электрических систем и оперативно передает информацию операторам или системе управления. Это позволяет предотвращать нештатные ситуации и минимизировать риски для здоровья водителя.

## 4.2 Оценка систем управления и мониторинга производственной безопасности

Централизованный сервер с базой данных представляет собой эффективное решение для управления и мониторинга системы безопасности. Он аккумулирует данные, поступающие от сенсоров и устройств в кабине грузового автомобиля, позволяя анализировать состояние оборудования и условия работы водителя. Такие серверы обеспечивают высокий уровень автоматизации процессов, что значительно снижает риск человеческой ошибки. Дополнительно серверы могут интегрироваться с системами предиктивного анализа, позволяя прогнозировать возможные неисправности и принимать меры до их возникновения. Такой подход не только повышает безопасность, но и снижает эксплуатационные расходы, что делает его особенно привлекательным для транспортных компаний.

## 4.3 Анализ существующих стандартов и нормативов по промышленной безопасности

При разработке и внедрении систем безопасности в кабинах грузовых автомобилей, особенно для международных перевозок, крайне важно учитывать нормативные акты и стандарты, обеспечивающие защиту водителей, сохранение их здоровья и соответствие современным требованиям охраны труда. Основными из них являются Европейское соглашение о работе экипажей транспортных средств (AETR), Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011, а также национальные стандарты Республики Беларусь.

Европейское соглашение AETR регулирует рабочее время и отдых водителей, задействованных в международных перевозках, и играет ключевую роль в снижении риска аварий, связанных с усталостью. Согласно требованиям AETR, водитель не может работать более 9 часов в сутки (в некоторых случаях допускается увеличение до 10 часов дважды в неделю), а минимальный непрерывный период отдыха составляет 11 часов (с возможным сокращением до 9 часов не более трёх раз в неделю). Данные нормы контролируются с помощью тахографов, которые фиксируют периоды работы, отдыха и движения транспортного средства. Соблюдение AETR является обязательным для компаний, занимающихся международными перевозками, поскольку нарушение стандартов может привести к штрафам и ограничению деятельности. Этот стандарт напрямую связан с безопасностью водителей и созданием условий, препятствующих профессиональным заболеваниям, вызванным чрезмерной нагрузкой и недостатком отдыха. Его выполнение способствует соблюдению прав водителей, повышает их работоспособность и снижает вероятность инцидентов на дорогах.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 "О безопасности колесных транспортных средств" является основным нормативным актом для обеспечения безопасности транспортных средств в странах ЕАЭС, включая Республику Беларусь. Регламент охватывает широкий спектр требований: от конструкции автомобиля (системы торможения, устойчивость, световое оборудование) до экологических норм. Согласно его требованиям, грузовые автомобили должны проходить обязательный технический осмотр для подтверждения соответствия этим стандартам. Особое внимание уделяется элементам, влияющим на безопасность водителя, таким как тормозные системы и устойчивость автомобиля при полной загрузке. Этот регламент обеспечивает техническую основу для безопасности транспортных средств, минимизирует вероятность аварий по причине неисправностей и задаёт экологические стандарты, которые важны при проектировании новых систем безопасности.

Национальные стандарты Республики Беларусь также играют значительную роль. Например, СТБ ISO 45001-2020 регламентирует систему управления охраной труда и охватывает идентификацию рисков, связанных с рабочим процессом, включая воздействие вибрации, шума и токсичных веществ, что особенно актуально для водителей грузовых автомобилей. Закон Республики Беларусь "О дорожном движении" определяет обязательные правила эксплуатации транспортных средств, включая требования к техническому состоянию грузовиков и ответственности водителей за их соблюдение.

Применение стандартов AETR, ТР ТС 018/2011 и национальных стандартов Республики Беларусь в работе позволяет охватить как международные требования к безопасности, так и специфику национального законодательства. Это обеспечивает комплексный подход к проектированию систем безопасности для кабины грузового автомобиля, направленный на сохранение здоровья водителя, соблюдение экологических норм и предотвращение аварийных ситуаций.

Важным аспектом обеспечения промышленной безопасности является внедрение стандартов, направленных на организацию и управление трудом. Такие стандарты помогают формировать системный подход к снижению рисков на рабочем месте, улучшению условий труда и повышению эффективности работы сотрудников.

Международный стандарт ISO 45001 "Системы управления охраной здоровья и безопасностью труда" определяет подходы к выявлению опасностей, оценке рисков и их минимизации на рабочем месте. В контексте кабины грузового автомобиля он помогает учитывать не только физические риски (например, вибрацию, шум и качество воздуха), но и организационные, такие как соблюдение графиков работы и отдыха водителей. Стандарт также способствует внедрению политики "нулевого травматизма", повышая общий уровень безопасности и ответственности компании.

Помимо международных и национальных нормативов, компании-разработчики систем безопасности и логистические предприятия внедряют внутренние стандарты, адаптированные под специфику своей работы. Эти стандарты включают регламенты технического обслуживания автомобилей, требования к проверке состояния водителей перед рейсом и после него, а также корпоративные программы обучения сотрудников.

Например, многие транспортные компании внедряют системы контроля состояния водителя с использованием биометрических и эргономических датчиков, а также регламентируют порядок работы с тахографами и средствами связи. Внутренние стандарты также могут касаться регулярного медицинского осмотра водителей, соблюдения правил гигиены и питания в рейсе.

