Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты

Сборник трудов
Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР)
Молодежной программы
27-ой Международной специализированной
выставки и Форума
«Безопасность и охрана труда»
БИОТ-2023

Минтруд России АССОЦИАЦИЯ СИЗ

Секция 1

Предупреждение и ликвидация последствий ЧС, как техногенного, так и природного характера, в том числе пандемий

УДК 504.06

А.И. Алюшина

ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВУ

АННОТАЦИЯ

Работа относится к сфере экологической безопасности, а именно к методам ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, причинами проявления которых стали разливы нефтепродуктов. В результате разлива углеводородов и проникновения их компонентов в биологические циклы и в отдельные живые организмы, их дальнейшая трансформация, аккумуляция, перераспределение и перемещение позволяют оказывать колоссальное влияние на окружающую среду. Результатом работы является разработанная математическая модель определения глубины проникновения углеводородов в почву по заданным параметра в зависимости от объема и вида загрязняющего вещества и временного промежутка. Построенная модель позволяет определить глубину проникновения нефтепродуктов в почву и как следствие удалить только загрязненный участок почвы.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

Согласно данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в 2021 году в Российской Федерации зафиксированы 32 аварии, связанные с разливом нефтепродуктов промышленными предприятиями, в 2020 году 49 аварий. Результатом нефтяного загрязнения является изменение физических, физико-химических и химических свойств почвы. Нефть и нефтепродукты, попадая в почву, вызывают изменение окислительно-восстановительных условий, в результате нарушения аэрации и создания анаэробных условий в толще почвы снижается ее окислительный потенциал, что может приводить к развитию процессов оглеения и даже поверхностному заболачиванию почв [1, 2].

В результате нефтяного загрязнения уменьшается число видов растений, общее проективное покрытие видов и продуктивность фитомассы напочвенного покрова, происходит перестройка в видовой структуре живого напочвенного покрова, изменяется соотношение видов и групп растений [3].

Основными причинами аварий с разливами нефтепродуктов являются эксплуатационные и аварийные. Вторую причину создают стихийные бедствия, поэтому избежать их влияния невозможно. Первая же причина вызвана человеческим фактором или неисправностью используемого оборудования, ответственность за которое также лежит на людях.

Научные исследования по повышению эффективности очистки компонентов окружающей среды от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, являются актуальными и имеют большую практическую и экономическую значимость, при этом необходимо уделять особое внимание средствам и материалам, применяемым при рекультивации нефтезагрязненных почв.

1.2 Актуальность

Нефтезагрязнение почвы является актуальным вопросом, так как разливы углеводородов происходят не только при добыче и переработке, но и при транспортировке горюче-смазочных материалов. Объектами потенциальной экологической опасности нефтезагрязнений являются топливные склады, нефтеперерабатывающие заводы, нефтепроводы. Все это создает высокий уровень опасности нефтяных загрязнений на территории Российской Федерации.

Загрязнение углеводородами представляет собой мировую опасность, как по масштабам, так и по токсичности, в результате нарушаются и угнетаются все жизненные процессы: подавляется дыхательная активность и микробное самоочищение, изменяется естественное соотношение численности микроорганизмов и направление обмена веществ, происходит накопление загрязняющих веществ в виде трудноокисляемых продуктов. В зонах техногенного воздействия основная масса поступающего загрязнения нефтью и нефтепродуктами, как правило, находится в системе «атмосфера-гидросфера-педосфера», а именно в трех компонентах экосистем: приземный слой атмосферы, поверхностные воды и почвенный покров [4].

На сегодняшний день наиболее широко применяемые для обезвреживания нефтезагрязненных почв способы очистки имеют ряд определенных недостатков: не происходит «утилизация» загрязняющих веществ, которые остаются практически в неизменном виде, либо в процессе обезвреживания осуществляется негативное воздействие на компоненты окружающей среды, биологический ущерб от которого в некоторых случаях оказывается больше, чем возможный от загрязнения нефтью [5].

На основании вышеизложенного следует, что научные исследования по повышению эффективности очистки компонентов окружающей среды от загрязнения нефтью и нефтепродуктами, являются актуальными и имеют большую практическую и экономическую значимость. Исследование глубины проникновения нефти в почвенном профиле позволит снизить толщину изымаемого плодородного слоя почвы и как следствие уменьшить количество почвенных пород, загрязненных нефтепродуктами и изъятых для дальнейшей утилизации.

1.3 Цель проведения исследования

Основной целью данной работы является совершенствование методов рекультивации почв, загрязненных нефтепродуктами за счет разработки математической модели для определения глубины проникновения нефтепродуктов в почвенные горизонты на основании исходных данных.

1.4 Задачи

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи:

1. Выполнить анализ аварий, произошедших на территории Российской Федерации с целью определения типа исследуемой почвы.
2. Рассмотреть характеристику нефтепродуктов, выбранных для проведения исследований.
3. Провести расчет глубины проникновения нефтепродуктов в почву на основе первичных данных.
3. Выполнить лабораторные исследования по изучению глубины проникновения нефтепродуктов в почву.
4. Предложить математическую модель определения глубины проникновения нефтепродуктов в почву на основании исходных данных

1.5 Методология и методы исследования

Объектом исследования в данном случае является глубина проникновения нефтепродуктов в почву. Глубина проникновения нефтепродуктов в почву определяется в ходе камеральных и полевых исследований на примере различных видов нефтепродуктов в зависимости от их объема и исследуемого временного промежутка.

В основу работы положены теоретические и экспериментальные исследования в лабораторных и полевых условиях. Для решения поставленных теоретических задач использованы методы: логико-аналитический, системный, структурный анализ.

Экспериментальные исследования проведены в лабораторных и полевых условиях с применением методов наблюдения, эксперимента и сравнения имеющихся результатов исследования.

2. ВЫБОР ИССЛЕДУЕМОГО ТИПА ПОЧВЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АВАРИЙ С РАЗЛИВАМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ, ПРОИЗОШЕДШИХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Проведено теоретическое исследование по выбору типа почвы для проведения лабораторных и полевых исследований. Тип почв выбран на основе анализа статистики аварий с разливами нефтепродуктов, произошедших на территории Российской Федерации в период с 1994 по 2022 года. В качестве анализируемых аварий выделены крупнейшие разливы нефти, в результате которых загрязнены огромные территории и разлиты тысячи тонн нефти.

Проанализированные данные показали, что наиболее распространенным типом почвы, среди загрязненных в результате произошедших аварий с разливами нефтепродуктов являются черноземно-солонцеватые.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В качестве используемых углеводородов для загрязнения почвы использовались: нефть марки Urals, дизельное топливо марки ДТ-Л-К5, керосин, бензин неэтилированный Премиум Евро – 95, вид II, класс D (АИ-95-4).

Нефть марки Urals это сорт высокосернистой нефти (содержание серы около 1,3%), которая представляет собой смесь легкой Siberian Light и тяжелой нефти из Урала и Поволжского региона, смесь из нефти, добываемой в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, Башкортостане, Татарстане, Пермском крае и Самарской области [6].

В соответствии с нормативами сорта, получаемая смесь Urals должна содержать не более 1,8 % серы, и иметь плотность в пределах 860-871 кг/м3 (31-32º API).

Дизельное топливо ЕВРО, летнее, сорта С, экологического класса К5, вида III марки ДТ-Л-К5 производится в соответствии с ГОСТ 32511-2015 (EN 590:2009), производителя ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез». Данный вид топлива используется в летний период с предельной температурой фильтруемости до -5ºС.

Бензин неэтилированный Премиум Евро – 95, вид II, класс D (АИ-95-4) выпускается по ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004) [7]. Основными характеристиками данного вида бензина являются:

— массовая доля серы – не более 50 мг/кг;
— плотность при 15ºС – 720-775 кг/м3;
— октановое число не менее 95 по исследовательскому методу и 85 по моторному методу [7].

Четвертым видом используемого нефтепродукта для исследования выбран керосин, основными характеристиками являются:

— массовая доля серы – не более 50 мг/кг;

— плотность при 15ºС – 720-775 кг/м3;

— октановое число не менее 95 по исследовательскому методу и 85 по моторному методу [7].

4. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПРОНИКНОВЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВУ

Статистика произошедших аварий свидетельствует о больших объемах углеводородов, попавших в воздушную, водную и почвенную среды. В настоящее время при проведении ликвидации аварий с разливами нефтепродуктов используют в основном механические, физико-химические и биологические методы.

Наиболее распространенным методом ликвидации разлива является механический сбор нефти. Самую большую эффективность он демонстрирует в первые часы после разлива, а главной причиной эффективности применения является большая толщина нефтяной пленки.

При маленькой толщине нефтяного слоя и большой площадки разлива, а также его движения по действием ветра и течения воды процесс сбора становится затруднительным.

В процессе применения механического метода снимается плодородный слой почвы минимальной толщиной 50-70 сантиметров, что в дальнейшем добавляет необходимость утилизации большого объема пород или почв.

Определение глубины проникновения нефтепродуктов в почву позволит уменьшить снимаемый слой почвогрунта и как следствие снижение объемов дальнейшей утилизации пород или почв.

Определение глубины проникновения нефтепродуктов в почву проведено в соответствии с алгоритмом проведения лабораторных исследований.

4.1 Лабораторные исследования

Лабораторные исследования проведены на отобранных почвенных пробах в городе Каменск-Уральский Свердловской области. В лаборатории было установлено 20 колб с почвенными образцами, по 5 колб на каждый вид нефтепродукта. Почвенные образцы заполнялись одинаковым объемом разных видов нефтепродуктов и через установленные промежутки времени производились замеры глубины проникновения нефтепродуктов занесением данных в таблицу для дальнейшего отслеживания динамики. На основе полученных данных построены графики глубины проникновения нефтепродуктов в почву.

Перед началом лабораторных исследований проведен математический расчет и построение графика глубины проникновения нефтепродуктов в почву на основе аналогичных исходных данных с лабораторными исследованиями.

По завершении лабораторного исследования проведен анализ полученных данных, подтвердивший корректность математических расчетов.

4.2 Построение математической модели определения глубины проникновения углеводородов в почву

Построение математической модели основано на формировании базы исходных данных для формирования графика глубины проникновения углеводородов в почву.

Исходными данными для построения модели являются: объем разлитого топлива, плотность топлива, отношение вязкостей топлива и воды, толщина поверхностной подстилки на промышленной площадке, пористость и влажность почвы, коэффициент фильтрации почвы, температура воздуха и нефтепродукта в момент аварии, годовая норма осадков и коэффициент деградации нефтепродуктов в подстилке и почве.

Математическая модель строится для анализа и прослеживания динамики проникновения нефтепродуктов в почву.

Подтверждение и корректность работы математической модели будет проводится в ходе полевых исследований.

3.3 Перспективы развития

Данная работа находится на этапе лабораторного исследования, является перспективной для проработки и изучения поставленной цели, так как анализ глубины проникновения нефти в почвенном профиле позволит уменьшить толщину снимаемого плодородного слоя почвы при механическом методе ликвидации аварии.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана математическая модель определения глубины проникновения нефтепродуктов в почву на основании исходных данных. В настоящий момент проведены теоретические и лабораторные исследования на отобранных почвенных образцах. Определены дальнейшие направления исследования и развития математической модели.

Проведенные лабораторные исследования позволили отследить динамику проникновения нефтепродуктов в почвенные образцы, провести расчет глубины проникновения углеводородов в почву на основе первичных данных математическим способом, и сравнить результаты с полученными в лабораторных исследованиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева // М.: Изд-во МГУ, 1998. – 376 с.

2. Бакина Л.Г. Изменение гумусового состояния городских почв под влиянием нефтезагрязнения / Л.Г. Бакина, Е.Е. Орлова, Н.Е. Орлова // Международный экологический конгресс "Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности": доклады конгресса. Т. 2. – СПб, 2000. – С. 185-187.

3. Казиахмедова И.А. Методы биоиндикации в оценке состояния нефтезагрязненных земель / И.А. Казиахмедова // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований. Том IV: Экологическая безопасность, инновации и устойчивое развитие. Образование для устойчивого развития; под ред. проф. Латыповой В.З. и доц. Яковлевой О.Г. – Казань: Изд-во «Отечество», 2009. – С. 106-108.

4. Шигапов А.М. Перспективы использования биоиндикационных методов исследования при оценке фитотоксичности нефтезагрязненных почв / 220 А.М. Шигапов, И.И. Гаврилин // Научный журнал «Вестник КрасГАУ» - 2015 - № 10 (109). С. 33-39.

5. Хачатрян, О. М. Способы и методы борьбы с загрязнением компонентов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами / О. М. Хачатрян // Точная наука. – 2020. – № 82. – С. 8-10. – EDN TOGCZB.

6. Википедия Urals – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Urals (Дата обращения: 15.07.2022).

7. Все секреты бензина: производители России, марки топлива и мифы о нем – Режим доступа: https://rosneftehim.ru/blog/vse-sekrety-benzina-roizvoditeli-rossii-marki-topliva-i-mify-o-nyem/свободный. (Дата обращения: 20.07.2022).

УДК 614.84:004.94:66.098.4

М.А. Барабанцов

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, пр. Свободный, 79, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА БИОГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

АННОТАЦИЯ

Работа относится к сфере предупреждения и ликвидации последствий ЧС техногенного характера, а именно к выявлению и оценке пожарных рисков на БУ (биогазовых установках), находящихся как на стадии проектирования, так и введенных в эксплуатацию. Сегодня разработано множество вариантов БУ – комплексов сооружений, позволяющих безопасно утилизировать органические отходы и генерировать при этом экологически чистое топливо, называемое биогазом. Результатом работы является комплексная оценка безопасности БУ наряду с оценкой эколого-экономического эффекта при возможном внедрении на конкретном производственном предприятии. Полученные результаты доказывают эффективность использования ГИС (геоинформационных систем), благодаря которым решается важнейшая задача по обеспечению пожарной безопасности многих производственных процессов: сокращается время расчетов и значительно повышается точность.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

В настоящее время в мировой практике достаточно успешно применяется множество технологий, позволяющих рационально подходить к решению одной из основных проблем животноводческих предприятий – образованию огромного количества отходов органического происхождения. Одной из таких технологий является утилизация отходов органического генезиса методом анаэробного (бескислородного) сбраживания в биогазовых установках. Получаемый биогаз используется на когенерационных установках, основной продукт которых экологически чистые электрическая и тепловая энергии. Более того, переработанный субстрат после процессов сбраживания является не менее ценным сырьем готовых органических удобрений [1-3].

В результате литературного анализа по теме исследования выявлено, что существует ряд проблем в управлении пожарной безопасностью БУ как части промышленного предприятия. Из-за существенного количества возможных мероприятий и обширного числа параметров, влияющих на конечные значения пожарных рисков, сложно выделить эффективные с технической и эколого-экономической точек зрения мероприятия, направленные на управление пожарной безопасностью без использования современных инструментов поддержки принятия решений. Учитывая ряд «пробелов» на международном и отечественном уровне в вопросах безопасности рассматриваемой технологии, была определена актуальность исследования.

1.2 Актуальность

Для аграрной отрасли экономики любого государства характерно образование огромного количества отходов. По статистическим данным объемы отходов сельского хозяйства в 2022 году в России составили более 400 млн тонн. В 2017 г. количество только свиного навоза в Красноярском крае составило 900 тыс. тонн [1]. Негативные последствия существующих проблем в области утилизации отходов из года в год продолжают усиливаться, так как масштабы и темпы роста производственных мощностей растут в геометрической прогрессии. В этой связи многими развитыми странами достаточно успешно внедряются недооцененные в нашем государстве БТ (биогазовые технологии). Подтверждением этому служит статья [3], в которой приведены данные о бурном росте производимой «зеленой» энергии с помощью БТ в Германии.

Несмотря на огромное количество имеющихся отечественных разработок и не менее успешный мировой опыт по применению данных технологий, вопросы безопасности (промышленной, пожарной, экологической) остаются слабо изучены.

Впервые в данной работе использованы методы оптимизации математического и компьютерного моделирования для прогнозирования возможных сценариев взрыва и возгораний на БУ с геопривязкой данных по опорным точкам. Более того, проведена сравнительная оценка эколого-экономического эффекта 4-х технологических схем установок.

1.3 Цель исследования

Основной целью работы является оценка безопасности БУ с помощью различных методов, включающих компьютерное моделирование возможных ЧС. Выявление пожарных рисков – важнейшее мероприятие при обеспечении безопасности производственных процессов, как на этапах проектирования, так и в процессе эксплуатации БУ.

1.4 Задачи

Поставленная цель предполагает решение следующих задач:

1. Проанализировать имеющиеся теоретические и практические данные по применению БТ в России и за рубежом.

2. Определить перечень методологического аппарата, используемого при оценке пожарной безопасности, выявить достоинства и недостатки существующих методик.

3. Выполнить расчет эколого-экономической эффективности БУ в соответствии с существующими Рекомендациями, исходным количеством образующихся отходов, а также определить основные энергетические показатели.

4. Смоделировать и оценить сценарии возможных ЧС на рассматриваемом объекте с точки зрения пожарной безопасности.

1.5 Методы исследования

В качестве объекта исследования выбрана молочно-товарная ферма, расположенная в Шушенском районе Красноярского края (РФ), на базе которой планируется строительство и эксплуатация БУ. Основной вид деятельности – разведение КРС (крупного рогатого скота) с целью производства сырого молока. Общее поголовье КРС в начале 2023 года: 6354 голов, суточное количество образующихся отходов (в жидкой фракции) > 600 м³. В работе применяются следующие методы решения теоретических задач: анализ данных, математическая статистика, компьютерное моделирование с применением ГИС, основные законы гидрогазодинамики, основы теории горения и взрыва. В ближайшем времени планируется разработка прототипа БУ малой мощности для проведения экспериментальных исследований, направленных на подтверждение полученных теоретических результатов.

2. АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БТ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Для выполнения задачи №1 был проанализирован отечественный и зарубежный опыт использования биогазовых комплексов. С помощью сравнительного анализа изученного материала, определены государства-лидеры в области использования ВИЭ (возобновляемых источников энергии), в частности, применения БТ. Мировыми лидерами в области производства и использования биогаза являются страны Европы (Германия, Швеция, Австрия, Дания, Норвегия), а также Китай, Индия. В каждой из перечисленных выше стран применяются технологии, соответствующие определенным факторам (природно-климатические условия, тип БУ, вид исходного сырья и др.).

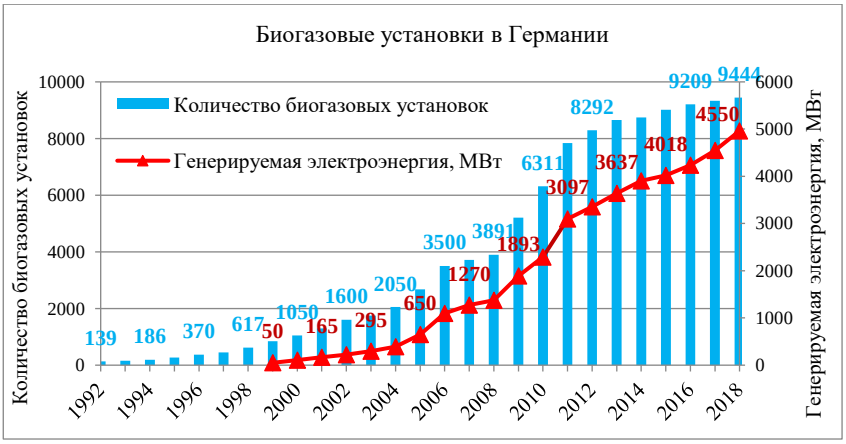


Рисунок 1 – Рост количества биогазовых установок и объем вырабатываемой ими электроэнергии в Германии. Составлено авторами.

На рисунке 1 представлены данные о количестве БУ в Германии, построенных и введенных в эксплуатацию с 1992 по 2018 год, а также генерируемая ими электроэнергия. В построенной гистограмме (рис. 1) использованы данные из открытых источников, в том числе из доклада МЭА (Международного энергетического агентства) за 2018 год. Начиная с 2005 года, количество произведенной электроэнергии стремительно возрастает. Это напрямую связано с началом активной государственной политики Германии по улучшению экологической обстановки и борьбе с выбросами парниковых газов из-за слабой переработки бытовых и промышленных отходов. Стоит отметить, что Германия – лидер в вопросах использования ВИЭ. Ко второй половине 2016 года в Германии процентное соотношение используемых ВИЭ в энергетике составило 25% от общего количества используемых источников. На законодательном уровне установлена цель: увеличить долю ВИЭ в энергетическом комплексе и достичь показателей в 45% и 60% к 2025 и 2035 годам соответственно.

На сегодняшний день в России существует достаточное количество фактов эффективного применения технологий по производству и использованию биогаза, но как такового широкого распространения эти технологии не имеют. В основном БУ промышленного назначения используются на территории Центрального и Южного федеральных округов РФ. В Белгородской области в начале 2012 года запущена биогазовая станция ООО «АльтЭнерго», представленная на рисунке 2. Она является первой в РФ биоэнергетической установкой промышленного масштаба.

Изначальная установленная мощность станции составляла 2,4 МВт. В процессе эксплуатации была

открыта собственная научно-исследовательская лаборатория. Благодаря изучению свойств различных субстратов, разлагающих их микроорганизмов и т.д., удалось увеличить мощность станции до 3,6 МВт без строительства дополнительных объектов и установки дополнительного оборудования. Вырабатываемой электроэнергии достаточно для обеспечения суточных нужд 45 тысяч жителей.

Рисунок 2 – Биогазовая станция в Белгородской области

3. ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

При выполнении задач № 2, 4 были проанализированы рынки отечественного и зарубежного ПО (программного обеспечения), используемого при моделировании различных сценариев ЧС, осуществлен выбор подходящего ПО и моделирование возможных сценариев ЧС с его использованием. Также применены методы логико-вероятностного моделирования, в частности построен исходный вариант дерева отказов (неисправностей) для БУ. Основным критерием, по которому осуществлялся выбор ПО, является достоверность оценки степени пожаро- и взрывобезопасности. Известно, что на современном этапе развития компьютерной техники и технологий весьма эффективным инструментом является моделирование с помощью ГИС (геоинформационной системы). Благодаря использованию ГИС решается важнейшая задача по обеспечению пожарной безопасности многих производственных процессов: сокращается время расчетов и значительно повышается их точность [3].

3.1 Применение ПО ALOHA

ПО ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) предназначено для балансировки нагрузки для предприятий с виртуализированной инфраструктурой, интегрируется в любую среду и включает встроенную графическую оболочку и систему настройки шаблонов. Является одним из 4 компонентов программного комплекса CAMEO. Важная особенность данного ПО – свободный доступ на любом ПК (персональном компьютере), имеющем Интернет-соединение. ALOHA отображает определенные границы зон условного поражения, основывающиеся на ряде факторов: токсичности ОВ (опасного вещества), избыточного давления ОВ, величины теплового излучения и др. Использование программного обеспечения возможно как на этапах проектирования, так и в режиме реального времени. Необходимо задать простые исходные данные (географическая привязка, погодные условия и т.д). Дальнейший алгоритм действий предполагает выбор опасного вещества из библиотеки ALOHA (общее количество 900 веществ), а также тип резервуара (сферический, вертикальный, горизонтальный) и вид его разгерметизации (полное разрушение, круглое отверстие, прямоугольное повреждение на участке поверхности и др).

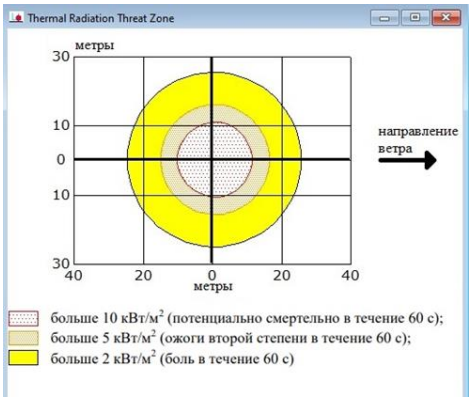


Рисунок 3 –Зоны опасности при условной разгерметизации резервуара (газгольдера). Составлено авторами.

Смоделированным событием является разгерметизация условного газгольдера, внутри которого находится биометан. Программа рассчитывает интервалы зон (рис. 3), каждая из которых характеризуется определенными значениями и параметрами (3 зоны с разной величиной теплового потока и опасным расстоянием).

Рисунок 4 – Географическая привязка опасных зон для резервуара. Составлено авторами.

Основными достоинствами данного продукта являются его точность и наглядность результатов. Это подтверждается графическим отображением полученных значений на местности. С помощью Google Планета Земля выполняется географическая привязка опасных зон, определенных в ALOHA при пожаре в условном резервуаре (рис. 4). Известно, что в радиусе 11 м вокруг резервуара существует непосредственный риск смерти от ожогов. Кроме

того, все технологическое оборудование в этом районе будет уничтожено или пострадает из-за высокой интенсивности излучения.

В радиусе до 18 м люди, участвующие в ликвидации пожара, должны будут использовать соответствующие защитные средства. Пределы безопасной дистанции находятся в минимальном радиусе 25 м.

3.2 Подход к обоснованию параметров БУ

По примеру расчетов статьи [1] были определены основные параметры БУ для объекта исследования. На рисунке 5 представлено сравнение полученной в ходе расчетов величины показателя, характеризующего целесообразность проведения следующих этапов проектирования биогазовой установки. Данный показатель (коэффициент товарности БУ kT, %) соответствует количеству генерируемой энергии, которую можно использовать для выработки электричества и тепла, а оставшаяся разница от 100 % требуется для собственных нужд.

Самое высокое значение kT=80,2 % характерно для варианта (зеленый цвет заливки) с использованием 2-ух метантенков с общим объемом 4239 м³ и мезофильным (32 – 34 °С) температурным режимом.

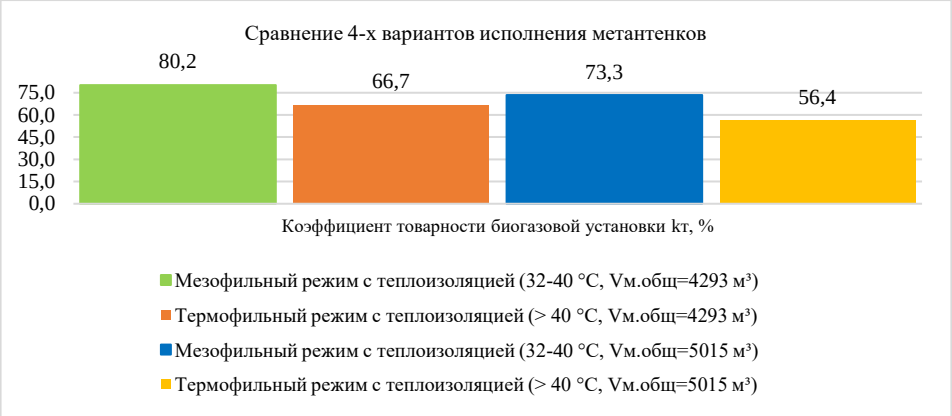


Рисунок 5 –Результаты расчетов основных параметров БУ

Неожиданным является результат сравнения температурных процессов сбраживания. В статье [2] приводится обоснование для применения термофильного (свыше 40 °С) режима. По результатам исследования для заданных условий эксплуатации мезофильный температурный режим является более подходящим.

3.3 Перспективы исследования

На сегодняшний день автором подана заявка на участие в Конкурсе студенческих инициатив с целью поиска заинтересованных лиц, а также привлечения инвестиций для создания прототипа БУ малой мощности. К дальнейшим этапам исследования относится подготовка бизнес-плана в соответствии с общепринятыми требованиями в среде инвесторов.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование БУ в климатических условиях Красноярского края является очень перспективным направлением. Возможный ежесуточный выход энергии биогаза может составлять около 20 тыс. КВт*час, что в свою очередь обеспечит полную автономность рассматриваемого предприятия (на собственные нужды сегодня требуется 10 тыс. КВт*час/сутки). Тщательный анализ и выбор подходящего оборудования являются последующими этапами работы.

Безопасность использования биогазовых установок – вопрос, требующий детального и в то же время комплексного исследования. Компьютерное моделирование возможных ЧС – незаменимый инструмент при оценке рисков, особенно на этапах проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова, М. П. Проблемы проектирования и создания опытно-промышленной установки получения биогаза из отходов животноводства АПК Сибири / М. П. Баранова, В. М. Екатеринчев, Н. Л. Абашев // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 106-112.

2. Кулагина, Л. В. Совершенствование технологии производства тепловой энергии с использованием биомассы / Л. В. Кулагина, К. А. Штым, И. В. Кириллова // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 2(26). – С. 104-114.

3. Барабанцов, М. А. Анализ пожарной безопасности биогазовых установок при использовании на предприятиях агропромышленного сектора / М. А. Барабанцов // Актуальные проблемы современной науки: взгляд молодых учёных : Материалы Национальной научно-практической студенческой конференции, Брянск, 07–08 декабря 2022 года / Отв. редакторы Е.Д. Селифонова, Т.А. Степченко, О.В. Тишина. Том 2. – Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2022. – С. 144-150.

УДК 614.841.2

А.Б. Батков
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»,
г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3, Россия

ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РОССИИ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Данная работа относится к области охраны окружающей среды и направлена на минимизацию рисков возникновения лесных пожаров на территории Российской Федерации. Лесные пожары негативно воздействуют на состояние различных отраслей страны, а также представляют серьёзную угрозу населению России. Результатом работы является предложенный комплекс мер, с помощью которых можно свести риск возникновения лесных пожаров на территории Российской Федерации к минимуму. Важно отметить, что это именно комплекс мер, который следует применять в полном объёме для получения необходимого результата.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

Российская Федерация имеет самую большую территорию в мире по площади лесов. По данным ТАСС на 2022 год Россия на 52,3% покрыта лесными массивами. И самыми лесистыми регионами страны считаются Иркутская и Костромская области, а также Пермский и Приморский края. Российский лес состоит из 93-х пород деревьев, некоторые из них занесены в красную книгу. Лес – это не только красивые массивы, способ получения кислорода, дом для многочисленных лесных обитателей, а также необходимый для жизнедеятельности человека стройматериал. Исходя из вышеперечисленного, становится понятно, насколько велика роль леса в жизни людей.

1.2 Актуальность

По заявлению главы Рослесхоза Ивана Советникова в 2023 году площадь лесных пожаров увеличилась на треть (4,3 млн га) в сравнении с показателями 2022-го года (3,3 млн га). Рослесхоз сообщил, что за последние 5 лет площадь лесных пожаров достигла 7,8 млн. га. Лесные пожары наносят значительный ущерб экономике всей страны. Немаловажно отметить и наличие пострадавших в ходе распространения пламени гражданских лиц и сотрудников противопожарной службы.

Наибольшая площадь пожаров в современной истории России наблюдалась в 2021 году. Согласно статистике МЧС, она составила более 18 млн. га. Почти 8,5 млн. из них пришлись на Якутию, крупные очаги также находились в Иркутской и Тюменской областях. Всего в стране за год было зарегистрировано 3210 природных пожаров, дым от горящих лесов впервые за историю спутниковых наблюдений достиг Северного полюса. По данным ведомства, пожарные и спасатели не допустили 14 переходов лесных пожаров и 40 переходов пала сухой растительности на населенные пункты. От огня удалось отстоять 42 тыс. домов, защитив 872 тыс. человек. Как минимум один человек погиб в результате пожаров. Ущерб от горения лесов в 2021 году глава Минприроды Александр Козлов оценивал в 10,6 млрд. рублей [1].

1.3 Причина

Основной причиной возгорания лесных территорий является деятельность человека. Зачастую, во время отдыха на природе, люди пренебрегают мерами безопасности, разжигая костёр или мангал, сжигая собственный мусор или траву, а в некоторых случаях и руководствуются умышленными мотивами – устроить пожар. Независимо от причины возгорания, последствия пожара носят катастрофичный характер, в том числе и для самих поджигателей, которые, порой, не осознают всех негативных последствий. А ведь это и повреждение (либо полное уничтожение) прилегающих к полыхающем пламенем лесу населённых пунктов, выбросы огромного количества вредных газов в атмосферу и др. Таким образом, человек неосознанно вредит себе, своим близким и природе. Несмотря на широкую осведомлённость властей о проблеме, просветительскую деятельность СМИ и обучение правильного обращения с огнём детей в школах, лесные пожары продолжают возникать и наносить ущерб Российской Федерации, ударяя по бюджету, экосистеме и населению. В отношении этих событий можно сделать вывод, что основной причиной является потребительское или несерьёзное отношение людей к природе, к себе и обществу в целом. А значит, необходимы жёсткие меры по обеспечению безопасности и защите лесов, обитателей лесов, населения России от опустошительных лесных пожаров.

