

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Совершенствование на основе инновационных подходов методов и способов защиты населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера»

Обучающийся

И.А. Корчагин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.п.н., доцент, С.А. Гудкова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема бакалаврской работы «Совершенствование на основе инновационных подходов методов и способов защиты населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера».

В первом разделе проведен анализ научно-методических основ обеспечения защиты населения в ЧС, представлены известные технические и организационные мероприятия по защите населения от ЧС.

Во втором разделе представлен анализ возможностей обеспечения безопасности населения при возникновении ЧС природного и техногенного происхождения, проанализированы технические средства выявления рисков и прогнозирования ЧС.

В третьем разделе представлены инновационные мероприятия по совершенствованию защиты населения при возникновении ЧС природного и техногенного характера, рассмотрены организационные решения по тематике ВКР.

В четвертом разделе составлен реестр рисков, работников, промышленных предприятий и проведена их идентификация. Просчитана количественная оценка рисков и определены мероприятия по устранению высокого уровня риска.

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка промышленных предприятий и оформлены результаты ПЭЖ.

В шестом разделе описаны вероятные аварийные ситуации, описаны мероприятия по предупреждению и ликвидации прогнозируемых ЧС, составлены маршруты эвакуации персонала до ПВР.

В седьмом разделе выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Abstract

The topic of the bachelor's thesis is «Improving methods and methods of protecting the population in natural and man-made emergencies based on innovative approaches».

The first section analyzes the scientific and methodological foundations of ensuring the protection of the population in emergencies, presents well-known technical and organizational measures to protect the population from emergencies.

The second section presents an analysis of the possibilities of ensuring the safety of the population in the event of an emergency of natural and man-made origin, analyzes the technical means of identifying risks and predicting emergencies.

The third section presents innovative measures to improve the protection of the population in the event of natural and man-made emergencies, organizational solutions on the topic of the WRC are considered.

In the fourth section, a register of risks, employees, and industrial enterprises has been compiled and their identification has been carried out. A quantitative risk assessment has been calculated and measures have been identified to eliminate a high level of risk.

The fifth section defines the anthropogenic load of industrial enterprises and formalizes the results of the industrial environmental control.

The sixth section describes possible emergency situations, describes measures to prevent and eliminate predicted emergencies, and draws up evacuation routes for personnel to a temporary accommodation point.

In the seventh section, the effectiveness of the proposed measures to ensure technosphere safety is calculated.

Содержание

Введение.....	5
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Научно-методические основы обеспечения защиты населения в чрезвычайных ситуациях	9
2 Анализ возможностей обеспечения безопасности населения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения	13
3 Научно-технический базис для обеспечения защиты населения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	24
4 Охрана труда.....	35
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	42
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	46
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	52
Заключение	62
Список используемых источников.....	64

Введение

Защита людей от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций является актуальной проблемой, так как эти ситуации могут привести к значительным потерям жизни и имущества. Природные катастрофы, такие как ураганы, наводнения, землетрясения и лесные пожары, могут нанести огромный ущерб и вызвать многочисленные жертвы. Техногенные чрезвычайные ситуации, такие как аварии на атомных электростанциях, химические аварии и взрывы, также представляют серьезную угрозу для жизни и здоровья людей. Поэтому совершенствование мероприятий по защите населения от ЧС являются важными задачами для правительств, предприятий и организаций. В связи с этим тема бакалаврской работы «Совершенствование на основе инновационных подходов методов и способов защиты населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера», актуальна.

Объектом работы является – инновационные подходы и методы и способов защиты населения в ЧС природного и техногенного характера.

Предметом – процесс обеспечения защиты населения в ЧС природного и техногенного характера.

Цель работы – предложить мероприятия по совершенствованию защиты населения в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера на основе инновационных подходов методов и способов.

Задачи бакалаврской работы:

- провести анализ научно-методических основ обеспечения защиты населения в ЧС, представить известные технические и организационные мероприятия по защите населения от ЧС;
- представить анализ возможностей обеспечения безопасности населения при возникновении ЧС природного и техногенного происхождения, проанализировать технические средства выявления рисков и прогнозирования ЧС;

- представить инновационные мероприятия по совершенствованию защиты населения при возникновении ЧС природного и техногенного характера, рассмотреть организационные решения по тематике ВКР;
- составить реестр рисков, работников, промышленных предприятий и проведена их идентификация;
- просчитать количественную оценку рисков и определить мероприятия по устранению высокого уровня риска;
- выявить антропогенную нагрузку промышленных предприятий и оформлены результаты ПЭК;
- описать вероятные аварийные ситуации, описать мероприятия по предупреждению и ликвидации прогнозируемых ЧС, составить маршруты эвакуации персонала до ПВР;
- выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Термины и определения

Аппаратно-программный комплекс – система, состоящая из аппаратных и программных компонентов, предназначенных для выполнения определенных задач.

Дистанционное зондирование Земли – наблюдение поверхности Земли с использованием наземных, авиационных и космических средств, оснащённых различными видами съёмочной аппаратуры.

Инновационные подходы – новые и оригинальные способы, которые позволяют находить уникальные решения проблем.

Программное обеспечение – набор программ, которые предназначены для выполнения определенных задач на компьютере или другом устройстве.

IT-индустрия – сфера науки и техники, которая занимается разработкой, внедрением и поддержкой цифровых инноваций и высокотехнологичных систем, которая включает программное обеспечение, интернет-ресурсы, веб-сайты, базы данных, мобильные приложения, компьютерную технику и специализированное оборудование.

Перечень сокращений и обозначений

АПК – аппаратно-программный комплекс.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

АСР – аварийно-спасательные работы.

АСС – аварийно-спасательная служба.

АХОВ – аварийно-химически опасное вещество.

ГОЧС – орган управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли.

ЕИС – единая информационная система.

ИИ – искусственный интеллект.

КЧС – комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

МЧС – министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

ОРО – объекты размещения отходов.

ПВР – пункт временного размещения.

ПЭК – производственный экологический контроль.

РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СМИС – система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений.

ХОО – химически опасный объект.

ЧС – чрезвычайные ситуации.

1 Научно-методические основы обеспечения защиты населения в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация является ситуацией, которая возникает внезапно и приводит к значительным нарушениям в жизнедеятельности людей, окружающей среде и экономике. Понятие «чрезвычайная ситуация» утверждено в Федеральном законе от 21.12.1994 № 68-ФЗ [5].

ЧС могут быть вызваны различными причинами, такими как природные катастрофы, техногенные аварии, эпидемии, социальные конфликты и другие. Классификация ЧС определена в Постановлении Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 [6].

Преддипломная практика проходила в ООО «Тольяттикаучук», т.е. на территории Среднего Поволжья. В Среднем Поволжье могут быть следующие природные катастрофы:

- сильные ветры, которые могут привести к разрушениям и повреждениям зданий и сооружений;
- снегопады и метели, которые могут затруднить движение транспорта и привести к нарушениям в работе коммунальных служб;
- наводнения, которые могут происходить в результате разлива рек и затопления территорий;
- землетрясения, хотя они и не являются частыми в указанном регионе, но все же могут произойти;
- лесные пожары, которые могут возникать в результате засушливой погоды и неосторожного обращения с огнем.

В Постановлении Правительства РФ от 17.05.2011 № 376 определены правила введения ЧС в лесах, возникших вследствие лесных пожаров [10].

В Среднем Поволжье располагается большое количество промышленных предприятий различных отраслей промышленности. Техногенные аварии могут произойти на промышленных предприятиях, на транспорте, в энергетике и других отраслях. Например, аварии на атомных

электростанциях, химические аварии, авиакатастрофы, железнодорожные аварии, аварии на речных судах и т.д. «Правила поведения при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации утверждены в Постановлении Правительства РФ от 02.04.2020 № 417» [20].

Порядок проведения АСР регламентирован Постановлением Правительства РФ от 28.08.2014 № 867 [11].

АСР при ликвидации последствий аварий на ХОО регламентированы ГОСТ Р 22.8.05-2022 [1].

«Для предотвращения аварий и ЧС на промышленных объектах необходимо соблюдение требований промышленной безопасности и разработка мероприятий по их предупреждению, в соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ» [8].

Организационные мероприятия по защите населения от ЧС включают в себя:

- планирование действий в ЧС (разработка планов действий на случай различных ЧС, проведение учений и тренировок, создание системы оповещения населения);
- организация системы управления и координации действий (включает в себя создание органов управления и координации действий в ЧС, организация взаимодействия с другими органами и организациями);
- подготовка персонала (в данное мероприятие входит обучение и подготовка персонала к действиям в ЧС, обеспечение необходимой квалификации и навыков);
- обеспечение готовности сил и средств (поддержание в готовности сил и средств, необходимых для ликвидации ЧС, обеспечение их необходимым оборудованием и материалами);
- прогнозирование и мониторинг ЧС (проведение мониторинга и прогнозирования возможных ЧС, разработка мер по их предотвращению и минимизации последствий);

- разработка и реализация мер по предупреждению ЧС (разработка и внедрение мер по предотвращению ЧС, улучшение безопасности объектов, улучшение качества продукции и услуг, внедрение новых технологий и т. д.);
- информационное обеспечение и пропаганда (информирование населения о мерах безопасности, о возможных опасностях и действиях в случае их возникновения, пропаганда безопасности).

С целью минимизации последствий ЧС, необходима подготовка граждан в области ЧС. В Постановлении Правительства РФ от 18.09.2020 № 1485 утверждено Положение о подготовке граждан в области защиты от ЧС природного и техногенного характера [17].

Оповещение населения при возникновении ЧС или угрозе ЧС регламентировано Указом Президента РФ от 13.11.2012 № 1522 [9].

К техническим мероприятиям по защите населения от ЧС относятся следующие:

- создание и поддержание в готовности систем оповещения населения о ЧС;
- организация и проведение обучения и подготовки населения к действиям в условиях ЧС;
- разработка и внедрение технических средств и методов для защиты населения от поражающих факторов ЧС;
- создание запасов материально-технических средств для ликвидации последствий ЧС;
- разработка и реализация мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов в условиях ЧС;
- организация мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера;
- обеспечение готовности сил и средств гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций к действиям при возникновении ЧС;

- проведение работ по защите территорий и объектов от воздействия поражающих факторов возможных ЧС;
- внедрение современных технологий и оборудования, обеспечивающих повышение безопасности и улучшение условий труда на предприятиях и в организациях;
- разработка и осуществление мероприятий по защите сельскохозяйственных животных, растений и продуктов питания от поражающих воздействий ЧС;
- проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- создание и обеспечение функционирования системы информационного обеспечения в области защиты населения и территорий от ЧС.

В нашей стране существует РСЧС, которая является системой органов, учреждений и организаций, которые занимаются предупреждением и ликвидацией ЧС природного, техногенного и социального характера. Она создана в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 [4].

Порядок сбора и обмена в РФ информацией в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера утвержден в Постановлении Правительства РФ от 24.03.1997 № 334 [7].

Выводы: в разделе проведен анализ ЧС, выявлено, ЧС бывают как природного, так и техногенного характера. Процедура обеспечения безопасности, предотвращения и предупреждения ЧС регламентированы нормативными законодательными документами. В разделе также представлены известные организационные и технические мероприятия по защите населения от ЧС.

2 Анализ возможностей обеспечения безопасности населения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения

Рассмотрим риск гибели людей в результате природных и техногенных ЧС (таблица 1).