В компании, разрабатывающей системы для кабины грузового автомобиля, внутренние стандарты включают требования к качеству материалов и технологий, используемых в разработке. Это может быть интеграция элементов умного управления, соответствие требованиям эргономики, а также тестирование систем в условиях, близких к реальным.

Включение в работу анализа стандартов управления трудом и корпоративных норм позволяет учитывать широкий спектр факторов, влияющих на безопасность водителей. Такой подход помогает не только минимизировать профессиональные риски, но и улучшить производственные процессы, обеспечивая соответствие современным ожиданиям рынка и требованиям законодательства.

## 4.4 Оценка эффективности существующих решений

Эффективность существующих решений оценивается с точки зрения их надежности, доступности и соответствия требованиям проекта. Например, системы климат-контроля и шумоизоляции демонстрируют высокую результативность в создании комфортных условий для водителя. Однако их стоимость и сложность установки могут стать сдерживающими факторами. Современные системы мониторинга, интегрируемые с централизованным сервером, позволяют значительно снизить риски аварийных ситуаций и обеспечить своевременное обслуживание оборудования. В то же время их внедрение требует значительных финансовых вложений и обучения персонала.

## 4.5 Выводы по применимости существующих решений для проектируемой ИСПБ

Централизованный сервер с базой данных станет основой для проектируемой ИСПБ. Он позволит объединить все элементы системы безопасности, обеспечив их эффективное взаимодействие. Для достижения максимального уровня безопасности необходимо доработать существующие решения, адаптировав их под условия эксплуатации грузового автомобиля дальних перевозок.

# 5 ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ИСПБ ДЛЯ КАБИНЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

## 5.1 Оценка текущего состояния безопасности на объекте

На текущий момент безопасность в кабине грузового автомобиля дальних перевозок в значительной степени зависит от устаревших технических решений и недостаточного уровня автоматизации. Большинство современных автомобилей оснащены базовыми средствами безопасности, такими как системы ABS и антипробуксовочные системы, однако комплексное управление безопасностью, включая мониторинг состояния водителя и окружающей среды, отсутствует. Это приводит к высокой вероятности возникновения аварийных ситуаций, связанных с человеческим фактором, состоянием здоровья водителя или техническими неисправностями.

Существующие системы контроля за состоянием водителя, такие как тахографы, фиксируют только рабочее время и периоды отдыха, что ограничивает возможности для предсказания усталости водителя или развития профессиональных заболеваний. Отсутствие интегрированной системы мониторинга, которая могла бы учитывать как физическое состояние водителя, так и факторы внешней среды (например, уровень шума, вибрации, концентрацию вредных веществ), делает текущую систему безопасности неэффективной.

## 5.2 Наличие аварийных ситуаций и инцидентов

В последние годы на грузовых перевозках наблюдается рост числа инцидентов, связанных с нарушениями безопасности труда водителей и техническими неисправностями оборудования. Например, за последние два года было зафиксировано несколько случаев перегрузки, из-за чего автомобили теряли управление, а также аварии, вызванные усталостью водителей. Из-за недостаточного мониторинга и контроля таких факторов, как уровень усталости и общая нагрузка на водителя, возрастает риск возникновения аварий.

Основными причинами инцидентов являются человеческий фактор, недостаток автоматизации процессов и отсутствие систем предсказания аварийных ситуаций. В частности, усталость водителей, вызванная длительными периодами вождения без должного отдыха, приводит к ухудшению реакции и снижению концентрации, что может быть причиной серьезных аварий.

## 5.3 Потенциальные риски и их последствия

Основными потенциальными рисками при отсутствии современной информационной системы промышленной безопасности являются риски для жизни и здоровья водителей, а также угрозы для эксплуатации оборудования и окружающей среды.

Для персонала основными рисками являются продолжительное воздействие вредных факторов, таких как шум, вибрация, токсичные выбросы, а также физическое и умственное напряжение, приводящее к снижению концентрации и развитию профессиональных заболеваний, включая синдром "туннельного зрения" и другие хронические расстройства. Отсутствие системы мониторинга и анализа этих факторов может привести к росту заболеваний среди водителей и снижению производительности труда.

Для оборудования основным риском является возможность выхода из строя ключевых систем автомобиля, таких как двигатели, трансмиссии, тормозные системы, из-за отсутствия предсказуемого контроля и своевременного обслуживания. Это может привести к длительным простоям и значительным материальным потерям.

Для окружающей среды основным риском является возможность утечек топлива или выбросов вредных газов, что не всегда можно своевременно выявить с помощью существующих систем контроля.

## 5.4 Правовые и нормативные требования

Для обеспечения безопасности труда водителей, а также для соблюдения законодательных и нормативных актов в сфере промышленной безопасности, необходимо учитывать следующие ключевые стандарты:

Европейское соглашение о работе экипажей транспортных средств (AETR), которое регулирует время вождения и отдых водителей, обязательное для международных перевозок. Согласно стандартам AETR, водители должны соблюдать максимальные нормы рабочего времени и минимальные периоды отдыха, что снижает риски усталости и аварий.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 "О безопасности колесных транспортных средств", который определяет требования к техническому состоянию транспортных средств, включая системы контроля за работой двигателя, тормозов, а также требования к системам безопасности, которые должны быть внедрены на всех грузовых автомобилях, участвующих в международных перевозках.