1.4 Цели статьи

Целями работы являются: создание комплекса мер, необходимых для сокращения количества и площади лесных пожаров на территории Российской Федерации, а также привлечение активного внимания к рассматриваемой проблеме.

2. СОЗДАНИЕ НОВОЙ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

2.1 Существующие меры

В настоящее время в России полномочиями по тушению пожаров в лесах обладают: личный состав органов управления и подразделений пожарной охраны, территориальных и функциональных подсистем РСЧС, другие силы (в том числе нештатные и общественные аварийно-спасательные формирования, а также спасатели, население и

отдельные граждане, не являющиеся спасателями, привлекаемые по решению РЛЧС), привлеченные к проведению АСР и других неотложных работ на месте ЧС [2]. Кроме того, некоторые из них осуществляют мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров [3]. Активно принимаются различные меры противопожарного обустройства лесов, например: строительство, реконструкция и эксплуатация лесных дорог; прокладка просек и противопожарных разрывов; устройство пожарных водоёмов; строительство наблюдательных вышек и т.д. [3]. Однако, статистика, приведённая в пункте 1.2 данной статьи говорит о том, что данных мер недостаточно, и государство по-прежнему тратит большое количество сил и средств на тушение лесных пожаров, восстановление лесов, покупку новой или ремонт используемой при тушении пожара техники (в случае, если техника получила повреждения, или состояние техники не представляет возможности восстановления), восстановление жилых домов или целых посёлков (в случаях, если пламя перекинулось на населённые пункты), на различные выплаты (пострадавшим или погибшим в результате бедствия) и иные расходы. Очевидно, что необходимо предпринять дополнительные меры с целью минимизации самой возможности возникновения лесного пожара.

2.2 Ужесточение контроля

В правилах противопожарного режима в Российской Федерации [4,5,6] разрешено разводить огонь (например, для сжигания мусора или жарки шашлыков) исключительно на специально отведённых для этого местах, с соблюдением всех необходимых мер предосторожности. Штраф за нарушение правил может достигать 50000 рублей. [7]. Однако, опираясь на статистику лесных пожаров, можно сделать вывод, что данные правила и штрафы не останавливают любителей сжигать мусор и жарить шашлыки. Более того, многие оставляют мусор (в том числе, стеклянного типа), который в некоторых случаях способствует возникновению пожара. Становится ясно, что данные меры недостаточно эффективны. Дело в том, что многие физические и юридические лица не получают соответствующего наказания за нарушение действующих на территории Российской Федерации законов, приказов, постановлений и т.д.

Следовательно, необходимо ужесточить контроль за соблюдением противопожарных мер на территории лесных угодий. В связи с этим предлагаю рассмотреть целесообразность создания единой федеральной службы по надзору за соблюдением противопожарных мер и по выявлению нарушений со стороны юридических лиц и граждан на территории лесных массивов Российской Федерации (далее – служба). Данная Служба будет заниматься наземным, а на некоторых территориях – речным патрулированием лесов с целью выявления граждан и организаций, нарушающих законодательство Российской Федерации. Предоставить Службе (в случае, если данными полномочиями не обладают другие государственные органы) следующие полномочия:

1. Издавать нормативные правовые акты и иные документы по вопросам надзора за соблюдением гражданами лесного законодательства с целью недопущения возникновения пожароопасной ситуации.
2. Осуществлять патрулирование с использованием специальных транспортных средств, оборудованных специальными сигналами и средствами связи, имеющих специальную окраску и опознавательные знаки, с целью выявления лиц, нарушающих действующее законодательство Российской Федерации.
3. Взаимодействовать с иными государственными органами, проводить совместные контрольно-надзорные рейды.
4. Иметь специально оборудованные здания-участки, парковки и гаражи для служебного транспорта.
5. Предоставить сотрудникам Службы статус государственных служащих, а также привилегии и льготы в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.
6. Производить задержание лиц, подозреваемых в совершении преступления, уклоняющихся от исполнения административной или иной ответственности, в пределах предоставленных полномочий.
7. Составлять административные протоколы в случае нарушения лесного законодательства лицом или группой лиц.
8. Сотрудникам Службы иметь при себе необходимые специальные средства, служебное оружие для защиты себя и граждан, находящихся под угрозой воздействия лиц, совершивших преступления.
9. Сотрудникам Службы осуществлять меры по прекращению противоправных деяний в пределах предоставленных полномочий.
10. Сотрудникам Службы проверять документы, удостоверяющие личность, если необходимо составить протокол по отношению к данному лицу, или в случае, если имеются подозрения в совершении данным лицом противозаконного деяния.
11. Распространять служебную деятельность и результаты деятельности Службы в сети «Интернет» и иных средствах массовой информации.

Данный список полномочий неполный, автором статьи предложены лишь некоторые основные полномочия данной службы. Лиц, работающих в сфере таких полномочий в службах, данные полномочия которых были переданы в новую Службу, перевести с сохранением заработной платы в новую службу.

Таким образом, данная Служба должна быть федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим контрольно-надзорную деятельность за соблюдением гражданами лесного законодательства.

3.ИНФОРМИРОВАНИЕ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУЖБЫ

Автором предлагается активно распространять информацию о деятельности новой Службы в средствах массовой информации и сети «Интернет» с целью демонстрации лицам, которые намереваются совершить противозаконное деяние, ведения активного контроля за соблюдением лесного законодательства со стороны государства.

4. УВЕЛИЧЕНИЕ СУММЫ ШТРАФОВ

Увеличение размера штрафов должно минимизировать риск возникновения противозаконных деяний и нарушений лесного законодательства со стороны тех или иных физических или юридических лиц.

5. КОМПЛЕКСНОЕ ВВЕДЕНИЕ МЕР

Предложенные решения образуют комплекс мер, при введении которого возможно минимизировать риск возникновения лесных пожаров.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение данного комплекса мер позволит минимизировать риск возникновения лесных пожаров на территории Российской Федерации. Для реализации вышеизложенных предложений необходимо соответствующее финансирование и административная поддержка со стороны государственных органов. Объём средств, необходимых для реализации данного комплекса мер гораздо меньше, чем сумма возможного ущерба в случае продолжения обострения ситуации с лесными пожарами на территории Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТАСС https://tass.ru/: «Статистика по лесным пожарам в России. Размер ущерба и «антирекорды» от 10 мая 2022 года, 13:59.
2. Приказ МЧС России от 16.10.2017 N 444.
3. "Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023).
4. Правила противопожарного режима (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. N 1479).
5. Коммерсантъ www.kommersant.ru: «В России сгорело на треть больше леса, чем годом ранее» от 30.08.2023 года, 22:43.
6. "Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях" от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2023).
7. ИЗВЕСТИЯ https://iz.ru/: «Россиянам напомнили о штрафах за жарку шашлыков» от 26 апреля 2023 года, 14:56.
8. Сайт ГУ МЧС России по Самарской области https://63.mchs.gov.ru/: «Основные причины возникновения лесных пожаров».
9. Сайт ГУ МЧС России по Калининградской области https://39.mchs.gov.ru/: «Информация о разграничении полномочий МЧС России и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в вопросах тушения природных пожаров».

УДК 551.509.339

Т. Ю. Белозерова

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1, Москва 105005, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ «ДЕРЕВО РЕШЕНИЙ»

АННОТАЦИЯ

Статья направлена на исследование и усовершенствование современных методов прогнозирования природных лесных пожаров. В работе предлагается разработка методики прогнозирования классов пожарной опасности на основе взаимосвязи вероятности возникновения лесного пожара с метеорологическими условиями. Прогнозирование лесной пожароопасности реализовано на основе алгоритма машинного обучения «Дерево решений».

1.ВВЕДЕНИЕ

Учитывая значительный урон лесной территории от пожаров, необходимо применять методики, способные минимизировать негативные последствия возгораний. Одним из самых эффективных подходов является прогнозирование – определение вероятности возникновения и разрастания лесных пожаров во времени и пространстве на основе анализа данных мониторинга лесных пожаров.

Целью данной научной работы является предложение подхода к прогнозированию природных лесных пожаров. Для достижения поставленной цели необходимо оценить взаимосвязь вероятности возникновения лесного пожара с метеорологическими условиями, а затем, используя методики машинного обучения, разработать модель, включающую в себя выявленные зависимости.

2. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Согласно основным положениям ГОСТ Р 22.1.09-99 «Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров», степень пожарной опасности в лесу по условиям погоды определяется по комплексному показателю В. Г. Нестерова (КП):

$$КП = \sum_{n}^{1} t(t - r), \qquad (1)$$

где t – температура воздуха;

r – температура точки росы;

n – число дней после последнего дождя.

Данная методика прогнозирования лесных пожаров была разработана в 40-х годах прошлого столетия, однако опыт применения методики вскрыл ее многочисленные недостатки, одним из которых является учет только метеорологических показателей, в то время как реальные физические процессы, происходящие в слое лесных горючих материалов, не учитываются. В связи с этим класс пожарной опасности, вычисленный по комплексному показателю Нестерова, не всегда соответствует реальному.

Таким образом, возникает необходимость разработки методики прогнозирования, способной рассматривать метеорологические параметры в прямой связи с потенциальной территорией распространения лесных пожаров, то есть с учётом возможных особенностей.

3. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЛЕСНУЮ ПОЖАРООПАСНОСТЬ

Причины возникновения лесных пожаров носят как антропогенный, так и природный характер. В данном случае под причинами подразумевается фактор воспламенения, однако помимо источника возгорания необходимо иметь условия, способствующие распространению огня. Благоприятной обстановкой для распространения лесного пожара является засуха – природная чрезвычайная ситуация, характеризующаяся устойчивой погодой с высокими для данной местности температурами воздуха и малым количеством осадков.

Таким образом, засуху предлагается рассматривать как концентрацию метеорологический показателей природной пожароопасности. К таким метеорологическим параметрам можно отнести следующие: средняя скорость ветра, м/с, количество дней без осадков, температура поверхности почвы, °С, температура воздуха, °С, относительная влажность воздуха, %, атмосферное давление на уровне станции, мбар. Для оценки влияния перечисленных метеорологических параметров был проведен анализ данных, сформированных на основе следующих исходных баз данных:

1. Архив метеорологических параметров, полученных с ряда метеорологических станции Иркутской области за период 2012-2021 года [1].
2. Данные МЧС о местах и типах природных пожаров за 2012–2021гг..[2].
3. Сведения о координатах действующих метеорологических станций Иркутской области [3].

Результаты аналитики представлены на рисунках 1-6.

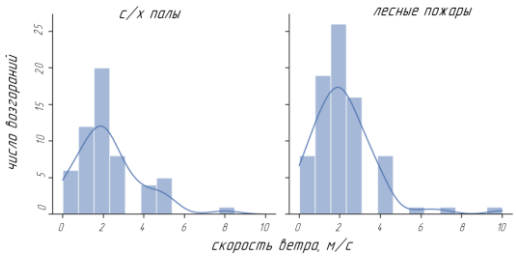


Рисунок 1 – Влияние скорости ветра на показатель пожарной опасности.

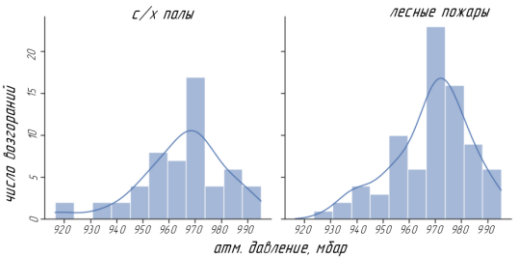


Рисунок 4 – Влияние атмосферного давления на показатель пожарной опасности.

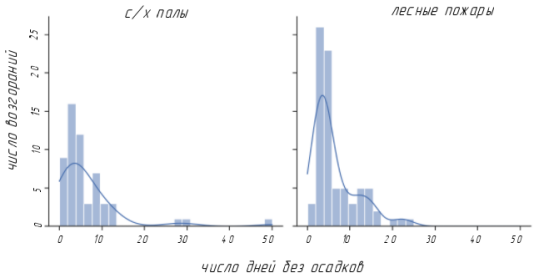


Рисунок 2 – Влияние количества дней без осадков на показатель пожарной опасности.

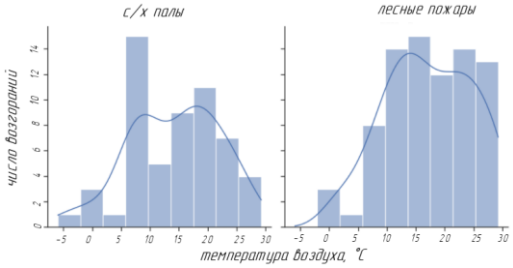


Рисунок 5 – Влияние температуры воздуха на показатель пожарной опасности.

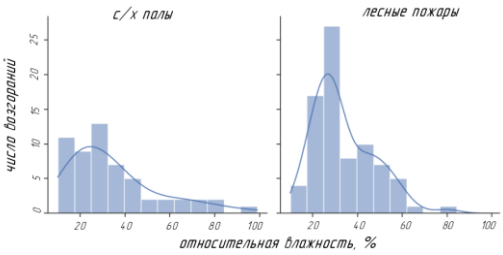


Рисунок 3 – Влияние относительной влажности воздуха на показатель пожарной опасности.

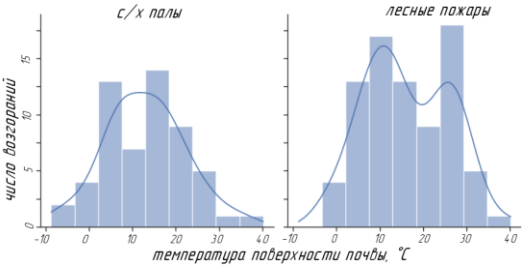


Рисунок 6 – Влияние температуры поверхности почвы на показатель пожарной опасности

Представленные диаграммы позволяют оценить, при каких значениях метеорологических параметров наиболее вероятны возгорания различных классов.

2. ПРЕДЛОЖЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Предлагаемая методика прогнозирования реализуется в 3 основных этапа (рис. 7).

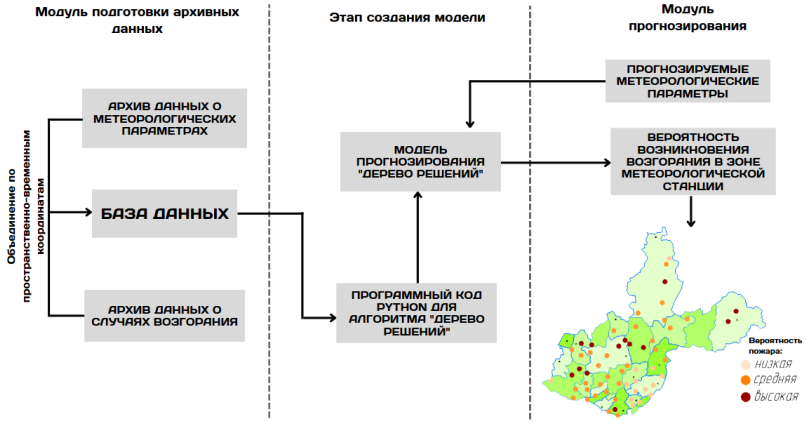


Рисунок 7 – Этапы методики прогнозирования

Рассмотрим математические основы процесса построения модели прогнозирования. Пусть изначально имеется множество примеров Q_0. Каждый пример состоит из вектора атрибутов $X_i(x_{1i}, x_{2i},\ldots,x_{ri},)$, где r – число атрибутов, i – число примеров, и вектора класса $Y_i(y_i)$, причём y_i принадлежит одному из k классов.

Цель алгоритма – совершить m бинарных разбиений исходного множества Q (корневого узла), чтобы на выходе получить подмножество Q_{2m} (терминальный узел/лист), состоящее из примеров только одного класса, то есть «чистое подмножество» [4]. Соотношение примеров представим массивом value2m = [i_{12m}, i_{22m}, i_{32m}].

Показателем «чистоты» множества является функция Gini (индекс Джини):

$$Gini(Q_m) = 1 - \left(\left(\frac{i_{12m}}{i}\right)^2 + \left(\frac{i_{22m}}{i}\right)^2 + \left(\frac{i_{32m}}{i}\right)^2\right). \quad (2)$$

Для совершения операции разбиения m требуется определить функцию разбиения $U_m(r_m, t_m)$, где r_m – атрибут разбиения m, t_m – критерий разбиения m (количественная характеристика атрибута r_m). Функция $U_m(r_m, t_m)$ позволит разбить исходную выборку на левое подмножество Q_{mleft} и правое подмножество Q_{mright} так, что в Q_{mleft} будут содержаться примеры, в которых по указанному параметру r_m значения будут больше порогового критерия t_m, соответственно в Q_{mright} – меньше

порогового критерия t_m. При этом функция $U_m(r_m, t_m)$ должна быть выбрана так, чтобы обеспечивать максимально возможное уменьшение функции $Gini(Q_m)$, то есть каждое разбиение m будет сопровождаться информационным приростом $Gain_m$:

$$Gain_m = Gini(Q_{m-1}) - \frac{i_{mleft}}{i_m} \cdot Gini(Q_{mleft}) - \frac{i_{mright}}{i_m} \cdot Gini(Q_{mright}), \quad (3)$$

$$Gain_m \to max. \quad (4)$$

Для реализации основных этапов алгоритма «Дерево решений» был выбран высокоуровневый язык программирования *Python*, так как его возможности позволяют производить множество вычислительных итераций в течение нескольких секунд. Промежуточные и итоговые результаты построения модели приведены в следующей главе «Получение и анализ результатов».

Для построения модели «Дерево решений» используется язык программирования *Python*.

Программный код представлен на рисунке 8.

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.metrics import accuracy_score
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier
from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
from sklearn import tree

df = pd.read_csv("C:/Users/ТАТЬЯНА/Desktop/НИР ДИПЛОМ/ДАННЫЕ/12.05.csv")
df = df.dropna()
#разметка классов
X = df.drop('class', axis=1) #помещаем все данные кроме класса пожара
y = df['class'] #помещаем класс пожара
#обозначаем обучающую и тестовую выборку
X_train,X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.15, random_state=40)
#создаём дерево-классификатор
classifier = DecisionTreeClassifier()
classifier.fit(X_train, y_train)  #тренировка
y_pred = classifier.predict(X_test) #опробирование на тестовых данных
print(y_pred)

print('Accuracy: {:.2f}'.format(accuracy_score(y_test, y_pred)))
#модуль визуализации
df = df.dropna()
X, y = df.drop('class', axis=1),df['class']
clf = tree.DecisionTreeClassifier()
clf = clf.fit(X, y)