Таблица 1 – Риск гибели людей от «неестественных причин»

Причина гибели	Число погибших, чел/год	Индивидуальный риск, 1/год
природные ЧС	2000-2500	$1,4 \cdot 10^{-4}$
техногенные ЧС	до 1500	$1,02 \cdot 10^{-4}$

Из таблицы видно, что риск гибели людей в результате природных и техногенных ЧС достаточно высокий. Методика расчета количественного значения риска ЧС представлена в ГОСТ Р 22.2.06-2016 [2].

Исследование рисков возникновения ЧС включает в себя следующие мероприятия:

- анализ ситуации (определение возможных причин возникновения ЧС, изучение особенностей региона/территории, населения, инфраструктуры, предприятий и т.д.);
- оценка рисков (определение вероятности возникновения ЧС и степени ее воздействия на жизнь и здоровье людей, объекты инфраструктуры, экономику и т. д. Используются статистические данные, моделирование, экспертные оценки);
- разработка мер по предотвращению и минимизации рисков: создание стратегий, планов действия, рекомендаций по снижению вероятности ЧС или уменьшению его последствий (это могут быть инженерные решения, организационные меры, обучение и информирование людей и т. п.);

- мониторинг и контроль ситуации (постоянное наблюдение, отслеживание изменений, анализ и оценка эффективности мер по предотвращению ЧС);
- взаимодействие с органами власти, научными и общественными организациями, населением (обмен информацией, опытом и знаниями, участие в разработке мер и программ по снижению рисков возникновения ЧС).

На рисунке 1 схематично представлена блок-схема идентификации рисков ЧС.



Рисунок 1 – Блок-схема идентификации рисков ЧС

«На этапе оценки риска ЧС рекомендуется последовательно провести качественную и/или количественную оценку: вероятности возникновения и развития ЧС, последствий возможных ЧС, опасности ЧС и связанной с ней угрозы в значениях показателей риска. После проведения оценки рекомендуется провести ранжирование сценариев ЧС с учетом их последствий и вероятности возникновения» [2].

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций является процессом определения вероятности возникновения и масштабов ЧС на основе анализа различных факторов и данных.

Для прогнозирования ЧС используются различные методы и технологии, такие как статистический анализ, математическое моделирование, геоинформационные системы, экспертные оценки и т.д. Прогнозирование ЧС позволяет определить наиболее вероятные сценарии развития событий и разработать меры по предотвращению или минимизации последствий.

Статистический анализ прогнозирования ЧС используется для определения вероятности возникновения чрезвычайной ситуации на основе статистических данных о предыдущих событиях. Этот метод основан на анализе данных о частоте и интенсивности чрезвычайных ситуаций в прошлом, а также о факторах, которые могут влиять на их возникновение.

Для проведения статистического анализа прогнозирования ЧС необходимо собрать данные о предыдущих чрезвычайных ситуациях, а также информацию о факторах, которые могли повлиять на их возникновение. Затем эти данные анализируются с использованием статистических методов, таких как корреляционный анализ, регрессионный анализ и другие методы анализа данных.

На рисунке 2 представлена статистика возникновения природных и техногенных аварий в РФ в 2023 году.

На основе результатов статистического анализа можно определить вероятность возникновения ЧС в будущем, а также оценить возможные последствия и необходимые меры для предотвращения или минимизации ущерба. Однако следует учитывать, что статистический анализ не может полностью гарантировать точность прогноза, так как всегда есть вероятность возникновения непредвиденных обстоятельств.



Рисунок 2 – Статистика возникновения природных и техногенных аварий в РФ в 2023 году, %

Распределение пострадавших при природных и техногенных ЧС в 2023 году представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Статистика по количеству пострадавших в природных и техногенных авариях в РФ в 2023 году, %

Динамика распределения ЧС в зависимости от масштаба представлена на рисунке 4.

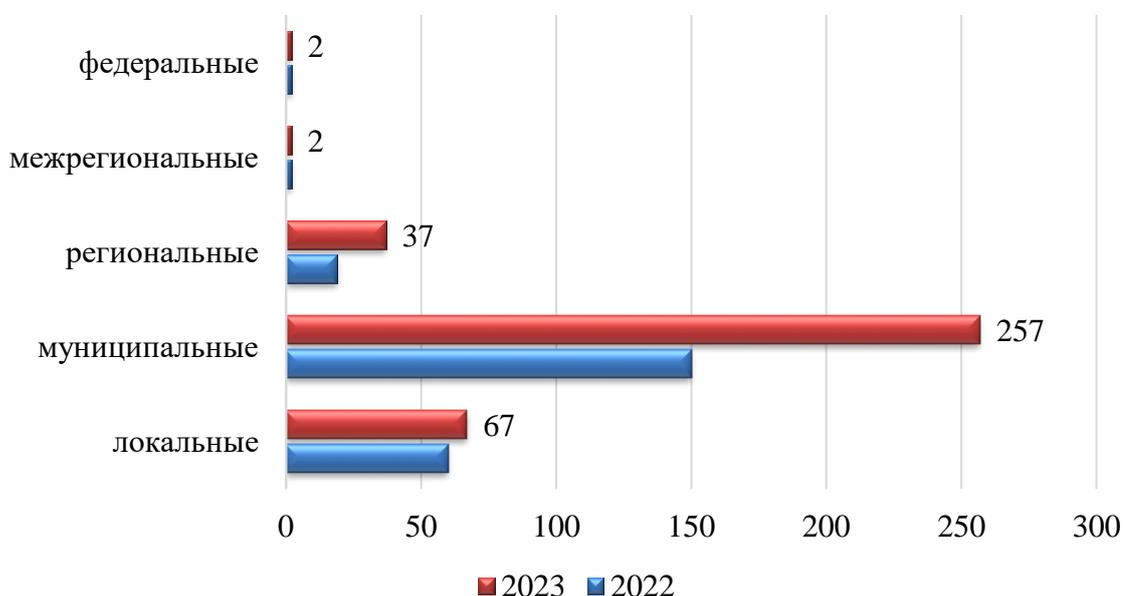


Рисунок 4 – Динамика распределения ЧС в зависимости от масштаба природных и техногенных авариях в РФ, %

Таким образом, статистический метод позволяет спрогнозировать вероятность происхождения ЧС. С целью обеспечения безопасности населения необходимо проведение планово-предупредительных мероприятий, к ним относятся:

- разработка и реализация программ и планов по предупреждению ЧС;
- проведение профилактических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения ЧС;
- обучение и информирование населения о правилах поведения в ЧС;
- создание и поддержание в готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
- организация мониторинга и прогнозирования ЧС;
- обеспечение готовности органов управления и сил гражданской обороны к действиям в ЧС;

- подготовка и проведение учений и тренировок по гражданской обороне и действиям в ЧС.

«Планы по предупреждению ЧС разрабатываются органами государственной власти, местного самоуправления, а также организациями и предприятиями в рамках своей компетенции. Они включают в себя мероприятия по предотвращению возникновения ЧС, а также действия по ликвидации их последствий. Планы могут включать в себя меры по обеспечению безопасности населения, защите окружающей среды, организации медицинской помощи и других аспектов [2].

Планы действий по предупреждению и ликвидации ЧС включают в себя комплекс мер, направленных на предупреждение их возникновения, снижение последствий, а также организацию и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, включают в себя:

- мероприятия по подготовке и обучению персонала действиям в ЧС;
- разработку и реализацию мер по обеспечению безопасности объектов и территорий;
- организацию системы мониторинга и прогнозирования ЧС;
- создание и поддержание в готовности аварийно-спасательных формирований и систем оповещения;
- планирование и проведение мероприятий по эвакуации населения и материальных ценностей из зон возможного поражения;
- оказание медицинской и психологической помощи пострадавшим;
- проведение работ по ликвидации последствий ЧС и восстановлению жизнедеятельности объектов и территорий.

К техническим средствам выявления рисков относятся различные приборы, оборудование и инструменты, которые используются для измерения, анализа и оценки различных параметров, связанных с рисками. К техническим средствам выявления риска и прогнозирования ЧС относят: датчики, системы мониторинга, анализаторы данных, программное обеспечение для обработки и анализа данных, устройства и приборы, которые используются для сбора и

анализа информации о возможных угрозах, средства оповещения и сигнализации и т.д. Классификация технических средств выявления риска и прогнозирования ЧС представлена на рисунке 5.

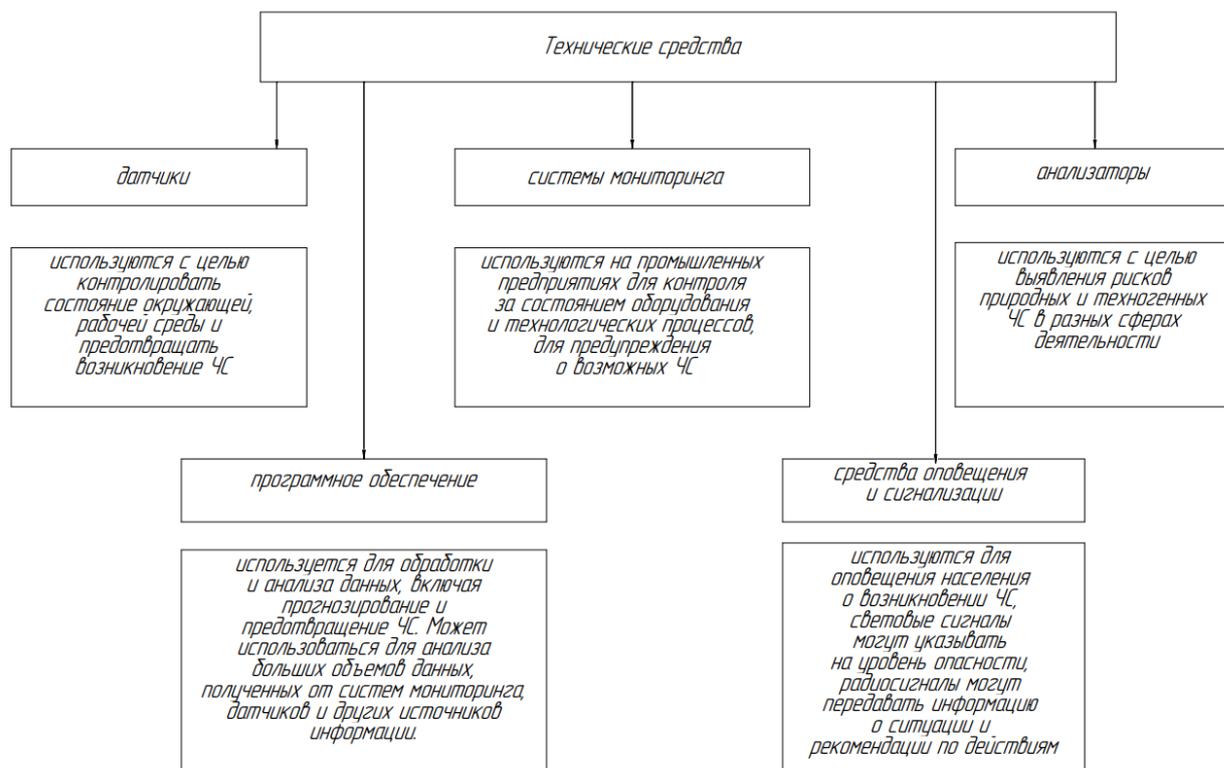


Рисунок 5 – Классификация технических средств выявления риска и прогнозирования ЧС

Датчики выявления рисков ЧС используются в различных сферах, где необходимо контролировать состояние окружающей среды и предотвращать возникновение ЧС. Чаще всего они используются на промышленных предприятиях для контроля уровня опасных веществ в воздухе, на атомных электростанциях для мониторинга радиационного фона, на гидротехнических сооружениях для контроля уровня воды и т.д. Также они могут использоваться в системах оповещения и сигнализации для быстрого обнаружения и предупреждения о возникновении ЧС.