ГОСТ 12.1.030-81 и другие национальные стандарты, которые регулируют условия труда, уровень шума и вибрации, а также концентрацию вредных веществ в воздухе. Эти стандарты должны быть соблюдены для создания безопасных рабочих условий для водителей.

ISO 45001 и OHSAS 18001, международные стандарты, регулирующие систему управления охраной труда и безопасности, требуют внедрения мер для мониторинга состояния здоровья водителей и обеспечения безопасных условий работы.

Соблюдение этих нормативов позволит не только повысить безопасность труда, но и избежать юридических последствий, таких как штрафы и приостановка деятельности компании.

## 5.5 Финансово-экономическое обоснование

Разработка и внедрение информационной системы промышленной безопасности (ИСПБ) является не только важным шагом для повышения безопасности, но и экономически обоснованным вложением. Внедрение системы мониторинга состояния водителя и оборудования позволит значительно снизить затраты на ремонты и аварийные остановки. Системы предсказания неисправностей и автоматического контроля за состоянием агрегатов помогут минимизировать риски поломок и выхода оборудования из строя, что будет способствовать сокращению затрат на техническое обслуживание и снижение времени простоя.

Экономия также может быть достигнута за счет снижения числа аварийных ситуаций, связанных с усталостью водителей и человеческим фактором, что приведет к уменьшению финансовых потерь, связанных с компенсациями, судебными исками и восстановлением после инцидентов.

## 5.6 Увеличение эффективности производственных процессов

Внедрение ИСПБ значительно повысит эффективность работы предприятия. Система позволит автоматизировать контроль за состоянием водителей и транспортных средств, обеспечивая более быстрый отклик на возможные инциденты и предотвращение аварий. Сокращение времени простоя оборудования за счет предсказания поломок, а также улучшение условий труда водителей приведет к повышению производительности и снижению заболеваемости.

Автоматизация мониторинга параметров рабочего процесса, таких как уровень шума, вибрации и концентрации вредных веществ, позволит улучшить условия труда водителей, снизить уровень стресса и умственного напряжения, что в свою очередь повысит их производительность и безопасность.

## 5.7 Современные тенденции в промышленной безопасности

Современные тенденции в области промышленной безопасности включают цифровизацию и использование инновационных технологий для мониторинга и предсказания аварийных ситуаций. Внедрение SCADA-систем, интеграция интернета вещей (IoT) и использование больших данных для анализа производственных процессов позволяет значительно повысить уровень безопасности. Эти технологии позволяют не только фиксировать текущие параметры, но и собирать информацию для долгосрочного анализа и прогнозирования потенциальных рисков.

Кроме того, интеграция систем предиктивного обслуживания, основанных на данных о состоянии оборудования, позволяет заранее выявить неисправности и предотвратить аварийные ситуации, что значительно снижает затраты и повышает надежность.

## 5.8 Преимущества разработки ИСПБ для кабины грузового автомобиля дальних перевозок

Разработка и внедрение ИСПБ для кабины грузового автомобиля дальних перевозок принесет ряд важных преимуществ. Во-первых, это повысит уровень безопасности на рабочем месте, снижая количество аварий и инцидентов, связанных с усталостью водителей, техническими неисправностями и воздействием вредных факторов. Во-вторых, это поможет продлить срок службы оборудования, благодаря своевременному мониторингу и диагностике его состояния. В-третьих, внедрение ИСПБ обеспечит соблюдение всех законодательных и нормативных требований, что минимизирует риски для компании и сотрудников.

## 5.9 Выводы о необходимости разработки ИСПБ

Разработка информационной системы промышленной безопасности для кабины грузового автомобиля дальних перевозок является необходимым шагом для повышения безопасности труда водителей, снижения рисков для оборудования и окружающей среды, а также для соблюдения нормативных требований. Внедрение ИСПБ обеспечит не только повышение производственной эффективности, но и финансовую целесообразность за счет сокращения затрат на аварийные остановки и ремонты. Это также улучшит общие условия труда, снизив уровень стресса и заболеваемости среди водителей.

# 6 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ КАБИНЫ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ДАЛЬНИХ ПЕРЕВОЗОК

Основной целью разработки информационной системы промышленной безопасности (ИСПБ) для кабины грузового автомобиля дальних перевозок является создание надежного инструмента для обеспечения безопасности водителя и эффективного контроля технического состояния автомобиля. Система будет направлена на минимизацию аварийных ситуаций, предупреждение профессиональных заболеваний, связанных с условиями труда, и оптимизацию процессов мониторинга состояния водителя. Она обеспечит своевременное предупреждение о возможных отклонениях, что способствует снижению аварийности и продлению срока службы оборудования.

ИСПБ будет основываться на использовании современных технологий, таких как Интернет вещей (IoT), системы предиктивного анализа и автоматизированные алгоритмы управления. Данные, поступающие от встроенных в кабину датчиков (например, контроля температуры, уровня вибрации, концентрации вредных веществ), будут собираться и анализироваться в режиме реального времени. На основе этих данных система сможет не только фиксировать отклонения, но и предлагать корректирующие действия. Концепция предусматривает интеграцию с телематическими системами грузового автомобиля для обеспечения комплексного подхода к безопасности.