tree.plot_tree(clf, feature_names=list(X),
     class_names=['0', '1', '2', '3', '4'],
     filled=True)
plt.show()
```

Рисунок 8 – Программный код реализации «Дерева решений»

На рисунке 9 изображён корневой узел дерева решений. Как видно, атрибутом разбиения была выбрана относительная влажность воздуха («otnvlazhnost») по критерию 31.5%.

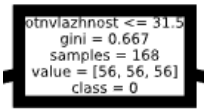


Рисунок 9 – Подробная структура корневого узла

Затем примеры, в которых относительная влажность воздуха превышает 31,5%, отделяются в левое подмножество (левый узел разбиения), а в которых не превышает – в правое подмножество (правый узел разбиения).

Общая структура ветвлений итоговой модели отображена на рисунке 10.

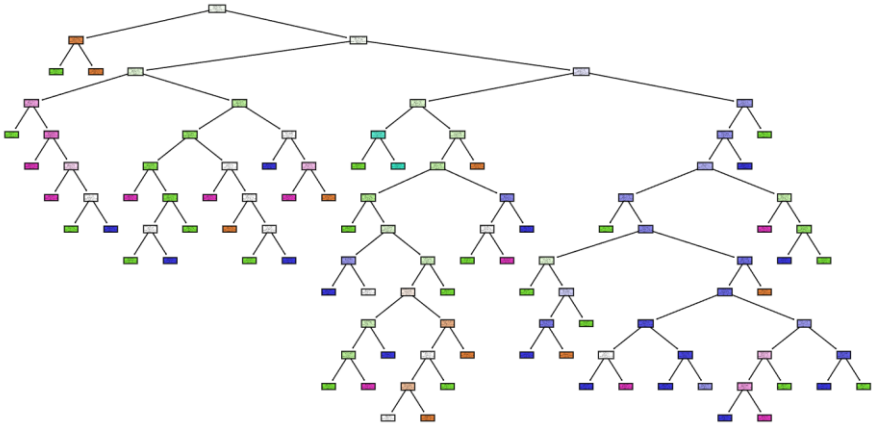


Рисунок 10 – Структура ветвлений дерева решений

Таким образом, модель «Дерево решений» определяет множество правил, по которым будет производиться классификация примеров, для которых класс неизвестен, что позволяет производить прогноз показателей пожарной опасности по метеорологическому прогнозу.

После интеграции подготовленных данных в код программа выдаёт результат оценки пожарной опасности. Визуализация результата осуществляется путём нанесения цветовых индикаторов на карту региона в зоне определения метеорологической станции (рис. 11).

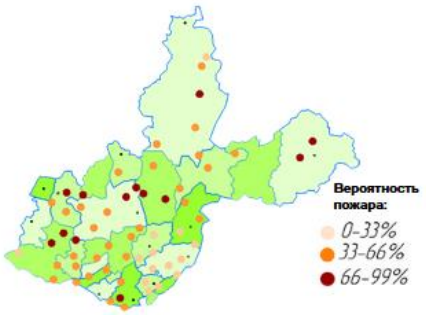


Рисунок 11 – Пример визуализации результатов прогноза

ВЫВОД

Проведённый анализ влияния метеорологических параметров на возможность возгорания показал, что большинство лесных пожаров происходит при скорости ветра до 6 м/с, при влажности до 60%, при атмосферном давлении от 940 до 990 мбар, при температуре поверхности почвы и атмосферного воздуха от 0°C до 30°C, а количество дней без осадков, благоприятное для распространения очага возгорания обычно составляет от 2 до 15.

Для реализации методики прогнозирования применялись подходы машинного обучения. Основу методики составил алгоритм «Дерево решений», составленный на языке программирования Python.

В дальнейшем по тематике изложенной работы планируется работа по интеграции предложенной методики в GIS-систему, а также прогнозирование на основе альтернативных показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) [электронный ресурс]. URL: http://meteo.ru/ (дата обращения: 02.05.2022).

[2] Министерство лесного комплекса Иркутской области [электронный ресурс]. URL: https://irkobl.ru/sites/alh/about/ (дата обращения: 21.08.2023).

[3] Действующие метеорологические станции сети Росгидромета [электронный ресурс]. URL: http://portal.esimo.ru/dataview/viewresource (дата обращения: 02.05.2022).

[4] Деревья решений для классификации (Python) [электронный ресурс]. URL: https://towardsdatascience.com/understanding-decision-trees-for-classification-python-9663d683c952/ (дата обращения: 23.04.2022).

УДК 630.432

В. Д. Вязова

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1, Москва 105005, Россия

АНАЛИЗ И СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РОССИЙСКОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЛЕСНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

АННОТАЦИЯ

В ходе работы были определены ключевые факторы, влияющие на появление лесных пожаров, а также проведен анализ существующих в России методов оценки пожарной опасности в лесах, по результатам которого выявлены и описаны присущие им неточности. На основе анализа недостатков предложен способ повышения точности оценки лесной пожароопасности. Проведено исследование предложенных основ методики посредством корреляционного анализа.

1. ВВЕДЕНИЕ

Лесные пожары являются важным фактором нарушения лесных экосистем. Они наносят непоправимый ущерб флоре и фауне, способствуют таянию арктических льдов и росту температуры Земли. В результате лесных пожаров выгорают огромные площади лесных массивов, уничтожаются уникальные экосистемы, в атмосферу попадают продукты процесса горения: углекислый газ, угарный газ и окись азота.

Экологический ущерб, наносимый лесными пожарами, проявляется в виде потерь природных, трудовых, материальных, финансовых ресурсов в народном хозяйстве, а также в виде ухудшения социально-гигиенических условий проживания населения [1].

Только в 2021 году по данным Федерального агентства лесного хозяйства ФБУ "Авиалесоохрана" площадь территории, охваченной лесными пожарами, составила более 10 млн га, что сопоставимо с размерами Южной Кореи.

По подсчетам Рослесхоза, в среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет около 20 млрд рублей, из них от 3 до 7 млрд – ущерб лесному хозяйству (потери древесины). Остальные потери – расходы на тушение и последующую расчистку горелых площадей, ущерб от гибели животных, загрязнения продуктами горения, а также – затраты на восстановление леса.

Важность и актуальность проблемы лесных пожаров возрастают из года в год в связи с глобальным изменением климата и усилением хозяйственной деятельности человека.

Целью данной работы является поиск методических подходов повышения эффективности методики оценки лесной пожарной опасности.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: исследовать факторы, влияющие на возникновение лесных пожаров; провести анализ методических подходов к оценке лесной пожарной опасности.

2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Факторы, вызывающие лесные пожары, обычно делятся на четыре типа: климатические, растительные, топографические и социально-экономические [2,3].

Из метеорологических факторов наибольшее значение имеют те, с которыми связаны процессы увлажнения и высыхания лесных горючих материалов (далее – ЛГМ), к таким факторам относятся: температура воздуха, температура точки росы, количество осадков, влажность воздуха, скорость и направление ветра, солнечное излучение, облачность, грозовая активность [4,5].

Факторами, влияющими на состояние пожароопасности со стороны лесной растительности, являются: тип растительности, ЛГМ, влажность почвы, температура подстилающей поверхности, породный и возрастной состав древесины. В вопросах прогнозирования лесных пожаров существенную роль играет такой фактор, как ЛГМ. К ним относят лесную растительность (мертвую и живую) [6].

От топографии местности зависит структура и распространение растительности, которые влияют на возможность возникновения лесных пожаров, а также на скорость и направление распространения лесных пожаров.

В свою очередь географические условия, безусловно, влияют на лесную пожарную опасность, однако в большей степени от географии местности зависит характер развития и распространения возгорания, а не сам факт его возникновения.

По этой причине влияние географических условий на возникновение пожара не так существенно, как влияние лесорастительных и метеорологических условий [7].

Влияние социально-экономических факторов на возникновение лесных пожаров выражено урбанизацией территорий, развитием транспортных сетей и антропогенной деятельностью. Все эти составляющие приводят к приближению источников возгорания к лесам [8].

Из вышеизложенной информации можно сделать вывод, что лесорастительные материалы и метеорологические условия – два тесно связанных друг с другом фактора возникновения лесного пожара. По этой причине логично рассматривать их совместно, а именно – ввести фактор оценки влияния

метеорологических условий на пожароопасное созревание ЛГМ.

Однако методика оценки лесной пожарной опасности, используемая на сегодняшний день в России, базируется только на условиях погоды и не учитывает типы и состояние лесной растительности. Подробнее методические подходы к оценке лесной пожарной опасности, применяемые в Российской Федерации, будут рассмотрены далее.

3. АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСА

3.1. Методика определения пожарной опасности в лесу по значению комплексного показателя В. Г. Нестерова

Согласно ГОСТ Р 22.1.09-99 прогнозирование и оценка класса пожарной опасности леса по условиям погоды определяется по принятому в лесном хозяйстве комплексному показателю В. Г. Нестерова:

$$КП = \sum_{n}^{1} t \cdot (t - r), \quad (1)$$

где t – температура воздуха (по сухому термометру психрометра), °С; r – температура точки росы (по психрометрическим таблицам на основании отсчетов по сухому и смоченному термометрам), °С; n – число дней после последнего дождя (считая день, в который выпало менее 2,5–3 мм осадков, первым днем засушливого периода).

Данный показатель отражает баланс иссушающих и увлажняющих природных факторов и определяется ежедневно по состоянию погоды на 12–15 часов. С каждым днем без дождя значение комплексного показателя увеличивается. Если за сутки выпадет более 2,5–3 мм осадков (в зависимости от региона), то накопленная сумма обнуляется (становится равной нулю) и со следующего дня без дождя начинается новое накопление.

Главный недостаток методики В. Г. Нестерова заключается в том, что она не учитывает в достаточной мере физические процессы, обусловливающие передвижение влаги в ЛГМ. Иными словами, комплексный показатель не содержит поправок на гигроскопичность лесорастительных материалов. По этой причине оценки пожарной опасности по условиям погоды, полученные по приведенным выше показателям, могут оказаться недостаточно точными.

3.2 Классификация природной опасности лесов

Приказ Рослесхоза от 05.07.11 №287, помимо вышеописанной методики В. Г. Нестерова, содержит таблицу для классификации природной пожарной опасности лесов, исходя из состава леса (Приложение N 1 к Приказу Рослесхоза от 05.07.2011 №287). Стоит отметить, что в таблице не учитывается состояние ЛГМ, обусловленное внешними факторами.

Таким образом, она является лишь характеристикой интенсивности горения леса и показывает, насколько большим будет масштаб возгорания в том случае, если оно произойдет.

Определение класса пожарной опасности леса в зависимости от внешних факторов проблематично в силу отсутствия связи между данной таблицей и комплексным показателем В. Г. Нестерова. Сам по себе показатель В. Г. Нестерова, даёт лишь общую оценку пожароопасности, исходя из погодных условий, но не учитывает влияние данных условий на разные виды ЛГМ.

4. ОСНОВЫ МЕТОДИЧСЕКОГО ПОДХОДА ОЦЕНКИ ЛЕСНОЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ ЗА СЧЕТ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ ЛГМ

В предыдущей части был получен вывод об отсутствии в используемых на сегодняшний день методиках оценки класса пожарной опасности леса, описанных в ГОСТ Р 22.1.09-99 и Приказе Рослесхоза от 05.07.11 №287, каких-либо критериев, учитывающих различное влияние погодных условий на пожароопасность составляющих леса.

Способность определенного вида ЛГМ к возгоранию под воздействием источника зажигания во многом определяет содержащееся в нем количество влаги. В связи с этим логично предположить, что способ оценки пожарной опасности лесных насаждений исходя из влагосодержания в каждом виде ЛГМ может быть достаточно полезным в вопросах прогнозирования очагов возникновение лесных пожаров.

С точки зрения пожароопасности ЛГМ наиболее информативным показателем является критическое влагосодержание. Данный параметр характеризуется таким (предельным) количеством влаги, при котором возможно распространение горения по горючему материалу [9].

Под влагосодержанием ЛГМ подразумевают отношение разности масс растительного материала в естественном и высушенном состояниях к его массе в высушенном состоянии [10]:

$$w = \frac{m - m_0}{m_0}, \quad (2)$$

где m – масса ЛГМ в естественном состоянии, г; m_0 – масса ЛГМ в сухом состоянии, г.

Основой предлагаемого методического подхода является определение влагосодержания определенного вида ЛГМ за счет метеорологических параметров атмосферы. Влагосодержание в данном случае может выступить параметром, характеризующим степень пожароопасной зрелости лесорастительных материалов, что позволит выявить наиболее пожароопасные участки леса.

В рамках предлагаемого методического подхода в первую очередь необходимо определить, какие метеорологические параметры сильнее всего влияют

на изменение влагосодержания ЛГМ. Возможным решением этой задачи может стать корреляционный анализ экспериментальных данных, полученных в ходе исследования влагосодержания опада хвои и коры сухостоя.

В период со 2 по 11 апреля на лесном участке близ города Куровское (Орехово-Зуевский городской округ) проводился отбор образцов опада хвои и коры сухостоя.

По причине того, что оценка влагосодержания осуществляется исходя из разности масс образцов, а для опыта необходимо обеспечить сбор примерно равных по массе сухого вещества материалов, было принято решение проводить отбор с учетом следующих критериев:

1. Сбор опада хвои сосны осуществлять посредством отбора хвоинок длиной 64 мм (± 2 мм) в количестве 20 единиц;
2. Сбор элементов коры сухостоя осуществлять посредством извлечения фрагмента коры размером 90х30 мм (± 2 мм) и толщиной 13 мм (± 2 мм).

После взвешивания образцы подвергались высушиванию с целью определения массы сухого вещества. Результаты измерений и выполненных на основании их расчетов по формуле (2) представлены в таблицах 1 и 2:

Таблица 1 – Параметры образцов хвои сосны

	02.04.	**03.04.**	**04.04.**	**05.04.**	**06.04.**
m, г	1,30	1,24	1,27	1,16	1,26
m_0***, г***	0,70	0,68	0,70	0,66	0,71
w, %	86	82	81	76	77
	07.04.	**08.04.**	**09.04.**	**10.04.**	**11.04.**
m, г	1,28	1,21	1,16	1,20	1,19
m_0***, г***	0,72	0,69	0,68	0,72	0,73
w, %	78	75	71	67	63

Примечание: m – масса свежих образцов опада хвои сосны; m_0 – сухая масса образцов опада хвои сосны

Таблица 2 – Параметры образцов коры сухостоя

	02.04.	**03.04.**	**04.04.**	**05.04.**	**06.04.**
m, г	12,17	12,34	11,13	11,18	11,85
m_0***, г***	7,90	8,12	7,47	7,66	8,23
w, %	54	52	49	46	44
	07.04.	**08.04.**	**09.04.**	**10.04.**	**11.04.**
m, г	11,13	10,08	11,24	10,85	11,03
m_0***, г***	8,01	7,52	8,39	8,16	8,29
w, %	39	34	34	33	33

Примечание: m – масса свежих образцов коры сухостоя; m_0 – сухая масса образцов коры сухостоя.

Общая таблица, объединяющая результаты расчетов влагосодержания из таблиц 1,2 и метеорологические параметры атмосферы, выглядит следующим образом:

Таблица 3. Динамика изменения влагосодержания и метеопараметров

	t, $^{\circ}C$	***φ, %***	***v, м/с***	***E, тыс. лк***	$w_{хвои}$***, %***	$w_{коры}$***, %***
02.04.	8	75	5	25	86	66
03.04.	11	64	2	24	82	64
04.04.	14	58	1	25	81	57
05.04.	13	67	4	24	76	58
06.04.	11	69	5	29	77	56
07.04.	9	54	4	26	78	54
08.04.	11	55	3	28	75	52
09.04.	12	48	2	19	71	48
10.04.	12	43	1	28	67	47
11.04.	14	47	2	27	63	41

На основании полученных данных посредством программного продукта Microsoft Excel был проведен корреляционный анализ с целью выявления силы связи между влагосодержанием ЛГМ (в виде опада хвои сосны и коры сухостоя) и метеорологическими параметрами атмосферы.

Результаты анализа приведены в таблицах 4 и 5 соответственно:

Таблица 4 – Результаты корреляционного анализа влагосодержания опада хвои сосны и метеопараметров

	t	***φ***	***v***	***E***	$w_{хвои}$
t	1	-0,447	-0,652	0,159	-0,568
φ	-0,447	1	0,734	-0,039	0,815
v	-0,652	0,734	1	-0,166	0,454
E	0,159	-0,039	-0,166	1	-0,132
$w_{хвои}$	-0,568	0,815	0,454	-0,132	1

Таблица 5 – Результаты корреляционного анализа влагосодержания коры сухостоя и метеопараметров

	t	***φ***	***v***	***E***	$w_{хвои}$
t	1	-0,447	-0,652	0,095	-0,536
φ	-0,447	1	0,734	-0,012	0,874
v	-0,652	0,734	1	-0,079	0,468
E	0,095	-0,012	-0,079	1	-0,123
$w_{коры}$	-0,536	0,874	0,468	-0,123	1

Выявленные силы связей идентичны по характеру в обоих случаях корреляционного анализа. Оценка полученных результатов по шкале Чеддока позволяет заключить следующее:

1. Между влагосодержанием ЛГМ и относительной влажность воздуха наблюдается высокая корреляционная зависимость;

2. Между влагосодержанием ЛГМ и температурой воздуха наблюдается заметная корреляционная зависимость;
3. Между влагосодержанием ЛГМ и скоростью ветра наблюдается умеренная корреляционная зависимость; между скоростью ветра и относительной влажностью воздуха – высокая
4. Между влагосодержанием ЛГМ и освещенностью корреляционная связь слабая.

Также следует обратить внимание на высокую взаимосвязь между скоростью воздуха и относительной влажностью воздуха. Данный факт позволяет заключить, что влияние скорости ветра на влагосодержание носит скорее опосредованный характер, следовательно, в рамках оценки влияния на влагосодержание ЛГМ этим параметром можно пренебречь.

Таким образом, можно заключить, что дальнейшие исследования взаимосвязей динамики влагосодержания ЛГМ от метеорологических параметров, после введения параметров учета физических свойств материала, позволят вывести достаточно точную и универсальную функцию зависимости влагосодержания ЛГМ от значений температуры и относительной влажности воздуха.

Внедрение такого рода зависимости в процесс оценки пожарной опасности леса повысит точность результатов за счет учета влияния погодных условий на разные структуры леса и позволит прогнозировать вероятные очаги возгорания за счет определения расположения участков ЛГМ с наиболее высокой пожароопасной зрелостью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенной работы были изучены факторы, влияющие на возникновение лесных пожаров, и выявлены наиболее значимые из них.

Также был проведен анализ используемых на сегодняшний день в России методик определения лесной пожарной опасности, в результате которого обнаружены и описаны их неточности и упущения.

На основании результатов анализа неточности методик был предложен способ повышения точности и качества оценки лесной пожароопасности посредством учета влагосодержания в качестве параметра пожароопасной зрелости ЛГМ. С помощью метода корреляционного анализа было проведено первичное исследование предлагаемого методического подхода, результаты анализа, а именно – стабильная зависимость динамики влагосодержания от изменения параметров температуры и относительной влажности, – позволили сделать вывод, что предложенный методический подход к оценке пожарной опасности леса в перспективе позволит определить степень пожароопасной зрелости для разных видов ЛГМ, что поможет сделать оценку пожароопасности лесов более точной и гибкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гонгальский, К. Б. Закономерности восстановления сообществ почвенных животных после лесных пожаров: специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. — Москва, 2015. – 306 с.

2. Ganteaume, A.; Camia, A.; Jappiot, M.; San-Miguel-Ayanz, J.; Long-Fournel, M.; Lampin, C. A review of the main driving factors of forest fire ignition over Europe. Environ. Manag. 2013. №51. 651–662.

3. Guo, F.; Wang, G.; Su, Z.; Liang, H.; Liu, A. What drives forest fire in Fujian, China? Evidence from logistic regression and random forests. Int. J. Wildland Fire 2016. №25. 505–519.

4. Rollins, M. G.; Morgan, P.; Swetnam, T. Landscape-scale controls over 20th century fire occurrence in two large rocky mountain (USA) wilderness areas. Landsc. Ecol. 2002. №17. 539–557.

5. Sharples, J. An overview of mountain meteorological effects relevant to fire behaviour and bushfire risk. Int. J. Wildland Fire 2009. №18. 737–754.

6. Ma, W.; Feng, Z.; Cheng, Z.; Chen, S.; Wang, F. Identifying Forest Fire Driving Factors and Related Impacts in China Using Random Forest Algorithm. Forests 2020. №11. – 507.

7. Turco, M.; Llasat, M. C.; von Hardenberg, J.; Provenzale, A. Impact of climate variability on summer fires in a mediterranean environment (northeastern iberian peninsula). Clim. Chang. 2013. №116. 665–678.

8. Иванов С. А. Системный анализ факторов, влияющих на возникновение лесных пожаров в Северо-Западном федеральном округе. // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. — Астрахань: Издательство Астраханского государственного технического университета ФГБОУ ВО «АГТУ», 2022. №4., 26-34.

9. Залесов, С. В. Лесная пирология: учебник; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. — 4-е изд., перераб. и доп. — Екатеринбург: Издательство Уральского государственного университета ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», 2021. – 396 с.

10. Касымов Д. П. Лесная пирология: учебно-методическое пособие. — Томск: Издательство Томского государственного университета ФГАОУ ВО «ТГУ», 2020. –100 с.

11. Удинцова, Н. М. Эконометрика. Часть 1: Парная регрессия и корреляция в эконометрических исследованиях: учебное пособие — Зерноград: Издательство Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской «ГАУ», 2015. – 61 с.

УДК 502/504

Д.Р. Дашкина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО КНИТУ), г. Казань, Россия

ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВОВ НЕФТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ СОРБЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

АННОТАЦИЯ

Ликвидация последствий разливов нефти может быть осуществлена с использованием альтернативных сорбционных материалов. Сорбционные материалы используются для поглощения нефтяных загрязнений, впитывания и удаления нефтепродуктов из окружающей среды.

В данной статье рекомендовано применение кислотомодифицированных образцов в качестве СМ на механическом этапе ликвидации больших объемов и площадей разливов нефти на почве. На биологическом этапе показана возможность применения плодовых оболочек зерен ячменя в качестве носителя углеводородокисляющих микроорганизмов для проведения биоремедиации почв.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

В современном мире одной из глобальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды углеводородами. Основной объем нефти попадает в атмосферу в районах нефтепромыслов, нефтепроводов, также при транспортировке по сухопутным и морским магистралям. Именно в этих районах происходит сильная деградация почвенного покрова.

Также интенсивное развитие сельского хозяйства оказывает существенное влияние на окружающую среду. При производстве сельскохозяйственной продукции образуется большое количество отходов, которое не используется и не перерабатывается. Зачастую такие отходы выбрасываются в окружающую среду, оказывая негативное воздействие на экосистему.

Решением данной проблемы является использование отходов (природных ресурсов) в качестве вторсырья для получения полезных продуктов Одним из перспективных методов утилизации зерновых отходов является использование их в качестве сорбционного материала (СМ), например, для ликвидации разливов нефти. Получаемый сорбционный материал должен по технологическим и экономическим соображениям не уступать аналогичным продуктам, представленным на рынке [1].

Так при использовании в качестве сорбционного материала биологически модифицированных отходов сельского хозяйства решаются две экологические проблемы – утилизации растительных отходов и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Это особенно актуально для Республики Татарстан, так как данный регион является одним из старейших нефтедобывающих и в нем развита сельскохозяйственная деятельность [2].

Основной целью работы является уменьшение негативного воздействия на окружающую среду при ликвидации разливов нефти с почвы альтернативными сорбционными материалами на основе отходов сельского хозяйства, а именно плодовых оболочек зерен ячменя (ПОЗЯ).

Объекты исследования:

1. Почва – грунт универсальный *TerraNova*, повышенное содержание перлита и биогумусса.
2. Образцы кресс-салата.
3. В качестве сорбата использована девонская нефть Тумутукского месторождения (плотность 0,869 г/ $см^3$).
4. В качестве СМ использованы:

– кислотомодифицированные плодовые оболочки зерен ячменя;

– биологическимодифицированные плодовые оболочки зерен ячменя;

– торф;

– уголь БАУ.

1.2 Сравнение сорбционных материалов для ликвидации разливов нефти

В России идет активное развитие и в сфере промышленности, что вызывает потребность в добыче и транспортировке больших объемов нефти. Это в свою очередь увеличивает частоту и количество аварийных разливов нефти на водных акваториях и поверхности почвы.

При загрязнении почвы нефтью изменяются ее физико-химические и реологические свойства, нарушается воздухообмен, ухудшается поступление воды и питательных веществ, что существенно сказывается на ее плодородии и вредит всей экосистеме в целом [1].

Для борьбы с загрязнением почвы нефтью используются различные методы, включая химический, биоремедиации и сорбционный. В целом, сорбционный метод является одним из наиболее эффективных способов удаления нефти с поверхности почвы. Однако, на рынке на сегодняшний день существует множество различных материалов и выбор правильного может быть сложной задачей.

В работе исследована поглотительная способность по отношению к нефти сорбционных материалов ПОЗЯ и кислотомодифицированных плодовых оболочек зерен ячменя (КПОЗЯ), и дано сравнение с часто применяемыми сорбентами – торфом и углем.

При химической (кислотной) обработке нативного СМ происходит освобождение порового пространства за счет этого возрастает поглотительная способность по отношению к полютантам растительных отходов, биостойкость и срок эксплуатации СМ [4]. С этой целью образцы ПОЗЯ были обработаны 1 % раствором серной кислоты в течение 60 минут при температуре 20±5 ^{0}C. [5].

Эксперимент по определению нефтеемкости проведен следующим образом: в чашки Петри произведен разлив 30 мл нефти, далее помещен СМ массой 1 г. По истечении 10 минут, СМ с поглощенным нефтепродуктом извлечен (рисунок 1).

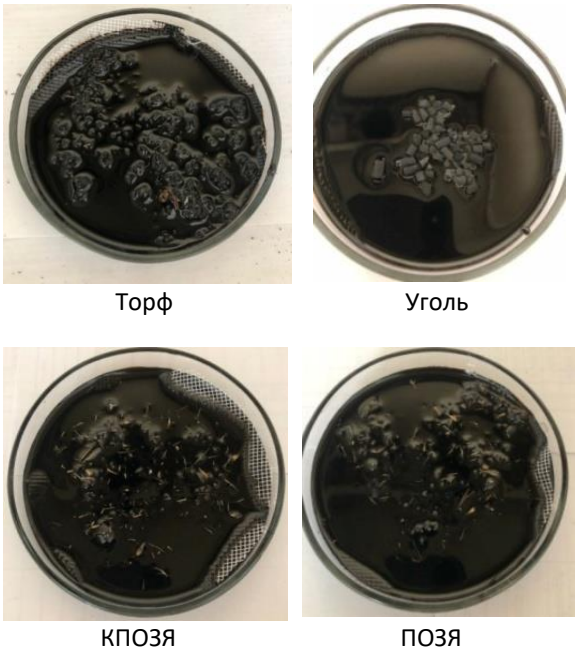


Рисунок 1 – Эксперимент по определению нефтеемкости СМ

Нефтеемкость (*HE*) сорбционных материалов определена по формуле [6]:

$$HE = \frac{m_1-(m_2+m_3)}{m_3},$$

где m_1 –масса сетки с СМ и поглощенным нефтепродуктом, г;

m_2 – масса сетки с учетом удерживаемого нефтепропродукта, г;

m_3 – масса навески сорбционного материала, г.

Значение нефтеемкости составило для: торфа – 14,9 г/г, угля БАУ – 4,2 г/г, КПОЗЯ – 12,13 г/г, ПОЗЯ – 13,86 г/г.

На следующем этапе определена поглотительная способность СМ: на почву массой 15 г, покрытую полимерной сеткой, произведен разлив 30 мл нефти. СМ массой 1 г сразу помещен на место разлива и прижат. По истечении 10 минут, извлечена сетка с СМ с поглощенным нефтепродуктом.

Поглотительная способность образцов составила для: торфа – 4,83 г/г, угля БАУ – 2,54 г/г, КПОЗЯ – 5,87 г/г, ПОЗЯ – 5,42 г/г.

Полученные результаты показали, что наибольшее значение нефтеемкости достигается при использовании торфа, а поглотительная способность при использовании КПОЗЯ.

1.3 Технология переработки сельскохозяйственных отходов

На основании проведенных экспериментальных данных предложена технология производства СМ из сельскохозяйственных отходов (рисунок 3) [7].

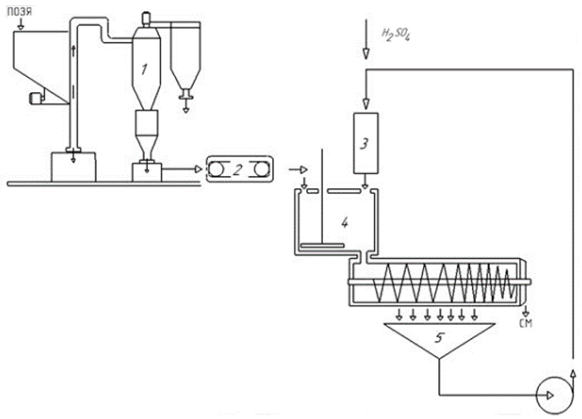


Рисунок 3 – Схема установки для получения сорбционного материала на основе отходов сельхозпереработки: 1 – пневмосепаратор; 2 – конвейер; 3 – емкость с 1 %-ным раствором H_2SO_4; 4 - шнековый дегидратор; 5 – бункер

Высушенные и отсортированные в пневмосепараторе ПОЗЯ подаются на конвейере 2 в шнековый дегидратор 4 для смешения с 1 % раствором серной кислоты (3), оснащенную электрической мешалкой, в соотношении 1:200 = ПОЗЯ:1 % раствор H_2SO_4. Полученная суспензия поступает по подающей трубе в обезвоживающий барабан, где она продвигается от зоны сгущения к зоне отжима. Образующийся фильтрат отводится в бункер 5, откуда самотеком направляется в рецикл в емкость 3, где на 10-20 % подпитывается свежим 1 % раствором серной кислоты. Обезвоженный СМ выгружается на стадию сушки [8].

Согласно технологической схеме рассчитана полная себестоимость готового СМ [9-10] – кислотомодифиццированные плодовые оболочки зерен ячменя (КПОЗЯ).

В таблице 1 представлено сравнение полученного СМ с аналогами.

Таблица 1 – Характеристики сорбционных материалов

Торговое название	Основа	Цена, руб/кг	Нефтеемкость г/г
«Акант-Мезо»	Карбонизированный уголь	150,00	4,20
«Пит-сорб»	Торф	300,00	14,90
КПОЗЯ	Кислотомодифици-рованные плодовые оболочки зерен ячменя	128,00	12,13

На основании анализа условий образования отходов рассчитан размер вреда, причиненный почвам как объекту окружающей среды, который в стоимостном выражении составил 20952,10 млн руб/год, при этом учитывались размер вреда в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или почвенной толще ПОЗЯ, и размер вреда в результате порчи почв при перекрытии ее поверхности, возникшего при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами (в том числе линейными) [11].

Таким образом, предложенная технология переработки ПОЗЯ в СМ позволит решить проблему утилизации сельхозотходов.

Однако, в результате проведенных лабораторных экспериментов выявлено, что сбор альтернативных материалов имеет свои ограничения из-за применения россыпью. Поэтому рекомендовано применение КПОЗЯ в качестве СМ на механическом этапе ликвидации разливов нефти на почве в больших объемах и площадах.

Одним из экологически обоснованных и наиболее эффективных методов восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, является микробиологический метод. Биологические методы в основном направлены на усиление процессов деградации остаточных нефтепродуктов с утратой энергетического ресурса.

1.4 Применение отходов сельского хозяйства в качестве носителя углеводородокисляющих микроорганизмов

В работе исследовалась возможность применения плодовых оболочек зерен ячменя (ПОЗЯ) в качестве носителя углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ), с последующим использованием их для ликвидации разливов нефти с поверхности почвы.

Первоначально проводилось выращивание микроорганизмов (*Rhodococcus, Micrococcus*) глубинным способом [12] во всем объеме жидкой питательной среды. При периодическом способе глубинного культивирования в ферментатор загружалась питательная среда 35 см^3 и вносился посевной материал 6 г, объем культуральной жидкости доводился до 1 дм^3 дистиллированной водой. Для интенсификации процесса растворения воздуха его пропускали через барботер, расположенный на днище реактора.

Выращивание микроорганизмов проводилось в оптимальных условиях в течение трех дней до достижения стадии экспоненциального роста, после проводилась адаптация УОМ к нефти. Для этого каждые два дня в культуральную жидкость добавлялся 1 см^3 нефти.

Подсчет общего количества клеток УОМ производился под микроскопом в камере Горяева при разбавлении в соотношении 1:5 [13].

В качестве носителя биопленки исследовано применение ПОЗЯ, так как они имеют наибольшую нефтеемкость [14]. С этой целью в плоскодонную колбу объемом 250 см^3 помещалось 5 г СМ и 10 см^3 культуральной жидкости с адаптированными УОМ, образцы перемешивались в течение 1 часа.

Далее проводился эксперимент для оценки воздействия нефти на рост высших растений [4]. В пять чашек Петри посадили по 10 семян тест-культуры (кресс-салат) (рисунок 2):

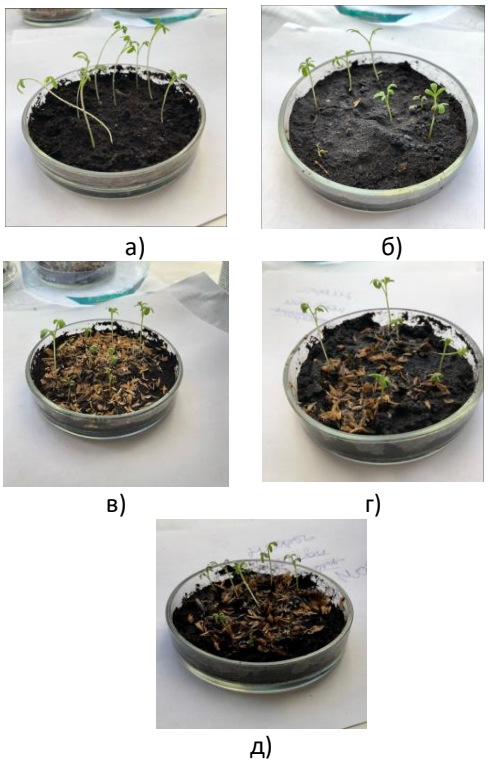


Рисунок 2 – Эксперимент по оценке воздействия нефти на рост высших растений

а) образцы не подвергнуты негативному воздействию нефти (контроль);

б) образцы подвергнуты воздействию нефти – 2 см^3;

в) образцы подвергнуты воздействию 2 см^3 нефти и произведена ликвидация разлива образцами ПОЗЯ массой 1,5 г;

г) образцы подвергнуты воздействию 2 см^3 нефти и произведена ликвидация разлива иммобилизованными на ПОЗЯ УОМ массой 4,25 г;

д) образцы подвергнуты воздействию 2 см^3 нефти и произведена ликвидация разлива иммобилизованными на ПОЗЯ УОМ, адаптированных к нефти массой 5,25 г.

Таким образом, после наблюдения в течение недели за образцами кресс-салата выявлено, что по сравнению с контролем (рис. 2а), количество экземпляров после воздействия нефти составило 6 штук (рис. 2б), адсорбции ПОЗЯ – 7 (рис. 2в), ПОЗЯ+УОМ – 4 (рис. 2г), ПОЗЯ с иммобилизованными УОМ, адаптированными к нефти – 7,5.

Следовательно, на стадии биоремедиации почв, загрязненных нефтью, можно рекомендовать применение образцов СМ на основе ПОЗЯ симмобилизованной биопленкой на адаптированных УОМ.

2 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных испытаний выявлено, что по адсорбционной емкости сельхозотходы не уступают традиционному торфу и углю. На стадии механического удаления нефти с поверхности почв рекомендуется применение кислотообработанных образцов плодовых оболочек зерен ячменя. Кроме того, использование СМ на основе ПОЗЯ с иммобилизованной биопленкой из адаптированных УОМ расширит спектр применения данного вида отходов на стадии биоремедиации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Етеревская Л. В., Шеянова Л. Д. Изменения свойств почв в связи с загрязнением их при разведке и добыче нефти и газа // Агрохимия и почвоведение, 1975. Вып.29. С. 3-7.
2. Майорова Е. И., Якубовский С. Ф., Булавка Ю. А. Сорбенты для аварийного розлива нефтепродуктов на основе растительного сырья // Сборник тезисов 71-й Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ». Москва: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2017. Том.2. С. 385.
3. Разновидности зерновые отходы URL: https://bezotxodov.ru/pishhevye-othody/zernovye-othody (Дата обращения: 10.09.2023).
4. Дашкина Д.Р. Ликвидация последствий аварийных разливов нефти альтернативными сорбционными материалами / Дашкина Д.Р. // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР). Материалы Молодежной программы 26-ой Международной специализированной выставки и Форума. Москва, 2023. С. 26-29.
5. Доможиров, В.В. Исследование сернокислотной обработки отходов переработки овса на нефте - и водопоглощение / В.В. Доможиров, С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев// Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 17, Т. 8. –С. 228-231