Анализаторы для выявления рисков природных и техногенных ЧС используются в разных сферах деятельности, где есть вероятность

возникновения таких ситуаций. Например, на промышленных предприятиях, где используются опасные вещества или производятся работы с высоким уровнем опасности, устанавливаются анализаторы, которые контролируют уровень этих веществ и предупреждают о превышении допустимых значений. Также анализаторы используются в системах безопасности на атомных станциях, гидротехнических сооружениях, химических заводах и других объектах, где возможно возникновение техногенных аварий. Кроме того, анализаторы могут использоваться для контроля состояния окружающей среды и предупреждения о возможных природных катаклизмах, таких как ураганы, землетрясения, наводнения и т.д.

Для прогнозирования ЧС используются различные технические средства оповещения и сигнализации, включая звуковые, световые и радиосигналы. Звуковые сигналы могут быть использованы для оповещения населения о возникновении ЧС, световые сигналы могут указывать на уровень опасности, а радиосигналы могут передавать информацию о ситуации и рекомендации по действиям.

Системы мониторинга природных и техногенных ЧС используются в различных отраслях, где существует вероятность возникновения таких событий. На промышленных предприятиях системы мониторинга используются для контроля за состоянием оборудования и технологических процессов, а также для предупреждения о возможных авариях.

Также в сфере безопасности они применяются для мониторинга окружающей среды и предотвращения экологических катастроф. В области здравоохранения системы мониторинга используются для отслеживания эпидемиологической обстановки и предупреждения распространения заболеваний. В чрезвычайных ситуациях системы мониторинга помогают быстро реагировать на возникающие угрозы и принимать необходимые меры для их устранения.

Программное обеспечение для обработки и анализа данных используется в различных сферах деятельности, включая прогнозирование и

предотвращение ЧС. Оно может использоваться для анализа больших объемов данных, полученных от систем мониторинга, датчиков и других источников информации. Программное обеспечение позволяет обрабатывать данные, выявлять закономерности и тенденции, а также прогнозировать возможные чрезвычайные ситуации. Кроме того, оно может использоваться для оптимизации работы систем безопасности и повышения их эффективности.

Примером программного обеспечения для обработки и анализа данных является программа «RiskAnalyzer». Она позволяет анализировать различные факторы, влияющие на возникновение ЧС, и прогнозировать их вероятность. С помощью этой программы можно определить наиболее уязвимые места и принять меры для предотвращения или снижения риска возникновения ЧС.

В настоящее время существует программное обеспечение, например:

- «КАМИ-ЧС-Прогноз» – отечественный программный продукт, предназначенный для поддержки принятия решений в области прогнозирования последствий аварий и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Может использоваться как самостоятельное решение, так и в составе комплексных систем с партнерами (АПК Безопасный город, Ситуационные центры, Комплексные проекты безопасности промышленных предприятий и др.);
- «МАКСМ» – глобальная система прогнозирования природных и техногенных катастроф. Создан с целью обеспечения глобального оперативного и краткосрочного прогноза стихийных бедствий и техногенных катастроф в интересах снижения опасности и негативных последствий для населения и экономического потенциала стран мира на основе создания единого научно-технического и информационного пространства в области мониторинга состояния литосферы, атмосферы и ионосферы Земли (отечественный программный продукт);

- «ПрЭВМ прогнозирования» – отечественный программный продукт, предназначенный для поддержки принятия решений в области прогнозирования последствий аварий и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (разработчик ООО «Центр исследований экстремальных ситуаций»);
- «АПК моделирования и прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера» – отечественный программный продукт (разработчик ООО «Городская безопасность»).

Таким образом, алгоритм обеспечения защиты населения от природных и техногенных ЧС:

- прогнозирование возможных ЧС (сбор и анализ данных о потенциальных угрозах, моделирование возможных сценариев развития событий);
- поддержание в работоспособном состоянии технических средств выявления и прогнозирования ЧС;
- разработка и принятие мер по предотвращению ЧС (планирование и реализация инженерных решений, проведение профилактических и превентивных мероприятий)
- создание и поддержание готовности сил и средств для ликвидации последствий ЧС (формирование аварийно-спасательных бригад, обеспечение их необходимым оборудованием и снаряжением);
- обучение и подготовка населения к действиям в условиях ЧС путем информирования о правилах поведения и способах защиты, проведение учений и тренингов;
- организация системы оповещения и связи для быстрого реагирования на ЧС (будет рассмотрена в разделе 6 данной работы);
- планирование и подготовка персонала, оснащение медицинских учреждений необходимым оборудованием и медикаментами.
- проведение работ по восстановлению объектов и инфраструктуры после ЧС.

На рисунке 6 представлен алгоритм управления природными и техногенными рисками возникновения ЧС.

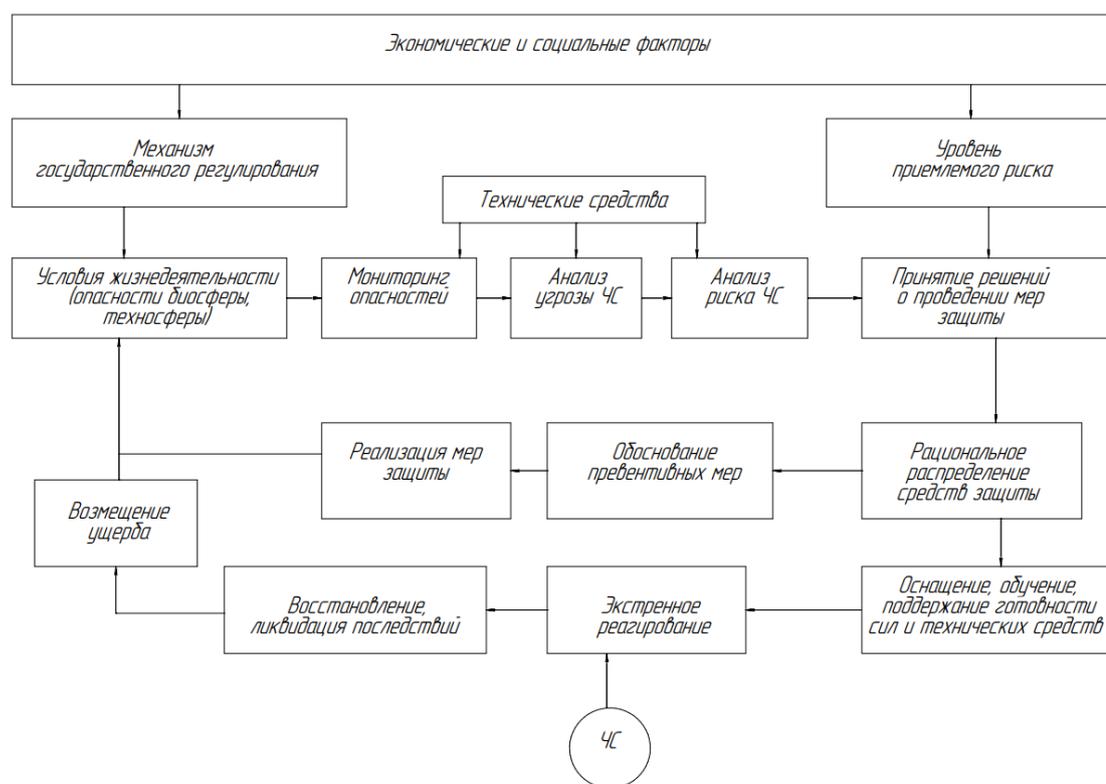


Рисунок 6 – Алгоритм управления природными и техногенными рисками возникновения ЧС

Выводы: в разделе проведено исследование рисков возникновения ЧС, с помощью различных методов и средств. Представлена классификация технических средств выявления и прогнозирования ЧС, а также алгоритм управления природными и техногенными рисками возникновения ЧС. Имеющиеся технические средства мониторинга и программное обеспечение позволяет обеспечить безопасность населения в случае природных и техногенных ЧС.

3 Научно-технический базис для обеспечения защиты населения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

По итогу анализа, проведенного в предыдущем разделе, выделим два основных направления развития средств обеспечения защиты населения при возникновении ЧС:

- «внедрение передовых технологий в области реализации мониторинга, в том числе и новых приборов, инструментов и т. д., которые могут быть использованы в процессе анализа важнейших факторов окружающей среды и факторов техногенного характера;
- создание ЕИС, позволяющей решить проблему анализа, прогнозирования и предотвращения ЧС на основе анализа совокупности данных, полученных из различных источников» [25].

«В настоящее время проводится цифровая трансформация системы управления РСЧС путем создания платформы автоматизированного межведомственного обмена данными, она ускорит принятие решений и поможет в определении большей точности прогноза ЧС. Для сбора данных для предсказания ЧС необходима распределенная инфраструктура (метеостанции, сейсмические станции) и быстрые каналы передачи данных. В настоящее время, разработка создания платформы затруднено, поскольку покрытие инфраструктуры недостаточно, особенно в отдаленных регионах, а также новых регионах РФ. Кроме того, требуется обеспечить сотрудников ведомств АРМ» [25].

«Цифровая трансформация в области защиты населения от ЧС подразумевает внедрение ИИ-решений, которые возьмут на себя ряд важных функций. Среди них автоматическое распознавание повреждений инфраструктуры со снимков ДЗЗ, а также выявление аномалий и кромки таяния льда на спутниковых снимках. Также ИИ поможет прогнозировать прохождение циклических паводков, классифицировать входящие потоки

сведений и динамически рассчитывать риски на основе прогнозных данных и истории неблагоприятных явлений. Еще один вариант применения – анализ компьютерным зрением межведомственных фото- и видеопотоков в интересах МЧС. По мере внедрения ИИ будут обеспечены сбор, обработка, хранение и предоставление доступа к отраслевым наборам данных и архиву климатических данных» [29].

«Уже сейчас, не менее чем на 80% снимков беспилотных летательных аппаратов и спутникового мониторинга автоматически распознаются повреждения инфраструктуры. В ближайшее время предполагается, что 90% сведений, подлежащих сейчас ручной классификации ЧС, будут обрабатываться автоматически. Также не менее чем для 10 типов событий будет автоматически проводиться скоринг риска для заданных территорий (термоточки, пожары, подтопления, наводнения, разрушения, гибель на воде, дорожно-транспортные происшествия, техногенные аварии, опасные метеоявления и др.). Для моделей и алгоритмов ИИ в реальном времени будут доступны данные не менее чем из 5 климатических моделей с исторической глубиной до 5 лет, а также сведения о происшествиях и чрезвычайных ситуациях по 10 видам событий» [28].

ИИ применяют в прогнозировании стихийных бедствий. В 2022 году МЧС начало тестировать ИИ-систему, которая определяла возможные места пожаров и половодья. Уже в первый год использования технологии площадь активного горения сократилась в десять раз. Согласно экспертному прогнозу, к 2027 году системы, позволяющие с помощью технологий ИИ и больших данных предсказывать чрезвычайные ситуации, появятся во всех крупных российских регионах. Развитие ИИ и нейросети обещает улучшить анализ больших объемов данных и выявление сложных закономерностей, которые могут указывать на приближение ЧС. Усовершенствование сенсорных технологий и расширение сетей мониторинга также способствуют более раннему обнаружению ЧС [30].