Система будет построена на принципах модульности, масштабируемости и отказоустойчивости. Модульный подход позволит внедрять систему в грузовые автомобили различных моделей с учетом специфики эксплуатации. Каждый модуль будет отвечать за конкретную функцию, например, мониторинг состояния водителя (пульс, уровень усталости), контроль окружающей среды в кабине (температура, влажность, концентрация CO2) и сбор данных о состоянии оборудования (уровень вибрации, давление в шинах). Система обеспечит гибкость расширения функционала за счет добавления новых модулей.

ИСПБ должна отвечать высоким требованиям надежности, обеспечивая стабильную работу в условиях длительных рейсов и различных климатических зон. Система должна обеспечивать высокую точность сбора и анализа данных с датчиков, а также своевременно оповещать о критических ситуациях с помощью звуковых и визуальных сигналов. Интерфейс системы должен быть интуитивно понятным, учитывая условия работы водителей, и соответствовать стандартам ГОСТ 12.2.003-91, ISO 45001, а также стандартам автомобильной безопасности ISO 26262.

Система будет интегрирована с существующими системами телематики и управления грузового автомобиля, что обеспечит обмен данными между системой и внешними платформами, такими как облачные сервисы. Это позволит автоматически формировать отчеты, анализировать тенденции и передавать информацию диспетчеру. Также возможно взаимодействие с мобильными приложениями, предоставляющими водителям доступ к рекомендациям и уведомлениям в реальном времени.

Вывод: Разработка ИСПБ будет включать несколько этапов: анализ и выбор датчиков для мониторинга ключевых параметров (вибрация, температура, концентрация газа), разработку алгоритмов обработки данных и предиктивного анализа для предотвращения неисправностей, создание интерфейса, адаптированного для работы в условиях ограниченного времени на принятие решений, тестирование системы в реальных условиях эксплуатации, а также обучение персонала работе с системой и внедрение механизмов обратной связи для ее дальнейшего улучшения.

# 7 ФУНКЦИИ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В данном разделе представлено описание функциональных возможностей информационной системы промышленной безопасности (ИСПБ), её структуры и взаимодействия компонентов. Основной целью разработки системы является обеспечение своевременного контроля и управления производственными процессами с учётом потенциальных рисков и оперативного реагирования на инциденты. Исходя из представленной диаграммы последовательностей, можно выделить три ключевых режима работы системы: пассивный контроль, активный контроль и ручное управление. Эти режимы формируют основу взаимодействия между датчиками, контроллером, системой управления и пользователями, такими как оператор АРМ (диспетчер) и водитель.

Система выполняет широкий спектр функций, направленных на мониторинг и управление состоянием технологического оборудования. Пассивный контроль представляет собой автоматический сбор данных с датчиков без вмешательства пользователей. Датчики измеряют ключевые параметры оборудования, такие как температура, давление и вибрация, передавая их на контроллер, который обрабатывает информацию и отправляет её в систему управления. На этом этапе система не принимает активных действий, а лишь осуществляет мониторинг текущего состояния. В активном режиме контроль предполагает анализ собранных данных с целью выявления отклонений и инициирования корректирующих действий. На основе информации система управления принимает решение о дальнейших действиях: формирует уведомления для оператора АРМ и водителя или отправляет управляющий сигнал контроллеру для выполнения предписанных действий. Для нестандартных событий или аварийных ситуаций предусмотрен ручной режим, в котором водитель или оператор вручную передают данные об инциденте в систему управления, где информация обрабатывается, а затем используются инструменты для принятия решений.

Кроме основных функций, система выполняет вспомогательные задачи, которые способствуют её эффективной работе. В их числе хранение и анализ данных: все собранные и обработанные сведения фиксируются в базе данных, что позволяет выявлять закономерности, прогнозировать неисправности и разрабатывать меры их предотвращения. Также система обеспечивает автоматические уведомления, оперативно отправляя предупреждения пользователям с описанием проблемы и рекомендациями по её устранению. Регулярная диагностика технического состояния датчиков, контроллера и системы управления позволяет минимизировать риски ложных срабатываний и обеспечивает надёжное функционирование системы.

Организационная структура ИСПБ объединяет несколько ключевых компонентов и ролей, обеспечивающих выполнение её функций. Датчики фиксируют параметры оборудования и передают данные на контроллер, который осуществляет их первичную обработку и отправляет информацию системе управления. Система управления является центральным элементом, координирующим все процессы, анализирующим данные, принимающим решения и отправляющим уведомления пользователям. Оператор АРМ следит за системой и реагирует на аварийные ситуации, взаимодействуя с водителем, который, в свою очередь, выполняет мониторинг состояния оборудования и передаёт данные вручную при необходимости.

Взаимодействие между структурными элементами системы включает сбор данных с датчиков, обработку их контроллером, принятие решений системой управления, оповещение пользователей и инициирование корректирующих действий. Все этапы взаимодействия организованы таким образом, чтобы обеспечивать бесперебойную работу и оперативное реагирование.

Каждая роль в системе имеет свои задачи и области ответственности. Операторы занимаются мониторингом показателей и реагированием на инциденты. Инженеры анализируют данные, настраивают систему и проводят профилактическое обслуживание оборудования. Администраторы отвечают за поддержание системы в рабочем состоянии, обеспечивая её стабильность, безопасность и защиту данных.