6. Дашкина Д. Р. Ликвидация аварийных разливов нефти на почве модифицированными растительными отходами / Д. Р. Дашкина, А. Е. Поволоцкая, С. В. Степанова // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2022) : материалы XVIII Международной научно-технической конференции : в 2 томах, Том 2 [Электронный ресурс] / Уфимский государственный авиационный технический университет – Уфа : УГАТУ, 2022. – С. 191-194.
7. Степанова С. В. Обоснование новых подходов к решению проблемы загрязнения поверхностных вод нефтедобывающего региона, на примере Республики Татарстан / С. В. Степанова, И. Г. Шайхиев // Экономика строительства и природопользования. – 2019. – № 1 (70). – С. 124-134.
8. Дашкина Д.Р. Производство сорбционных материалов из сельскохозяйственных отходов / Дашкина Д.Р. // Возобновляемое природное сырье и продукты на основе его переработки (ХИМЭКО) Сборник статей и тезисов докладов научно-практической конференции/. редакц. коллегия Кошелева Е.А., Островская Ю.В. – Уфа, УНПЦ «Изд-во УГНТУ» 2022. –С 21-23.
9. Волков О. И. Экономика предприятия: учебник / О. И. Волков. – М.: ИНФРА, 1997. – 176 с.
10. Семенов В. М. Экономика предприятия: учебное пособие / В. М. Семенов. – М : Центр экономики и маркетинга, 1996. – 184 с.
11. С.В. Степанова, А.А. Алексеева, О.А. Сольяшинова. Расчет ущерба и экологических рисков от воздействия химических, нефтехимических и пищевых предприятий. Учебное пособие. [Электронный ресурс]. – URL: https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/438063/mod_resource/content/1/StepanovaRaschet_uchsherba_i_ekol_riskov_ot_%20vozdeistviya.pdf (Дата обращения:17.09.2023).
12. Концевая И. И. Микробиология: культивирование и рост бактерий. Практическое руководство для студ. биологич. спец. вузов / И. И. Концевая; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. Чернигов: Десна Полиграф, 2017. 44 с.
13. Определение концентрации микробных клеток URL: https://pharmacopoeia.ru/en/ofs-1-7-2-0008-15-opredelenie-kontsentratsii-mikrobnyh-kletok/ (Дата обращения: 15.09.2022.).
14. Дашкина Д. Р., Поволоцкая А. Е., Степанова С. В. Ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на почве растительными отходами // Защита окружающей среды от экотоксикантов : международный опыт и российская практика» 30 марта 2022 г.: материалы IV международной научно-технической интернет-конференции. 2022. С. 117-120.

УДК 630 432.1

Ковток М.А., Шайхудинов Д.Е.

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ И БОРЬБУ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрены такие явления, как лесные пожары, а также их непосредственное решение. В качестве устранения данных проблем предложено использование специализированных дронов и биоразлагаемого геля.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

В первой части мы рассмотрим подходы по борьбе с ЧС, таких как использование современных технологий, и примеры локализаций пожаров в России.

Во второй части мы подробно разберём использование биоразлагаемых гелей и улучшение дронов для борьбы с лесными пожарами.

Подходы по борьбе с лесными пожарами в России.

В России в последние годы было предпринято несколько инновационных подходов для борьбы с лесными пожарами. Вот некоторые из них:

Системы раннего обнаружения:

Были разработаны и внедрены новые технологии для раннего обнаружения лесных пожаров. Это включает в себя использование спутниковых систем мониторинга, аэрофотосъемку и дронов для обнаружения пожаров в ранней стадии. Это позволяет оперативно реагировать на возгорания и принимать меры по их тушению.

Образование и информирование: Важным аспектом борьбы с лесными пожарами является информирование населения о пожарной безопасности и предупреждение пожаров. Проводятся образовательные программы, семинары и кампании, направленные на повышение осведомленности об опасностях пожаров и о том, как предотвратить данное явление.

Это лишь несколько примеров инновационных подходов, которые используются в России для борьбы с лесными пожарами. Тем не менее, борьба с пожарами является сложной и многогранный проблемой, и постоянно идет работа над разработкой новых методов и технологий для эффективного контроля и тушения пожаров.

Лесные пожары в Сибири (2020): В 2020 году Сибирь столкнулась с одним из самых сильных сезонов лесных пожаров. Огонь охватил значительные территории, включая регионы Красноярск, Иркутск и Забайкалье. Для тушения пожаров использовались авиационные и наземные средства, включая самолеты, вертолеты и многочисленные бригады пожарных.

Пожары в Амурской области (2019): В 2019 году Амурская область на Дальнем Востоке России столкнулась с масштабными лесными пожарами. Несколько тысяч гектаров леса были охвачены огнем. Для тушения пожаров были задействованы пожарные бригады, самолеты, вертолеты и местные волонтеры.

Пожары в Красноярском крае (2019): В 2019 году Красноярский край также столкнулся с серьезными лесными пожарами. Огонь охватил значительные территории, включая национальные парки и заповедники. Для тушения пожаров привлекались самолеты, вертолеты, специальные поезда с системами пожаротушения и местные пожарные службы.

В борьбе с такими масштабными пожарами применялись различные методы и средства. Одни из основных мер включали:

Мобилизация пожарных бригад, включая специализированные команды для работы в условиях лесных пожаров.

Использование авиационных средств, включая самолеты и вертолеты, для сброса воды и огнетушащих веществ на пожарные очаги.

Развитие временных баз и пунктов снабжения, чтобы обеспечить логистическую поддержку пожарным бригадам.

Координация усилий между различными уровнями власти и вовлечение местного населения и волонтеров в процесс тушения пожаров.

Это только некоторые примеры мер, применяемых в борьбе с лесными пожарами в прошлом.

В России наблюдается эволюция подходов к тушению чрезвычайных ситуаций, включая лесные пожары. Государственные органы и эксперты постоянно работают над разработкой и внедрением новых стратегий и технологий для более эффективной борьбы с ЧС.

Использование биоразлагаемых гелей и улучшение дронов для борьбы с лесными пожарами.

Биоразлагаемые гели для тушения пожаров являются одним из инновационных средств борьбы с лесными пожарами. Эти гели, которые могут быть изготовлены из натуральных ингредиентов, быстро распространяются по поверхности горящего леса и поглощают огонь, не нанося вреда экосистеме.

Использование биоразлагаемых гелей для тушения пожаров в дронах является одним из самых эффективных и экологически чистых способов борьбы с лесными пожарами. Дроны могут быстро и эффективно распылять гель на горящую территорию, что позволяет быстро локализовать огонь и предотвратить его распространение.

Однако, для работы в условиях лесных пожаров, дроны должны быть специально разработаны и улучшены. Например, они должны быть устойчивы к высоким температурам и иметь возможность летать в дыму и плохой видимости. Также, необходимы специальные сенсоры и оборудование для обнаружения пожаров и определения оптимальной траектории полета.

В целом, использование биоразлагаемых гелей в дронах является одним из наиболее перспективных и экологически чистых способов предотвращения и тушения лесных пожаров. Однако, для эффективной работы в условиях лесных пожаров, необходимы специальные улучшения и модификации дронов

«Гидрогель 30» легко потушит и не даст распространиться возгораниям:

-любых твердых горючих материалов (могут ли они тлеть, не имеет значения), например, бумаги, дерева, резины, пластмассы;

-литий-ионных аккумуляторов и аккумуляторных батарей на их основе.

ПРИМЕР ТУШЕНИЯ ГИДРОГЕЛЕМ С ВОЗДУХА

силами малой авиации

«Гидрогель 30» легко потушит и не даст распространиться возгораниям:

- любых твердых горючих материалов (могут ли они тлеть, не имеет значения), например, бумаги, дерева, резины, пластмассы;
- литий-ионных аккумуляторов и аккумуляторных батарей на их основе.

Температурный диапазон использования «Гидрогеля» составляет от -40 °С до +50 °С. Огнетушитель «Гидрогель-30», способен потушить или локализовать возгорание и в шахте; защитит жилой сектор от лесного пожара, для этого необходимо нанести гель на поверхность со стороны наступающего огня.

Разумеется, ручные огнетушители с использованием гелеобразующего огнетушащего состава – не единственное решение. Наши специалисты работают над созданием модулей пожаротушения в составе автоматической установки.

Помимо локализации и тушения пожаров состав может применяться для термоизоляции всех поверхностей. Состав включает в себя два компонента. Смешиваясь, они образуют гель, который, благодаря высокой адгезии, удерживается на вертикальных поверхностях. После нанесения вода из геля постепенно испаряется, а вещество в остатке образует твердый слой, защищающий объект от возгорания.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наименование показателя	Значение показателя
Внешний вид огнетушащего порошка	Порошок белого или белого с оттенками цвета
Внешний вид геля	Вязкая мутная жидкость
Растворимость порошка в воде, %	100
Время полного растворения в воде, мин	от 1 до 2
Плотность геля при 20 °С, в пределах, кг/м^3	от 1000 до 1200
Температура застывания геля, не выше, °С	минус 3
Коррозионная активность геля к стали марки Ст.3, кг/м^2·с, не более	0,03 10^{-8}
Водородный показатель порошка, (pH)	от 6 до 10
Срок сохраняемости геля, сут, не менее	90
Срок сохраняемости порошка, лет, не менее	10
Огнетушащая способность геля по тушению модельного очага пожара класса А из огнетушителя ОВЭ-10, не менее	4А
Огнетушащая способность геля по тушению автомобильных покрышек R-16 из огнетушителя ОВЭ-10 по сравнению с водой	3-6
Защита объекта (пожарного) от прямого огня и теплового потока в очаге возгорания, минут, не менее	30

Что касается улучшения дронов для работы в условиях лесных пожаров, то важно обратить внимание на их маневренность и скорость. Для работы в условиях пожара, дроны должны быть быстрыми и легкими, чтобы иметь возможность маневрировать вокруг пламени и распылять гель в нужных местах. Также, необходимо улучшить технологию дронов, чтобы они могли работать в условиях низкой видимости, включая дым и туман.

При создании дронов, которые могут использоваться в условиях пожаров, необходимо использовать материалы, которые обладают свойствами, необходимыми для этой задачи. Один из таких материалов — это карбоновые волокна. Они обладают высокой прочностью и жаростойкостью, что позволяет дронам оставаться работоспособными при высоких температурах.

Другой материал, который может использоваться для создания дронов для борьбы с лесными пожарами, — это кевлар. Он обладает высокой прочностью и является тугоплавким, что позволяет дронам выдерживать высокие температуры и оставаться в работоспособном состоянии даже при пожаре.

Также, для обеспечения легкости и маневренности дронов, можно использовать материалы, такие как алюминий или титан. Они обладают высокой прочностью и легкостью, что позволяет дронам быстро перемещаться в воздухе и легко маневрировать в условиях пожара.

Для улучшения работы дронов, можно также использовать дополнительные сенсоры и оборудование, такие как инфракрасные камеры для обнаружения пожаров и газовых датчиков для определения опасных зон. Это поможет дронам быстро и точно определить места, где нужно распылить гель, и максимально эффективно бороться с огнем. В заключении хотелось бы подчеркнуть, что предупреждение и борьба с ЧС является важной задачей, требующей использования превентивных мер и инновационных подходов. Вышеприведённые меры по локализации и предупреждению лесных пожаров являются важным шагом в обеспечении безопасности всего общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Настеренко А.Г.: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ УГРОЗЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, [Электронный ресурс] - https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-meropriyatiy-po-obespecheniyu-bezopasnosti-pri-ugroze-vozniknoveniya-lesnyh-pozharov/viewer

2. Панкин К.Е.: СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С ЛЕСНЫМИ НИЗОВЫМИ ПОЖАРАМИ В ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОНАХ ПОВОЛЖЬЯ, [Электронный ресурс] - https://www.vavilovsar.ru/files/pages/50866/1655800602.pdf

УДК 614.841.42:004.94

Л.В. Константинова
ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», г. Курган, ул. Пролетарская 62, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ И ДОБРОВОЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы обучения работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных с применением VR технологий на примере ликвидации лесного пожара. Описаны целесообразность и преимущества использования VR-тренажера для обучения. Приведены этапы внедрения VR-тренажера, структура технологии разработки 3D виртуальных сред, элементы программы обучения с использованием VR-тренажёра.

ВВЕДЕНИЕ

Леса России являются составной частью ее национального богатства и важным ресурсом для обеспечения экологической и экономической безопасности страны. Лесом покрыто почти две трети территории России. Общая площадь земель лесного фонда, по данным Рослесхоза, составляет 1 млрд 146 млн га. Ежегодно в России регистрируется от 9 тыс. до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га [1].

Поэтому одной из главных причин лесных пожаров является безответственное поведение людей, нарушающих правила пожарной безопасности. Пожары возникают при [2]:
- неосторожном обращение человека с огнём;
- несоблюдении мер безопасности при разведении костров в лесополосе;
- детских шалостях со спичками в лесопарковой зоне;
- сжигании мусора, сухой травы в непосредственной близости к лесному массиву;
- случайном попадании искр из выхлопных труб автомобиля или мотоцикла;
- возгорании зданий в населенных пунктах, от линий электропередач;
- случайном фокусировании солнечных лучей бутылочным стеклом.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что лесные пожары связаны с мощными природными и антропогенными факторами, которые могут существенно изменить функции и состояние лесов. Лесные пожары не только наносят ущерб окружающей среде и экономике, но и угрожают жизни людей и животных. Не менее 2,5 тыс. жителей Курганской области пострадали от природных пожаров за месяц 2023 года. Для предупреждения распространения и тушения пожаров активно используются работники добровольной пожарной охраны и добровольные пожарные, которые предварительно проходят обучение.

Основной целью данной работы является повышение безопасности работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных (далее работников), привлекаемых к локализации и тушению лесных пожаров путем использования VR-технологий в процессе обучения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:
- выполнить анализ пожаров и системы обучения привлекаемых работников;
- разработать элемент эффективного и безопасного обучения работников с использованием VR-технологий.

1. АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Лесные пожары, в основном, обнаруживают с наземных наблюдательных пунктов, а также при авиационном и наземном патрулировании лесов.

В борьбе с лесными пожарами большое значение имеет фактор времени. От обнаружения лесного пожара до принятия решения по его ликвидации должно затрачиваться минимальное время. При этом важнейшей задачей является организация и подготовка сил и средств пожаротушения, в том числе наличие обученных работников.

При направлении для тушения пожаров необходимых сил и средств необходимо учитывать возможную силу и скорость распространения пожара, и, особенно, степень пожарной опасности, поскольку неверные решения или действия могут усугубить пожарную ситуацию.

При тушении крупных пожаров необходимо максимально использовать уже имеющиеся в лесу рубежи и преграды, а также учитывать различную горючесть окружающих пожар участков, оперативно маневрировать силами и средствами, сосредоточивая их в первую очередь на выбранных «ключевых позициях», отрезая огню путь в наиболее опасные в пожарном отношении и ценные насаждения. При этом надо проводить тушение профессионально и безопасно. Всему этому проводят обучение работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных.

2. ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

Обучение работников – основа развития любой компании. Обучение развивает профессиональные компетенции работников, под которые и разрабатываются программы обучения, выбираются формы и методы обучения под конкретные задачи:

- получение обучающимися новых знаний, повышение уровня их образованности, осведомленности;
- развитие профессиональных умений и навыков, в том числе моторных, необходимых для эффективного выполнения работ;
- развитие коммуникационных навыков;
- развитие аналитических навыков, умения принимать верные решения.

В результате эффективного обучения удовлетворяются потребности как руководства, так и самих работников. Благодаря повышению профессиональной квалификации, повышается быстрота, качество, производительность и безопасность, что является целями обучения.

Обучение бывает трех видов:
- подготовка работников;
- повышение квалификации;
- переподготовка.

Существуют множество действенных методик обучения. Выбор зависит от целей, задач, удобного формата. Рассмотрим самые популярные методы [3]:
- лекция. Преимуществом данной методики является большой охват аудитории и возможность рассказать внушительный объем информации. Минус – невозможность обратной связи. Слушатели могут изредка задавать вопросы, но отдельно что-то объяснять или уйти в дискуссию не получится.
- семинар. Здесь уже есть возможность обсуждать, спорить, отвечать на вопросы. Но несмотря на преимущество в активности участников, придется жертвовать количеством.
- видеоуроки, вебинары. Всю большую популярность набирает именно данный формат из-за развития технологий и нехватки времени. Люди не хотят тратить время на дорогу, они хотят получать знания здесь и сейчас, поэтому видеоуроки пользуются спросом.
- деловые игры. Помогают с помощью игры обучить сотрудников решать реальные производственные проблемы и работать в команде. Минус в количестве участников, но зато знания после таких игр надолго откладываются и активно применяются.
- инструктаж. Наставление перед началом рабочего процесса, освещение основных нюансов – тоже является одной из методик обучения. Глубоких познаний здесь не дается, но общее представление о работе получить можно.
- наставничество. Основное преимущество — ученик может развиваться прямо на рабочем месте. И адаптация проходит гораздо быстрее, так как наставник помогает закрепить знания и исправляет ошибки. Минусы: сам наставник тратит много своего времени на обучение, уделяя меньше внимания основным задачам.
- дистанционное образование. Плюсы: обучение работников в количественном плане возрастает; подготовка ведется на рабочем месте; работник может сам выбрать удобное место для подготовки; обучаемый может фиксировать материал на электронном носителе. Минусы: оснащение современными технологиями, гаджетами; отсутствие контакта с лектором, что снижает стимулирующее воздействие на сотрудника.

По данным Роструда в 2020 году более 23300 работников получили травмы на рабочем месте, 1006 из них со смертельным исходом. И все это несмотря на обязательное обучение по охране труда и пожарной безопасности.

Все это не является эффективным инструментом обучения производственной безопасности. Главные причины этого:
- информация в виде длинных текстовых блоков с трудом воспринимается;
- работник получает лишь теоретические знания, а не практические навыки. Сдача экзамена по билетам ни в малейшей степени не напоминает ситуацию реального чрезвычайного происшествия. Поэтому в критический момент полученные знания не вспоминаются;
- работник зачастую не осознаёт, насколько серьёзными могут быть последствия нарушения правил и техники безопасности работы с оборудованием, пока они не произойдут.

Работники являются одним из самых ценных ресурсов любой организации. Поэтому важно повышать эффективность их обучения, давать возможность расширения базы их знаний. Традиционные методы обучения целесообразно дополнять применением такой технологии обучения как виртуальная реальность (VR). VR помогает лучше сконцентрироваться на учебном процессе, благодаря его полному погружению в моделируемую среду. Это позволяет сделать учебные материалы понятными и интересными.

Термин «виртуальная реальность» был впервые применен Джароном Ланьером в 1980-х с появлением системы, которые позволяли манипулировать с трехмерными объектами на экране благодаря их отклику на движения руки.

В отличие от традиционных пользовательских интерфейсов, VR помещает пользователя в опыт [4]. Технология виртуальной реальности позволяет создать реалистичную трехмерную среду посредством комплексного воздействия на восприятие человека с использованием интерактивных устройств, которые динамически обновляют видимое пользователем пространство [5].

Целесообразно использовать VR-тренажер для обучения, когда:
- невозможно прервать технологический процесс;
- ситуацию сложно (дорого, опасно и др.) смоделировать в реальности;
- физический объект обучения стоит дорого;
- требуется обучение совместным действиям работников, оборудования и др.;
- действия работников требуют глубокого анализа;
- действия работников имеют вариативность;
- необходим инструмент контроля реального уровня подготовки к выполнению работ.

Основные преимущества VR-тренажера:
- сокращение затрат на организацию обучения в особых условиях;

- комплексное получение теоретических знаний и практических навыков;
- возможность обучать работников в любое удобное время и даже удаленно;
- безопасность в ситуациях высокого риска;
- отработка действий в сложных ситуациях;
- коллективное и индивидуальное обучение.

3. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА ОБУЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ И ДОБРОВОЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ VR-ТЕХНОЛОГИЙ

Анализ аварийности и травматизма со смертельным исходом при пожарах подтверждает необходимость поиска более эффективных программ обучения, к которым и относится применение VR-тренажёра.

VR-тренажер включает в себя три режима работы:
- в режиме базового обучения воссоздается ситуация, в которой работнику необходимо выполнить задание по сценарию. Система рассказывает, как правильно и безопасно осуществляют работы с помощью всплывающих подсказок и виртуального помощника;
- в тренировочном режиме работник проходит необходимые этапы безопасного выполнения работ. В случае, если работник нарушил требования безопасности или технологию, он на себе испытывает какие негативные последствия его ожидают;
- далее, работник переходит в режим экзамена (проверки знаний), в котором самостоятельно, без подсказок выполняет все необходимые действия. По итогам, система показывает какие требования безопасности и технологии работник нарушил и объясняет к чему это могло привести.

Программа обучения работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных с использованием VR-тренажёра подразделяется на 5 этапов (рисунок 1).

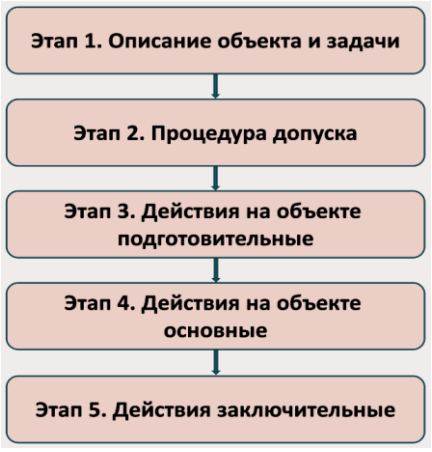


Рисунок 1 - Этапы программы обучения VR-тренажёра

Этап 1. Описание объекта и задачи. В рамках программы обучения с применением VR-тренажёра необходимо изучить правила локализации природного пожара и провести тушение лесного пожара. Произошло возгорание лесного участка. Площадь пожара – 5 м^2.

Этап 2. Процедура допуска. Лесному пожарному необходимо надеть индивидуальные средства защиты:
- костюм лесопожарный (желательно из огнезащитной ткани);
- индивидуальную накидку из огнезащитной ткани;
- специальную лесопожарную обувь;
- каску защитную;
- фонарик на каску;
- очки защитные;
- респиратор противодымный;
- перчатки рабочие кожаные;
- персональный рюкзачок;
- компас;
- индивидуальный санпакет;
- фляжку для воды.

Этап 3. Действия на объекте подготовительные. Обучающийся оказывается в кабине пожарного автомобиля и подъезжает к месту пожара в лесу. Необходимо выполнить ряд действий, за которые будет начислено определенное количество баллов. Действия лесного пожарного перед началом тушения:
- расположение путей отхода;
- особые опасности (горящие сушины и т.д.);
- хорошую опорную точку места начала тушения (дорога, выгоревшая площадь и т.д.);
- место начала тушения – фронт или фланги;
- какую стратегию применять – прямое или косвенное тушение;
- конструкцию необходимой минполосы;
- наличие естественных барьеров, которые могут быть использованы при тушении;
- возможность прибытия дополнительных сил;
- как повлияет рельеф на развитие пожара.

Этап 4. Действия на объекте основные. После выполнении всех перечисленных действий выше пожарный должен принять меры по тушению пожара. Действия работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных:
- установить пожарный автомобиль на месте работы;
- присоединить напорные рукава к задвижкам пожарного насоса;
- проверить закрытие заглушки всасывающего патрубка, сливного краника, а также других вентилей и кранов;
- выключить сцепление;
- открыть одну из напорных задвижек для выпуска воздуха из насоса;
- открыть задвижку «из цистерны»;
- после заполнения насоса водой закрыть напорную задвижку;
- плавно включить сцепление;
- увеличить обороты двигателя с тем, чтобы довести давление в насосе до 0,2-0,3 МПа (2-3 кгс/см), контролируя его величину по манометру;
- медленно открывая напорные задвижки и одновременно увеличивая обороты двигателя, установить необходимый режим работы насоса.

Этап 5. Действия заключительные. После выполненных действий по ликвидации возгорания лесного пожара пожарному необходимо выполнить действия после окончания работ. За все время обучения и тестирования обучающемуся начисляются баллы.

В режим экзамена (проверки знаний), обучающийся самостоятельно выполняет все необходимые действия. По итогам, система показывает, какие требования безопасности и технологии он нарушил и объясняет к чему это могло привести. Обучение считается пройденным, если по результатам теста набрано необходимое количество баллов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обучение работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных действиям в непредвиденных ситуациях с применением VR-тренажёра позволит повысить культуру безопасности работников, безопасность выполнения пожароопасных работ, снизить производственный травматизм и аварийность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесные пожары в России. – URL: https://tass.ru/info/6712527 (дата обращения: 08.05.2023).

2. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.С. Мастрюков. – Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 336 с.

3. Обучение персонала – цели, факторы, этапы, разновидности, атрибуты. – URL: https://dvayarda.ru/business/obuchenie-personala/ (дата обращения: 09.04.2023).

4. Joe Bardi. What is Virtual Reality? [Definition and Examples]. – Текст: электронный. – URL: https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/ (дата обращения: 09.04.2023).

5. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Стратегические решения и риск менеджмент. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36284345& (дата обращения: 09.04.2023).

УДК 62-396

О.С. Кузьмин

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», г. Хабаровск, ул. Серышева, 47, Россия

КОМПЛЕКСНОЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ЭСТАКАДАХ СЛИВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН

АННОТАЦИЯ

Исследовательская работа относится к области экологической и промышленной безопасности, а именно к мероприятиям, направленным на предотвращение разливов нефтепродуктов в результате разгерметизации собранной технологической схемы на железнодорожной эстакаде при выполнении технологических операций слива. Рассматриваемая опасная техногенная ситуация оказывает пагубное влияние на экологическую обстановку, а также на безопасность персонала и различной инфраструктуры, расположенной в непосредственной близости от объекта. Результатом работы является комплекс технических и профилактических средств, позволяющих минимизировать влияние человеческого фактора на аварийность эстакад, а также предотвратить эскалацию возникшей опасной ситуации.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

Аварийные ситуации на эстакадах, связанные с разливом нефтепродуктов, не редко сопровождаются взрывом либо пожаром. В результате проведенного анализа аварий на сливных эстакадах с 1992 года установлены следующие основные причины:

- разгерметизация оборудования (36 %);
- износ оборудования (23 %);
- нарушение правил безопасности (21 %);
- нарушение правил ведения технологического процесса (15 %);
- внешнее воздействие (5 %) [1].

Большинство эстакад, эксплуатируемых на сегодняшний день, построены десятки лет назад, а плановая замена либо реконструкция действующего оборудования и сооружений, в том числе в соответствии с современными требованиями, игнорируется до сих пор, в связи с чем развивается их износ и создается угроза возникновения промышленной, а в последствии и экологической опасности [2-3].

Другой распространенной причиной возникновения аварийных ситуаций на эстакадах выделяются ошибки технологического персонала при выполнении рабочих процессов, в частности, отсутствие следования основным правилам промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды при проведении подготовительных работ к сливу нефтепродуктов, непосредственном их осуществлении, пренебрежение порядком ведения опасных работ, а также совершение иных ошибок из-за незнания ключевых правил безопасности [4-5].

1.2 Актуальность

Значимость данной работы обосновывается указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» в части минимизации рисков возникновения аварий на опасных производственных объектах и иных чрезвычайных ситуаций техногенного характера [6].

1.3 Цели и задачи исследования

Целью данной исследовательской работы является повышение уровня безопасности технологических операций, выполняемых на сливных железнодорожных эстакадах, путем разработки и внедрения в производственных процесс дополнительных средств, направленных на предотвращение и профилактику возникновения аварийных ситуаций.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ конкретных причин, факторов и степень их влияния на риск возникновения аварийных ситуаций в рамках технологического процесса слива нефтепродуктов из железнодорожных цистерн.
2. Провести обзор штатных мер обеспечения безопасности на сливных железнодорожных эстакадах
3. Предложить средства мгновенной ликвидации аварийных ситуаций, связанных с разливом нефтепродуктов на фронте слива эстакад.
4. Разработать технические решения для профилактики нарушений обязательных требований, при выполнении производственных процессов, а также повышения эффективности адаптации вновь поступившего персонала.

2. АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ЭСТАКАД

2.1 Описание технологического процесса слива нефтепродуктов и факторов, влияющих на его аварийность

Непосредственному выполнению операций по сливу нефтепродуктов предшествуют подготовительные мероприятия, проводимые

технологическим персоналом и определяющие в дальнейшем уровень безопасности протекания процедуры слива.

После постановки железнодорожного состава с нефтепродуктом на фронт слива эстакады технологический персонал, убедившись в закрепленном состоянии вагонов-цистерн, приступает к сборке технологической схемы.

Наиболее ответственной операцией в рамках сборки технологической схемы является подключение устройства нижнего слива нефтепродуктов (далее-УСН), выполненного в виде системы шарнирно-сочлененных трубопроводов с присоединительной головкой на конце, к патрубку сливного прибора железнодорожной цистерны (далее-цистерна), как показано на рисунке 1.

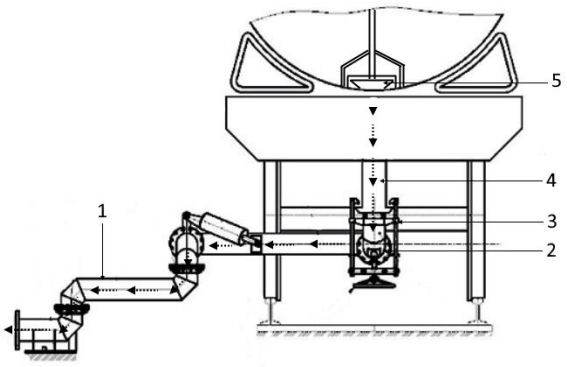


Рисунок 1 – Схематичный чертеж подключения УСН к сливному прибору железнодорожной цистерны
1 – УСН, 2 – цистерна, 3 – сливной прибор цистерны, 4 – захватные крюки УСН, 5 – присоединительная головка УСН, 6 – донный клапан цистерны

Подключение УСН (поз. 1) осуществляется посредством стыковки присоединительной головки (поз. 2) и прижатия ее захватных крюков (поз. 3) к патрубку сливного прибора цистерны (поз. 4), после чего дается команда на открытие донного клапана цистерны (поз. 5) и происходит заполнение системы до перекачивающего насоса. От качества выполнения вышеуказанной операции напрямую зависит проведение всего технологического процесса.

Основываясь на личном опыте эксплуатации сливных железнодорожных эстакад было выявлено, что наиболее частыми инцидентами, являются ситуации, связанные с разливом нефтепродуктов, по причине неудовлетворительного качества места соединения УСН к цистерне. Это как правило происходит из-за недостаточной затяжки захватных крюков, перекосов головки УСН относительно сливного прибора цистерны, использования чрезмерного усилия при затяжке крюков и как следствие разрывов креплений со срывом головки УСН с места подключения, износа уплотнительных манжет на шарнирных сочленениях УСН.

Все вышеперечисленные причины приводят к разгерметизации технологической схемы, разливу нефтепродуктов с накоплением облака топливно-воздушной смеси и вероятностью его последующей детонации, а также возникновения пожара пролива, влекущего за собой значительные промышленные и экологические потери.

2.2 Штатные средства обеспечения безопасности эстакад

В настоящее время обеспечение промышленной безопасности эстакад осуществляется посредством технических средств противоаварийной защиты (далее-ПАЗ) и мероприятиями, направленными на локализацию и ликвидацию аварийных ситуаций (далее-ПМЛА).

Системы ПАЗ представлены комплексом технических средств, направленных на обнаружение, оповещение и ликвидацию аварийных ситуаций. В состав ПАЗ эстакад входят:

- газоанализаторы довзрывных концентраций;
- пожарные извещатели;
- системы пожаротушения.

Проанализировав работу и назначение систем ПАЗ, было выявлено, что вышеуказанные средства обеспечения безопасности направлены в основном на ликвидацию последствий уже возникшей аварийной ситуации, связанной с пожаром, и не решают проблему предупреждений и ликвидации проливов с указанными ранее последствиями. Помимо ликвидации, система ПАЗ имеет также функцию оповещения персонала о возникшей аварии, к примеру пролив нефтепродукта при достижении опасной концентрации его паров в рабочей зоне для выполнения сотрудниками действий согласно ПМЛА.

ПМЛА эстакады подразумевает порядок действий персонала и смежных оперативных служб, направленных на локализацию и ликвидацию последствий возникшей опасной ситуации. Однако в процессе личного участия в тренировочных действиях по отработке ПМЛА были определены следующие недостатки:

– необходимость непосредственного участия группы лиц в устранении причин и последствий аварии, что создает угрозу безопасности участников и не гарантирует успешного результата выполненных мероприятий;

– длительный временной промежуток с момента возникновения аварий до непосредственного начала выполнения мероприятий (около 3 часов согласно ПМЛА), что создает условия увеличения масштабов и тяжести аварийной ситуации;

Проанализировав недостатки штатных ПАЗ и ПМЛА можно сделать вывод о недостаточной эффективности действующих на эстакадах мер в виду ограниченности их применения, выраженном в ликвидации и локализации последствий уже возникших и развивающихся аварийных ситуаций (проливов, пожаров), а также необходимости разработки технических решений, направленных на предупреждение либо мгновенную локализацию аварий на раннем этапе их возникновения.

3. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ СЛИВНЫХ ЭСТАКАД

3.1 Предупреждение и ликвидация разливов нефтепродуктов

Разработка комплекса технических решений выполнена с учетом детального изучения причин аварийности и недостатков существующих средств обеспечения безопасности эстакад.

Учитывая тенденцию возникновения аварий по причине неудовлетворительного подключения УСН к сливному прибору цистерны, в рамках данной работы предлагается модернизированный вариант УСН с добавлением линии проверки герметичности собранного соединения, как показано на рисунке 2.

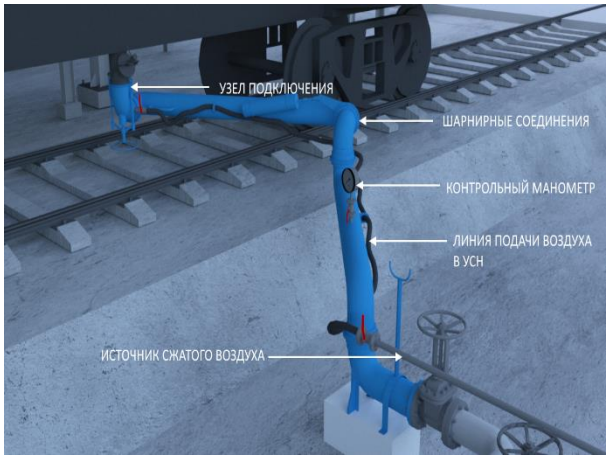


Рисунок 2 – Модель устройства слива нефтепродуктов с проверкой герметичности соединения

Сущность данного решения заключается в проведении контрольной проверки собранного соединения путем заполнения системы сжатым воздухом либо инертным газом через линию (гибкий шланг), врезанную в корпус УСН, до достижения проверочного давления и последующего контроля герметичности посредством также врезанного манометра, стабильность показаний которого в течении контрольного времени (около 5 минут) свидетельствует о надлежащей герметичности узла подключения и состояния уплотнительных манжет шарнирных соединения. Данная проверка проводится до заполнения технологической системы нефтепродуктом и позволяет выявить слабые места на начальном этапе подготовительных работ.

Ликвидация аварийной ситуации, сопровождаемой разливом нефтепродуктов в любом месте технологической линии, должна осуществляться путем мгновенного перекрытия источника подачи сливаемого нефтепродукта, а именно железнодорожной цистерны, в связи с чем предлагается применение устройства аварийного прекращения слива (далее-АПС) состоящее кронштейна, закрепленного на конструкции эстакады с одной стороны и соединенного с миниатюрным мотором - редуктором, выполненным во взрывозащищенном исполнении, устанавливаемым на штангу сливной системы цистерны с возможностью кнопочного управления из помещения операторной. Схематичный чертеж показан на рисунке 3.

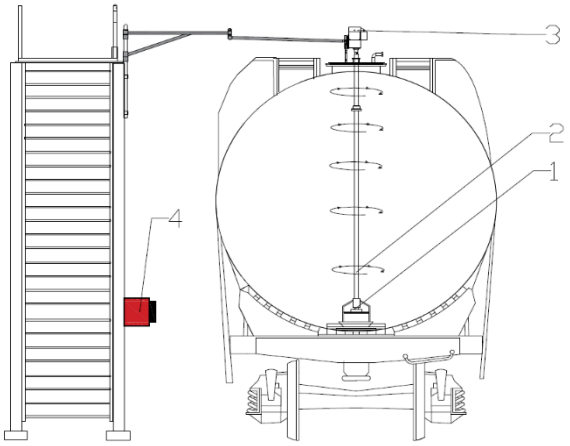


Рисунок 3 – Схематичный чертеж стационарного устройства аварийного прекращения слива
1 – донный клапан цистерны, 2 – штанга, 3 – мотор-редуктор, 4 – газоанализатор

Работа АПС заключается в принудительном перекрытии донного клапана цистерны (поз. 1) путем вращения штанги (поз. 2) мотором-редуктором (поз. 3), устанавливаемым на торец штанги персоналом перед началом слива и активируемым из помещения операторной при получении аварийного оповещения о разливе нефтепродуктов от штатных сигнализаторов довзрывных концентраций (поз. 4), установленных на эстакадах.

Преимуществом данного решения является повышение уровня экологической и промышленной безопасности путем мгновенной ликвидации разлива нефтепродуктов на раннем этапе его возникновения, а также недопущение эскалации аварийной ситуации и отсутствие необходимости непосредственного участия персонала в проведении мероприятий по ПМЛА с нахождением в опасной зоне.

3.2 Профилактика ошибок технологического персонала

В процессе опыта эксплуатации эстакад было выявлено, что наиболее часто встречающейся причиной совершения ошибок среди технологического персонала являются ошибки, допущенные из-за недостаточных знаний ключевых правил безопасности, а также особенностей эксплуатации технологического оборудования в связи с высокой текучкой работников и некачественном обучении вновь пришедших сотрудников наставниками.

Учитывая данный фактор, автором было реализовано программное средство обучения персонала "Оператор товарный нефтебаз" [7] и "Анатомия оборудования нефтебаз" [8], позволяющее повысить эффективность адаптации работников в области обеспечения безопасности и соблюдения норм охраны труда при эксплуатации оборудования [9].

Разработанный комплекс программного обеспечения включает в себя режимы пошагового выполнения технологических процессов от 1-го лица в формате симулятора, в том числе и выполнение слива нефтепродуктов из железнодорожных цистерн, как показано на рисунке 4.

Кроме того, в дополнение к обучению выполнения технологических процессов был разработан режим детального изучения, эксплуатируемого на нефтебазах технологического оборудования с целью формирования предметного понимания конструктива и особенностей его использования [10].

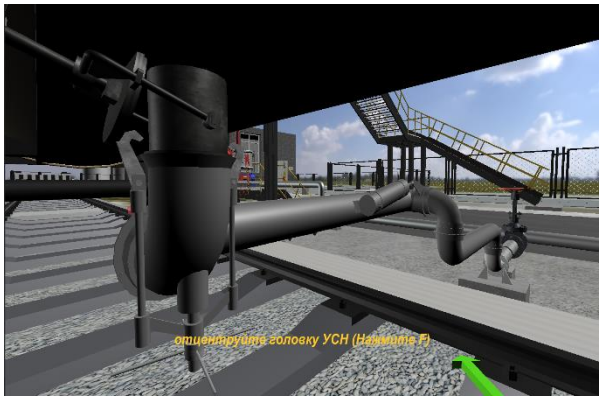


Рисунок 4 – Фрагмент обучающего симулятора "Оператор товарный нефтебазы"

Обучающие симуляторы были разработаны с учетом пожеланий технологического персонала, обслуживающего эстакады на одном из предприятий Дальнего Востока, а также с использованием существующих методик повышения эффективности восприятия информации посредством симуляции.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный в работе комплекс технических решений разрабатывался с учетом реальных причин возникновения опасных аварийных ситуаций на эстакадах слива нефтепродуктов, а также анализа недостатков существующих методов обеспечения безопасности, выявленных в процессе личного опыта эксплуатации объекта и позволяет обеспечить необходимый уровень промышленной и экологической безопасности сливных эстакад, основанный на принципах предупреждения и мгновенной локализации чрезвычайной ситуации.

В настоящее время на приведенные в работе технические средства по предупреждению и ликвидации разлива нефтепродуктов поданы заявки на государственную регистрацию полезных моделей, а также получены свидетельства о регистрации программ для ЭВМ на реализованные обучающие симуляторы, которые в ближайшее время планируются к внедрению в обучающие процессы в высшие учебные заведения Дальнего Востока по соответствующим профильным направлениям обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шингаров, Г. С. Эксплуатация железнодорожных эстакад на складе горюче-смазочных материалов предприятия авиатопливообеспечения и анализ производственных рисков / Г. С. Шингаров, Д. Я. Сейфуллаев, А. П. Караулов // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ: СОХРАНЯЯ ПРОШЛОЕ, СОЗДАЁМ БУДУЩЕЕ: сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Пенза, 10 декабря 2020 года. Том Часть 1. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 49-52.

2. Андронова, Ю.А. Повышение безопасности технологического процесса на сливо-наливной железнодорожной эстакаде / Ю.А. Андронова, В. А. Колотова // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2022. – № S1. – С. 71-72.

3. Махонин, Д. А. Железнодорожные сливо-наливные эстакады, современные технологические решения, позволяющие увеличить уровень безопасности на них / Д.А. Махонин // Промышленные и строительные технологии. – 2016. – № 7 (9). – С. 9.

4. Бадыкшанов, А. Р. Обеспечение безопасной эксплуатации сливоналивных железнодорожных эстакад / А. Р. Бадыкшанов // Символ науки: международный научный журнал. – 2021. – № 11-2. – С. 25-27.

5. Селезнев, С. В. Обеспечение экологической безопасности при автоматизации технологических процессов в работе с нефтепродуктами / С. В. Селезнев // Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки: сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Москва, 07 октября 2022 года. – Москва: АЛЕФ, 2022. – С. 150-153.

6. Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» // СПС КонсультантПлюс.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020610748 Российская Федерация. Обучающий симулятор оператора товарной нефтебазы: № 2019665169: заявл. 26.11.2019: опубл. 20.01.2020 / А. В. Каменчуков, О. С. Кузьмин, Е. С. Куликова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет».

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613541 Российская Федерация. Обучающий тренажер "Анатомия оборудования нефтебаз": № 2021612667: заявл. 25.02.2021: опубл. 10.03.2021 / О. С. Кузьмин, Е. С. Куликова, Т. А. Куликова.

9. Кузьмин, О. С. Обучающий симулятор для отработки навыков персонала нефтегазовых предприятий / О. С. Кузьмин, А. В. Вдовенко, Е. С. Куликова // Газовая промышленность. – 2020. – № 9(806). – С. 116-120.

10. Куликова, Е. С. Разработка и внедрение цифровых технологий в образовательный процесс в области транспортировки и хранения нефти, газа и продуктов их переработки / Е. С. Куликова, О. С. Кузьмин, Т. А. Куликова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 8-3(110). – С. 58-62. – DOI 10.23670/IRJ.2021.110.8.085.

УДК 658.567.1

А.С. Мельникова, Д.С. Султанова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (ФГБОУ ВО УУНиТ), г. Уфа, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА ВОДЕ

АННОТАЦИЯ

Целью работы является снижение антропогенного воздействия на окружающую среду при ликвидации аварийных разливов нефти с поверхности воды. Для достижения поставленной цели были рассмотрены различные отходы сельскохозяйственной промышленности. В целях усовершенствования сорбирующих характеристик исследуемых мат риалов была рассмотрена технология модификации СВЧ-излучения. Для подтверждения эффективности технологии модификации анализировались показатели нефтеемкости и влагоемкости материалов до и после обработки.

1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

На сегодняшний день нефть является одним из важнейших ресурсов для жизнедеятельности человека. По состоянию на 2022 г. объем добычи нефти в России составил 534 млн. тонн. Среднесуточная добыча нефти в РФ в 2022 г. составила 1,463 млн. тонн (10,68 млн. баррелей) [1].

Однако добыча, переработка, транспортировка нефтепродуктов приводит к большому риску возникновения отрицательного влияния на экологическую обстановку планеты. За последние десятки лет в России произошли более 10 крупнейших аварий с разливом нефти, которые привели к серьезным экологическим проблемам, последствия, например, самого крупного нефтиразлива в Республике Коми, произошедшего в 1994 г., устраняли почти 15 лет.

Большинство аварий происходили в результате нарушения технологии ведения ремонтных работ, либо из-за прорыва магистрального нефтепровода или повреждений танкеров, и экономические ущербы оценивались от нескольких миллионов до 30 миллиардов. Помимо этого, в мире в окружающую среду попадает порядка 50 млн. т сырой нефти ежегодно, а в Мировой океан попадает по разным оценкам от 0,5 до 11 млн. т нефти и нефтепродуктов.

Загрязнение почв и вод нефтепродуктами представляет собой серьезную опасность для окружающей среды, вследствие чего наблюдается существенное ухудшение состояния как растительного, так и животного миров.

1.2 Актуальность

На сегодняшний день существуют множество методов и способов ликвидации разливов нефти и очистки загрязненной почвы. Из всех известных методов удаления нефтепродуктов из воды или почвы предпочтение отдается сорбционным методам, так как данный способ обладает рядом преимуществ, таких как возможность очистки от загрязнений практически до любой остаточной концентрации, управляемость процессом и т.д. В настоящее время в мире известно около двух сотен различных поглотителей (сорбентов), начиная от вылущенных початков кукурузы, соломы, опилок и заканчивая бионеорганическими нанокомпозициями. На рынке представлено существенное число производителей различных сорбентов, значительно отличающихся по технологии и сырью. Производители предлагают неорганические, органические, растительные, биологические и сложносоставные сорбенты.

Применение в качестве сорбентов отходов сельскохозяйственного производства связано с возможностью использования местного сырья, сокращающего затраты на его доставку, а также низкая стоимость и доступность. Для ликвидации нефтеразливов могут использоваться в качестве сорбентов кокосовая стружка, размолотые кукурузные лузги и древесные отходы.

По данным за 2022 год в РФ образовано более 8 448,6 млн. т отходов сельского хозяйства, из них 8,4 млн. тонн приходятся производстве сахара из сахарной свеклы, из которых 31, 8 % приходится на сырой жом и 28,8 % - на отжатый свекловичный жом [2]. На рисунке представлены данные об объёмах образования свекловичного жома в России в период с 2017-2021 гг. [3].

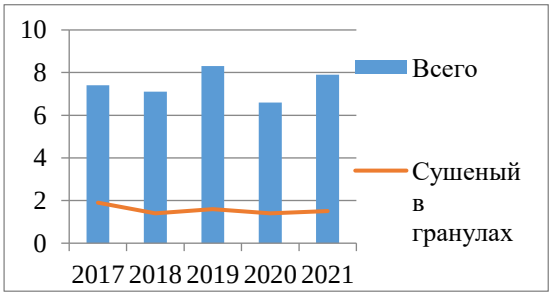


Рисунок 1 – Динамика образования свекловичного жома в РФ за период 2017-2021 гг., млн. тыс. т

В состав жома входят пектиновые вещества, клетчатка, гемицеллюлоза, имеется также

небольшое количество белка, минеральных веществ и сахара. Из-за содержания в составе органических и минеральных веществ, жом используется в различных направлениях сельского хозяйства: в рационах КРС и свиней, в качестве удобрения и т. д. В животноводстве жом можно применять как в гранулированном виде, так и в сыром. Основной минус данной продукции в том, что ее очень тяжело хранить: прессованный жом быстро окисляется и требует специальных условий.

В последнее десятилетие значительное сокращение поголовья крупного рогатого скота привело к экологической проблеме, связанной с утилизацией сырого жома, т.к. его бессистемно вывозят на территории, прилегающие к заводам, в результате чего загрязняется почва и наносится вред окружающей природной среде.

Еще одними массовыми побочными продуктами сельского хозяйства являются отходы производства рисового зерна, такие как солома и шелуха. Хотя количество площадей выращивания риса в России невелико, его годовое производство по разным данным, превышает 1 млн. тонн. В результате переработки рисового зерна в крупу остаётся немало отходов (до 20 %), называемых рисовой шелухой (или лузгой), содержащей в себе уникальные пористые слои кремнезема.

В мире ежегодно в результате обмолота образуется около 600 миллионов тонн рисовой шелухи. Большей частью она сжигается в печах либо подвергается захоронению, требующему привлечения больших земельных угодий. Однако шелуха не распадается в земле ввиду наличия в ней диоксида кремния. А при сжигании лузги выделяются вещества, способные негативно влиять на природу и здоровье человека.

Научная новизна.

Заключается в разработке возможности использования свекловичного жома и рисовой шелухи в качестве нефтесорбента для ликвидации нефтяных разливов с поверхности воды, при использовании специальной технологии модификация материала для улучшения сорбционных свойств.

Практическая значимость.

Заключается в том, что результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для ликвидации нефтезагрязнения с поверхности водоемов с использования растительных отходов. А также это позволит, снизит негативное влияние на окружающую среду при производстве сахара и риса.

3. ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ

В качестве исследуемых материалов для получения нефтесорбента рассмотрены такие материалы, как свекловичный жом и рисовая шелуха. Свекловичный жом был взят после прессовой установки с размером гранул 0,4-1 см. Для сравнения сорбционных свойств и подтверждения/опровержения эффективности технологии модификации рассматривался сухой свекловичный жом после жомосушильного барабана. Образцы рисовой шелухи имели размер гранул 06,-0,8 см. Для первичного анализа материалов была определена влажность, с помощью гравиметрического метода анализа, согласно методике [4], результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты по определению влажности рассматриваемых образцов

Образец	Влажность, %
Рисовая шелуха (РШ)	12,6
Свекловичный жом после пресса (СЖП)	77,64
Свекловичный жом после жомосушильного барабана (СЖС)	2,77

Внешний вид рассматриваемых образцов представлен на рисунке 2.

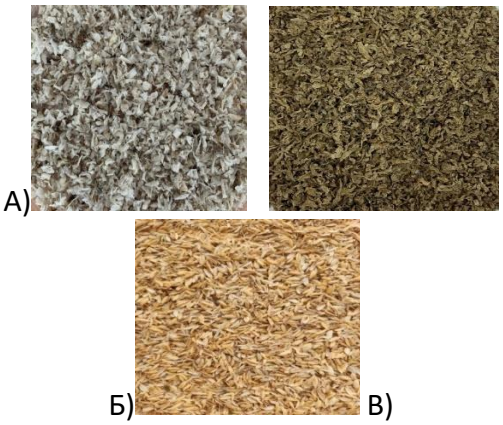


Рисунок 2 – Внешний вид исходного сырья
А) отжатый свекловичный жом
Б) сухой свекловичный жом
В) рисовая шелуха

Из литературных данных известно, что для улучшения сорбирующих свойств органических и минеральных сорбентов используются разные способы модификации, наиболее распространенными являются: физико-химические, химические, механические и термические методы [5-6]. Многие из приведенных методов имеют свои достоинства и недостатки, такие как: высокие затраты электроэнергии, использование химических реактивов, проблемы дальнейшего утилизации сорбента и пр. В данном исследовании рассматривается модификация с использованием СВЧ-излучения при разном времени обработки. Данный способ модификации подробно описан в работах [7-8].

Для обработки СВЧ-излучением образцы СЖС и РШ подвергались предварительной стадии замачивания в дистиллированной воде. Образец

СЖП не подвергался стадии замачивания, так как он имеет высокий процент влажности. Обработка СВЧ-излучением приводит к карбонизации внутренних стенок структуры материала. Обработка СВЧ-излучением проводилась в лаборатории при частоте 50 Гц и максимальной мощности 700 Вт на протяжении 20 минут.

Произведен микроструктурный анализ, свекловичного жома после жомосушильного барабана (СЖС) и свекловичный жом после пресса (СЖП) с обработкой СВЧ-излучением на протяжении 20 минут с использованием анализатора микроструктуры Siams 800 (Рисунок 3).

А)

Б)

Рисунок 3 – Внешний вид исходного сырья
А) Свекловичный жом после жомосушильного барабана (СЖС)
Б) Свекловичный жом после пресса (СЖП) + СВЧ 20 минут

Анализируя рисунок 2 можно заметить визуальные отличия в структуре материала. Образец свекловичного жома, подвергшийся обработке СВЧ-излучением, выглядит более пористым по сравнению с образцом без обработки.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕЕМКОСТИ СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов используются сорбирующие материалы различной природы: минеральные, синтетические и органические. Наиболее важным критерием, предъявляемым к нефтесорбентам, является нефтеемкость. Это показатель свидетельствует о том, сколько грамм нефтепродукта может впитать 1 грамм нефтесорбента. Оценка нефтеемкости исследуемых материалов производилась, согласно методике [9]. Формула для определения нефтеемкости (НЕ):

$$НЕ = \frac{м1(м2+м3)}{м3}$$

где m_1 –масса сетки с сорбционным материалом и поглощенным нефтепродуктом, г;

m_2 – масса сетки с учетом удерживаемого нефтепропродукта, г;

m_3 – масса навески сорбционного материала, г.

Нефтепродуктом, используемым в исследованиях сорбционных свойств, была нефть с плотностью 845 кг/м3, доставленная с нефтедобывающего комплекса, расположенного в Республике Башкортостан. В таблице 2 представлены данные по определению нефтеемкости анализируемых образцов.

Таблица 2 – Нефтеемкость исследуемых материалов

Образец	Нефтеемкость, г/г
Рисовая шелуха (РШ)	2,81
Рисовая шелуха + СВЧ	3,30
Свекловичный жом после пресса (СЖП) + СВЧ	4,1
Свекловичный жом после жомосушильного барабана (СЖС) + СВЧ	3,97
Свекловичный жом после жомосушильного барабана (СЖС)	2,49

Согласно данным, представленным в таблице 2, самый высокой сорбирующей способностью по отношению к нефти обладает свекловичный жом после пресса (СЖП) обработанный СВЧ-излучением. Следует отметить, что у всех образцов показатель нефтеемкости вырос после обработки СВЧ-излучением, что свидетельствует об эффективности способа модификации материала.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРМЕТРОВ ВЛАГОЕМКОСТИ ИССЛЕДУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для применения нефтесорбента на водной поверхности важными параметрами является его плавучесть и влагоемкость. Влагоемкость рисовой шелухи произведена согласно методике [9]. Условия эксперимента: температура воды – 7 ^{0}C; время выдерживания сорбента на поверхности воды – 3 ч.

Навеску сорбента некоторым весом помещают в чашки разного диаметра, заполненные водой, таким образом, чтобы в чашке самого большого диаметра слой сорбента составлял 1…2 мм. В следующих чашках с последовательно уменьшающимися диаметром слой сорбента должен составлять 3…5 мм, 5..7 мм, 10 мм, 20 мм, 30 мм соответственно.

Через 3 часа сорбент извлекают из чашек и помещают в предварительно взвешенные стаканы. Стаканы с сорбентом взвешивают на аналитических весах и определяют массу сырого сорбента.

Влагоемкость определяется по формуле:

$$W = \frac{(M_c - M)}{M} \cdot 100\ \%$$

где M_c, M – соответственно масса сырого и сухого сорбента, г.

Для определения влагоемкости проводилось три параллельных опыта для каждого образца, среднее арифметическое для каждого образца представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения влагоемкости исследуемых материалов

Название сорбента	Масса сухого сорбента М, г	Масса сырого сорбента Мс, г	Влагоемкость сорбента, %
Рисовая шелуха (РШ)	5,43	21,67	299,08
Рисовая шелуха + СВЧ	4,98	16,59	233,13
Свекловичный жом после пресса (СЖП) + СВЧ	2	3,83	486,69
Свекловичный жом после жомосушильного барабана (СЖС)	5	35,5	610

Согласно данным в таблице 3, можно сделать вывод о том, что наибольшей влагоемкостью обладает не модифицированный свекловичный жом. Также следует отметить, что обработка СВЧ-излучением позволяет уменьшить влагоёмкость материала и сделать его более эффективным для использования в качестве нефтесорбента.

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование отходов сахарного и рисового производства в качестве нефтесорбентов при ликвидации разливов нефтепродуктов приводит к снижению техногенной нагрузки на окружающую среду. Для усовершенствования сорбирующих свойств материала рассмотрена технология модификация исследуемых материалов с использованием СВЧ излучения. Благодаря модификации нефтеемкость свекловичного жома выросла в 1,65 раз, а рисовой шелухи в 1,17 раз, что свидетельствует об эффективности технологии. Также следует отметить, что влагоемкость исследуемых материалов также уменьшилась после обработки. Таким образом, рассматриваемая технология позволяет решить проблему утилизации растительных отходов, а также эффективно ликвидировать аварийные разливы нефтепродуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О рынке нефти в 2022 году / [Электронный ресурс] // rosstat.gov.ru: [сайт]. — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/26_22-02-2023.html (дата обращения: 23.09.2023).

2. Максимова Е. Профицит свекловичных гранул / Максимова Е. [Электронный ресурс] // Агроинвестор:—URL: https://www.agroinvestor.ru/markets/article/38995-profitsit-sveklovichnykh-granul-vnutrennemu-rynku-grozit-izbytok-zhoma-esli-ego-proizvoditeli-ne-nay/ (дата обращения: 23.09.2023).

3. Паспорт отраслевой программы «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022–2030 годы» от 29.12.2022 (дата обращения: 23.09.2023).

4. Репкин Г. И., Исаева В. А. Лабораторный практикум по дисциплине «Технологии пищевых производств» / Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново, 2010. –76 с.

5. Ляпкало, Д. А. Использование термообработанных отходов в качестве сорбентов / Д. А. Ляпкало, Т. А. Василенко // Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования : Сборник докладов Всероссийской научной конференции, Белгород, 19–23 октября 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 302-305. – EDN XWRTWI.

6. Подгорбунских Е. М., Бычков А. Л., Ломовский О. И. влияние механической активации на изменение площади поверхности лигноцеллюлозного сырья // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья Материалы VKK Всероссийской конференции с международным участием. - Барнаул: Издательство Алтайского государственного университета, 2017. – С. 22-24

7. Платонова, А. М. Возможность использования отходов производства в качестве сорбентов на примере свекловичного жома / А. М. Платонова, А. С. Мельникова, Н. В. Кострюкова // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2021): материалы III Международной научно-практической конференции: в 2 томах, Уфа, 11 марта 2021 года. Том 2. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2021. – С. 164-167. – EDN VGQTPX.

8. Кострюкова, Н. В. Анализ сорбирующих характеристик модифицированного отхода сахарного производства / Н. В. Кострюкова, А. С. Мельникова, А. М. Платонова // Вестник НЦБЖД. – 2022. – № 3(53). – С. 108-116. – EDN VVHIJM.

9. ГОСТ 33627 – 2015. Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик адсорбентов. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019 год.

УДК: 355.58

Е.А.Мельникова, Д.С.Заруба, О.В.Овсянникова

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина», г.Краснодар, ул.Калинина, 13, Россия

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АВАРИЙ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

Выход и строя гидротехнического сооружения или его частей приводит к неконтролируемому перемещению больших масс жидкости, что в свою очередь приводит к катастрофическим разрушениям и гибели большого количества людей. Возникновение гидродинамических аварий влечет за собой пожары, взрывы, загрязнение окружающей среды, человеческие жертвы.

В данной работе мы проанализировали возможности использования тепловизионных камер в качестве дополнительного звена в обеспечении безопасности. Результаты нашего анализа показали, что применение тепловизионных камер способно значительно снизить риски возникновения гидродинамических аварий на промышленных объектах, не допустить гибель населения и большие экономические потери.

1.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1Введение

Гидродинамическая авария – серьезная проблема, связанная с потерей контроля над большой массой жидкости.

Проблема гидродинамической аварии может быть вызвана несколькими факторами, в том числе отказом оборудования, неисправностью системы контроля и управления, неадекватным проектированием или эксплуатацией, а также ошибками оператора. Наиболее частыми причинами гидродинамических аварий является образование воздушных пробок, которые могут привести к полному или частичному отключению системы, возникновение гидроударов, кавитация, перегрузка систем насоса.

В результате таких аварий могут возникнуть тяжелые последствия: повреждение оборудования, прерывание производственного процесса, потеря материальных ценностей, а также угроза безопасности и жизни людей.

Для предотвращения гидродинамических аварий необходимо проектировать системы с учетом всех возможных факторов, устанавливать надежное оборудование, использовать системы контроля и управления, а также обучать персонал правильной эксплуатации систем. Кроме того, регулярное техническое обслуживание и диагностика помогут своевременно выявить и устранить возможные проблемы до того, как они приведут к серьезным последствиям.

1.2 Актуальность

Проблема предотвращения гидродинамических аварий также актуальна в свете изменения климата и усиления экологических требований. Промышленные компании, занимающиеся добычей нефти и газа, должны соблюдать строгие экологические стандарты, что означает не только уменьшение выбросов вредных веществ, но и предотвращение любых аварийных ситуаций, которые могут привести к ущербу для окружающей среды.

Предотвращение гидродинамических аварий также связано с экономическими потерями. Аварии могут привести к простоям в работе производственного оборудования, а также к уменьшению объемов производства и потере клиентов. Поэтому, предотвращение гидродинамических аварий является крайне важным фактором для обеспечения безопасности и экономической стабильности промышленных процессов.

1.3 Цель проведения исследования

Основной целью нашего исследования является разработать систему предупреждения гидродинамической аварии на объектах промышленности с помощью тепловизионной камеры обнаружения повреждений. Данная система позволит своевременно выявлять и устранять потенциальные угрозы и предотвратить возможные аварии.

4 Задачи

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи:

1. Провести анализ основных причин возникновения гидродинамических аварий, выявить наиболее распространенные места их возникновения.
2. Провести анализ технологических возможностей тепловизионной камеры для выявления возможных критических повреждений.
3. Предоставить рекомендации по использованию тепловизионной камеры для предотвращения гидродинамических аварий.

2.1 Тепловизионная камера в предотвращении гидродинамической аварии

Гидродинамическая авария — это неожиданное нарушение гидравлического баланса системы, которое может привести к серьезным последствиям. Такая авария может возникнуть в системах, в которых движение жидкости или газа под давлением играет важную роль, например, в трубопроводах, резервуарах или насосных станциях. Она может возникнуть, когда происходит сбой в работе оборудования, уменьшение диаметра труб, закрытие

или открытие вентилей и другие подобные события, которые могут привести к изменению давления и скорости потока жидкости. Существует множество причин, которые могут привести к гидродинамическим авариям. К ним относятся как стихийные бедствия, так и причины антропогенного происхождения.

Нарушение гидравлического баланса, кавитация, износ оборудования, неправильная эксплуатация, а также неправильная установка или подключение оборудования может привести к перекосам и напряжениям в системе, приводящим к разрушениям оборудования.

Принцип работы тепловизионной камеры основан на фиксировании температурной разницы пары «объект/фон» и на преобразовании полученной информации в изображение, видимое глазом. При этом камера регистрирует на изменения температуры на поверхности оборудования и отображает их на экране. Этот принцип работы можно применять для диагностики систем и оборудования, позволяющий обнаружить дефекты и возможные протечки. Большинство промышленных жидкостей имеет отличные от окружающей среды температуры. В случае любых изменений разности температур жидкости и окружающей среды тепловизионная камера покажет движение цветовой палитры на экране. Таким образом можно будет обратить внимание на опасный участок и начать предупредительные меры по предотвращению аварий. Таким образом применение тепловизионной камеры является эффективным средством предотвращения гидродинамической аварии на промышленных объектах и обеспечивает высокую степень контроля технологических процессов, повышает безопасность и надежность оборудования.

Использование тепловизионной камеры может иметь несколько преимуществ в предотвращении гидродинамической аварии, например:

1) Раннее обнаружение проблем: позволяет операторам быстро обнаруживать потенциальные проблемы, такие как утечки и повреждения трубопроводов, задолго до того, как они приведут к поломке оборудования или к аварии.

2) Расширение возможностей диагностики: Тепловизионная камера может быть использована для диагностики различных проблем, таких как износ и повреждения оборудования, неисправности электрических систем, измерения температуры и т.д. Это позволяет операторам проводить более точную и эффективную диагностику, что уменьшает вероятность возникновения проблем в будущем.

3) Использование в широком спектре отраслей.

Главная функция камеры — это обнаружение тепловых излучений и отображение изображения в форме тепловой карты. Ниже приведены основные области применения тепловизионной камеры на гидродинамических объектах:

1) Для обнаружения перегрева в электрических системах, что может указывать на проблемы с изоляцией, перегрузку, короткое замыкание или неисправность оборудования.

2) Для обнаружения износа, трещин и других дефектов в механическом оборудовании, что может привести к поломке оборудования и остановке производства.

3) Для обнаружения потенциальных проблем с теплоизоляцией, излишней влагой, утечками воздуха или других дефектов в строительных конструкциях.

4) Пожарная безопасность: тепловизионная камера может использоваться для обнаружения тепловых источников, которые могут привести к возгоранию.

3.1 Рекомендации по использованию тепловизионной камеры для предотвращения гидродинамических аварий.

Выбор тепловизионной камеры для предотвращения гидродинамической аварии может быть сложным процессом, но вот несколько способов, которые могут помочь сделать правильный выбор:

1) Разрешение: Выберите тепловизионную камеру с высоким разрешением, так как это позволит увидеть более детальную картину объектов. Чем выше разрешение, тем лучше картинка, и тем более точную информацию можно получить.