Таким образом, ИИ может использоваться для прогнозирования ЧС, анализа данных и принятия решений. Он может помочь в обработке информации, выявлении закономерностей и прогнозировании возможных рисков [31]. Например, ИИ может использоваться для анализа данных от систем мониторинга и датчиков, чтобы предсказать возможные ЧС и принять меры для их предотвращения. Кроме того, ИИ может помочь в разработке систем предупреждения о ЧС, а также в обучении персонала действиям в условиях ЧС. Хотя на 100% точное предсказание многих природных и техногенных ЧС пока невозможно, продолжающийся научно-технический прогресс улучшает человеческие способности предупреждать стихийные бедствия и смягчать их последствия [32].

Программное обеспечение для прогнозирования и предотвращения ЧС используется для анализа данных, моделирования ситуаций и обучения персонала действиям в условиях ЧС. Некоторые примеры такого ПО представлены в предыдущем разделе, к ним относятся: «RiskAnalyzer», «ChSPrognos», «ChSEmergency», «КАМИ-ЧС-Прогноз», «ПрЭВМ прогнозирования», «МАКСМ».

В качестве рекомендации защиты населения от природных и техногенных ЧС, предлагаем отечественную разработку «КАМИ-ЧС-Прогноз». Применение ПО отечественного производителя имеет ряд преимуществ. Во-первых, такое ПО более адаптировано к российским условиям и учитывает особенности законодательства и культуры. Во-вторых, использование отечественного ПО снижает зависимость от иностранных производителей и повышает безопасность информационных систем. В-третьих, применение отечественного ПО может способствовать развитию российской IT-индустрии и созданию новых рабочих мест.

«КАМИ-ЧС-Прогноз» является ПО, предназначенным для прогнозирования и анализа чрезвычайных ситуаций, позволяющее оперативно реагировать и принимать меры для минимизации возможных угроз и рисков [24].

Схематично комплекс ПО для прогнозирования и предотвращения ЧС «КАМИ-ЧС-Прогноз» представлен на рисунке 7.

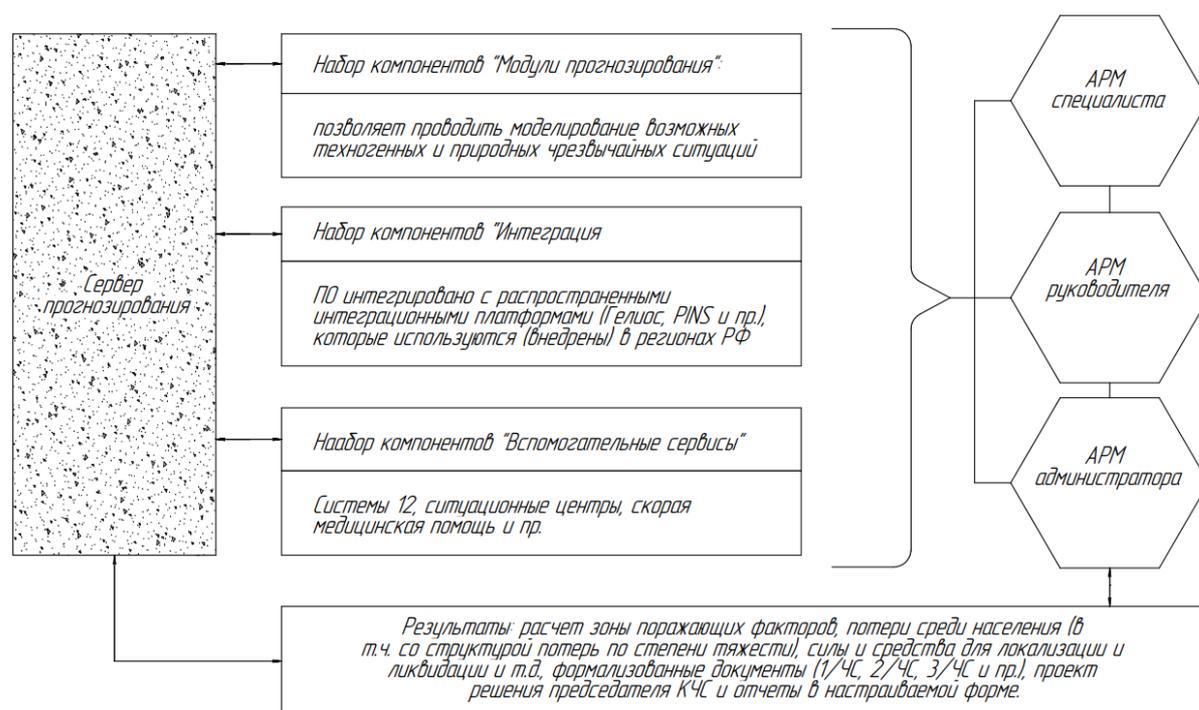


Рисунок 7 – Комплекс ПО для прогнозирования и предотвращения ЧС «КАМИ-ЧС-Прогноз»

«КАМИ-ЧС-Прогноз» – это модульная система, позволяющая реализовать различные по составу комплекты, удовлетворяющие различные требования разных заказчиков. Реализуется в проектах как полностью самостоятельный продукт (в том числе в связке с ПО «КАМИ-ГИС»), так и гибко интегрируется в системы сторонних разработчиков. Широкое распространение получила схема сервисного использования (без пользовательского интерфейса) модулей прогнозирования «КАМИ-ЧС-Прогноз»: на входе в сервер прогнозирования поступает запрос (в согласованном формате), на выходе – расчетные параметры зон ЧС, оценка потерь, сил и средств, документ с отчетами» [24].

Интерфейс программы представлен на рисунке 8. При моделировании последствий различных типов ЧС в левой панели формируется список задач.

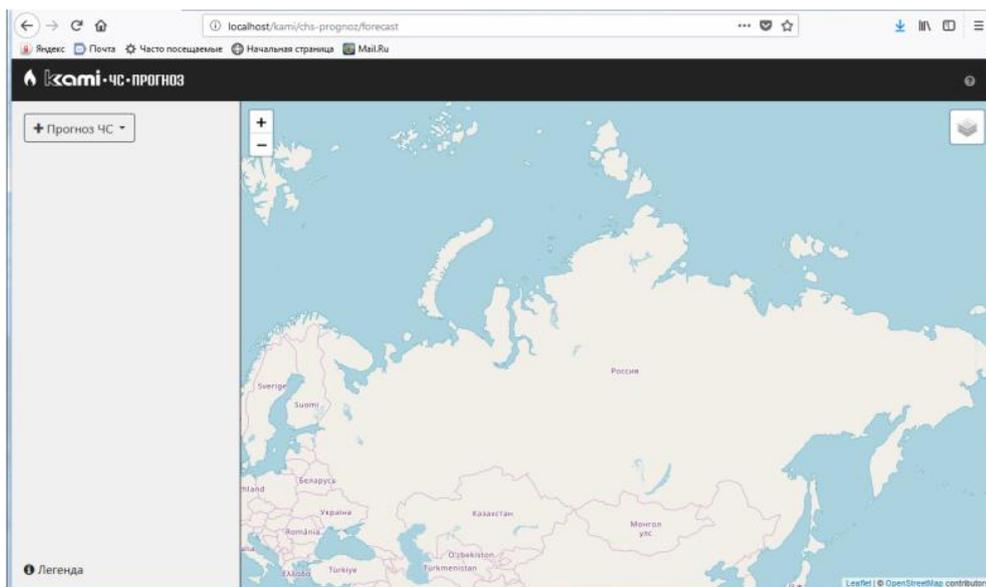


Рисунок 8 – Интерфейс «КАМИ-ЧС-Прогноз»

По итогам расчета для каждой из задачи (прогноз ЧС природного либо техногенного происхождения) формируется вкладка с прогнозом (рисунок 9).

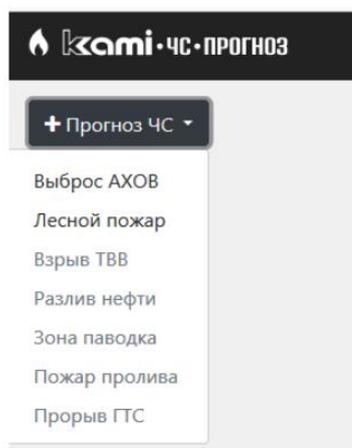


Рисунок 9 – Вкладка прогнозирования ЧС

Записи в списке выделяются разными цветами в соответствии с выполнением расчетов. Описание обозначения цветов приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Описание обозначения цветов в «КАМИ-ЧС-Прогноз»

Обозначение	Описание
белый	не произведено выполнение расчета
желтый	выполнение расчета
зеленый	расчет выполнен
красный	ошибка при выполнении отчета

Далее при выборе пункта одной из ЧС, откроется карточка задачи прогнозирования. Например, выберем «Выброс АХОВ», откроется вкладка «Ввода исходных данных», куда можно ввести координаты места ЧС, погодные условия, вид химического вещества и его параметры, характер разлива (без поддона, самостоятельный поддон, групповой поддон). Причем, координаты выбора места ЧС можно ввести как вручную, так и с помощью интегрированных программ, например, КАМИ-ГИС. Степень вертикальной устойчивости воздуха определяют по справочным данным, зная скорость ветра, характеристику облачности и время суток возникновения ЧС. Для просмотра результатов расчета по выбросу АХОВ необходимо выделить соответствующую запись в списке задач, после чего откроется форма с результатами расчета выброса АХОВ (рисунок 10).

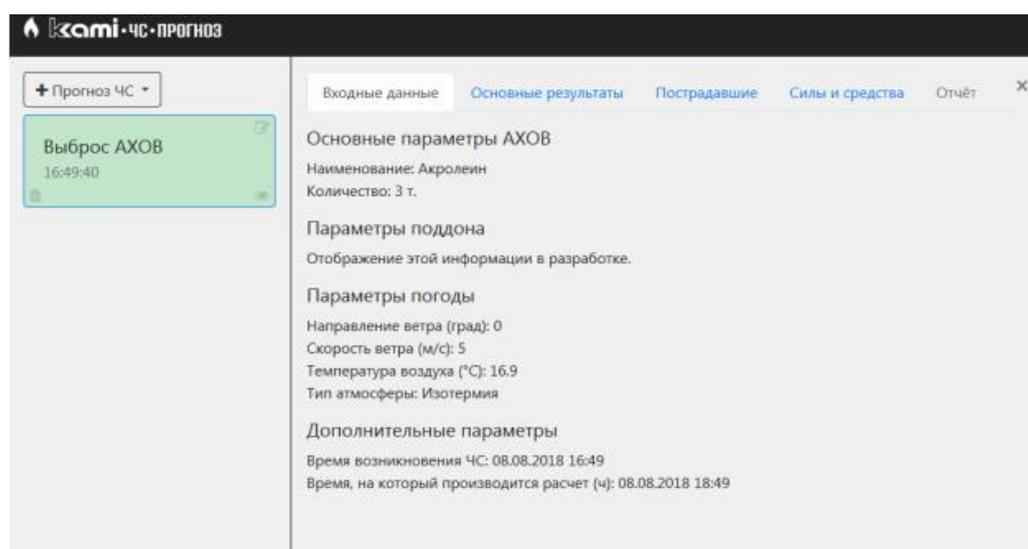


Рисунок 10 – Результаты расчета выброса АХОВ

При отсутствии у некоторых состояний веществ первичного или вторичного облака в результатах расчета соответствующих зон отображается ноль. Так для сжатых газов расчет производится только для первичного облака; для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды, – только для вторичного облака [24].

На вкладке «Силы и Средства» представлен расчет количества сил и средств, необходимых для ликвидации последствий ЧС с выбросом АХОВ (рисунок 11).