Вывод: Система состоит из нескольких модулей, каждый из которых выполняет определённые задачи. Модуль мониторинга собирает и отображает данные с датчиков в реальном времени, предоставляя пользователям информацию о состоянии оборудования. Модуль оповещения управляет сигнализацией и отправляет аварийные сообщения при выявлении отклонений. Модуль реагирования включает функции автоматического отключения оборудования в случае выхода параметров за пределы допустимых значений. Модуль анализа данных обрабатывает и сохраняет всю информацию для дальнейшего изучения, что позволяет выявлять тенденции, прогнозировать неисправности и разрабатывать профилактические меры. Эти модули работают в интеграции, обеспечивая безопасность и эффективность работы системы промышленной безопасности.

# 8 АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ИСПБ)

В данном разделе представлен алгоритм функционирования ИСПБ, который обеспечивает эффективный контроль и управление состоянием производственного оборудования. Алгоритм работы системы основан на последовательной обработке данных, поступающих от датчиков, и выполнении действий в зависимости от текущих условий и выявленных отклонений. Алгоритм включает три ключевых режима работы: пассивный контроль, активный контроль и ручное управление.

Алгоритм работы системы начинается с процесса сбора данных, который осуществляется с помощью датчиков, установленных на ключевых узлах оборудования. Эти датчики фиксируют важные параметры, такие как температура, вибрация или концентрация газа, и передают собранные данные на контроллер, где происходит их первичная обработка. После этого система функционирует в одном из режимов в зависимости от состояния параметров оборудования.

На первом этапе система работает в режиме пассивного контроля, где осуществляется мониторинг оборудования без активного вмешательства. Контроллер передает актуальные данные системе управления, где они фиксируются и отображаются для оператора. При отсутствии отклонений параметры показываются в реальном времени, предоставляя оператору актуальную информацию о состоянии производственных процессов и оборудовании.

Если в процессе мониторинга выявляются отклонения, система переходит в режим активного контроля. Контроллер передает информацию о возникших отклонениях системе управления, которая анализирует их критичность. В случае незначительных отклонений система уведомляет оператора, чтобы он мог наблюдать за ситуацией и принять меры для дальнейшего анализа.

Когда отклонения носят критический характер, система автоматически инициирует необходимые корректирующие действия. Например, могут быть сформированы управляющие сигналы для снижения нагрузки на оборудование или его отключения. Одновременно с этим оператору АРМ и водителю отправляются уведомления о возникшей ситуации. Это позволяет немедленно принять меры и минимизировать последствия аварийных ситуаций.

В случае, если система не может автоматически определить проблему или возникла нестандартная ситуация, водитель может вручную сообщить об инциденте через интерфейс системы. Сообщение фиксируется системой и передается диспетчеру для анализа и дальнейших действий. Диспетчер в свою очередь формулирует инструкции, которые отправляются обратно в систему управления для реализации. Также могут быть инициированы дополнительные меры, включая привлечение ремонтных служб для устранения неисправности.

На основании этого алгоритма была разработана блок-схема, которая наглядно представляет последовательность действий системы. В схеме выделены ключевые этапы: сбор данных с датчиков, анализ данных на соответствие нормам, реагирование на отклонения, включая уведомления, корректирующие действия или передачу информации оператору, а также возможность ручного управления при нестандартных ситуациях. Блок-схема визуализирует взаимодействие между основными компонентами системы, включая датчики, контроллер, систему управления и пользователей, таких как оператор АРМ и водитель, что позволяет определить зоны ответственности на каждом этапе работы системы.

Применение этого алгоритма дает системе ряд существенных преимуществ. Во-первых, высокую степень автоматизации производственных процессов, что минимизирует влияние человеческого фактора и повышает точность функционирования системы. Во-вторых, возможность своевременного выявления и устранения отклонений позволяет значительно снизить риск аварийных ситуаций. В-третьих, наличие функции ручного управления в случае нестандартных ситуаций повышает гибкость системы и позволяет оператору вмешаться при необходимости. В-четвертых, благодаря своевременному анализу данных и корректирующим действиям, система повышает эффективность эксплуатации оборудования, что способствует его надежной и долгосрочной работе.

Вывод: Таким образом, алгоритм работы ИСПБ является основой её функционирования, обеспечивая непрерывный контроль за состоянием оборудования и состоянием водителя, а также оперативное реагирование на инциденты, что существенно повышает безопасность и эффективность эксплуатации транспортных средств.

# 9 ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ ПОСТРОЕНИЯ И ПЛАТФОРМЫ ИСПБ

## 9.1 Тип архитектуры ИСПБ

Для информационной системы промышленной безопасности, реализуемой в кабине грузового автомобиля дальних перевозок, оптимальным решением является распределенная архитектура. Эта архитектура предполагает наличие нескольких взаимодействующих компонентов: локальных систем в автомобилях и централизованного сервера для анализа и хранения данных.

Каждый грузовой автомобиль оснащается программируемым логическим контроллером (ПЛК), который выполняет локальную обработку данных, поступающих от датчиков. Взаимодействие между автомобилем и центральной частью системы осуществляется через спутниковую связь или мобильные сети. Данная архитектура позволяет эффективно собирать и анализировать данные в реальном времени, поддерживать масштабируемость и обеспечивать отказоустойчивость.

Распределенная архитектура обеспечивает выполнение функций автоматического контроля, анализа состояния водителя, оповещения диспетчеров и ручного управления, описанных ранее.