2) Частота кадров: тепловизионная камера с высокой частотой кадров, позволяет получать более быструю информацию и увеличивает точность анализа. Частота кадров должна быть не менее 30 кадров в секунду.

3) Дальность обнаружения: необходимо убедиться, что тепловизионная камера может обнаруживать объекты на достаточно большом расстоянии. Это особенно важно при работе с высоко расположенными объектами, такими как трубы, баки или резервуары.

4) Температурный диапазон: наиболее подходит камера с температурным диапазоном, соответствующим вашей конкретной задаче. Если предстоит работа с высокотемпературными объектами, то нужна камера, которая может работать с высокими температурами.

5) Надежность: выбирать следует тепловизионную камеру от надежного производителя с хорошей репутацией. Это поможет избежать неожиданных поломок и сбоев в работе, которые могут привести к аварии.

6) Цена: убедиться, что цена тепловизионной камеры соответствует ее характеристикам. Дешевые камеры могут иметь ограниченные функции и не соответствовать вашим требованиям, в то время как слишком дорогие камеры могут быть излишними для вашей конкретной задачи.

Существует несколько способов установки камер для предотвращения гидродинамической аварии. Вот некоторые из них:

1) Установка на башню: специальную камеру можно установить на высокую башню, чтобы получить максимальное покрытие площади. Этот способ наиболее эффективен для мест, где необходимо контролировать большую площадь, например, трубопроводы

2) Установка на дрон: Тепловизионную камеру можно установить на дрон, чтобы контролировать большие площади и обследовать труднодоступные места, например, высокие башни или трубопроводы, которые расположены на большой высоте.

3) тепловизионной камеры должна быть проведена специалистом в соответствии с требованиями производителя и действующими нормативными документами.

Существует несколько способов установки камер для предотвращения гидродинамической аварии. Вот некоторые из них:

4) Установка на башню: специальную камеру можно установить на высокую башню, чтобы получить максимальное покрытие площади. Этот способ наиболее эффективен для мест, где необходимо контролировать большую площадь, например, трубопроводы;

5) Установка на дрон: Тепловизионную камеру можно установить на дрон, чтобы контролировать большие площади и обследовать труднодоступные места, например, высокие башни или трубопроводы, которые расположены на большой высоте.

6) тепловизионной камеры должна быть проведена специалистом в соответствии с требованиями производителя и действующими нормативными документами.

К недостаткам при работе с камерой можно отнести:

1. Отражение и рассеивание тепла;
2. Недостаточная разрешающая способность (если камера имеет низкую разрешающую способность или низкое количество пикселей, то это может привести к смазанным или нечетким изображениям.) В результате мелкие повреждения могут быть труднодоступными для обнаружения;
3. Отсутствие контрастности (некоторые дефекты могут иметь незначительные изменения температуры, что затрудняет их обнаружение на тепловом изображении.) Низкая контрастность между дефектом и окружающей средой может усложнить их выявление;
4. Воздействие погодных условий (атмосферные условия, такие как дождь, снег, туман или высокая влажность, могут снизить видимость и качество тепловых изображений, что может привести к ограниченной способности обнаружения повреждений).

4. Заключение

Таким образом, проведенный нами анализ обосновывает возможности использования тепловизионных камер в промышленности, на гидротехнических объектах в совокупности с другими технологиями, обеспечивающими техногенную безопасность. В результате использования данной системы можно значительно снизить риски возникновения аварийных ситуаций на гидродинамических объектах, что повышает безопасность работников и сохраняет окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях /Под ред. Н.К. Шишкина. - М.: ГУУ, 2000.

2. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при ЧС: Учебное пособие/ В.В. Денисов, И.А. Денисова. - М.:ИКЦ «МарТ», 2003

3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях/ Б.С. Мастрюков - М.: Изд. Центр "Академия", 2003.

4.В.Е. Анофриков, С.А. Бобок, М.Н. Дудко, Г.Д. Елистратов «Безопасность в жизни: Учебник для университетов» / ГУУ. — М.: ЗАО «Финстатинформ», 2006.

УДК 630*432

Е. А. Сальникова

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, Москва 105005, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ

АННОТАЦИЯ

Проблема радиоактивного загрязнения в случае лесного пожара активно обсуждается как в специальной литературе, так и в средствах массовой информации. При этом высказываются самые различные мнения о возможности распространения радиоактивного заражения.

В результате работы изучены данные о лесных пожарах, подверженных радиоактивному загрязнению. Выполнен всесторонний анализ особенностей построения математических моделей для прогнозирования лесных пожаров. Была предложена формула для прогнозирования риска, возникающего в случае лесного пожара и учитывающего в себе возможный уровень радиоактивного загрязнения.

1. ВВЕДЕНИЕ

Проблему лесных пожаров, существующую с давних времён, принято было считать актуальной лишь при экстенсивном ведении хозяйства. Однако из лесопожарной статистики виден прямо противоположный результат. Лесные пожары на загрязнённых радионуклидами территориях — это серьёзная международная проблема, затрагивающая благополучие тысяч людей в нескольких странах. Последствия лесных пожаров могут ухудшить состояние окружающей среды обширных регионов.

По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям РФ в среднем за год в Российской Федерации происходит более 1 000 чрезвычайных ситуаций, в результате которых страдают и погибают тысячи и десятки тысяч людей. Общее количество чрезвычайных ситуаций увеличивается. На Рисунке 1 представлена диаграмма из Государственного доклада МЧС за 2022 год по распределению количества природных ЧС по федеральным округам[1].

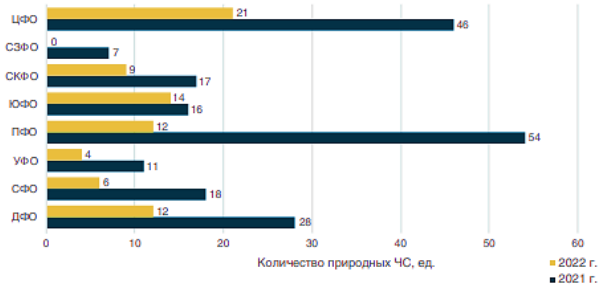


Рисунок 1 - Распределение количества природных ЧС по федеральным округам

К чрезвычайным ситуациям природного характера относятся лесные и торфяные пожары. Согласно Государственному докладу МЧС за 2022 год для ЦФО и СФО число пожаров увеличилось по сравнению с 2021 годом.

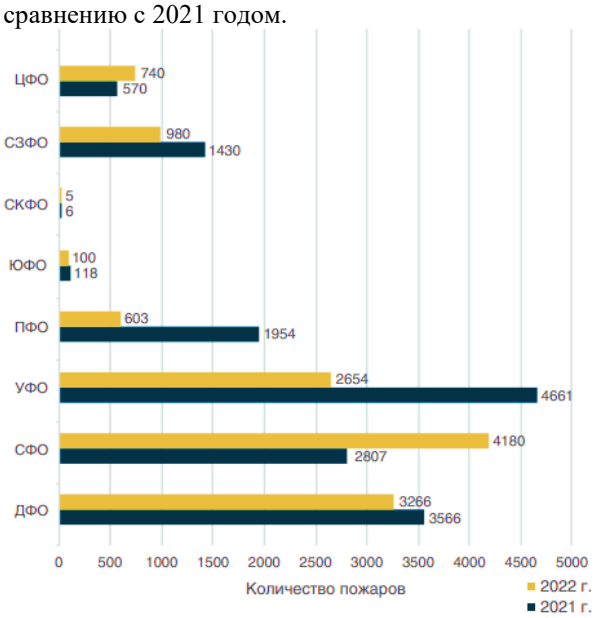


Рисунок 2 - Распределение количества пожаров 2021–2022 гг. по федеральным округам

При оценке опасности лесных пожаров в загрязнённых радионуклидами лесах первостепенное значение приобретают факторы, ранее практически не учитывавшийся в противопожарной охране лесов: твердые и газообразные продукты горения лесных горючих материалов (ЛГМ), их количество, удельная радиоактивность, объёмы дымовых выбросов и т.д.

Целью данной статьи является изучение математических моделей для прогнозирования выбросов радиоактивных веществ в случае лесных пожаров.

2. ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Анализ характеристик верховых и низовых лесных пожаров показывает их зависимость от конкретных условий проведения экспериментов и недостаточно высокую точность, обусловленную тем, что в реальных условиях невозможно контролировать метеорологическую обстановку и однородность слоя ЛГМ. Поэтому физическое моделирование лесных пожаров необходимо

совмещать с математическими экспериментами. Тогда объектом исследования будет не природа, а математическая модель лесного пожара, которая обычно представляет собой совокупность дифференциальных уравнений в частных производных с соответствующими начальными и граничными условиями. Вместо дифференциальных уравнений возможно использование интегральных или функциональных уравнений [2].

При выводе системы уравнений, граничных и начальных условий и базы данных можно учесть влияние сезонных изменений ЛГМ в заданных районах на скорость распространения лесных пожаров. Общая математическая модель лесных природных пожаров – своеобразный эталон точности физико-математического описания разных типовых лесных пожаров, который позволяет оценивать полноту и точность более простых и удобных для практических целей моделей. Поскольку из-за требований экологической безопасности крупномасштабные эксперименты в натурных условиях недопустимы, математическое моделирование лесных пожаров с использованием представленной выше модели является единственным способом изучения природы, предельных условий распространения, структуры фронта пожара и его энергетики.

Для описания математической модели пожаров сперва надо провести анализ объектов моделирования:

1. Объектом моделирования на фундаментальном уровне является горение. Данные модели основываются на законах тепломассопереноса и газовой динамики, физико-химических характеристиках горючих материалов, таких как теплотворная способность, элементарный состав, зольность, плотность, влагосодержание и др., характеристиках состояния среды (температура, относительная влажность воздуха, направление и скорость ветра, показатели турбулентности атмосферы и др.). Это первый этап моделирования, необходимый в качестве основы для создания моделей тактического уровня.

2. Объектом тактического моделирования является пожар в целом. Такая модель должна прогнозировать контур пожара и площадь, охваченную огнем, а также рассчитывать ожидаемый периметр пожара. Наиболее важными характеристиками пожара в данном случае являются его вид и интенсивность, скорость продвижения кромки, высота пламени и др. Тактическое моделирование необходимо для разработки плана ликвидации пожара. Результаты расчетов по таким моделям необходимы для работы руководителям служб тушения предприятий лесного хозяйства и подразделениям авиационной охраны лесов.

3. Объект стратегического моделирования – вспышки пожаров, то есть одновременное массовое их возникновение. Модель вспышки позволяет прогнозировать охват территории и время прохождения надвигающегося циклона, а также распределение по территории пожаров, которые могут возобновляться.

Для определения потенциального ущерба, который может принести пожар, важно уметь прогнозировать глобальные характеристики пожара, связанные с его геометрической формой, а именно площадь, периметр, конфигурация кромки. Эту цель преследовали авторы уже самых ранних работ по моделированию пожаров.

Геометрическая форма пожара задается с помощью описания его контура. Контуры пожара задаются либо аналитически, либо с помощью численных методов.

Теоретические основы оперативного прогнозирования контуров лесных пожаров с помощью аналитических выражений заложены в аналитической теории контуров лесных пожаров [4], которая, однако, еще не поставлена на достаточно строгую математическую основу. Аналитическая теория контуров лесных пожаров основывается на исходящем из опыта специалистов-лесопирологов заключении о том, что наружная граница кромки пожара в каждый момент времени представляет собой одну или несколько непрерывных линий. Аналитическое описание этих линий и есть главная задача аналитической теории контуров.

Существующие модели движения контуров, основываются на следующих гипотезах:

- гипотеза нормальной скорости
- гипотеза Маркштейна;
- гипотеза точечного источника. [4]

При разработке численных методов построения контуров пожаров исходят из тех же гипотез о движении кромки пожара, которые используют при выводе аналитических выражений.

Существует два основных подхода к описанию контуров пожара численными методами: описание ломаной линией и описание плавной кривой линией.

Выбор подхода зависит от способа дискретизации лесной территории. При аппроксимации лесной территории сеточной структурой контуры, как правило, описываются ступенчатой линией. При описании лесной территории совокупностью замкнутых фигур контур описывается плавной или ломаной линией.

3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ВЫБРОСА РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ЛЕСНОМ ПОЖАРЕ

Источник выделения радионуклидов, при лесном пожаре, представляет собой источник тепла и массы, расположенный в некоторой области пространства. Его температура определяется функциональной зависимостью от времени и координат [3].

Расчет должен производиться для каждой ячейки сеточной структурной модели, так как невозможно заранее точно определить, какая часть пострадает в большей степени.

Для определения уровня радиоактивного загрязнения в следствие лесного пожара надо в первую учитывать следующие параметры:

- вид и свойства радиоактивного вещества;
- характер леса (включающий в себя: рельеф местности, характер почв и т.д.);
- климатические и метеорологические особенности (направление и сила ветра, сезонность, температура и др.);
- высоты полога леса;
- и др.

Риск, возникающий в случае лесного пожара и учитывающий в себе возможный уровень радиоактивного загрязнения $R(x,y)$, может рассчитываться, как:

$$R(x,y) = \lambda \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot$$
$$\cdot k_3 \iint_S \int_0^t \int_0^h \int_{\Phi_{min}}^{\Phi_{max}} P(C_i) \cdot f(x,y,\Phi) \cdot f(t) \cdot f(V) \cdot c_\alpha \cdot$$
$$\cdot \vartheta(x,y) d\Phi dt dx dy$$

Где λ – частота неблагоприятного события, а именно природной ЧС (лесного пожара);

k_1 – коэффициент ослабления излучения;

k_2 – эмпирический коэффициент сопротивления полога леса;

k_3 – уровень радиоактивного загрязнения единицы массы продуктов горения;

S – площадь, рассматриваемой области, для которой проводится расчет;

t – время начала лесного пожара, т.е. время зажигания;

h – высота полога леса;

Φ_{min}, Φ_{max} – минимальные и максимальные возможные значения поражающего фактора (основными поражающими факторами лесных пожаров являются: высокая температура, вызывающая возгорание всего, что окажется в районе пожара; задымление больших районов, загрязнение радиоактивными веществами, выделяющимися вследствие лесного пожара и др.);

$P(C_i)$ – вероятность реализации i-го варианта развития лесного пожара, в зависимости от начальных и граничных условий;

$f(x,y,\Phi)$ – функция плотности распределения интенсивности поражающего фактора, в пределах области с координатами (x,y);

$f(t)$ – функция от времени, учитывающая распределение температур по высоте и в границах области S, в зависимости от времени суток, времени года;

$f(V)$ – функция от скорости ветра, зависящая от высоты полога леса;

c_α – значение массовых концентраций (α – твердые частицы, содержащие радиоактивное загрязнение), зависящее от высоты полога леса;

$\vartheta(x,y)$ – плотность энергии излучения пределах области S.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сделать вывод, что проблема лесных пожаров остается актуальной на сегодняшний день. А лесные пожары, подверженные радиоактивному загрязнению, согласно проведенному анализу, надо рассматривать, используя математические модели и методы моделирования.

В ходе работы удалось представить возможный вариант расчета прогнозируемого риска, возникающего в случае лесного пожара и учитывающего в себе возможный уровень радиоактивного загрязнения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЧС – чрезвычайные ситуации;

ЦФО – центральный федеральный округ;

СФО – северный федеральный округ;

ЛГМ – лесные горючие материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Государственный доклад МЧС «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году».

[2] Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы/Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева; МЧС России.-М.: ДЭКС-ПРЭСС,2004.-312.

[3] Абдурагимов И.М., Однолько А.А. Пожары на радиационно-загрязненных территориях // Природа. – 1993. – № 1. – С. 28–30.

[4] Тихомиров Ф. А., Щеглов А. И. Радиоэкологические последствия кыштымской и чернобыльской радиационных аварий в лесных экосистемах. // Экология регионов атомных станций. — Вып.1., — М., 1994, с. 71—88.

[5] Impact of wildfire on 137Cs and 90Sr wash-off in heavily contaminated forests in the Chernobyl exclusion zone. Y. Igarashi, Y. Onda, Y.Wakiyama et al. Environmental Pollution. 259 (2020) 113754.

[6] А.А. Александров, В.И. Ларионов, С.П. Сущев. Анализ и управление техногенными и природными рисками: учебник/—Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — 357.

УДК 69.059.626

И.М. Таутиев

Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва

ОРГАНИЗАЦИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОБРУШЕНИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

АННОТАЦИЯ

В научном проекте затронута крайне важная область – организация аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушениями зданий и сооружений. Организация аварийно-спасательных работ требует от всех участников ликвидации четких и грамотно выстроенных действий, строгого соблюдения мер безопасности, что позволяет предотвратить несчастные случаи, потери личного состава формирований и населения при проведении аварийно-спасательных работ в очагах поражения и в зонах разрушений. Одним из важнейших задач при проведении аварийно-спасательных работ является организация работ в условиях ограниченной видимости, во многом определяющая эффективность проведения работ. Для организации аварийно-спасательных работ в условиях ограниченной видимости необходимо обеспечить освещением участки (объекты) проведения работ, а также магистральные и подъездные пути, по которым осуществляется движение людей и техники.

Исходя из данной задачи, автором был разработан способ эффективного освещения участка (объекта) проведения аварийно-спасательных работ и автономный передвижной осветительный комплекс, позволяющие эффективно освещать участки (объекты) организации аварийно-спасательных работ, обеспечивая качественное проведение работ в условиях ограниченной видимости.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях задача организации освещения при проведении аварийно-спасательных работ характеризуется наличием ряда противоречий.

Противоречия научного, организационно-технического и экономического характера:

отсутствие единого подхода к вопросу организации освещения на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных работ;

необходимость отражения в методических и нормативных документах рациональных решений, обеспечивающих проведение аварийно-спасательных работ в условиях ограниченной видимости;

отсутствие разработок, адаптированных к современным условиям, автономных передвижных осветительных комплексов для проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ в условиях плохой видимости.

Данные противоречия определяют **актуальность исследования** по совершенствованию организации проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ.

Задачей научного проекта является разработка способа освещения на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Целью научного проекта является совершенствование организации проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Методы исследования: метод анализа системного подхода к выбору осветительных устройств, анализ статистической информации, параметрический метод, оценка эффективности.

Объект исследования: организация проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Предмет исследования: организационные решения освещения на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для достижения цели исследования из научной задачи были выделены **частные задачи** исследования, поэтапное решение которых определяет полученные научные результаты и задает структуру научного проекта:

анализ современного состояния организации аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций;

исследование существующего опыта проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций;

разработка способ эффективного освещения участка (объекта) проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ в условиях плохой видимости;

разработка автономного передвижного осветительного комплекса для проведения аварийно-спасательных, ремонтных и восстановительных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с обрушениями зданий и сооружений.

Границы исследования определяются участками (объектами), на которых проводятся аварийно-спасательные, ремонтные и восстановительные работы, связанных с обрушениями зданий и сооружений.

1. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ, РЕМОНТНЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В России ежегодно рушится огромное количество зданий. По мнению экспертов, главная причина обрушений заключается в том, что в 90-е гг. не осуществлялось никакого контроля за состоянием зданий, а также были утеряны документы на некоторые из них, а частая смена собственников обеспечивала домам нещадную эксплуатацию с минимальными вложениями на ремонт. Вторая причина обрушений – ошибки проектировщиков и любителей капитальных перепланировок. Третья причина – это ошибки, допущенные на этапе строительства, – брак стройматериалов или ошибки монтажа.

Так, статистика обрушений зданий и сооружений в России с мая 2017 по май 2018 гг. показывает, что в 53 % случаев обрушения происходят из-за совокупности нарушений, допущенных на различных этапах строительства и эксплуатации. За год при обрушениях зданий в России погибли 30 человек и 58 человек пострадали (рис.1).

Рис. 1. Статистика обрушений зданий и сооружений в России с мая 2017 по май 2018 гг.

Обрушение здания – это чрезвычайная ситуация, возникающая по причине ошибок, допущенных при проектировании здания, отступлении от проекта при ведении строительных работ, нарушении правил монтажа, при вводе в эксплуатацию здания или отдельных его частей с крупными недоделками, при нарушении правил эксплуатации здания, а также вследствие чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера.

Основными причинами обрушения зданий и сооружений являются некачественное выполнение строительно-монтажных работ (потеря несущей способности узловыми монтажными соединениями из-за допущенных дефектов и отступлений от проектных решений, низкая прочность конструкционных систем и отдельных конструкций, необеспечение требований распределения нагрузки в местах опоры несущих конструкций на каменную кладку, просадка фундаментов), нарушение правил и сроков эксплуатации здания без капитального ремонта, превышение расчетных нагрузок на конструкции при строительстве, реконструкции и выполнении ремонтных работ, а также природные факторы и внешнее воздействие. Значительное число чрезвычайных ситуаций такого рода (порядка 40 %) происходит из-за некачественного строительства (низкого качества строительных материалов, нарушения технологии строительства, низкой квалификации рабочих, ошибок в проектировании).

Основные виды завалов, образующихся при сильных разрушениях зданий, показаны на рис.2.

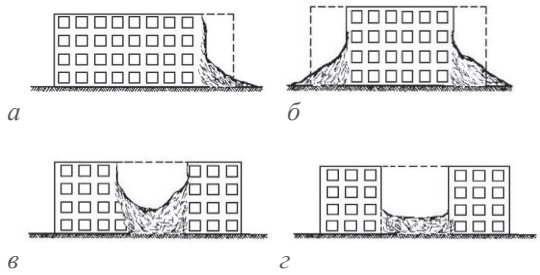


Рис. 2. Виды завалов, образующихся при сильных разрушениях зданий: *а* – односторонний; *б* – двусторонний; *в* – V-образный; *г* – плоский

Для организации поиска пострадавших и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) необходимо установить места наиболее вероятного размещения пострадавших в завалах. Исходя из того, что время разрушения здания исчисляется секундами, можно предположить, что пострадавшие окажутся в завале рядом с обломками стен, перекрытий, мебели тех помещений, где они находились в момент разрушения здания. Поэтому местами наиболее вероятного расположения пострадавших в завалах будут: в жилых зданиях в дневное время – жилые помещения, участки лестничных маршей, в ночное время – спальные помещения; в общественных и производственных зданиях – производственные помещения, цеха [12].

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОПЫТА ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ, РЕМОНТНЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

В темное время суток рабочее место по устройству лаза должно быть освещено с использованием электрических светильников, а у спасателя, работающего в лазе, должно быть индивидуальное осветительное устройство типа «Циклоп».

Освещение на участках (объектах) проведения работ в условиях ограниченной видимости - один из важнейших элементов аварийно-спасательных работ. При проведении спасительных работ в условиях плохой видимости и ночью организуется освещение отдельных участков (объектов) работ, а также магистральных и подъездных путей, по которым будет осуществляться движение людей и техники. Для этого в первую очередь устанавливается возможность использования уличных светильников и прожекторов, так как электропитание их осуществляется по наиболее устойчивым кабельным сетям [3].

Если существующую осветительную сеть использовать невозможно, участок (объект) работы освещают переносными светильниками или прожекторами. В этом случае электропитание их осуществляют от передвижных войсковых и народнохозяйственных электростанций.

Хорошее освещение площадей: обеспечивает безопасность работы средств механизации и спасателей, способствует увеличению производительности труда, значительно снижает количество происшествий. Освещение осуществляется преимущественно: галогенными лампами накаливания (ГЛН), дуговыми натриевыми лампами (ДНЛ), дуговыми ртутными лампами (ДРЛ), металлогалогенными лампами (МГЛ), светодиодными лампами LED [4,5].

Для освещения участков (объектов) проведения аварийно-спасательных работ следует использовать энергоэффективные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшими световой отдачей и сроком службы, с учетом требований к цветоразличению. Рекомендуемая световая отдача световых приборов, используемых для освещения при минимально допустимых индексах цветопередачи, приведена в таблице 3 [6].

Таблица 1

Рекомендуемая световая отдача световых приборов

Тип источника света	Световая отдача световых приборов, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи Ra			
	Ra ≥ 80	Ra ≥ 60	Ra ≥ 40	Ra ≥ 20
Световые приборы (СП) со светодиодными источниками света и светодиодными модулями	90	100	-	-
СП с металлогалогенными источниками света	-	-	50	50
СП с натриевыми лампами высокого давления	-	-	50	50
СП с люминесцентными источниками света	40	50	-	-

Коэффициент ослепленности от осветительных установок зависит от суммарной яркости вуалирующей пелены, средней яркости территории, спектра источника света и др. Допустимое в осветительных установках значение показателя ослепленности $P = (8\text{-}1)10^3$, по существу, компромиссно:

Из уровня техники известно устройство для освещения объектов на открытых площадках содержащее осветительный прибор. Благодаря возможности максимального приближения осветительного прибора к освещаемому объекту, такие устройства практически совмещает в себе функции не только общего, но и местного освещения. Однако данное устройства недостаточно эффективны при их использовании на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных работ при освещении значительных площадей с достаточно удалённого расстояния.

Широкое применение при производстве работ на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных работ находит осветительная мачта, содержащая блок прожекторов на выдвижных секциях. Данное устройство позволяет эффективно освещать большую территорию при мобильности, компактности и небольшом весе устройства. Однако для работы устройства требуется переносной источник электрической энергии, средство для его транспортирования совместно с вышкой, кроме того, устройство создаёт рассеянное световое излучение без возможности его фокусировки и изменения интенсивности светового потока, что важно для местного освещения.

Обеспечение эффективности освещения на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных работ заключается в обеспечении фокусировки светового потока с возможностью обеспечения как рассеянного излучения для освещения обширной площади строительной площадки, так и сфокусированного (местного) излучения для освещения конкретного места, исключая перенос мачты, на которой крепится источник света, а также в обеспечении мобильности, автономности применяемых устройств, снижении времени приведения устройств в работу.

3. СПОСОБ ЭФФЕКТИВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ УЧАСТКА (ОБЪЕКТА) ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ, РЕМОНТНЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ.

При организации аварийно-спасательных работ в условиях плохой видимости необходимо обеспечить качественное освещение. С этой целью используются осветительные устройства, размещаемые на выдвижных секциях, устанавливаемые рядом с участком (объектом) проведения аварийно-спасательных работ.

Задачу формирования оптимального комплекта осветительных устройств в упрощённом виде можно представить следующим образом: при заданных объёмах аварийно-спасательных работ и сроках их выполнения, выбрать такое количество, осветительных устройств в составе осветительного комплекса, которое позволит обеспечить возможность освещение значительной площади территории, на которой проводятся работы [10].

Осветительный комплекс представляет с собой транспортное средство высокой проходимости, в кузовной части которого размещается определённое количество осветительных устройств на выдвижных секциях с источниками светового излучения (светодиодами).

Исходными данными для решения поставленной задачи служат:

проектная документация обрушенных объектов;

данные о наличии у аварийно-спасательных формирований осветительных устройств на начало планируемого периода;

данные о наличии осветительных устройств на рынке на начало планируемого периода;

технико-экономические и параметрические показатели осветительных устройств;

производственные нормативы затрат машинного времени для обеспечения работы осветительного комплекса;

планово-расчётные цены или калькуляции затрат на работу осветительного комплекса и стоимость машиносмены.

Формирование оптимального комплекта осветительных устройств для обеспечения освещения на участках (объектах) проведения аварийно-спасательных работ в плановые сроки производится в следующем порядке:

1. Определение объёмов и видов работ;

2. Технико-параметрическое соответствие;

3.Определение экономической целесообразности использования осветительного комплекса;

Технико-экономическое сравнение вариантов, по минимуму приведённых затрат.

Критериями оптимизации экономической эффективности является минимум приведённых затрат.

4. Доукомплектование осветительных устройств.

Границы вышеперечисленных шагов могут быть несколько шире или уже. Для более наглядного решения выбора оптимального комплекта осветительных устройств разработан алгоритм, эффективного освещения участка (объекта) на котором проводятся аварийно-спасательные работы в условиях ограниченной видимости (рис.7).

Рис. 3. Блок-схема алгоритма, эффективного освещения участке проведения аварийно-спасательных работ, ремонтных и восстановительных работ в условиях ограниченной видимости.

4. АВТОНОМНЫЙ ПЕРЕДВИЖНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ, РЕМОНТНЫХ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОБРУШЕНИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

При разработке автономного передвижного осветительного комплекса для проведения аварийно-спасательных работ на участках обрушений зданий и сооружений достигнуты задачи в обеспечении мобильности, автономности устройства, снижении времени приведения устройства в работу, обеспечении фокусировки светового потока с возможностью обеспечения как рассеянного излучения для освещения обширной площади участка проведения работ, так и сфокусированного (местного) излучения для освещения конкретного места, исключая перенос мачты [8].

Техническим решением разработки (рис.8) является использование в составе комплекса транспортного средства высокой проходимости, в кузовной части которого размещается манипулятор, источник электрической энергии в виде генераторной установки, набора электрических проводов, четырёх выдвижных секций с источниками светового излучения (светодиодами) и наборами подвижных оптических линз с корректирующим и поворотным механизмами, пультов управления.

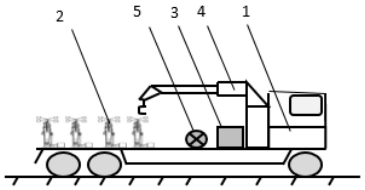


Рис. 4. Автономный передвижной осветительный комплекс для проведения аварийно-спасательных работ на участках обрушений зданий и сооружений, где: 1 – транспортное средство; 2 – выдвижная секция; 3 – генераторная установка; 4 – манипулятор; 5 – электропровода.

Техническим результатом предложенного изобретения является обеспечение возможности освещения значительной площади территории за счёт применения нескольких выдвижных секций, в том числе дистанционно корректировать световой поток от источников света каждой из выдвижных секций, обеспечения доставки средств освещения к участку обрушения зданий и сооружений, развёртывания комплекса в минимальный период времени.

При этом сущность работы подвижного осветительного комплекса для проведения аварийно-спасательных работ на участках обрушений зданий и сооружений (рис.9) [8] заключается в том, что для освещения участка обрушения зданий и сооружений используются несколько возимых на транспортном средстве высокой проходимости мобильных и

быстровозводимых выдвижных секций (телескопические мачты), имеющих источники светового излучения в виде светодиодов с отражателями, с набором оптических линз, причём в каждой выдвижной секции имеется возможность изменять расстояние между источником светового излучения и подвижной оптической линзой, что позволяет изменять интенсивность светового потока, фокусируя его в необходимом направлении дистанционно при помощи пульта управления, обеспечивая эффективное как общее освещение местности в ночное время, так и частное, например в каком-либо помещении через имеющийся проём, например оконный [8].

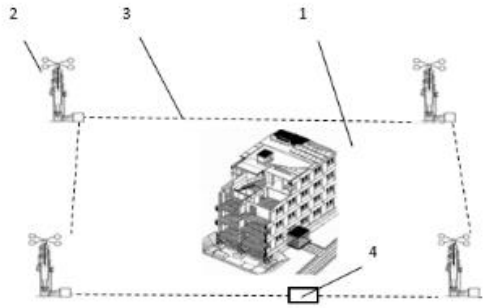