Противогазы		Обезвреживание	
Количество	23222	Количество машин, шт	
Марки	Защита отсутствует.	Количество машинорейсов с растворами, шт	
		Нейтрализатор	
		Время цикла машины для нейтрализации, мин	

Постановка водяной завесы	
Общее количество машин	
Количество машин в смене	
Интенсивность подачи нейтрализатора, т/мин	
Количество нейтрализатора, т	
Продолжительность завесы, мин	

Рисунок 11 – Вкладка расчета сил и средств

На вкладке «Пострадавшие» приводится расчетное возможное количество пострадавших в виде таблицы, пример представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет количества пострадавших (пример)

Наименование	Количество проживающих	Количество людей с пороговыми поражениями	Количество санитарных потерь	Количество безвозвратных потерь
г. Тольятти	671500	26	16	4
ул. Комсомольская, 171	420	15	8	2
ул. Мира, 126	360	2	2	1
ул. Мира, 138	360	9	6	1

При расчете природных ЧС вводятся соответствующие характеристики, например «Лесной пожар»: низовой, верховой, хвойный, лиственный. Для расчета необходимо указать погодные условия. Далее на карте можно увидеть зону распространения пожара (рисунок 12).

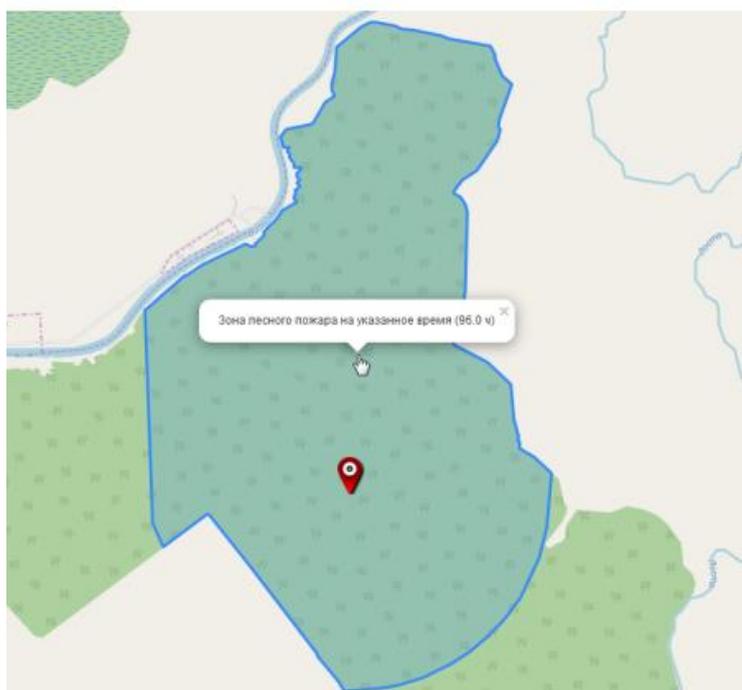


Рисунок 12 – Отображение на карте размера зоны лесного пожара (пример)

Для расчета природных ЧС также производится расчет сил и средств и количество пострадавших от инцидента.

Таким образом, ПО поможет выявить возможный прогноз развития ЧС природного либо техногенного характера, и подготовить необходимые силы, средства и материально-техническое обеспечение для защиты населения от данных инцидентов.

Материально-техническое обеспечение населения от ЧС включает в себя предоставление необходимых средств защиты, оборудования и материалов для предотвращения и ликвидации последствий ЧС. Это может включать в себя обеспечение людей СИЗ, такими как противогазы, респираторы, защитные костюмы и очки, а также предоставление оборудования для проведения аварийно-спасательных работ, включая инструменты, технику и транспортные средства. Кроме того, материально-техническое обеспечение может включать предоставление медицинских средств и оборудования для оказания помощи пострадавшим, а также обеспечение населения необходимыми предметами первой необходимости, такими как продовольствие, вода и топливо.

Этапы внедрения ПО для прогнозирования и предотвращения ЧС могут включать в себя следующие шаги:

- определение требований к ПО (анализ потребностей организации, описание вероятных ЧС, определение необходимых функций и возможностей ПО);
- выбор ПО (изучение доступных на рынке продуктов, сравнение их характеристик и стоимости, выбор наиболее подходящего варианта);
- приобретение ПО (заключение договора на поставку, оплата и получение лицензий на использование ПО);
- установка и настройка ПО (установка ПО на серверы или рабочие станции, настройка параметров, интеграция с другими системами, обустройство АРМ);
- обучение пользователей (проведение обучающих семинаров или вебинаров для сотрудников, ознакомление их с функциями и возможностями ПО);

- внедрение ПО в работу (использование ПО для прогнозирования и предотвращения ЧС, анализ результатов и улучшение работы системы);
- мониторинг и поддержка (отслеживание работоспособности ПО, устранение возникающих проблем, обновление версий и лицензий, техническая поддержка пользователей).

По итогам выбора ПО, необходимо написать заявку в организацию, осуществляющими расчет, установку и поддержку ПО. Организация направляет коммерческое предложение, по итогам которого формируется пакет ПО для конкретного производства и конкретных задач.

Эффективность предлагаемого ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», в качестве улучшения защиты населения от ЧС для организации-заказчика, заключается в следующем:

- сформированное ТЗ для закупки можно переписать под нужды конкретного производства и его особенностей месторасположения;
- техническая поддержка на всех этапах установки и реализации ПО;
- «КАМИ-ЧС-Прогноз» использует технические средства, оборудование и ПО из реестра Минпромторга и Минкомсвязи;
- минимальный срок действия лицензии «КАМИ-ЧС-Прогноз» от 1 года, но также возможны варианты покупки бессрочных лицензий;
- продление лицензии зависит от вида продукта и условия приобретенной лицензии. Так же есть возможность продлевать техническую поддержку использования;
- доставка оборудования осуществляется любой доступной транспортной компанией, загрузка ПО доступна в день покупки лицензии.

Эффективность применения ПО для защиты населения от возможных ЧС природного и техногенного характера, заключается в следующих аспектах:

- повышение точности прогнозирования (использование ПО позволяет анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности, что улучшает качество прогнозов);
- сокращение времени на принятие решений (ПО позволяет быстро обрабатывать информацию и выдавать рекомендации, что важно в условиях ЧС);
- уменьшение вероятности ошибок (автоматизированные системы прогнозирования реже допускают ошибки, чем люди, что снижает риск принятия неправильных решений);
- оптимизация работы систем безопасности (ПО помогает управлять ресурсами и контролировать работу оборудования, что позволяет повысить эффективность систем безопасности);
- обучение персонала (использование ПО помогает обучать персонал работе с новыми технологиями и повышает уровень их квалификации).

Выводы: в разделе проведен анализ инновационных решений по защите населения от ЧС, представлено материально-техническое обеспечение. В качестве предложения по защите населения от природных и техногенных ЧС, предлагаем отечественную разработку «КАМИ-ЧС-Прогноз». ПО поможет выявить возможный прогноз развития ЧС природного либо техногенного характера, и подготовить необходимые силы, средства и материально-техническое обеспечение для защиты населения от данных инцидентов. Кроме того, ПО повышает точность расчетов, сокращает время на принятие решений и значительно снижает вероятность ошибок персонала.

4 Охрана труда

В разделе составлен реестр профессиональных рисков и проведена идентификация опасностей для работников трех профессий, на основании «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 № 776н» [21]. Реестр рисков аппаратчика представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Реестр рисков аппаратчика

Номер Приказа 776	Опасность	ID	Опасное событие
2	«неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [21].	2.1	«травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [21].
8	«подвижные части машин и механизмов» [21].	8.1	«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [21].
9	«вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [21].	9.1	«отравление воздушными взвешьюми вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [21].
	«воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ» [21].	9.3	«заболевания кожи (дерматиты)» [21].
	«контакт с высокоопасными веществами» [21].	9.4	«отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ» [21].
	«образование токсичных паров при нагревании» [21].	9.5	«отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ» [21].
	«воздействие химических веществ на кожу» [21].	9.6	«заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [21].
	«воздействие химических веществ на глаза» [21].	9.7	«травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ» [21].

Продолжение таблицы 4

Номер Приказа 776	Опасность	ID	Опасное событие
13	«материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [21].	13.1	«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [21].
24	«монотонность труда при выполнении однообразных действий» [21].	24.1	«психоэмоциональные перегрузки» [21].
27	«электрический ток» [21].	27.1	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [21].

Реестр рисков машиниста компрессорных установок представлен в таблице 5.

Таблица 5– Реестр рисков машиниста компрессорных установок

Номер Приказа 776	Опасность	ID	Опасное событие
2	«неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [21].	2.1	«травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [21].
3	«скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности» [21].	3.1	«падение при поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям» [21].
8	«подвижные части машин и механизмов» [21].	8.1	«удары, порезы, проколы, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [21].
9	«вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [21].	9.1	«отравление воздушными взвешями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [21].
	«образование токсичных паров при нагревании» [21].	9.5	«отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ» [21].
9	«воздействие химических	9.6	«заболевания кожи (дерматиты) при

Продолжение таблицы 5

Номер Приказа 776	Опасность	ID	Опасное событие
	веществ на кожу» [21].		воздействии химических веществ» [21].
13	«материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру» [21].	13.1	«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [21].
24	«монотонность труда при выполнении однообразных действий» [21].	24.1	«психоэмоциональные перегрузки» [21].
27	«электрический ток» [21].	27.1	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [21].

Реестр рисков слесаря КИПиА представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр рисков слесаря КИПиА

Номер Приказа 776	Опасность	ID	Опасное событие
2	«неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [21].	2.1	«травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [21].
8	«подвижные части машин и механизмов» [21].	8.1	«удары, порезы, проколы, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [21].
9	«вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [21].	9.1	«отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [21].
	«воздействие химических веществ на кожу» [21].	9.6	«заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [21].
27	«электрический ток» [21].	27.1	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [21].

Произведем расчет количественного риска в соответствии с методикой, утвержденной Приказом №926 от 28.12.2021г [22].

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где « R – риск,

A – степень вероятности,

U – тяжесть последствий» [22].

Степень вероятности A определим в соответствии с таблицей 7, тяжесть последствий U по таблице 8.

Таблица 7 –Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	весьма маловероятно	– практически исключено; – зависит от следования инструкции.	1
2	маловероятно	– сложно представить, однако может произойти; – зависит от следования инструкции	2
3	возможно	– иногда может произойти; – зависит от обучения (квалификации).	3
4	вероятно	– зависит от случая, высокая степень возможности реализации; – часто слышим о подобных фактах; – периодически наблюдаемое событие.	4
5	весьма вероятно	– практически 100%; – регулярно наблюдаемое событие.	5

Таблица 8 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	катастрофическая	<ul style="list-style-type: none"> – групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); – несчастный случай на производстве со смертельным исходом; – авария; пожар. 	5
4	крупная	<ul style="list-style-type: none"> – тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней); – профессиональное заболевание; – инцидент с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней. 	4
3	значительная	<ul style="list-style-type: none"> – серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; – инцидент 	3
2	незначительная	<ul style="list-style-type: none"> – незначительная травма - микротравма, оказана первая медицинская помощь – инцидент, – быстро потушенное загорание. 	2
1	приемлемая	<ul style="list-style-type: none"> – без травмы или заболевания; – незначительный, быстроустраняемый ущерб. 	1

Значимость оценки риска оценим по следующей шкале: «1 – 8 (низкий), 9 – 17 (средний), 18 – 25 (высокий)» [22]. Результаты проведенной идентификации представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты идентификации

Рабочее место	Опасность (№)	Опасное событие (ID)	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
аппаратчик	2	2.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	8	8.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	9	9.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий

Продолжение таблицы 9

Рабочее место	Опасность (№)	Опасное событие (ID)	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
	9	9.3	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	9	9.4	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	9	9.5	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	9	9.6	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	9	9.7	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	13	13.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	24	24.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
машинист компрессорных установок	2	2.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	3	3.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	8	8.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	9	9.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	9	9.5	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	9	9.6	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	13	13.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	24	24.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
слесарь КИПиА	2	2.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	8	8.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	9	9.1	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	9	9.6	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий

По итогу анализа делаем вывод, что высокий риск наблюдается у аппаратчика и машиниста компрессорных установок в случае, если работники не применяют СИЗ, а также в случае воздействия химических веществ на органы дыхания, кожные покровы и слизистые, в результате чего можно получить ожоги, в том числе химические. Мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Мероприятия по устранению высокого уровня риска

Рабочее место	Опасное событие (ID)	Мероприятие
аппаратчик, машинист компрессорных установок	2.1	«2.2.1 Применение СИЗ соответствующего вида и способа защиты» [21].
	9.1	«9.1.3 Установка средств контроля за организацией технологического процесса, в том числе дистанционных и автоматических» [21].
	13	«13.1.3 Правильное применение СИЗ» [21].
	27	«Вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [21].
слесарь КИПиА	2.1	«2.2.1 Применение СИЗ соответствующего вида и способа защиты» [21].
	27.1	«27.3.1 Применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда» [21].