## 9.2 Обоснование выбора архитектуры

Выбор распределенной архитектуры обусловлен следующими преимуществами:

1 Масштабируемость, то есть система легко адаптируется к увеличению количества автомобилей в автопарке. Добавление новых модулей не требует полной модернизации инфраструктуры.

2 Отказоустойчивость. Локальные ПЛК продолжают выполнять базовые функции даже при потере связи с центральным сервером, что повышает надежность работы.

3 Скорость реагирования. Локальная обработка данных на уровне ПЛК позволяет мгновенно реагировать на отклонения, не дожидаясь анализа на сервере.

4 Совместимость с современными технологиями. Возможность интеграции с облачными платформами, SCADA-системами и другими корпоративными информационными системами предприятия.

5 Снижение нагрузки на сеть. Локальная обработка данных сокращает объем передаваемой информации.

Основные недостатки распределенной архитектуры включают повышенную сложность настройки и требования к обеспечению безопасности, однако они компенсируются благодаря современным средствам управления и шифрования данных.

## 9.3 Компоненты архитектуры ИСПБ

Основным компонентом системы являются датчики контроля состояния водителя. В эту группу входят:

– Датчик сердечного ритма фиксирует изменения пульса, чтобы выявить стрессовые состояния или начало сонливости;

– Датчик уровня кислорода в крови (пульсоксиметр): помогает определить усталость или ухудшение состояния здоровья;

– Камера распознавания лиц: отслеживает мимику, положение головы и закрытие глаз для выявления признаков усталости;

– Датчик температуры кожи: регистрирует перегрев или гипотермию, которые могут влиять на самочувствие водителя.

Выше в иерархии стоит модуль обработки данных в автомобиле. Этот модуль включает микроконтроллер, анализирующий данные в реальном времени. При обнаружении критических отклонений система отправляет оповещения водителю, а также передает информацию на сервер предприятия.

Интерфейс водителя включает:

– Экран в кабине визуализирует состояние водителя и выводит предупреждения;

– Аудиосигналы оповещают о необходимости остановки или других действиях;

– Спутниковая связь передает данные о состоянии водителя и автомобиля в реальном времени на центральный сервер.

Централизованный сервер обрабатывает данные, поступающие от автомобилей, и предоставляет доступ к аналитической информации для инженеров и диспетчеров.

Рабочие места удаленного доступа включают в себя компьютеры с установленным ПО для отслеживания состояния водителя в реальном времени с возможностью ручного управления системой.

## 9.3 Платформенные решения

В качестве датчика отслеживания состояния здоровья был выбран датчик сердечного ритма Garmin HRM Dual, обеспечивающий точные данные о частоте сердечных сокращений и легко интегрируемый с системами мониторинга.



Рисунок 1 - Garmin HRM Dual

Для отслеживания положения головы и взгляда водителя была выбрана камера Seeing Machines Guardian 2 с внутренним процессором для отслеживания положения и состояния водителя.



Рисунок 2 – Seeing machines Guardian

В качестве аппаратного модуля анализа данных в машине используется Raspberry Pi 4 Model B с установленной ОС Linux для локальной обработки данных и управления периферийными устройствами.

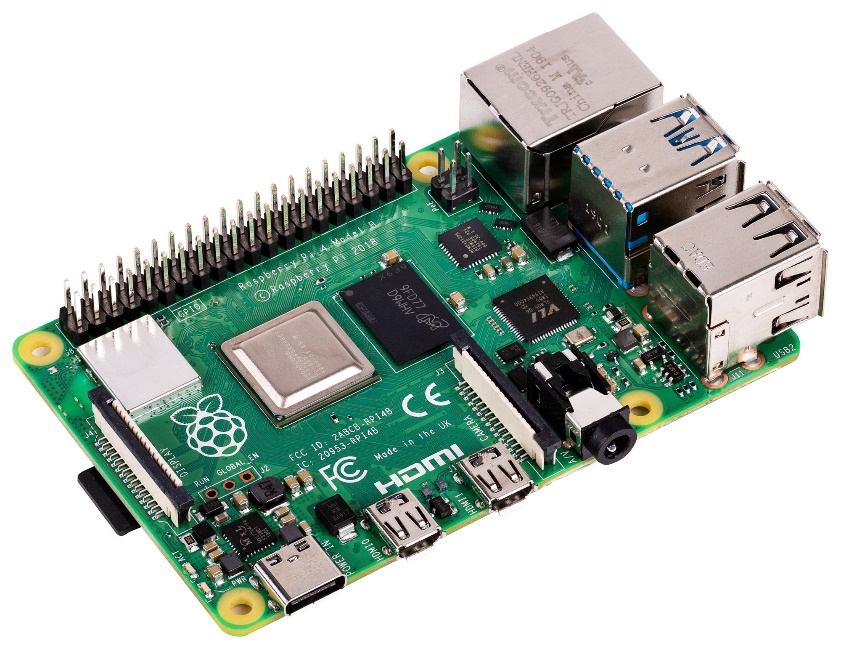


Рисунок 4 - Raspberry Pi 4 Model B

Для централизованного сервера была выбрана серверная система Dell PowerEdge R350, оптимизированная для обработки больших объемов данных и выполнения аналитических задач.