Рис. 5. Схема работы устройства автономного передвижного осветительного комплекса для проведения аварийно-спасательных работ на участках обрушений зданий и сооружений, где: 1 – строительная площадка; 2 – выдвижная секция; 3 – электропровода; 4 – генераторная установка.

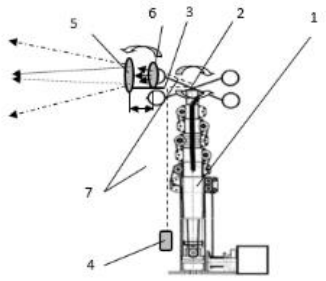


Рис. 6. Телескопическая мачта, где: 1 – выдвижная секция; 2 – поворотный механизм; 3 – корректирующий механизм; 4 – пульт управления; 5 – подвижная оптическая линза; 6 - источник сетевого излучения; 7 – электропровода.

Предлагаемое техническое решение позволяет эффективно освещать значительную территорию проведения аварийно-спасательных работ в условиях ограниченной видимости, что повышает эффективность проводимых аварийно-спасательных работ, снижает риск несчастных случаев, потери личного состава формирований и населения.

Применение разработанного способа и запатентованных технических решений (патент на изобретение № 2786757 С1, 26.12.2022г. «Автономный передвижной осветительный комплекс» позволяет с высокой эффективностью организовать освещение на участках (объектах) обрушений зданий и сооружений, что оказывает влияние на результативность проведения аварийно-спасательных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента РФ от 11.07.2004 № 868 «Вопросы Министерства РоссийскойФедерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (с изменениями на 29 июня 2020 г.).
2. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (с изменениями на 2 апреля 2020 г.)
3. Постановление Правительства РФ от 08.11.2013 № 1007 «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных 384 ситуаций» (с изменениями на 19 июня 2020 г.) [Электронный ресурс] // Техэксперт [сайт]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/9004937 (дата обращения 14.09.2020).
4. Методические рекомендации по расчету сил и средств для ликвидации последствий радиационных аварий [Электронный ресурс] // Техэксперт [сайт]. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200094743 (дата обращения 23.09.2020).
5. ГОСТ 12.1.046-2014 Система стандартов безопасности труда.
6. СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" актуализированная редакция СНиП 23-05-95*).
7. МДС 12.64-2013 Типовой проект организации работ на демонтаж (снос) здания (сооружения)/ЗАО «ЦНИИОМТП». – М.: ОАО «ЦИТП», 2013. – 18 с.
8. Таутиев И.М. Автономный передвижной осветительный комплекс для производства работ на строительной площадке // Патент на изобретение Российской Федерации. – М.: Бюл. открытий, изобретений № 8, Пат. №2786757, 2022.
10. Бирюков А.Н., Таутиев И.М. Оптимизация процесса взаимодействия средств механизации при проведении демонтажных работ // Сборник научных трудов «Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году». – М, ФГБУ РААСН, 2022. 345 с.
11. Бирюков Ю.А. Основные способы демонтажа зданий и выбор оптимальной технологии производства работ //Управление строительством в современных условиях/Под ред. д-ра техн. наук проф. А.Н. Бирюкова/ВИТУ. – СПб., 2009. – С. 151-154.
12. Бирюков Ю.А. О выполнении подразделениями Спецстроя России работ по разбору завалов //Управление строительством в современных условиях /Под ред. д-ра техн. наук проф. А.Н. Бирюкова/ВИТУ. – СПб., 2009. – С. 154-157.
13. Опасные природные процессы: учебник / М. В. Бедило, А. Г. Заворотный,А. Н. Неровных [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 308 с.

Секция 2

Разработка и совершенствование СИЗ для применения на производстве и для защиты населения

УДК 331.45

Р. А. Богословский

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет транспорта"

МОДУЛЬНАЯ УМНАЯ КАСКА

АННОТАЦИЯ

Текст аннотации. В настоящее время на производствах ведется активная работа по созданию и внедрению «умных» СИЗ. Данные нововведения нацелены на снижение воздействия вредных факторов на организм человека, а также на создание системы для слежения за состоянием работников.

Annotation text. Nowadays, there is a hard work on the creation and implementation of smart PPE. These innovations are aimed at reducing the impact of harmful factors on the human body, as well as creating a system for monitoring the condition of employees.

Согласно отчету Департамента экологии и техносферной безопасности ОАО «РЖД» [1] более 84% всех несчастных случаев на объектах железнодорожной инфраструктуры происходило по причине нахождения людей на путях в неустановленном месте перед подвижным составом.

Одним из способов профилактики травматизма среди работников транспортной инфраструктуры, которые выполняют свои трудовые функции непосредственно на путях, может быть, и является использование средств индивидуальной защиты (СИЗ).

К примеру, электромонтер по обслуживанию и ремонту устройств сигнализации, централизации и блокировки, согласно типовым нормам, утвержденным министерством здравоохранения и социального развития РФ [2] должен в процессе выполнения рабочих функций носить каску, а его рабочие функции, согласно Единому тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих (ЕТКС) [3] подразумевают нахождение непосредственно на путях, вблизи от проезжающих поездов и других единиц подвижного состава, которые несут опасность рабочему. Сама каска предназначена для защиты работника от электрического разряда в область головы, который может произойти из-за проведения работ в непосредственной близости от высоковольтной контактной сети.

Существующие на данный момент системы дистанционного контроля промышленной безопасности помогают отслеживать состояние различных объектов (как людей, так и оборудования), а также оповещают о критических событиях в режиме реального времени. В структуру этой системы входят в том числе «умные» СИЗ, применение которых работниками, которые много рабочего времени проводят на путях, потенциально снизит число происшествий. По своей сути «умные СИЗ» являются средством защиты с дополнительной функциональностью.

Рассмотрим «умную каску». Ее можно применять с целью информирования операторов системы мониторинга о состоянии сотрудника, а также для сохранения жизни и здоровья работника при проведении работ в неблагоприятных погодных условиях и в условиях, где существует риск возникновения опасностей, которые могут причинить вред здоровью (продуктов горения и выхлопа ДВС тепловозов, мелкодисперсной взвеси частиц в вдыхаемом воздухе).

Данные разработки ведутся в разных отраслях, например, компания «Газпром» с 2020 развивает свою «умную каску» [4]. Их изобретение является самостоятельным решением на основе микроконтроллера, встроенного в каску и призвано решать следующие задачи:

-анализ воздушной среды (загазованности);

-анализ температуры наружного воздуха;

-анализ напряженности магнитного поля;

-формирование аварийной световой индикации.

В 2020 году умная каска была применена при работах повышенной опасности на КС-46 «Интинская», в результате использования умной каски была доказана ее эффективность на практике.

Похожая разработка велась и на железной дороге. Еще в 2019 году проводились испытания «умной каски», которая должна была уметь передавать данные о температуре, состоянии, местоположении работника, а также была способна передавать данные с видеокамеры работника в систему оперативного контроля с помощью GSM- сигнала [5]. Однако информации о дальнейшем внедрении «умной каски» на предприятиях железной дороги очень мало, что связано, скорее всего, с дороговизной создания и ограниченными условиями эксплуатации (для корректной работы каске нужен был стабильный сигнал сотовой сети, который есть не на каждом перегоне.

В рамках данной работы предлагается создание каски, которая будет более универсальна, чем ее аналоги, а также создание специальной инфраструктуры для ее эксплуатации. На моменте подготовки работы были обнаружены следующие недостатки умных касок:

1) Дороговизна за счет «лишних» функций, которые будут полезны не всем работникам. Предлагаемая идея каски должна стать настраиваемым вариантом для использования разными сотрудниками. Например, электромонтеру, работающему на дистанции, полезна система

предупреждения о приближающемся подвижном составе, а слесарю по ремонту подвижному составу важнее иметь газоанализатор, который предупредит его о недопустимом содержании того или иного вещества в окружающем воздухе.

2) Рассмотренные в качестве примеров каски зависели от уровня сигнала мобильной сети и теряли часть своего функционала при независимой от сети работе. Для касок сотрудников, которые чаще всего работают на определенном рабочем месте, например уже упомянутым выше слесарям, будет эффективнее создать локальную сеть в депо, которая будет стоить дороже, чем GSM-модуль в каске, но даст лучшее распространение сигнала связи в крытых помещениях, за счет возможности размещения своих модулей на разном уровне, в том числе в яме для осмотра подвагонного оборудования.

3) Существующие аналоги являются узкоспециализированными устройствами, которые, к тому же, закрепляются за каждым сотрудником лично, что существенно повышало стоимость переоснащения как можно большего числа сотрудников.

Предлагаемая идея каски сочетает в себе модульную систему и широкую направленность инструмента для безопасной работы сотрудников самых разных профессий, будь то уже вышеупомянутые электромонтеры и слесари. Внешне каска будет мало отличаться от любой другой, даже «обычной каски». Корпус должен быть изготовлен из ударопрочного пластика, в качестве начинки предлагается использовать одноплатный микрокомпьютер, в качестве источника питания целесообразно использовать литии-ионные батареи, которые легко можно группировать для достижения нужного напряжения или объема. Батарея предусмотрена съемной, с использованием стандартных силовых наконечников типа XT-60 или XT-90, для возможности легкой замены и подзарядки. Под корпусом каски будет предусмотрено место для крепления микрокомпьютера и батареи, а между головой и электроникой будет установлена изоляционная и экранирующая прокладка для защиты головного мозга работника от воздействия электромагнитных волн. На внешней стороне корпуса предполагается разместить светодиоды для обозначения местоположения работника, место для быстросъемного крепления вспомогательного оборудования (фонарика, камеры), что освободит работнику руку и повысит его безопасность.

Для выполнения специальных функций под корпусом предлагается крепить модуль, который будет подключаться к микрочипу универсальным разъёмом и выполнять специфические функции, такие как анализ состава воздуха, анализ силового поля, слежение за подвижностью работника и его местоположением, а также этот модуль должен включать в себя оповещатель, который сообщит сотруднику о том или ином несоответствии условий его труда.

Такая конструкция позволяет создавать универсальные «умные» корпуса и добавлять им необходимый функционал за счет модулей, что в свою очередь убирает излишки на закупку лишних функций.

Однако стоит учитывать, что все принятые меры предосторожности не смогут до конца защитить работника от излучения, поэтому также стоит отдельно закрепить в трудовом распорядке ношение таких касок строго в рабочее время, чтобы ограничить продолжительность воздействия на мозг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

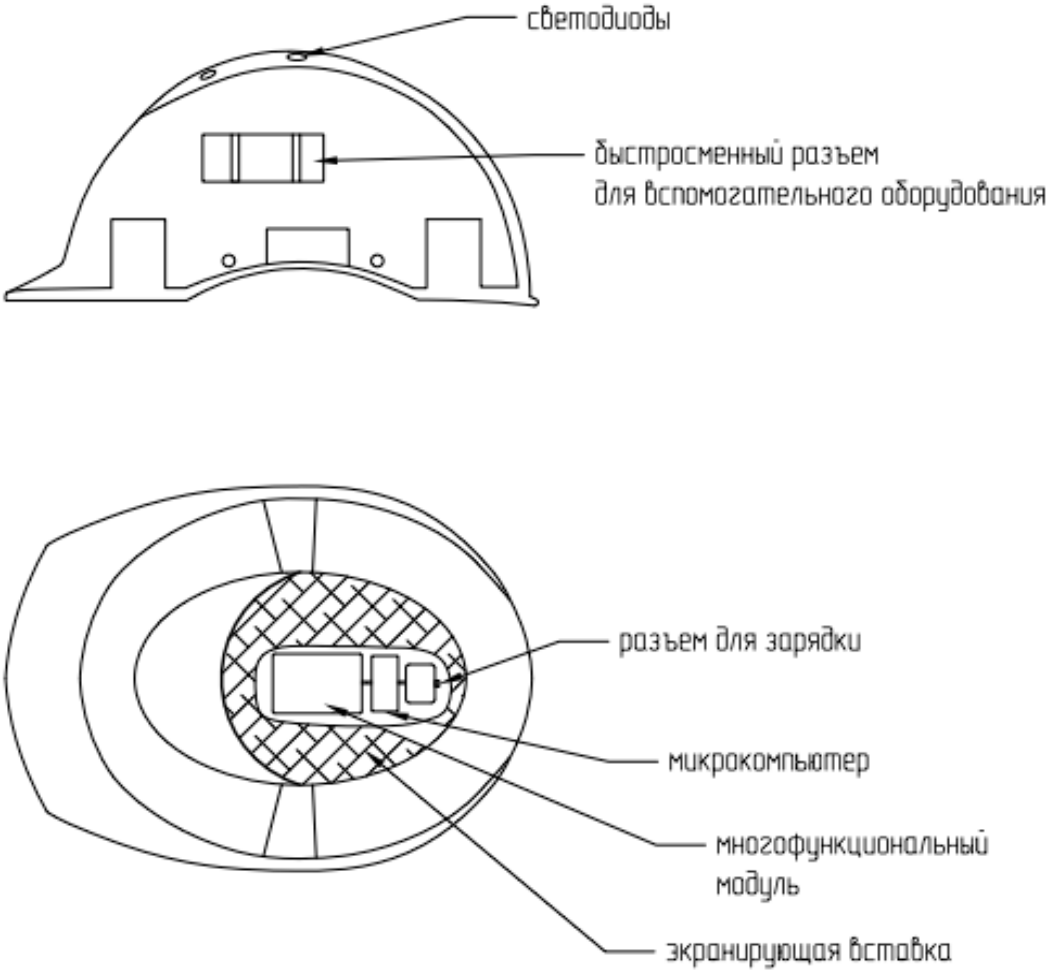
1) Годовой отчет департамента экологии и техносферной безопасности ОАО "РЖД" // ОАО "РЖД" URL: https://ar2020.rzd.ru/ru/sustainable-development/health-safety (дата обращения: 14.09.2023).

2) Приказ Минздравсоцразвития России "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам железнодорожного транспорта Российской Федерации, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением" от 22.10.2008 № 582н // Официальный интернет-портал правовой информации. - 2008 г. - с изм. и допол. в ред. от 2014.

3) Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_92907/ (дата обращения: 11.09.2023).

4) Умная каска // Газпром ТрансГаз УХта URL: https://ukhta-tr.gazprom.ru/about/innovatsionnyj-tekhnologii/umnaya-kaska/?ysclid=ll506ww7pi187374849 (дата обращения: 1.09.2023).

5) Безопасность начинается с головы // ОАО "РЖД" URL: https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=209660



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Эскиз каски

Лит.	Масса	Масштаб
	–	б/м
Лист	Листов 1	

Формат А4

УДК 331.453

Быков Е.В., Яковлева М.О.

Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина

СПЕЦИФИКА ОСВЕЩЕННОСТИ ПРИ ДЕТЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ В ОПАСНЫХ ЗОНАХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.

АННОТАЦИЯ.

Охрана труда в агропромышленном комплексе – задача сложная и всегда актуальная. В результате исследований, выяснилось, что максимальный уровень травматизма из года в год демонстрируют однолетнее растениеводство и животноводство. Данные результаты можно связать с факторами, присущими данным видам работ: использование габаритной техники; тяжелого и специфического инструмента и оснастки; специфика полевых работ и работ в условиях сложных погодных условиях. В рамках работы проведен эксперимент по сбору статистики эффективности распознавания объектов (людей) в опасных зонах агропромышленного комплекса и зависимостей распознавания от осложняющих погодных и других условий, связанных с полевыми работами.

Ключевые слова: техносферная безопасность, агропромышленность, опасная зона, искусственный интеллект, распознавание объектов, автоматизация процессов.

Вклад авторов: Е.В. Яковлева – подготовка и организация исследования на базе НОПЦ «Интеграция» с. Лаврово Орловской области. М.О. Быков – проведение эксперимента, обработка данных, их интерпретация и анализ.

1. ВВЕДЕНИЕ

Освещенность рабочего места — один из важнейших параметров. Согласно утверждению члена-корреспондента РАН, директора Федерального исследовательского института Владимира Попова, до 80% информации человек получает с помощью зрения. Помимо потока информации свет и освещенность прямо и косвенно влияют на оптико-вегетативную систему человека, иммунитет и регулируя обмен веществ, влияет на многие основные процессы жизнедеятельности человеческого организма [1].

Цели данной работы – оценка эффективности работы системы распознавания основу которой составляет искусственный интеллект. В ходе исследования решались задачи по сбору и анализу статистики травмоопасности внутри статичных и опасных зон, а также зон вблизи движущейся сельскохозяйственной техники. Размещение камер в опасных зонах промышленности и других подобных зонах – тенденция последних лет.

Отличие данной разработки – прямое и линейное управление движущимися частями объектов внутри опасной зоны. При детектировании объекта – происходит прямое отключение движущихся механизмов, а также звуковая и световая сигнализация опасности. В рамках работы проведен эксперимент по сбору статистики эффективности распознавания объектов (людей) в опасных зонах агропромышленного комплекса и зависимостей распознавания от осложняющих погодных и других условий, связанных с полевыми работами.

2.ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕЩЕНИЮ РАБОЧИХ МЕСТ

Для нормализации освещенности рабочей зоны применяется ряд мероприятий по приведению освещенности помещения к требованиям ГОСТ Р 55710-2013. Расчет освещенности производится с использованием сетки для определения числа и расположения точек света. Равномерность освещения в этом случае должна быть не менее 0,4 для зоны непосредственного окружения (рабочей зоны), и не менее 0,1 для периферии. Кроме того, значение освещенности в зоне периферии должно быть не более 1/3 освещенности рабочей зоны. В агропромышленной отрасли требования к освещенности основных зон следующие:

Таблица 1, нормы освещенности на уровне пола рабочих зон в АПК

Рабочая зона	**Освещённость не менее:, лк**
Погрузочно-разгрузочная зона	150
Комнаты оборудования, коммутаторные	200
Склады и кладовые	100, (200 при постоянном пребывании работников в помещении)
Места упаковки	300
Станции контроля	150
Загон для больших животных	200

Для поддержания высокой степени освещенности в агропромышленности активно применяется естественный солнечный свет. Он объективно превосходит искусственные источники по таким параметрам, как спектр, индекс цветопередачи, цветовая температура. Естественный солнечный свет наиболее оптимален для человеческого глаза и в избытке присутствует в условиях полевых работ и уборочной. В

агропромышленности широко используется возможность естественного освещения рабочих зон, складов, погрузочно-разгрузочных зон. Для этого применяются световые проемы, подразумевающие боковое, верхнее и комбинированное естественное освещение. На степень естественно освещенности в достаточной степени влияют размер и чистота проемов естественного освещения, их расположение, а также цвет окраски стен помещения и рабочей зоны [4].

Рабочее освещение склада обеспечивает нормы освещенности во всех помещениях, где идёт производственный процесс. Уровень освещенности измеряется в люксах. Рабочая подсветка может быть общей (источники света сверху равномерно освещают всё помещение) и локальной (для места, где работник непосредственно выполняет задания – для стеллажей, зон выгрузки-погрузки и т.д.) Обычно, для местного и общего освещения в промышленности используют источники с цветовой температурой 2400-6800 К. На складах, где уровень освещенности невысок, рекомендуется применять светильники с цветовой температурой 2700-3500 К, более комфортной для глаз, и индексом цветопередачи не менее Ra50. При плохой цветопередаче существенно увеличивается время реакции, снижается внимательность, возрастает риск травм.

3.ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ

Для автоматизации контроля опасных зон в агропромышленном комплексе разрабатывается система автоматизированного контроля опасных зон агропромышленного комплекса. Структурно система представляет собой систему видеонаблюдения за опасной зоной, камеры которой устанавливаются статично по периметру зоны, либо на подвижную сельскохозяйственную технику, блока обработки данных, а также блоков сигнализации и аварийного останова. Блок обработки данных представляет собой портативный или удаленный мощный вычислительный сервер. Основой алгоритмов обработки информации является нейросеть машинного зрения. Алгоритмы искусственного интеллекта обрабатывают полученный видеопоток и путем управления движущимися частями механизмов внутри опасной зоны предотвращает травмоопасные сценарии развития событий.

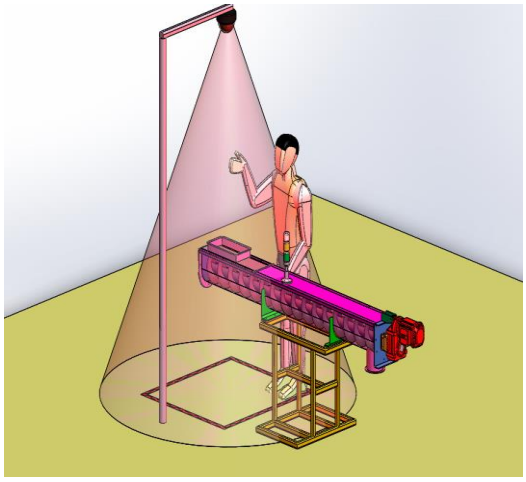


Рисунок 1. Детектирование объекта «человек» внутри опасной зоны вблизи шнекового транспортера.

От быстродействия данной системы во много зависит статистика травмоопасности внутри опасной рабочей зоны. Чем лучше обзор и освещенность внутри опасной зоны, тем эффективнее система распознает входной видеопоток. В качестве негативных факторов, влияющих на эффективность работы в опасной зоне, можно отнести низкую освещенность и запыленность. Для увеличения эффективности работы системы автоматизированного контроля опасных зон применяются два способа [6].

Программное улучшение.

Улучшения качества картинки для искусственного интеллекта можно с помощью метода главных компонент. Данный метод позволяет перейти от пространственных признаков большой размерности к пространству признаков малой размерности без их корреляции. Этот метод достаточно эффективен, но очень требователен к качеству освещенности объектов. Распознавание объектов на основе матрицы изменения яркостей. При данном распознавании нивелируются на искажения яркостной составляющей, а также наличие теней и бликов. В данном случае большее значение придается качественным различиям, а не количественным. Для решения задач детекции осуществляется переход к парам чисел, соответствующих знакам частных производных от яркости исходного изображения в каждой его точке.

Аппаратное улучшение.

Улучшение качества картинки за счет использования более светочувствительных видеокамер, задействование систем пылеудаления, направленное освещение в потенциально травмоопасных зонах. Данные методы эффективны только применительно к частным случаям и не могут являться системными инструментами снижения травмоопасности в агропромышленном комплексе и при полевых работах.

4.ЭКСПЕРИМЕНТ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Для оценки эффективности разрабатываемой системы был проведен эксперимент. На базе сельскохозяйственного

предприятия Орловской области. В качестве площадки были использованы объекты на территории НОПЦ и также сельскохозяйственная техника в период полевых работ. Материал для эксперимента был собран с помощью камер установленных статично в опасных зонах, на сельскохозяйственной технике, в кабинах тракторов и комбайнов. Материал, собранный в качестве исследуемого, приводился в общему виду: битрейт 30 кадров/сек, разрешение 640x480 пикселей, формат видео mp4. Данный видеоматериал покадрово предоставлялся нейросети для распознавания в нем силуэтов человека внутри опасной зоны. В качестве объекта исследования выступало процентное соотношение «распознанных» кадров к «нераспознанным» при эмпирической оценке обязательного наличия в кадре человека.

Рисунок 2. Распознавание нескольких объектов в условиях низкой освещенности.

Для большей точности оценки и для выявления эффективности распознавания использовались материалы, полученные при различных погодных условиях. Варьировалась степень освещенности и временные промежутки съемки. Исследовались кадры полученные при разной степени запыленности и зашумленности фона и переднего плана в опасной зоне. Моделировались ситуации одновременного нахождения внутри опасной зоны нескольких человек, их передвижения. Были использованы кадры из кабины движущейся техники, кадры при искусственном освещении в технических помещениях предприятия, в гаражах, ангарах, на току.

Часы, в которые производятся уборочные работы напрямую связаны со световым днем и находятся в промежутке 7:00 – 23:00. В данный промежуток в летнее время достигается максимальная степень освещенности. Эффективность распознавания объектов в опасных зонах напрямую связана с освещенностью. В усредненном значении, зависимость эффективности в процентах можно отследить на диаграмме (рис. 5)

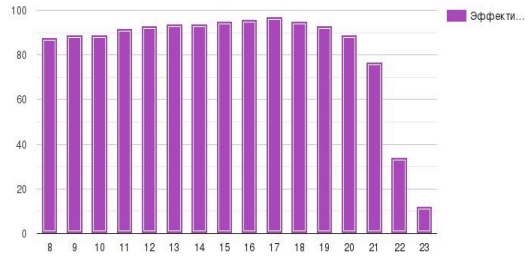


Рисунок 3. Диаграмма эффективности распознавания от времени

По горизонтальной оси приведено время светового дня. По вертикальной – эффективность распознавания объекта в процентах. Данный график отражает эффективность при работе на открытом воздухе в полевых условиях при естественной освещенности и отсутствии осадков. Можно отметить, что распознавание объектов в опасных зонах вблизи техники при полевых работах достаточно эффективно при условиях естественного освещения. Интенсивность дневного света при данных исследованиях варьировалась от 100 до 110000 люкс.

В условиях работ в помещениях, ангарах и т.д. эффективность также напрямую зависит от уровня освещенности данных помещений. Исследования проводились в помещениях, использующих естественно освещение с улицы. Освещенность варьировалась от 0 до 100 люкс.

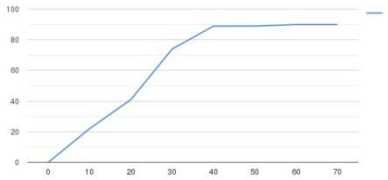


Рисунок 4. График эффективности распознавания внутри помещений при изменении освещения.

5.ВЫВОД

Оценка эффективности распознавания объектов при полевых работах отражает работу системы распознавания в совокупных условиях. Диапазон эффективного распознавания варьируется от 70% до 92%. Текущая конфигурация программного обеспечения не может гарантировать абсолютную безопасность, либо полную автоматизацию контроля опасных зон, а также зон вблизи габаритной техники, но данная система в большой степени эффективна для сигнализации и мониторинга опасных зон. В качестве дальнейших задач установлена необходимость более глубокой интеграции в экосистему агропромышленного комплекса, а также увеличение эффективности системы путем проработки более локальных сценариев нарушения требований техносферной безопасности работниками в установленных зонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынова В.С., Яковлева Е.В. анализ производственного травматизма в Орловской области// В сборнике: Физика и современные технологии в АПК. материалы XI Всероссийской молодежной конференции молодых ученых, студентов и школьников с международным участием. Орел, 2020. С. 336-340.

2. ГОСТ 12.0.003.-86. Система стандартов безопасности труда. Работы электросварочные. Требования безопасности: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 декабря 1986 г. N 4072 дата введения установлена 01.01.88 – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200006408 (дата обращения: 24.01.2023). – Текст: электронный.

3. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2013 г. N 1364-ст – URL https://docs.cntd.ru/document/1200105707 (дата обращения: 24.01.2023). – Текст: электронный.

4. Яковлева Е.В., Быков М.О. Дистанционные методы мониторинга обеспечения безопасности людей в агропромышленном комплексе / Вестник сельского развития и социальной политики. 2021. № 1 (29). С. 22-25.

5. Яковлева Е.В., Быков М.О. Обзор примеров искусственного интеллекта управления безопасностью труда в АПК /Вестник сельского развития и социальной политики. 2020. № 4 (28). С. 26-28.

6. Яковлева Е.В., Быков М.О., Фролов А.С. Цифровая трансформация мониторинга опасных зон в сельском хозяйстве // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 8 (248). С. 3-8.

7. Кузьмин В.Н. Исследование методов разработки программ технического оснащения сельского хозяйства [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru информ.-справочный портал. М., 2020. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-metodov-razrabotki-programm-tehnicheskogo-osnascheniya-selskogo-hozyaystva/viewer (дата обращения 26.09.2021).

УДК 628.517.2

А.А. Воронова, Б.В. Вельмога, С.В. Ершов

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, 190005, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОТИВОШУМНЫХ НАУШНИКОВ С ДАТЧИКОМ ЗВУКА «ВЕКТОРШУМ»

АННОТАЦИЯ

Огромное количество специальностей в современном промышленном мире связано с воздействием такого вредного производственного фактора, как шум. Он, воздействуя на человека в период продолжительного времени, развивает различные профессиональные заболевания. Следуя результатам опросов работников шумных производств, существующие средства индивидуальной защиты органа слуха (беруши, вкладыши, шумозащитные наушники), часто снимаются работниками или вовсе не используются из-за неудобства по некоторым причинам, в том числе плохой слышимости шумовой обстановки окружающей среды. Авторами предложена модель наушников «ВекторШум», которую можно не снимать для достижения комфортного ощущения окружающего пространства. Данное устройство оснащено датчиком и механизмом, автоматически срабатывающим на превышение допустимого уровня шума.

1. ВВЕДЕНИЕ

Основной задачей данной работы, является разработка средства индивидуальной защиты, от повышенного уровня шума – противошумные наушники с датчиком звука «ВекторШум». Решение данной задачи актуально, так как работники производственных предприятий часто пренебрегают противошумными наушниками из-за неудобства в ношении.

Шум вредит психическому состоянию людей, негативно воздействует на вегетативную нервную систему, также на слуховой аппарат, вызывая тугоухость и даже глухоту. Источником повышенного акустического воздействия является техническое оборудование, такое как: установки, агрегаты, машины, в том числе и примитивный ручной инструмент. Высокий уровень шума при длительном воздействии не только снижает слух, но и негативно влияет на весь организм человека, а также приводит к различным заболеваниям.

Орган слуха, наряду с суставами или, например, печенью, имеет очень слабую регенеративную способность, а основной изнашивающий фактор для них — это шум, причем степень пагубного влияния определяет интенсивность, частота, и продолжительность воздействия. Всё это означает, что регулярная работа в местах с высоким шумовым загрязнением без средств индивидуальной защиты изнашивает человеческие уши так же, как, скажем, «курение сигарет изнашивает легкие курильщика».

2. ШУМ, КАК ВРЕДНЫЙ ФАКТОР НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Удельный вес рабочих мест на промышленных предприятиях Российской Федерации, не соответствующих гигиеническим нормативам, такому физическому фактору как шум, в период с 2018 г. по 2022 г. [1] рассмотрен на рисунке 1:

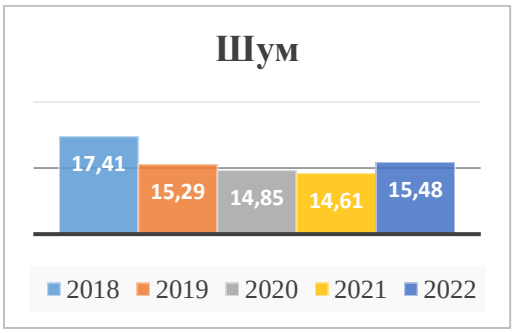


Рисунок 1 – Удельный вес рабочих мест на промышленных предприятиях Российской Федерации, не соответствующих гигиеническим нормативам, в %

В 2022 г. в группе профессиональных заболеваний, связанных с воздействием производственных физических факторов, сохраняется следующее распределение по основным нозологическим формам (рис.2): заболевания, связанные с воздействием производственного шума – 56,07 %, случаи вибрационной болезни – 42,64 %, на долю прочей патологии – 1,29 %:

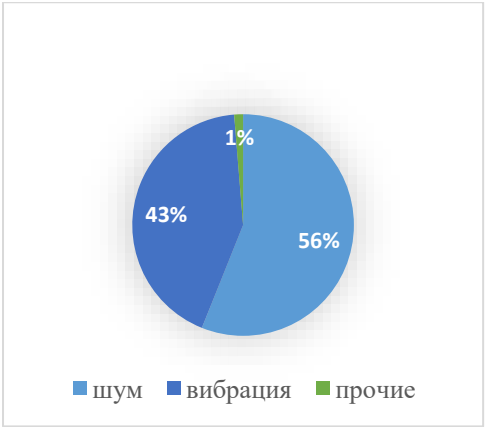


Рисунок 2 – Структура основных нозологических форм профессиональной патологии вследствие воздействия

производственных физических факторов в РФ в 2022 году, в % [1]

Шум, имеющий уровень звука в 30-40 дБА, приводит к потере сна и недосыпанию [2]. Обычно в офисных помещениях шум доходит до 60 дБА (оргтехника, вентиляционные системы, работа компьютеров, телефонные звонки), но, если при этом человек занят умственной

работой появляется нагрузка на психофизиологическое и эмоциональное состояние нервной системы. Выше 80 – 90 дБА происходят изменения в организме: ухудшение слуха, развитие профессиональных заболеваний, ведущих к потере трудоспособности (и даже инвалидности).

Существуют два вида воздействия шума на человека. Первый вызывающий специфические изменения (воздействие на органы слуха), второй вызывает неспецифические изменения (воздействие на организм в целом). Обычно, у людей, работающих в промышленности через 5 лет стажа в условиях повышенного уровня шума (превышения нормативных значений ОВПФ), появляется тугоухость, а через 10 лет пропадает слух [2].

Нормативные значения по шуму для рабочих мест указаны в СанПиН 1.2.3685–21 [3]: гигиеническим нормативом эквивалентного уровня звука (LpAeqT, дБА) является величина 80 дБА [3].

По данным Росстата, удельный вес занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда в 2020 году составил 37,3%, что ниже по сравнению с 2019 годом на 1% [4]. При этом доли присутствия вредных факторов на рабочих местах с 3-м и 4-м классами условий труда мало изменились с 2019 по 2020 год. В то же время в 2020 году (рисунок 3) повышенный уровень шума, ультразвука, инфразвука идентифицирован на 19,4% [4].

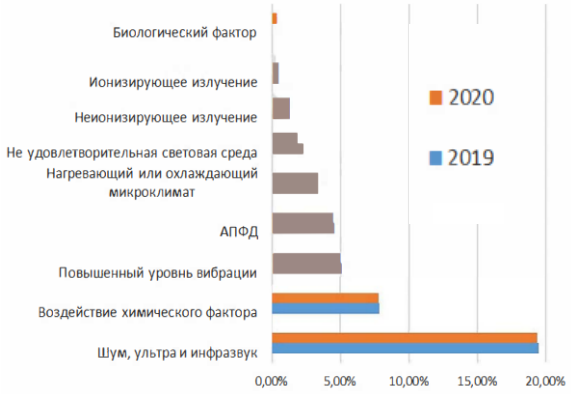


Рисунок 3 – удельный вес (%) идентифицированного вредного фактора на рабочих местах работников РФ, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, в 2019 и 2020 годах [4]

3. СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИЗ ОТ ШУМА НА ПРОИЗВОДСТВЕ: ПРИЧИНЫ НЕУДОБСТВА В ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Информация с форума, посвященного вопросам охраны труда и промышленной безопасности, подтверждает факт того, что работники шумных производств далеко не всегда пользуются средствами индивидуальной защиты органа слуха. В одном из обсуждений данного форума описывается такая ситуация [5]:

«Индивидуальные СИЗы от шума (наушники) были закреплены за специалистами упаковщиками и дробильщиками, а так как использование шумозащитных наушников доставляет дискомфорт и полное отсутствие слышимости, то хочется их снять. В данном случае машинисты, работающие с пневмоформовочным оборудованием, не могут определить работоспособность машины по звуку».

Защита органа слуха обязательна на шумных предприятиях даже в том случае, если за сотрудниками не закреплены конкретные средства индивидуальной защиты от шума. В таком случае рабочим нужно использовать специальные вкладыши для ушей (беруши). Использование вкладышей для ушей носит одноразовый характер, и поэтому новую пару вкладышей должны выдавать работнику непосредственно перед каждой новой сменой. Количество выдаваемых вкладышей зависит от того, сколько специалистов одновременно работают в данном месте под влиянием сильного шума. Результаты специальной оценки условий труда, являются основанием для выдачи средств защиты от шума. Если во время проведения СОУТ был выявлен повышенный уровень шума на рабочем месте и устранить или ограничить его нет возможности, то в таком случае работодатель обязан обеспечить своих сотрудников средствами индивидуальной защиты [3].

Повышенный уровень шума на предприятии также может привести к плохим последствиям из-за того, что он мешает воспринять предупреждающий звуковой сигнал или сигнал об опасности.

Существуют различные модели шумозащитных наушников:

• С оголовьем. Подходят для общего пользования.

• Присоединяющиеся к каске. Важно, чтобы каска подходила к наушникам.

• С оголовьем на затылке. Их можно сочетать с солнцезащитными козырьками, защитными кепками или касками, которые не оснащены под фиксацию наушников.

• Активные (LD). Используются для работы в условиях прерывистого шума или, когда пользователь входит и выходит из шумной среды и нужно слышать предупреждающие сигналы. Такие модели обеспечивают защиту от прерывистого или импульсного шума, а также

понимать всё что происходит в окружающей среде.

- Расслабляющее AM/FM радио. Отличный вариант для малоподвижных или монотонных работ. Сотрудники, использующие радионаушники, более мотивированы и эффективнее трудятся.

Каждый человек индивидуально воспринимает повышенный шум. Один организм может подстроиться под влияние вредного производственного фактора, а другой будет поражен профессиональным заболеванием из-за длительного влияния данного фактора на него [6].