Выводы: в разделе составлен реестр профессиональных рисков и проведена идентификация опасностей для работников трех профессий работников ООО «Тольяттикаучук» (место преддипломной практики). По итогу анализа делаем вывод, что высокий риск наблюдается у аппаратчика и машиниста компрессорных установок в случае, если работники не применяют СИЗ, а также в случае воздействия химических веществ на органы дыхания, кожные покровы и слизистые, в результате чего можно получить ожоги, в том числе химические. Для выявленных рисков высокого уровня определены мероприятия по их устранению.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Антропогенная нагрузка на окружающую среду является одним из основных факторов, влияющих на здоровье человека и состояние экосистем. Влияние ООО «Тольяттикаучук» на эко сферу заключается в воздействии деятельности предприятия на окружающую среду и здоровье людей, и, включает выбросы вредных веществ в атмосферу, сбросы в водоемы, образование отходов и другие виды воздействия. Рассмотрим воздействие на окружающую среду (таблица 11).

Таблица 11 – Антропогенная нагрузка

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
ООО «Тольяттикаучук»	цех И-6 по производству изопренового каучука	отдувочные газы, диоксид углерода, монооксид углерода, азота оксид (азот монооксид), диоксид серы, пыль	нефтепродукты, тяжелые металлы, сульфаты, фенол, лейканол, органические соединения	твердые бытовые, промышленные, опасные отходы, отходы производства синтетического каучука в первичных формах, отходы каучука при производстве каучуков изопреновых
Количество в год		0,2 тыс.тонн	0,2 тыс.тонн	0,2 тыс.тонн

Компания активно работает над снижением негативного воздействия на окружающую среду, внедряя новые технологии и оборудование, а также проводя мероприятия по очистке сточных вод и утилизации отходов производства. Производство каучука оказывает негативное воздействие на окружающую среду: выбросы загрязняющих веществ, образование сточных вод и отходов, а также воздействие на биотические сообщества. В таблице 12 проведен анализ соответствия технологий наилучшим доступным.

Таблица 12 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие
номер	наименование		
1	цех И-6 по производству изопренового каучука	адсорбция, абсорбция	соответствует
2		коагуляция и флокуляция	соответствует

В таблице 13 представлен перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов (Распоряжение Правительства РФ от 20.10.2023 № 2909-р) [16].

Таблица 13 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Наименование загрязняющего вещества
азота оксид (азот монооксид)
серы диоксид

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха

Подразделение	Источник		Загрязняющее вещество	ПДВ, мг/м ³	Фактический выброс, г/с	Превышение ПДВ в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее кол-во случаев превышения ПДВ	Примечание
	номер	наименование							
цех И-6 по производству изопренового каучука	1, 2	адсорбция, абсорбция, коагуляция и флокуляция	азот монооксид	0,2	0,1	-	10.04.2024	-	-
			серы диоксид	0,2	0,15	-	10.04.2024	-	-

ПЭК производится для обеспечения соблюдения экологических норм и правил, а также для мониторинга состояния окружающей среды и оценки воздействия деятельности предприятий на окружающую среду. ПЭК также помогает выявлять и устранять экологические проблемы, а также разрабатывать меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименование загрязняющего вещества	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективность очистки сточных вод, %	
			проектный	допустимый, в соответствии с разрешительным документом на пользование водным объектом	фактический			проектное	допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	фактическое	проектная	фактическая
физико-химический	2019	снижение концентрации опасных веществ до норм предельно допустимой концентрации	1,8	2,0	0,7	нефтепродукт	10.04.2024	1,6	2,0	0,7	99	99
			1,8	1,5	0,7	сульфат-ионы	01.02.2024	2,0	2,0	0,7	99	99

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления

Наименование видов отходов	Код по ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других ИП и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
			хранение	накопление				
отходы производства синтетического каучука в первичных формах	3 16 020 00 00 4	4	0,05	0,1	0,16	-	-	-
отходы каучука при производстве каучуков изопреновых	316124 11204	4	-	0,15	0,5	-	-	-
Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн								
всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания		для хранения	для захоронения		
0,15	0,15	-	-		-	-		
0,5	0,5	-	-		-	-		
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн						Наличие отходов на конец года, тонн		
всего	хранение на собственных ОРО		захоронение на собственных ОРО	хранение на сторонних ОРО	захоронение на сторонних ОРО	хранение	накопление	
0,01	-		-	-	0,01	-	-	

Выводы: в разделе определена антропогенная нагрузка предприятия при производстве изопреновых каучуков и представлены результаты ПЭК.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

К вероятным аварийным и чрезвычайным ситуациям при производстве каучука изопренового относятся: пожары и возгорания, взрывы оборудования и химических веществ. Каучук не является пожароопасным веществом, но при определенных условиях может возникнуть пожар или взрыв. Каучук может подвергаться горению, но это требует определенных условий, таких как наличие источника тепла и кислорода. При горении разбрызгиваются горящие капли; к химическому и микробиологическому самовозгоранию не склонен. Однако, при правильном обращении и соблюдении правил безопасности, каучук не представляет серьезной пожарной опасности.

В соответствии со статьей 27, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ категория взрывопожароопасной и пожарной опасности помещений и зданий, в которых осуществляется технологический процесс, относится к классу Д [26]. Для предупреждения развития аварийных ситуаций цех И-6 по производству каучука изопренового оснащен системой мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений (СМИС).

СМИС обеспечивает решение следующих задач:

- мониторинг в режиме реального времени критически важных для безопасности персонала, населения и окружающей среды параметров технологических систем;
- информирование в режиме реального времени персонала ДДС предприятия и ЕДДС г. Тольятти о предаварийном и аварийном состоянии технологических систем;
- обеспечение персонала ДДС предприятия и ЕДДС г. Тольятти информацией, необходимой для своевременного принятия эффективных мер, направленных на поддержание нормальной работы технологических систем;
- предупреждение развитие и локализация ЧС с целью снизить людские и материальные потери;

- обеспечение через ЕДДС г. Тольятти и соответствующих служб, и подразделений информацией, необходимой для проведения аварийно-спасательных работ и ликвидации последствий ЧС;
- формирование и передача формализованных сообщений об инцидентах, авариях, террористических проявлениях в ДДС и ЕДДС г. Тольятти.

Ближайшая пожарная часть находится через дорогу от производства. В случае возникновения ЧС, среднее время прибытия подразделений МЧС – 2 минуты. ФГБУ 4 отряд федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы по Самарской области, Пожарная часть №28, находится по адресу: г. Тольятти, Новозаводская, 31. Ближайшая подстанция скорой медицинской помощи располагается по адресу: ул. Жилина, 29. В случае возникновения ЧС, Руководителем ликвидации является руководитель объекта, на котором произошла ЧС. Должностной состав объектового звена ТП РСЧС включает в себя начальника отдела ГО и ЧС, инженера по промышленной безопасности, пожарной безопасности, медицинского работника и других специалистов, необходимых для ликвидации ЧС, в соответствии с Приказом МЧС России № 999 от 23.12.2005 [19].

АСС объекта состоит из специалистов, имеющих опыт работы в области безопасности и защиты населения от ЧС, и является подразделением, которое занимается ликвидацией последствий ЧС на территории объекта. АСС объекта является самостоятельным подразделением из числа сотрудников и входит в состав более крупной городской АСС [12].

В задачи эвакуационной комиссии, которая сформирована приказом по производству, входит планирование и организация эвакуации людей. Комиссия также отвечает за подготовку необходимых документов и инструктажей для персонала. Для организации эвакуационной комиссии необходимо создать штаб, который будет координировать работу всех подразделений и служб в случае ЧС. В состав штаба должны входить

представители администрации, специалисты по безопасности, медицинские работники и другие специалисты, необходимые для обеспечения эффективной эвакуации. Порядок оповещения населения об угрозе ЧС зависит от конкретной ситуации и степени опасности. Обычно оповещение осуществляется через местные СМИ, радио и телевидение, а также через мобильные приложения и интернет. В некоторых случаях может быть использовано громко-говорительное оповещение или рассылка СМС-оповещений. «Оповещение является одним из важнейших мероприятий, обеспечивающих доведение в минимально короткие сроки информации об угрозе или возникновении ЧС до территориальных органов МЧС России и населения» [19].

Важно обеспечить своевременное и точное информирование населения об угрозе, чтобы люди могли принять необходимые меры для своей безопасности. Схема объектовой системы оповещения представлена на рисунке 13.

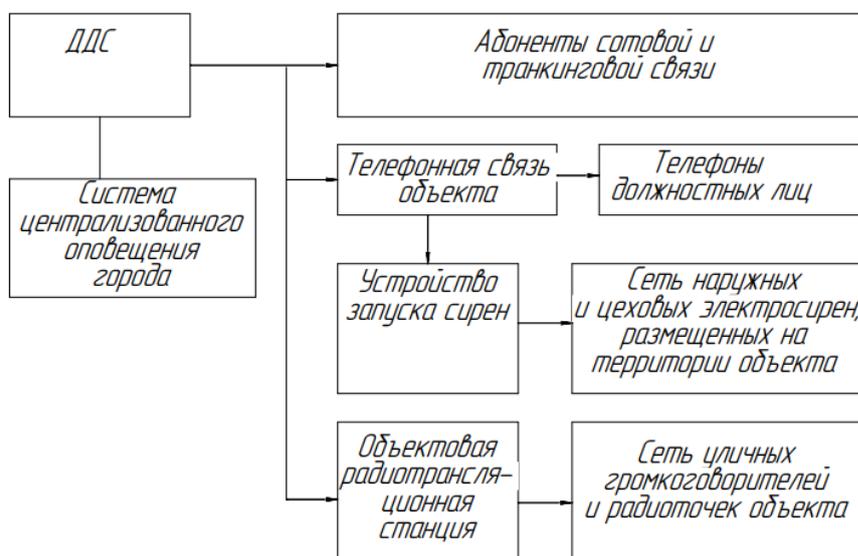


Рисунок 13 – Схема объектовой системы оповещения

При угрозе и возникновении ЧС необходимо эвакуировать людей в пункты ПВР [14]. В таблице представлен перечень ПВР для персонала объекта (таблица 17) [23].