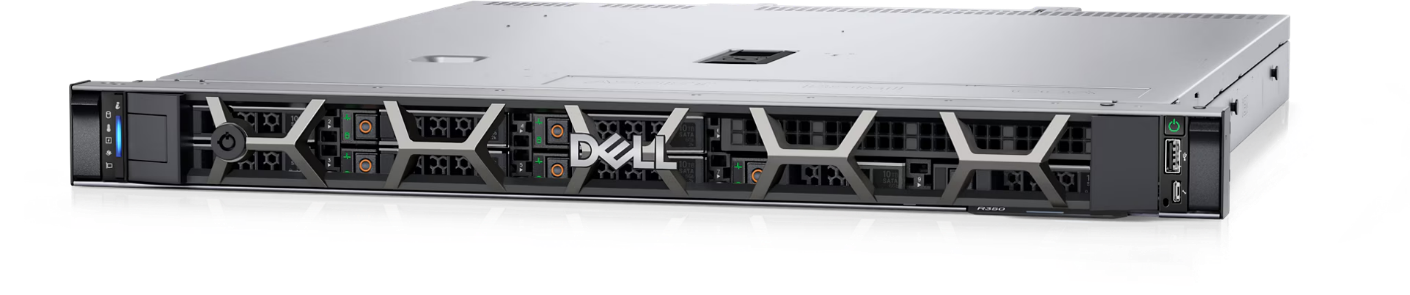


Рисунок 5 - Dell PowerEdge R350

Для реализации диспетчеризации и визуализации данных в системе ИСПБ выбрана MasterSCADA.

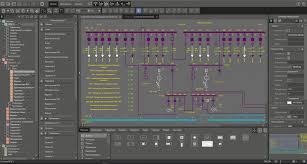


Рисунок 6 – Пример интерфейса MasterSCADA

## 9.4 Безопасность данных

Для защиты информации используются следующие меры:

– Шифрование данных: передача данных через спутниковую связь осуществляется с использованием AES-256;

– Многоуровневая авторизация: доступ к системе осуществляется через персональные логины, пароли и токены безопасности;

– Резервное копирование: ежедневное сохранение данных на отдельный сервер для предотвращения потерь.

## 9.5 Интеграция с существующими системами

Система взаимодействует с другими информационными платформами предприятия, включая логистические системы и модули технического обслуживания автомобилей.

Вывод: Выбранные архитектура и платформенные решения обеспечивают надежный мониторинг состояния водителей, гарантируя безопасность и оперативное реагирование на критические ситуации.

# 10 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИСПБ

В данном разделе представлена структурная схема информационной системы промышленной безопасности (ИСПБ), предназначенная для мониторинга состояния водителя в грузовом автомобиле дальних перевозок. Схема иллюстрирует взаимодействие всех ключевых компонентов системы, включая аппаратное обеспечение, программные решения и потоки данных между ними, что позволяет создать эффективную и надежную систему для обеспечения безопасности водителя и транспортного средства. Применение такой схемы позволяет не только отслеживать физиологическое состояние водителя, но и принимать своевременные меры в случае отклонений, что критично для предотвращения аварий и опасных ситуаций на дорогах.

Основными компонентами схемы являются сервер обработки данных, который использует мощное оборудование Dell PowerEdge R350 для работы с большим объемом информации, поступающей с различных устройств мониторинга. Программное обеспечение MasterSCADA отвечает за прием и обработку данных с устройств мониторинга, а база данных PostgreSQL используется для надежного хранения всех собранных данных. Рабочие станции операторов оснащены операционной системой Windows 10 и программным обеспечением MasterSCADA Runtime, что позволяет операторам в реальном времени отслеживать состояние водителя и принимать оперативные решения в случае возникновения отклонений. Модуль визуализации, основанный на MasterSCADA HMI, служит для отображения информации о текущем состоянии водителя, предоставляя оператору наглядные данные, что значительно повышает удобство работы с системой.

Важнейшим элементом является модуль анализа состояния водителя, который анализирует данные с датчиков пульса Garmin HRM Dual и камеры Seeing Machines Guardian. Эти устройства собирают важную информацию о физиологическом состоянии водителя, такую как уровень усталости, пульс и внимание. Данные с этих устройств передаются в систему, где они анализируются и обрабатываются для своевременного выявления признаков перегрузки или опасных состояний водителя. В случае обнаружения отклонений, таких как повышенный пульс, признаки усталости или сниженная концентрация, система немедленно отправляет сигналы тревоги и передает информацию в модуль оповещения MasterSCADA Alarms. Этот модуль управляет аварийными ситуациями, передавая информацию на рабочие станции и активируя соответствующие меры реагирования через MasterSCADA Control, такие как остановка автомобиля или активация звуковых и визуальных сигналов тревоги.

Потоки данных в системе начинаются с датчиков и камеры, которые собирают информацию о состоянии водителя и передают ее через промышленные контроллеры (например, Raspberry Pi 4) на сервер обработки данных. Контроллеры играют роль посредников, обеспечивая сбор и передачу данных от датчиков и камер в систему для дальнейшей обработки. После получения информации сервер обрабатывает данные, фильтрует их и передает на рабочие станции для визуализации, что позволяет операторам постоянно мониторить состояние водителя. При выявлении отклонений, таких как чрезмерная усталость или физические отклонения от нормы, система немедленно передает уведомления и аварийные сигналы для принятия экстренных мер, таких как прекращение движения или оповещение других участников транспортного процесса.