Таблица 17 – Таблица ПВР для персонала объекта

Номер ПВР	Наименование организаций (учреждений), развертывающих ПВР	Адрес расположения, телефон	Количество предоставляемых мест	
			посадочных мест	койко-мест
1	МБОУ школа №1	ул. Мира, 121, р.т. 2-26-80-93	240	145/20
23	МБОУ школа №20	ул. Мира, 116, р.т. 2-26-43-71	150	100/15
24	МБОУ школа №21	ул. 50 лет октября, 23, р.т. 22-69-01	180	145/20
29	МБОУ школа №29	ул. Баныкина, 12, р.т. 48-02-67	200	136/20
62	МБОУ школа №1	ул. Баныкина, 44, р.т. 26-16-94	157	145/15

Маршрут эвакуации до ближайшего ПВР (МБОУ школа №1) составит 5 километров, на колесном транспорте составит в среднем 10 минут. Разработаем перечень основных мероприятий, выполняемых службами и должностными лицами объекта (таблица 18).

Таблица 18 – Перечень основных мероприятий, выполняемых службами и должностными лицами объекта

Наименование подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
администрация	руководитель	дает оценку ситуации и определяет тип ЧС; оповещает соответствующие службы и органы власти; руководит организацией эвакуации людей; обеспечивает медицинскую помощь пострадавшим; принимает меры по локализации

Продолжение таблицы 18

Наименование подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
		и ликвидации последствий ЧС; проводит анализ причин возникновения ЧС и разрабатывает мероприятия по предотвращению подобных ситуаций в будущем [13].
КЧС и ПБ	руководитель КЧС и ПБ	оповещение и информирование населения о возникшей ЧС; организация эвакуации людей из зоны ЧС; оказание медицинской помощи пострадавшим; принятие мер по ликвидации последствий ЧС; проведение анализа причин возникновения ЧС; разработка мер по предотвращению подобных ЧС в будущем; доклад руководителю организации предложения по решению предстоящих спасательных работ, очередность их проведения и состав имеющихся сил [13].
отдел ГО и ЧС	инженер по ГО и ЧС, уполномоченный работник ГО и ЧС	организация и контроль разработки и исполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий ЧС; организация работы по поддержанию постоянной готовности технических систем управления, оповещения и связи пунктов управления системы ГО и ЧС; организация эвакуации населения из зоны ЧС, оказание медицинской помощи пострадавшим; принятие мер по ликвидации последствий ЧС [13].
ДДС	дежурный диспетчер	получение информации о возникновении ЧС; передача информации соответствующим службам и органам власти; оповещение населения о ЧС; организация эвакуации населения; оказание помощи пострадавшим [13].
цех И-6 по производству изопренового каучука	руководитель	организует и контролирует исполнение мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в организации, по эвакуации работников в ПВР [13].

Таким образом, к основным мероприятиям, выполняемым службами и должностными лицами объекта относятся:

- оповещение персонала о возникновении ЧС;
- организация эвакуации персонала из опасной зоны;

- обеспечение защиты персонала от воздействия опасных факторов ЧС;
- оказание первой помощи пострадавшим;
- проведение мероприятий по локализации и ликвидации последствий ЧС;
- взаимодействие с экстренными службами и органами власти;
- организация жизнеобеспечения персонала после ЧС.

Средствами защиты являются: фильтрующий промышленный противогаз марки ДОТ-600, шланговый противогаз ПШ-1, ПШ-2, защитные очки или маска и щитки из оргстекла, рукавицы из кислотостойких тканей. При возникновении ЧС необходимо использовать специальную защитную одежду, такую как комбинезоны, перчатки, сапоги и защитные очки. Также необходимо использовать респираторы для защиты органов дыхания от вредных паров и газов. В случае аварии необходимо немедленно покинуть зону аварии, следуя указаниям аварийных служб [18].

Выводы: в разделе описаны вероятные ЧС при производстве каучука изопренового. Наиболее вероятные аварийные ситуации: пожары, возгорания и взрывы. Для предупреждения развития аварийных ситуаций в организации разработаны мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС, а также представлен перечень основных мероприятий, выполняемых службами и должностными лицами объекта.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по улучшению условий и охраны труда представлен в таблице 19.

Таблица 19 – План мероприятий по улучшению условий и охраны труда

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Источник финансирования
цех И-6 по производству изопренового каучука	закупка ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», оборудования и технических средств по защите населения от возможных ЧС	совершенствованию защиты населения в ЧС природного и техногенного характера на основе инновационных подходов методов и способов	3 квартал 2024 года	ООО «Тольяттикаучук»
	установка ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», оборудования и технических средств по защите населения от возможных ЧС		3 квартал 2024 года	
	обучение персонала АРМ работе с ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз»		3 квартал 2024 года	
	техническая поддержка ПО ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз»		в течение года	

Смета затрат на финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Смета затрат

Наименование статьи затрат	Единицы измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
закупка ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», оборудования и технических средств по защите населения от возможных ЧС	ед.	1	200 000	200 000
установка ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», оборудования и технических средств по защите населения от возможных ЧС	ед.	1	100 000	100 000
обучение персонала АРМ работе с ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз»	чел.	10	5 000	50 000
техническая поддержка ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз»	ед.	1	50 000	50 000
Итого, руб.:				400 000

«Перечень видов расходов, связанных с соблюдением обязательных требований, установленных ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», в целях пункта 3.5 статьи 343.2 Налогового Кодекса РФ» [8], [3]. Перечень утвержден распоряжением Правительства РФ от 30 октября 2021 г. № 3092-р [15]. Данные для расчета представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Данные

Наименование показателя	Усл. обознач.	Ед измер.	Значения показателя
остаточная стоимость уничтоженных основных фондов	Soi	руб.	500 000
утилизационная стоимость материальных ценностей	Syi	руб.	100 000
стоимость ремонта и восстановления поврежденных основных фондов	Spi	руб.	600 000
стоимость материальных ценностей i-го вида, годных для дальнейшего использования	Smi	руб.	300 000
число видов товара, которым причинен ущерб в результате аварии	n	ед.	1
ущерб, причиненный продукции предприятия	Pti	руб.	500 000

Продолжение таблицы 21

Наименование показателя	Усл. обознач.	Ед измер.	Значения показателя
ущерб, причиненный сырью и материалам	Пс _ј	руб.	400 000
расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии	Пл	руб.	500 000
расходы на расследование аварии	Пр	руб.	100 000
убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пеней	Пш	руб.	100 000
потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности	Пв.т.р	руб.	300 000
убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, руб.	Пн.п.т.л.	руб.	200 000
социально-экономические потери	П _{сэ}	руб.	100 000
расходы по выплате пособий на погребение погибших	Спог	руб.	200 000
расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца	Сп.к.	руб.	200 000
расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности	Св	руб.	200 000
заработная плата сотрудников предприятия	Вз.п.	руб./день	1 000 000
доля сотрудников, не использованных на работе	А	%	20
условно-постоянные расходы	Вы.п.	руб./день	100 000
продолжительность простоя объекта	Тпр	дни	7
объем i-го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии	ΔQ _i		20
средняя оптовая стоимость единицы i-го недопроизведенного продукта на дату аварии	Si	руб.	100 000
средняя себестоимость единицы i-го недопроизведенного продукта на дату аварии	Bi	руб.	80 000
ущерб от загрязнения атмосферы	Эа	руб.	200 000
ущерб от загрязнения водных ресурсов	Эв	руб.	200 000
ущерб от загрязнения почвы	Эп	руб.	200 000
текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования	С	руб.	500 000
инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	К	руб.	400 000
нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений	Ен		0,16

Ущерб от аварий на опасных производственных объектах:

$$P_a = P_{п.п.} + P_{сэ} + P_{н.в.} + P_{экол} + P_{л.а.} + P_{в.т.р.}, \quad (2)$$

где «P_a – полный ущерб от аварий, руб.;

« $P_{п.п.}$ – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

$P_{сэ}$ – социально-экономические потери, руб.;

$P_{н.в.}$ – косвенный ущерб, руб.;

$P_{экол}$ – экологический ущерб, руб.;

$P_{л.а.}$ – затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, руб.;

$P_{в.т.р.}$ – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности, руб.» [27].

Прямые потери от аварий:

$$P_{п.п.} = P_{о.ф.} + P_{тм.ц.}, \quad (3)$$

где « $P_{о.ф.}$ – потери предприятия в результате уничтожения или повреждения основных фондов, руб.;

$P_{тм.ц.}$ – потери предприятия в результате уничтожения или повреждения товарно-материальных ценностей, руб.;

$P_{им}$ – потери в результате уничтожения или повреждения имущества третьих лиц, руб.» [27].

Потери предприятия от уничтожения или повреждения аварией его основных фондов:

$$P_{о.ф.} = P_{о.ф.у.} + P_{о.ф.п.}, \quad (4)$$

где « $P_{о.ф.у.}$ – потери предприятия в результате уничтожения основных фондов, руб.;

$P_{о.ф.п.}$ – потери предприятия в результате повреждения основных фондов, руб.» [27].

Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов:

$$\Pi_{\text{о.ф.у.}} = \sum_{i=1}^n (S_{oi} - (S_{mi} - S_{yi})), \quad (5)$$

где « n – число видов уничтоженных основных фондов;

S_{oi} – стоимость замещения или воспроизводства i -го вида уничтоженных основных фондов, руб.;

S_{mi} – стоимость материальных ценностей i -го вида, годных для дальнейшего использования, руб.;

S_{yi} – утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов, руб.» [27].

$$\Pi_{\text{о.ф.у.}} = \sum_{i=1}^n (500\,000 - (300\,000 - 100\,000)) = 300\,000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате повреждения основных фондов:

$$\Pi_{\text{о.ф.п.}} = \sum_{i=1}^n S_{pi}, \quad (6)$$

где « n – число видов поврежденных основных фондов;

S_{pi} – стоимость ремонта i -го вида поврежденных основных фондов, руб.» [27].

$$\Pi_{\text{о.ф.п.}} = 600\,000 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{о.ф.}} = 300\,000 + 600\,000 = 900\,000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей:

$$\Pi_{\text{т.м.ц.}} = \sum_{i=1}^n \Pi_{ti} + \sum_{j=1}^m \Pi_{cj}, \quad (7)$$

где « n – число видов товара, которым причинен ущерб в результате аварии;

P_{ti} – ущерб, причиненный i -му виду продукции, изготавливаемой предприятием, руб.;

m – число видов сырья, которым причинен ущерб в результате аварии;

P_{cj} – ущерб, причиненный j -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб.» [27].

$$P_{т.м.ц.} = \sum_{i=1}^n 500\,000 + \sum_{j=1}^m 400\,000 = 900\,000 \text{ руб.}$$

$$P_{п.п.} = 800\,000 + 900\,000 = 1\,700\,000 \text{ руб. ,}$$

Социально-экономические потери:

$$P_{сэ} = P_{г.п.} + P_{т.п.} , \quad (8)$$

где « $P_{г.п.}$ – расходы на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала, руб.;

$P_{т.п.}$ – расходы на компенсации и мероприятия вследствие производственного травматизма персонала, руб.» [27].

Затраты, связанные с гибелью персонала:

$$P_{г.п.} = S_{пог} + S_{п.к.} , \quad (9)$$

где « $S_{пог}$ – расходы по выплате пособий на погребение погибших, руб.;

$S_{п.к.}$ – расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца, руб.» [27].

$$P_{г.п.} = 200\,000 + 200\,000 = 400\,000 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с травмированием персонала:

$$P_{т.п.} = S_{в} , \quad (10)$$

где « S_B – расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности, руб.» [27].

$$P_{т.п.} = 200\ 000 \text{ руб.}$$

$$P_{сэ} = 400\ 000 + 200\ 000 = 600\ 000 \text{ руб.}$$

Косвенный ущерб вследствие аварий:

$$P_{н.в.} = P_{н.п.} + P_{з.п.} + P_{ш} + P_{н.п.т.л.}, \quad (11)$$

где « $P_{н.п.}$ – часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя, руб.;

$P_{з.п.}$ – зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя, руб.;

$P_{ш}$ – убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пеней, руб.;

$P_{н.п.т.л.}$ – убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, руб.» [27].

Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя:

$$P_{з.п.} = (V_{з.п.} \cdot A + V_{уп}) \cdot T_{пр}, \quad (12)$$

где « $V_{з.п.}$ – заработная плата сотрудников предприятия, руб/день;

A – доля сотрудников, не использованных на работе;

$V_{уп}$ – условно-постоянные расходы, руб/день;

$T_{пр}$ – продолжительность простоя объекта, дни» [27].

$$P_{з.п.} = (1\ 000\ 000 \cdot 20\% + 100\ 000) \cdot 7 = 2\ 100\ 000 \text{ руб.}$$

Недополученная прибыль в результате простоя:

$$P_{н.п.} = \sum_{i=0}^n \Delta Q_i \cdot (S_i - B_i), \quad (13)$$

где « n – количество видов недопроизведенного продукта (услуги);

ΔQ_i – объем i -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии;

S_i – средняя оптовая стоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб.;

B_i – средняя себестоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии» [27].

$$П_{н.п.} = \sum_{i=0}^n 20 \cdot (100 - 80) = 400 \text{ руб.}$$

$$П_{н.в.} = 400 + 2\,100\,000 + 100\,000 + 200\,000 = 2\,400\,400 \text{ руб.}$$

Экологический ущерб:

$$П_{\text{экол}} = Э_a + Э_v + Э_п, \quad (14)$$

где « $Э_a$ – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

$Э_v$ – ущерб от загрязнения водных ресурсов;

$Э_п$ – ущерб от загрязнения почвы» [27].

$$П_{\text{экол}} = 200\,000 + 200\,000 + 200\,000 = 600\,000 \text{ руб.}$$

Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии:

$$П_{\text{л.а.}} = П_{\text{л}} + П_{\text{р}}, \quad (15)$$

где « $П_{\text{л}}$ – расходы по локализации и ликвидации аварии, руб.;

$П_{\text{р}}$ – расходы на расследование аварии, руб.» [27].

$$П_{\text{л.а.}} = 500\,000 + 100\,000 = 600\,000 \text{ руб.}$$

$$П_a = 1\,700\,000 + 100\,000 + 2\,400\,400 + 600\,000 + 600\,000 + 300\,000 = 5\,700\,400 \text{ руб.}$$

Таким образом, ущерб от аварий на ОПО составляет 5 400 400 руб. Рассчитаем экономическую эффективность мероприятий по обеспечению промышленной безопасности. Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$\mathcal{E} = \Pi - \mathcal{Z}, \quad (16)$$

где « \mathcal{Z} – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.;

Π - ущерб от аварий, руб.» [27].

Приведенные затраты:

$$\mathcal{Z} = C + E_n \cdot K, \quad (17)$$

где « C – текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования, руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

K – инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [27].

$$\mathcal{Z} = 500\,000 + 0,16 \cdot 400\,000 = 564\,000 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E} = 5\,800\,400 - 564\,000 = 5\,236\,400 \text{ руб.}$$

Общая экономическая эффективность приведенных затрат:

$$\mathcal{E}_z = \mathcal{E} / \mathcal{Z} \quad (18)$$
$$\mathcal{E}_z = \frac{5\,236\,400}{580\,000} = 9,0$$

Общая экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$\mathcal{E}_k = (\mathcal{E} - C) / K. \quad (19)$$

$$\mathcal{E}_k = \frac{5700400}{400\ 000} = 14,3$$

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$T_{ед} = \frac{3}{\mathcal{E}}, \quad (20)$$

где « $T_{ед}$ – срок окупаемости приведенных затрат, год;

3 – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.;

\mathcal{E} - годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [27].

$$T_{ед} = \frac{580\ 000}{5700400} = 0,1$$

Выводы: расчет показал эффективность предложенных мероприятий по установке ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», оборудования и технических средств по защите населения от возможных ЧС.

Заключение

В первом разделе в разделе проведен анализ ЧС, выявлено, ЧС бывают как природного, так и техногенного характера. Процедура обеспечения безопасности, предотвращения и предупреждения ЧС регламентированы нормативными законодательными документами. В разделе также представлены известные организационные и технические мероприятия по защите населения от ЧС.

Во втором разделе проведено исследование рисков возникновения ЧС, с помощью различных методов и средств. Представлена классификация технических средств выявления и прогнозирования ЧС, а также алгоритм управления природными и техногенными рисками возникновения ЧС. Имеющиеся технические средства мониторинга и программное обеспечение позволяет обеспечить безопасность населения в случае природных и техногенных ЧС.

В третьем разделе проведен анализ инновационных решений по защите населения от ЧС, представлено материально-техническое обеспечение. В качестве предложения по защите населения от природных и техногенных ЧС, предлагаем отечественную разработку «КАМИ-ЧС-Прогноз». ПО поможет выявить возможный прогноз развития ЧС природного либо техногенного характера, и подготовить необходимые силы, средства и материально-техническое обеспечение для защиты населения от данных инцидентов. Кроме того, ПО повышает точность расчетов, сокращает время на принятие решений и значительно снижает вероятность ошибок персонала.

В четвёртом разделе составлен реестр профессиональных рисков и проведена идентификация опасностей для работников трех профессий работников ООО «Тольяттикаучук» (место преддипломной практики). По итогу анализа делаем вывод, что высокий риск наблюдается у аппаратчика и машиниста компрессорных установок в случае, если работники не применяют СИЗ, а также в случае воздействия химических веществ на органы дыхания,

кожные покровы и слизистые, в результате чего можно получить ожоги, в том числе химические. Для выявленных рисков высокого уровня определены мероприятия по их устранению.

В пятом разделе определена антропогенная нагрузка предприятия при производстве изопреновых каучуков и представлены результаты ПЭК.

В шестом разделе описаны вероятные ЧС при производстве каучука изопренового. Наиболее вероятные аварийные ситуации: пожары, возгорания и взрывы. Для предупреждения развития аварийных ситуаций в организации разработаны мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС, а также представлен перечень основных мероприятий, выполняемых службами и должностными лицами объекта.

Расчет, произведенный в 7 разделе, показал эффективность предложенных мероприятий по установке ПО «КАМИ-ЧС-Прогноз», оборудования и технических средств по защите населения от возможных ЧС.

Список используемых источников

1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.8.05-2022. Национальный стандарт Российской Федерации. Общие требования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.03.2022 № 169-ст). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200183707?ysclid=luiod8miff599399504> (дата обращения: 02.04.2024).

2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 22.2.06-2016. Национальный стандарт Российской Федерации (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 29.06.2016 № 726-ст) Расчет количественного значения риска чрезвычайных ситуаций. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136693?ysclid=luiqhkbdb514640269> (дата обращения: 02.04.2024).

3 Налоговый кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 117-ФЗ (часть вторая) от 05.08.2000 г. (ред. от 23.03.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 26.03.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ (дата обращения: 02.04.2024).

4 О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 17.01.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/ (дата обращения: 02.04.2024).

5 О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный

закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 14.04.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/ (дата обращения: 02.04.2024).

6 О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 20.12.2019). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=353290&ysclid=1uigbz0993792655901> (дата обращения: 02.04.2024).

7 О Порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 24.03.1997 № 334 (ред. от 16.06.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13806/ (дата обращения: 02.04.2024).

8 О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 14.11.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 02.04.2024).

9 О создании комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Указ Президента РФ от 13.11.2012 № 1522. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137743/ (дата обращения: 02.04.2024).

10 О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 17.05.2011 № 376 (ред. от 07.07.2022) (вместе с «Правилами введения чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, и взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления в условиях таких чрезвычайных ситуаций»). URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=427270&ysclid=1uigdeyhoa815025421> (дата обращения: 02.04.2024)

11 Об аварийно-спасательных работах [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 28.08.2014 № 867 (ред. от 01.09.2018). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_167954/ (дата обращения: 02.04.2024).

12 Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (ред. от 14.07.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/ (дата обращения: 02.04.2024).

13 Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 (Зарегистрировано в Минюсте России 16.09.2021 № 65025). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_395571/ (дата обращения: 02.04.2024).

14 Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 28.02.2020). (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 № 50100). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291493 (дата обращения: 02.04.2024).

15 Об утверждении перечня видов расходов, связанных с соблюдением обязательных требований, установленных Федеральным законом «Об охране окружающей среды» и Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства РФ от 30.10.2021 № 3092-п. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_399905/ (дата обращения: 02.04.2024).

16 Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды и признании утратившими силу некоторых Постановлений Правительства РФ [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства РФ от 20.10.2023 № 2909-р (ред. от 23.12.2023). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=463555&ysclid=1u8306kq79504235245> (дата обращения: 02.04.2024).

17 Об утверждении Положения о подготовке граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 18.09.2020 № 1485. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=374773&ysclid=1uigg0ojgt364899406> (дата обращения: 02.04.2024).

18 Об утверждении Положения об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 01.10.2014 № 543 (ред. от 31.07.2017 (Зарегистрировано в Минюсте России 02.03.2015 № 36320)). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176058/ (дата обращения: 02.04.2024).

19 Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999 (ред. от 23.12.2022) (Зарегистрировано в Минюсте России 19.01.2006 № 7383). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57986/ (дата обращения: 02.04.2024).

20 Об утверждении Правил поведения, обязательных для исполнения гражданами и организациями, при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 02.04.2020 № 417. URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=358723&ysclid=luiagesmvam674092798> (дата обращения: 02.04.2024).

21 Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения: 02.04.2024).

22 Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/ (дата обращения: 02.04.2024).

23 Постановление Администрации городского округа Тольятти Самарской области от 14.7.2023 № 2254-п/1 «О звене городского округа Тольятти территориальной подсистемы Самарской области единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций», г. Тольятти, 2023. 29 с.

24 Программное обеспечение «КАМИ-ЧС-Прогноз» [Электронный ресурс] : Описание функциональных характеристик «КАМИ-ЧС-Прогноз». URL: <https://kami.ru/services/apkbg/kami-chs-prognoz/?ysclid=luisj8ibga321180174> (дата обращения: 02.04.2024).

25 Савранский В.А. Перспективные направления совершенствования системы мониторинга и прогнозирования ЧС / В.А. Савранский, П.С. Тихонов // Молодой ученый. 2023. № 6 (453). С. 111-113.

26 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 02.04.2024).

27 Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной

квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск.

28 Abdelhamid H., Labbaci B. A universal crisis management model for disaster risk management // Reliability and Engineering Safety. 2019. № 11(2). P. 9–17.

29 Daoming Liu, Jianming Wei. Modeling and forecasting of emergency situations using neural networks and artificial intelligence // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2019. №. 9(1). P. 14-20.

30 Perepelitsa V.A. Methodology for assessing natural and man-made accidents // Journal of Safety. 2020. №11. P. 25–33.

31 Tebueva F.B, Streblianskaia N.V. Analysis of software for the protection of the population from emergencies // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2020 № 10(3). P.55–62.

32 Zhang Y., Weng W., Huang Z. Real-time emergency forecasting technique for situation management systems // Journal of Physics Conference Series. 2019. №. 1015(4). P. 38–46.