Интеграция ИСПБ с ERP-системами (например, 1С:Управление предприятием) обеспечивает централизованное управление и обмен данными о состоянии водителя, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа, планирования и отчетности. Это гарантирует, что вся информация о состоянии водителя, включая инциденты и предупреждения, будет учтена в общей системе управления предприятием, что способствует улучшению качества управления безопасностью и повышению эффективности работы транспортного отдела.

Система эффективно интегрирует промышленные контроллеры и датчики (например, Garmin HRM Dual и Seeing Machines Guardian) для сбора и передачи данных о физиологическом состоянии водителя, что позволяет обеспечить непрерывный мониторинг. Это особенно важно в условиях дальних перевозок, когда постоянная внимательность водителя может существенно снизиться, а состояние его здоровья — ухудшиться. Таким образом, система позволяет своевременно реагировать на любые отклонения от нормы, предотвращая аварии и обеспечивая высокий уровень безопасности на дорогах.

Структура схемы была выбрана для обеспечения бесперебойного мониторинга состояния водителя, что критично для предотвращения аварий и обеспечения безопасности на дорогах. Специализированные датчики, камеры и аналитические алгоритмы позволяют в реальном времени отслеживать ключевые параметры здоровья водителя и оперативно реагировать на угрозы. Система выявляет даже незначительные изменения, которые могут привести к аварийным ситуациям, и предоставляет операторам информацию для быстрого вмешательства.

Для разработки схемы использовались UML-диаграммы, созданные с помощью PlantUML, что обеспечило четкость представления структуры системы. Схема соответствует международным стандартам безопасности дорожного движения и промышленной безопасности, что делает систему совместимой с отраслевыми требованиями.

Вывод: В итоге система создает эффективную среду для мониторинга состояния водителей, минимизируя риски и обеспечивая высокий уровень безопасности.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы была разработана информационная система промышленной безопасности (ИСПБ), направленная на мониторинг состояния водителя в грузовом автомобиле дальних перевозок для повышения безопасности на дорогах. Основными задачами стали создание системы для отслеживания физиологического состояния водителя и своевременного реагирования на потенциальные угрозы. Для реализации использованы датчики пульса Garmin HRM Dual и система камер Seeing Machines Guardian, которые позволяют следить за состоянием водителя и выявлять признаки усталости или потери внимания.

В процессе разработки был выбран набор программного обеспечения и аппаратных решений, включая систему MasterSCADA для управления и визуализации данных. Были определены ключевые компоненты системы: серверы для обработки и хранения данных, рабочие станции для операторов, а также системы аварийного реагирования. Система собирает данные с датчиков и камер, передает их на сервер, где они анализируются и визуализируются. При обнаружении отклонений от нормы активируется уведомление оператору и предпринимаются необходимые меры для предотвращения аварийной ситуации.

Для детальной проработки системы была создана структурная схема ИСПБ, которая отображает взаимодействие компонентов, поток данных и аварийное реагирование. Все решения, включая выбор датчиков и программного обеспечения, были обоснованы с учетом технических требований безопасности.

В результате была разработана эффективная система для мониторинга состояния водителя, которая позволяет своевременно реагировать на изменения его состояния, повышая безопасность и предотвращая возможные аварийные ситуации на дороге.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] Принципы построения блок-схем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.lucidchart.com/pages/ru/. – Дата доступа: 10.09.2024.

[2] ISO 45001:2018 - Occupational Health and Safety Management Systems. Requirements. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.iso.org/standard/63787.html. – Дата доступа: 15.12.2024.

[3] Научный студенческий форум — статья об анализе усталости водителей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: scienceforum.ru. – Дата доступа: 15.12.2024.

[4] Закон Республики Беларусь 5 января 2016 г. № 354-З О промышленной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H11600354. – Дата доступа: 15.12.2024.

[5] MasterSCADA Official site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://masterscada.ru/. – Дата доступа: 15.12.2024.

[6] Garmin HRM Dual Documentation Site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www8.garmin.com/manuals/webhelp/hrm-dual/EN-US/GUID-D766457C-6F30-4004-9386-1681CB2C74C6.html. – Дата доступа: 15.12.2024.

[7] Seeing Machines Guardian 2 Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.manualslib.com/manual/1504727/Seeing-Machines-Guardian-Gen-2.html. – Дата доступа: 15.12.2024.

[8] Raspberry Pi documentation site [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.raspberrypi.com/documentation/. – Дата доступа: 15.12.2024.

[9] Dell PowerEdge R350 datasheet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dell.com/en-uk/shop/servers-storage-and-networking/sf/poweredge?gacd=9684977-5581-5761040-270827069-0&dgc=ST&&gad\_source=1&gclid=Cj0KCQiAvP-6BhDyARIsAJ3uv7YL5wPupwnx0zmESCJ0s810EeL6aHSvJrcJqjg97DrH5F-xZHx0ECkaAqeJEALw\_wcB&gclsrc=aw.ds. – Дата доступа: 15.12.2024.

[10] Тулякова, Т. В. Основы проектирования систем менеджмента безопасности / Т. В. Тулякова, Е. В. Крюкова. – Москва : Издательство ЛАНЬ, 2010. – 91-94 с.

[11] Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя / Г. Буч, Дж Рамбо, И. Якобсон. – Москва : ДМК-Пресс, 2015. – 127-200 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

## ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

В данном приложении представлены схемы, разработанные в ходе курсовой работы.