Сотрудники таких мест с повышенным шумом используют шумозащитные наушники или в данном рабочем месте проводятся специальные мероприятия по снижению уровня шума на рабочих местах. К СИЗ (шумозащитным наушникам) также применены некоторые требования, такие как качество наушников и их удобство. Только сертифицированная продукция подходит по вышеперечисленным параметрам.

4. ШУМОЗАЩИТНЫЕ НАУШНИКИ С ДАТЧИКОМ ЗВУКА

Учитывая существующие аналоги средств индивидуальной защиты органа слуха на Российском (отечественном) рынке, а также статистику по негативному воздействию, авторами была спроектирована модель противошумных наушников с датчиком звука «ВекторШум».

За основу наших наушников взят каркас шумозащитных наушников РСОМЗ модель СОМЗ-1 ЯГУАР 60100. Также контроллер Arduino nano, который воспринимает сигнал от датчика звука (sound sensor) пороговый и сравнивает его с пороговым значением (в нашем случае 75 дБА).

Заряд датчика поддерживается аккумулятором, имеющим собственное зарядное устройство. От отрицательного (-) и положительного (+) зарядов провода идут к питающим контактам контроллера, минусовой провод далее проходит к двум моторчикам. От моторчиков оставшиеся контакты идут на цифровые выходы контроллера. Также минусовой провод идёт на датчик и на левую ножку потенциометра. Другой провод от датчика идет на первый аналоговый выход контроллера, а средняя ножка потенциометра идет на второй аналоговый выход контроллера. Правая ножка потенциометра подключается к плюсовому полюсу аккумулятора (рисунок 4).

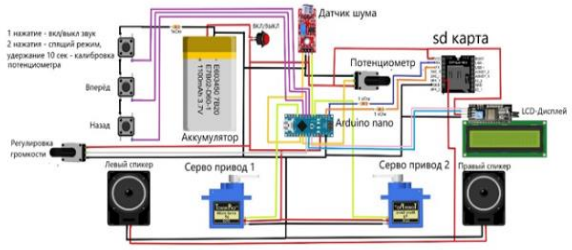


Рисунок 4 – схема платы противошумных наушников «ВекторШум»

Принцип работы: потенциометром задается пороговый уровень шума при начальной калибровке контроллера. После калибровки датчик будет настроен на пороговый уровень шума, при превышении которого будет подаваться контакт на аналоговый выход первого контроллера. От цифровых выходов пойдет сигнал на сервоприводы. Крайние ножки потенциометра подключаются к аккумулятору, а средняя к аналоговому выходу второго контроллера. Сервоприводы будут закрывать чаши наушников (при превышении уровня шума) тем самым, снижая его уровень и защищая орган слуха. Или же открывать, когда уровень шума снижается (рисунок 5), эту операцию можно сделать «вручную» самостоятельно, отключив автоматизацию.

Рисунок 5 – схема противошумных наушников «ВекторШум»

5. ЭКОНОМИКА И ВЕРОЯТНОСТЬ БРАКА

Однако, как и любая электроника, противошумные наушники имеют свой ресурс эксплуатации. Правильный уход и использование могут значительно продлить срок службы наушников, но рано или поздно придется заменить старые модели на новые.

Срок службы противошумных наушников может варьироваться в зависимости от ряда факторов. В первую очередь это качество изготовления и комплектующих. Кроме того, интенсивность использования и условия эксплуатации также оказывают влияние на долговечность наушников.

Проанализировав вышесказанное, а также

изучив отзывы о сроке службы [7], различного рода повреждений на платформах маркетплейсов мы пришли к выводу, что вероятность брака на 100 ед. продукции составляет:

- Выход из строя аккумулятора 1-2%
- Выход из строя датчика звука 3%
- Механические повреждения наушников 5-8%
- Итого ~10%

Стоимость нашей проектируемой модели, отражена в таблице 1.

Таблица 1 – расчетная стоимость 1 экземпляра наушников «ВекторШум»

Наименование комплектующих	Стоимость руб.
Каркас Шумозащитные наушники PCOM3 модель COM3-1 ЯГУАР 60100	~300
Контроллер Arduino nano	~350
Датчик звука (sound sensor) пороговый	~350
Провода, 8 шт. по 10 см.	~100
Аккумулятор	~300
Зарядное устройство	~100
Сервопривод	~400
Створки	~100
Потенциометр	~190
Материалы для сборки	~150
Набор резисторов	~150
Итого	~2490

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В некоторых случаях люди даже не замечают, как теряют слух. Ведь этот процесс может длиться годами, но результат того, что люди не использовали противошумные наушники (при превышенных допустимых уровнях) все равно, потом будет заметен. Некоторые люди жалуются на то, что носить данные средства защиты неудобно, причиной тому могут быть: некачественные предоставленные СИЗ, большая масса устройства, давление на голову (череп), отсутствие ощущения окружающей звуковой обстановки и др.

Нами была разработана модель средства индивидуальной защиты, против повышенного уровня шума – противошумные наушники с датчиком звука и закрывающим механизмом «ВекторШум». Так как сотрудники предприятий часто пренебрегают ношением противошумных наушников, из-за неудобства в эксплуатации, наши наушники отлично справятся с данной проблемой.

Преимуществами наших наушников будут являться:

1) Масса. Модель «ВекторШум» весит 150 грамм, в отличии от аналогов весом более 300 грамм

2) Срок эксплуатации. При правильном использовании - данная модель может служить дольше обычных противошумных наушников. Так как амбушюра, мягкая подушечка, в форме кольца используется не постоянно (только в условиях повышенного шума) ее долговечность увеличивается, а сеточка, которая будет служить небольшим фильтром при поднятых чашах, будет также защищать орган слуха.

3) Удобство. Наличие удобной конструкции, а также возможность слышать фоновый шум, до превышения ПДУ.

4) Стоимость. Средняя стоимость составила 2490 рублей, по сравнению с другими противошумными наушниками это отличный вариант. Более долговечный и удобный в использовании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.
2. Иванов Н.И. Защита от шума и вибрации: учебник / Н.И. Иванов // СПб.: НИЦ АРТ. – 2019. – 268 с.
3. СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
4. Условия труда. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения: 19.10.2023).
5. Интернет-проект Техдок.ру, посвященный вопросам охраны труда и промышленной безопасности. [Электронный ресурс]. URL: https://www.forum.tehdoc.ru/viewtopic.php?p=199596 (дата обращения: 20.10.2023).
6. Ксенофонтова В.К., Васильев В.А. Необходимость выявления лиц с повышенной чувствительностью на шумных производствах // Noise theory and practice. Том 5 № 3 (17) – 2019. – с. 67-73.
7. «Яндекс Маркет» — электронная торговая площадка, сервис для покупки товаров. [Электронный ресурс]. URL: https://market.yandex.ru/ (дата обращения: 21.10.2023).

УДК 614.84

Глотов Д.Д., Гафуров М.М., Федотов Е.А.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

ЗАЩИТНЫЙ ВКЛАДЫШ ПЕРЧАТКИ ПОЖАРНОГО

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена вопросу усовершенствования элемента боевой одежды пожарных - перчаток как средства защиты рук пожарных и спасателей в чрезвычайных ситуациях с целью повышения уровня безопасности персонала, участвующего в тушении очагов возгорания и при проведении спасательных операций.

1. ВВЕДЕНИЕ

Разработана упрощенная конструкция защитного вкладыша для повышения уровня безопасности персонала, участвующего в тушении очагов возгорания, и предназначенного для эффективной защиты рук пожарного за счет повышения термического сопротивления и механической прочности перчаток.

Технической проблемой является создание упрощенной конструкции защитного вкладыша для повышения уровня безопасности персонала, участвующего в тушении очагов возгорания, и предназначенного для эффективной защиты рук пожарного за счет повышения термического сопротивления и механической прочности перчаток.

Для достижения цели повышения уровня безопасности персонала, участвующего в тушении очагов возгорания и при проведении спасательных операций была разработана конструкция вкладыша от перегрева для боевой одежды пожарных [1].

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В данной работе предложен защитный вкладыш перчатки пожарного, встраиваемый внутрь многослойной перчатки между слоем термической защиты и гигиеническим слоем, прилегающим к ладони руки [2].

На рис. 1 схематично показан защитный вкладыш перчатки пожарного, встроенный в ладонную часть, общий вид; на рис. 2 - разрез А-А, положение нерабочее; на рис. 3 показан фрагмент многослойной перчатки с защитным вкладышем, встроенным между слоями перчатки, рабочее положение.

На чертежах приведены следующие обозначения: 1 - перчатка пожарного; 2 - защитный вкладыш; 3 - слои вкладыша; 4 - пружины из нитинола; 5 - монтажная материя; 6 - гигиенический внутренний слой перчатки; 7 - слой термической защиты и 8 - слой механической защиты перчатки.

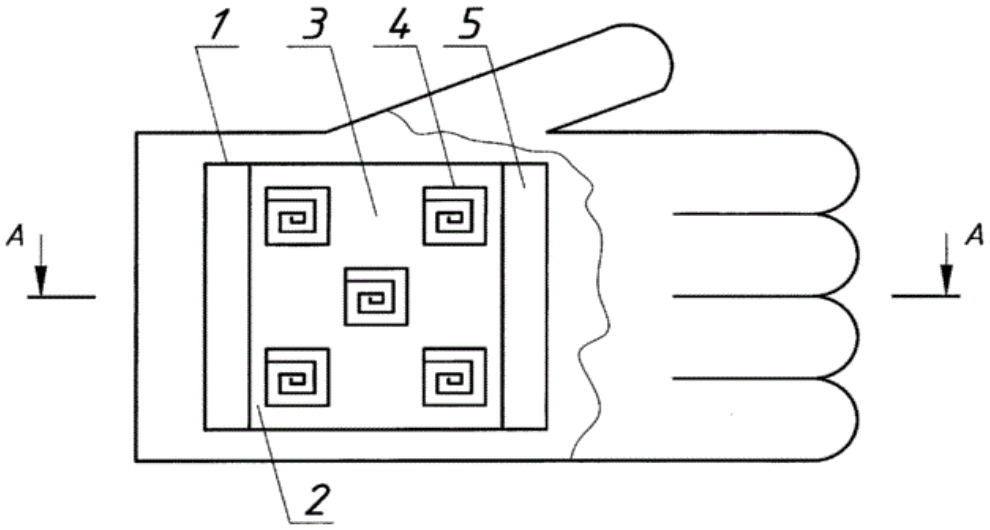


Рисунок 1 – Схема защитного вкладыша, общий вид

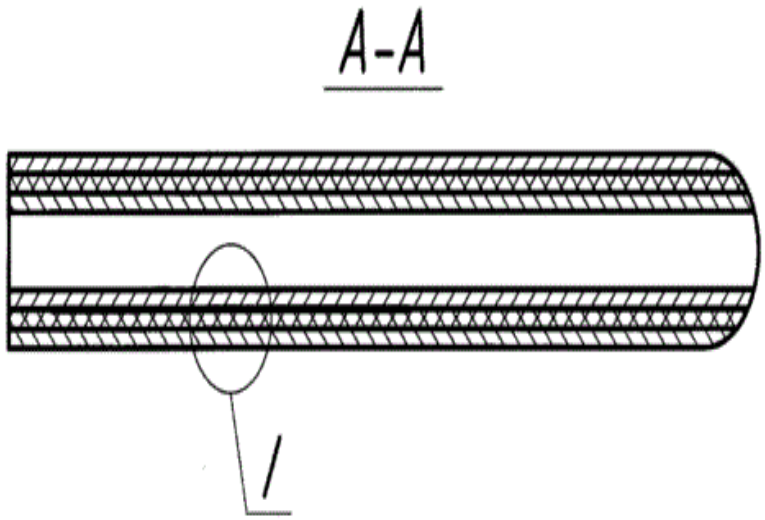


Рисунок 2 - Разрез А-А, положение нерабочее

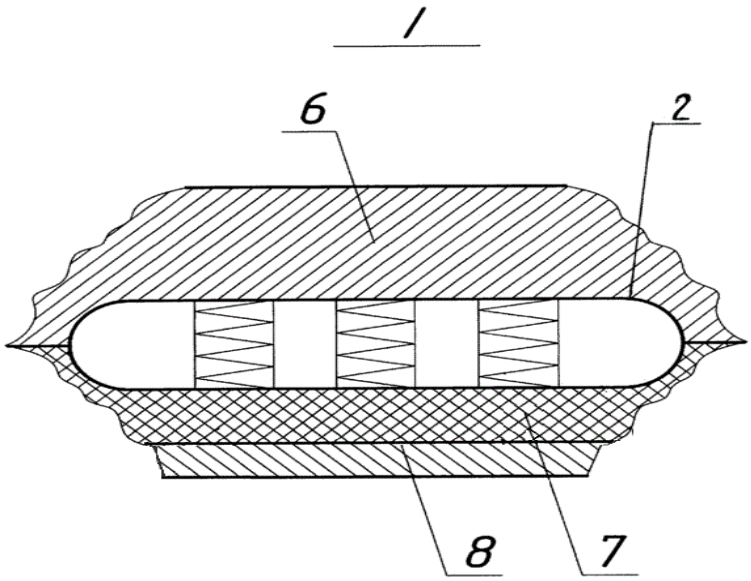


Рисунок 3 - Фрагмент многослойной перчатки с защитным вкладышем

Встраиваемый в многослойную перчатку пожарного 1 защитный вкладыш 2 выполнен, по меньшей мере, с двумя слоями 3 из плотной воздухопроницаемой хлопчатобумажной ткани, с возможностью образования между этими слоями пространства, заполняемого в рабочем положении воздухом. На одном их слоев 3 закреплены, например, клеевым соединением, пружины 4, выполненные из материала с памятью формы, например, нитинола, обеспечивающего автоматическое удлинение пружины при достижении температуры пружины точки трансформации формы ее материала для воздействия на противоположный слой защитного вкладыша 2 и создания пространства. При этом пружины 4 расположены в шахматном порядке, имеют прямоугольную форму и возможность свободного перемещения (растяжения, сжатия) при трансформации, а в изотермических условиях складываются в виде плоского прямоугольника, как показано на рис. 1. Воздухопроницаемые хлопчатобумажные слои 3 прошиты по контуру защитного вкладыша стежками типа обметочных, между которыми во внутреннее пространство, образованное слоями 3, может поступать воздух. С противоположных сторон защитный вкладыш 2 снабжен монтажной материей 5 для его закрепления на гигиеническом слое 6 вдоль ладонной части перчатки 1.

Установку защитного вкладыша 2 внутри многослойной перчатки 1, имеющей внутренний гигиенический слой 6, слой термической защиты 7 и внешний слой механической защиты 8, осуществляют между слоем термической защиты 7 и гигиеническим слоем 6, прилегающим непосредственно к ладони руки пожарного (рис. 2, рис. 3). При этом защитный вкладыш 2 закрепляют на

гигиеническом слое 6 с помощью монтажной материи 5 любым известным способом.

Выполнение защитной функции осуществляется следующим образом.

В стандартном безопасном режиме пружины 4, расположенные в шахматном порядке и имеющие исходную форму в виде плоского прямоугольника, обеспечивают оптимальную площадь опорной поверхности. При выполнении работы по тушению очагов возгорания в среде с повышенной температурой слои, составляющие перчатку 1, нагреваются. В результате при достижении температуры пружины точки трансформации формы ее материала прямоугольные пружины, выполненные из материала с памятью формы и являющиеся приводным элементом механизма автоматического срабатывания, становятся длиннее и, воздействуя на слои 3 защитного вкладыша, образуют пространство, заполненное воздухом, как показано на рис. 3. При этом повышается термическое сопротивление перчатки и ее механическая прочность. После окончания работы по тушению очагов возгорания пружины 4 возвращаются в исходное первоначальное положение.

При проведении эксперимента изготовленный вкладыш был помещен в перчатку между слоем гигиенической защиты и теплозащитным слоем. В процессе нагревания перчатки пружины удлинялись, образуя пространство. При захвате перчаткой какого-либо предмета пружины оказывали упругое сопротивление и не мешали работе. Опытное подтверждение эффективности конструкции вкладыша были проведены в пожарной части № 19 ФГКУ "30 отряд федеральной противопожарной службы по Красноярскому краю".

Таким образом, преимуществом защитного вкладыша является простота конструкции в связи с малым количеством составляющих его элементов и обладание механизмом автоматического срабатывания в связи с использованием в качестве приводных элементов пружин из материала с памятью формы. Кроме того, защитный вкладыш компактен, не требует специального технического обслуживания и достаточно дешевый. Защитный вкладыш может быть выполнен любой произвольной формы.

Технический результат, достигаемый при реализации вкладыша, заключается в расширении арсенала технических средств, используемых для защиты рук пожарного, в повышении термического сопротивления и механической прочности перчаток, которые изготавливаются из нескольких функциональных слоев, а также в повышении уровня безопасности персонала, участвующего в тушении очагов возгорания.

Список используемых обозначений

Перчатка пожарного; вкладыш; пружины из нитинола;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Защитный вкладыш от перегрева. Патент на изобретение №2553005 Российская Федерация, заявл. 24.07.2014, заявка №202014130864/12 опубл. 20.06.2015, бюл. №, бюл. № 25. Авторы: Енютина Т.А. Терещенко В.М., Марченкова С.Г., Патрушева Т.Н.

2. Защитный вкладыш перчатки пожарного. Патент на полезную модель № 200783 от 03 февраля 2021 г.04 августа 20120 г., заявка 2020126401, опубл. 11.11.2020 бюл. № 32. Авторы: Енютина Т.А., Калинич И.В., Кулагина Л.В., Федорченко И.И.

УДК 614.83:623.459

Е.С. Долгих

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (ИПСА),
пр. Строителей, 33, г. Иваново, Ивановская область (Российская Федерация)

СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ И ЗРЕНИЯ, В РАЗРЕЗЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИХ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

АННОТАЦИЯ

В реферате рассмотрены средства индивидуальной защиты (СИЗ) пожарных и спасателей, а также некоторые важные аспекты их надежности, основанные на реальных эксплуатационных показателях средств защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), состоящих в боевом расчете подразделений Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России

В России ситуация в области надежности СИЗОД пожарных и спасателей, как наиболее важного инструмента спасения людей на пожаре относительно стабильна в плане нормативной и технологической составляющих. При этом за последние годы материальная часть отдельных элементов СИЗОД, их состав, структура и отдельные характеристики претерпели значительные качественные изменения.

1. ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВЫБОРЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ НАДЕЖНОСТИ СИЗОД

Сравнительную оценку технических параметров СИЗОД, можно условно разделить на две основных группы – эргономические требования и показатели безопасности [1]. Основные, эргономические требования, согласно [2]:

1) масса;
2) габаритные размеры;
3) сопротивление дыханию;
4) температуру вдыхаемого воздуха газо-воздушной смеси (ГВС);
5) влажность вдыхаемого воздуха ГВС;
6) объемную долю кислорода во вдыхаемой ГВС;
7) объемную долю кислорода во вдыхаемой ГВС;
8) объемную долю диоксида углерода во вдыхаемой ГВС;
9) степень ограничения зрения;
10) степень ограничения речи;
11) степень ограничения слуха;
12) механическое давление на мягкие ткани головы, наличие и степень выраженности наминов;
13) обеспечение возможности пользователя осуществлять свою деятельность, в том числе при различных физических нагрузках;
14) количество воздуха (кислорода), поступающего в зону дыхания.

Согласно [1], основные показателями безопасности СИЗОД являются:

1) адекватность;
2) соответствие используемых материалов установленным санитарно-химическим, органолептическим и токсиколого-гигиеническим показателям;
3) антистатичность (для СИЗОД, используемых во взрывоопасной среде);
4) фрикционную искробезопасность материалов (для СИЗОД, используемых во взрывоопасной среде);
5) время включения в самоспасатель (спасательное устройство);
6) обеспечение возможности установления факта первичного приведения изолирующих СИЗОД в рабочее состояние или вскрытия;
7) наличие в технической (ТД) и эксплуатационной (ЭД) документации указания о том, что изолирующие СИЗОД следует утилизировать в специализированных организациях, указанных изготовителем;

Эргономика и безопасность СИЗОД, на практике, далеко не первостепенны. В целом существующие методики применимы, но они не учитывает специфику субъекта Российской Федерации, на территории которого расположена то или иное пожарно-спасательное подразделение (ПСП), а также не учитывает показатели ее надежности.

Существующий подход, указанный в ГОСТ [2] позволяет проверить показатели надежности СИЗОД, полученные в ходе реальных сравнительных испытаний на базе испытательных центров. Сравнительные испытания дыхательных аппаратов проводятся на трех устройствах по [2], [3] и предполагают однотипные требования в равных условиях к каждому. Так же в [2] представлены параметры

для оценки СИЗОД (технические параметры надежности):

1) вероятность безотказной работы аппарата за время защитного действия;
2) ресурс аппарата;
3) срок службы аппарата

В реальных условиях эксплуатации вероятность безотказной работы и вероятность отказов СИЗОД можно рассчитать имея статистику их практического применения с учетом количества отказов и на протяжении определенного временного отрезка. Основные термины, понятия и определения, которые устанавливает ГОСТ [4]:

Надежность — это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность – это сложное свойство, состоящее из четырех более простых: безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Эти простые свойства принято рассматривать в разных конкретных ситуациях. Например, если потребителя или конструктора интересует способность объекта функционировать заданный промежуток времени или наработки без нарушения работоспособного состояния, то говорят и оценивают безотказность объекта. Если интересует способность объекта функционировать максимально долго при соблюдении правил эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, то говорят о долговечности. Если объект является восстанавливаемым, - то о ремонтопригодности. В случае хранения или транспортирования – о сохраняемости.

Применительно к исследуемой теме для начала попробуем построить структурную схему надежности СИЗОД. Структурную схему надежности дыхательного аппарата ПТС "Профи"-М (Рис.1) можно описать исходя из принципа работы, указанного в [2], [3] следующим образом. Аппарат размещен на эргономичной рамке 1, в которой конструктивно встроена подвесная система 1а, состоящая из различных фиксирующих ремней. Позиции 1 и 1а взаимосвязаны и выход из строя одной оставляет работоспособность другой. Запас воздуха находится в баллоне 2, отказ работы которого приводит к невозможности работы СИЗОД в целом. При открытии вентиля баллона 2 сжатый воздух попадает в редуктор 3, преобразующий в давление, пригодное для дальнейшего потребления пользователем аппарата. Функционирование редуктора 3 продолжается до минимального значения давления его устойчивой работы. Не редуцированное давление по капиллярам попадает через сигнальное устройство 4 в манометр 5 для контроля и предупреждении о минимальном остатке запаса воздуха. Позиции 4 и 5 вместе и по отдельности не повлияют на работу СИЗОД в целом. Редуцированное давление попадает по воздуховодам в адаптер 6 (для подключения спасательного устройства), работа которого не повлияет на отказ устройства. Также редуцированное давление по воздуховоду попадает в легочный автомат 7 для порционной подачи воздуха и поддержания избыточного давления в подмасочном пространстве лицевой части 8. Не корректная работа легочного автомата 7 может повлечь отказ в подаче воздуха, и как следствие отказ в работе всего устройства. Лицевая часть 8 служит средством непосредственной изоляции органов дыхания и зрения и обеспечивает воздухообмен с окружающим пространством посредством системы клапанов вдоха и выдоха, отказ в работе которых неизбежно повлияет на работоспособность всего аппарата. Таким образом, обеспечивается открытый цикл воздухообмена дыхательного аппарата с окружающим пространством и защитой органов дыхания и зрения его пользователя. Остальные структурные элементы входящие в состав СИЗОД и указанных в [2], [3] (спасательное устройство, быстро-разъемные соединения, воздуховоды (капилляры) высокого и редуцированного давления) своим конструктивным состоянием и технологическим исполнением из сложившейся практики эксплуатации и практического применения менее подвержены отказам в результате воздействия опасных факторов пожара, огнетушащих и иных опасных веществ.

1.1. Построение структурной схемы надежности СИЗОД

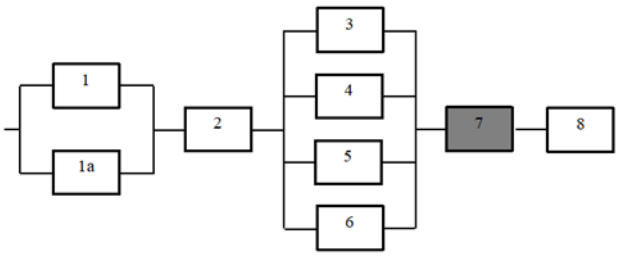


Рисунок 1 Структурная схема надежности СИЗОД (общая)

1 – рамка, подвесная система;
2 – воздушный баллон;
3 – редуктор;
4 – сигнальное устройство;
5 – манометр;
6 – адаптер;

7 – легочный автомат;
8 – лицевая часть

1.2. Структурная схема надежности легочного автомата СИЗОД

Отдельно рассмотрим структурную схему надежности легочного автомата ПТС "Профи"-М, как наиболее ненадежной составляющей части дыхательного аппарата. Схему, указанную на (Рис.2) можно описать исходя из принципа работы легочного автомата, указанного в [2]. При этом постараемся выявить наиболее подверженные отказам и, как следствие, подлежащие оптимизации компоненты данного узла СИЗОД.

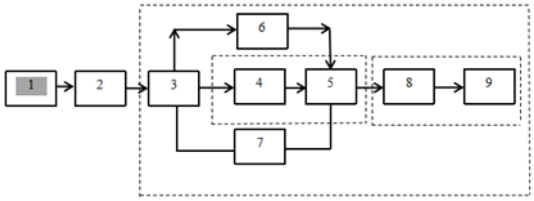


Рисунок 2 Структурная схема надежности легочного автомата СИЗОД ПТС "Профи"-М

1 – крышка с облицовкой;
2 – кнопка дополнительной подачи воздуха «байпаса»;
3 – пружины захватные в кнопке дополнительной подачи воздуха «байпаса»;
4 – мембрана;
5 – диск жесткости;
6 – пружина мембранная;
7 – пружина возвратная в кнопке дополнительной подачи воздуха «байпаса»;
8 – коромысло;
9 – седло клапана.

Крышка 1 скреплена резьбовым соединением и штифтом, с корпусом легочного автомата. Облицовка защищает крышку 1 от механических повреждений, но конструктивно они не связаны. При этом выход из строя крышки 1 без облицовки повлияет на работоспособность легочного автомата. Кнопка дополнительной подачи воздуха «байпаса» 2, при включении позволяет осуществить дополнительную подачу воздуха, а отказ ее работы приводит к невозможности работы владельца СИЗОД в нештатных ситуациях. Пружины в кнопке «байпаса» 3, осуществляют фиксацию мембраны 4 в рабочем положении. Выход из строя позиции 3 повлияет на дальнейшую работоспособность мембраны 4 и легочного автомата в целом. При вдохе редуцированное давление попадает в полость под мембраной, а после потребления порции воздуха пользователем аппарата в результате разряжения возвращается в исходное положение. Не корректное функционирование мембраны 4 в рабочем и аварийном режимах неизбежно повлияет на работоспособность легочного автомата. Диск жесткости 5, конструктивно встроенный в мембрану 4, осуществляет устойчивую работу пружины 6 в рабочем режиме. Выход из строя диска жесткости 5 и мембраны 4, как функционально необходимых двух связанных элементов, неизбежно повлияет на работу легочного автомата. Пружины мембранная 6 и возвратная 7 (в корпусе кнопки) зависят от работоспособности пружин в кнопке «байпаса» 3 и, действуя не зависимо друг от друга, обеспечивают надежность мембраны 4 с диском жесткости 5 во всех режимах работы. На работу легочного автомата пружина мембранная 6 повлияет при ее отказе в рабочем режиме, а возвратная 7 (в корпусе кнопки) - при ее отказе в аварийном режиме. Коромысло 8 продавливается диском жесткости 5 внутрь седла клапана 9 и обеспечивает подачу порций воздуха редуцированного давления внутрь полости легочного автомата. Отказ в работе коромысла 8 и седла клапана 9, как функционально необходимых двух элементов - неизбежно повлияет на работу легочного автомата, так как повлечет сбой в подаче воздуха при любых режимах работы. Таким образом, обеспечивается функционал легочного автомата дыхательного аппарата ПТС "Профи"-М в нормальном и аварийном режимах.

Остальные структурные элементы, входящие в состав легочного автомата и указанные в [3] (корпус, гайки, уплотнительные кольца, штифт) своим конструктивным состоянием и технологическим исполнением менее подвержены отказам при их работе в составе вышеуказанного узла СИЗОД.

1.3. Расчет вероятности безотказной работы (P) и вероятности отказов (Q) структурных элементов и СИЗОД как единой системы.

Согласно разработанной и описанной выше общей структурной схемы надежности СИЗОД, а также по данным статистики эксплуатации отдельно взятого структурного подразделения пожарной охраны (местного или территориального гарнизона) вероятность безотказной работы (P) и вероятность отказов (Q) эксплуатируемых СИЗОД, как единой системы, можно рассчитать, исходя из соответствующих вероятностей его структурных элементов по формулам (1.1), (1.2) соответственно:

$$P(t) = (1-(1-p_1)(1-p_1))p_2(1-(1-p_3)(1-p_4)(1-p_5)(1-p_6))p_7p_8;$$
(1.1)

$$Q = 1 - P(t) \qquad (1.2)$$

Вероятность безотказной работы структурных элементов ПТС «Профи-М» можно получить как разницу числа СИЗОД и числа отказов деленное на общее их количество формула (1.3).

$$P_1 = \frac{N-n(t)}{N_0}; \quad (1.3)$$

где, N – число объектов в начале испытания;

N – общее число объектов;

n(t) – число отказавших объектов за время t.

2. ВЫВОДЫ ПО ПРОВЕДЕННОМУ АНАЛИЗУ НАДЕЖНОСТИ СИЗОД, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сложившаяся практика по проведению государственных закупок (контрактов) для нужд различных Министерств в том числе МЧС России основана на анализе конкурсной документации, главным критерием отбора оборудования в которой является его стоимость, а также величина эксплуатационных затрат. Однако для обеспечения ПСП МЧС России средствами спасения, данная практика может быть применима лишь от части, поскольку более дешёвое в закупке и эксплуатации пожарно-технического оборудования (ПТО) не обязательно сможет обеспечить максимально эффективное и безопасное проведение ТП и АСР. Именно поэтому и актуален физико-химический анализ материалов комплектующих частей СИЗОД для последующего обоснования выбора материалов и, как следствие, для совершенствования технического оснащения подразделений МЧС России тушении пожаров и ликвидации ЧС. Такой анализ и выявление наиболее не защищенной комплектующей части СИЗОД позволит сократить тяжесть последствий аварий и ЧС, в частности, сократит до минимально возможных значений ущерб от гибели и травм из-за применения более надёжного и предпочтительного ПТО, изготовленного наиболее рациональным образом [5]. «Процедура выбора СИЗОД должна включать оценку его совместимости с другими СИЗ. Предпочтение должно отдаваться тем СИЗОД, которые, как указано изготовителем, предназначены для ношения с другими СИЗ. Для этой цели лучше всего подходят комплексные СИЗ при условии, что они прошли проверку на адекватность и применимость. Например, аппараты, работающие от магистрали сжатого воздуха, и СИЗОД с принудительной подачей воздуха могут применяться в комплексе со средствами защиты головы и лица» [6]. Наиболее точно это наблюдается в случае пожарных и спасателей, когда темпы и эффективность АСР при тушении пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций зависят от значительного числа опасных факторов [7]. В связи с этим выбор предпочтительных СИЗОД по параметрам их надежности при ограниченных ресурсах имеет одно из наиболее важных значений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

средства индивидуальной защиты (СИЗ), пожарно-спасательные подразделения (ПСП), газо-воздушная смесь (ГВС), средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), Государственная противопожарная служба (ГПС МЧС России), вероятность безотказной работы (P), вероятность отказов (Q), тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ (ТП и АСР), пожарно-техническое оборудование (ПТО).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТР ЕАЭС 043/2017 Технический регламент ЕАС «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» [Электронный ресурс]https://docs.cntd.ru/document/456080708?ysclid=l9e4y45kfm113696171 Режим доступа: (дата обращения 10.10.2023);

2. ГОСТ Р 12.4.186-2012 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Аппараты изолирующие автономные со сжатым воздухом. Технические требования. Методы испытаний. Маркировка. Правила отбора – М.: Стандартинформ, 2014. – 32 с.;

3. Паспорт и руководство по эксплуатации на дыхательный аппарат на сжатом воздухе ПТС "Профи"-М (ПТС 61.00.00.000 РЭ) [Электронный ресурс] Режим доступа https://pto-pts.ru/dykhatelnye-apparaty-so-szhatym vozdukhom/tproduct/339569481-466199011387-pts-profi-m (дата обращения 10.09.2023);

4. ГОСТ 27.002-2015 “Надежность в технике. Термины и определения” / В.А. Нетес, В.Л. Шпер, Ю.И. Тарасьев, Г.Ф. Ковалев, Г.А. Федотова и др. - М.: Стандартинформ, 2016. - 29 с.;

5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.4.299-2015 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию – М.: Стандартинформ, 2019. – 83 с.;

6. Сараев И.В. Разработка методики выбора средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных на основе показателя относительной общей пользы / И.В. Сараев, А.Г. Бубнов // Технологии гражданской безопасности. – 2017. – № 1. С. 76–79.. (дата обращения 10.09.2023);

7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: [Федер. закон: принят Гос. Думой 22 июля 2008 г.: по состоянию на 13 июля 2021 г.]. – М.: Техноэксперт, 2015. – 87 с.

УДК 66.047.7

М.В. Исаев

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», г. Москва, ул. Садовническая, д. 33, стр. 1, Россия (1)
Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Бийск, ул. им. Героя Советского Союза Трофимова, 27, Россия (2)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОТНЫХ ШЕРСТЯНЫХ СУКОННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

АННОТАЦИЯ

Работа относится к совершенствованию производства материалов для изготовления средств индивидуальной защиты. Объектом является типовая плотная шерстяная суконная ткань специального назначения (сукно шинельное). Повышение эффективности производства при сохранении качества материалов для средств индивидуальной защиты возможно при совершенствовании процесса сушки, который является самым энергоёмким и негативно влияет на техносферу. Показана возможность сокращения продолжительности процесса сушки до 3-х раз при существенном понижении температуры сушильного агента за счёт интенсификации процесса ультразвуковым полем. При этом происходит повышение производительности, снижение тепловых выбросов в рабочей зоне и в окружающую среду, снижение расхода электроэнергии и водяного пара. Подана заявка на изобретение «Способ сушки плотных суконных тканей с применением ультразвукового поля» № 2023124488 от 22.09.2023.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

Шерстяная суконная ткань специального назначения (сукно шинельное) [1] используется для изготовления СИЗ: Рукавицы суконные для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.010-75. Костюм мужской суконный для защиты от кислот ГОСТ З 12.4.251-2013. Защитные свойства - К-80. Костюм металлурга суконный для защиты от повышенных температур ГОСТ 12.4.045-87 тип "В". Защитные свойства - Тит 2. Защитные костюмы соответствуют требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», имеют соответствующие сертификаты № ТС RU C-RU.AB15.B.00491, серия RU № 0103458; № ТС RU C-RU.AB15.B.00492, серия RU № 0103459.

В промышленных условиях текстильных фабрик сушка плотных суконных тканей для СИЗ проводится при температуре до 145-150°С. Применение столь высокой температуры процесса сушки ведёт к значительному расходу электроэнергии, увеличению тепловых выбросов в рабочей зоне и в окружающую среду. Анализ экологической и производственной безопасности на текстильных предприятиях показывает, что процесс сушки является не только одним из самых энергоёмких, но и наиболее травмоопасным процессом. При сокращении продолжительности процесса сушки работник, находящийся непосредственно рядом с сушильной машиной, меньшее время будет подвергаться воздействию негативных факторов производственной среды. Несмотря на все разнообразие и эффективность средств индивидуальной и коллективной защиты от механических, термических, электрических, шумовых, вибрационных воздействий на организм человека в процессе сушки, не перестаёт быть актуальной и защита временем. Один из важных путей совершенствования тепломассообменного оборудования – это внедрение эффективных способов интенсификации тепломассообмена, среди этих методов важное место занимает применение физических полей, в том числе ультразвукового поля. Интенсификация сушки с помощью физических полей способствует улучшению состояния здоровья работников, т.к. сокращается продолжительность процесса, снижаются вредные выбросы в рабочей зоне и в окружающую среду.

1.2 Актуальность

Решение актуальной задачи повышения энергоресурсоэффективности в текстильной промышленности и обеспечения рационального и экологически ответственного использования энергии и сырьевых ресурсов невозможно без совершенствования процесса сушки, который является самым энергоёмким на текстильных предприятиях и от которого во многом зависит качество готового материала. Энергосбережение при сушке материала является только одной из решаемых задач при проектировании и эксплуатации сушильных установок наряду с д такими как: обеспечение необходимого качества продукта; достижение высокой производительности установки, чтобы производство было высокорентабельным; сокращение габаритов и капитальных затрат на установку; экологичность и безопасность при эксплуатации установки. Процесс сушки текстильных материалов сопровождается высоким потреблением электроэнергии, а также тепловыми выбросами, что способствует негативному воздействию в рабочей зоне и на окружающую среду. Внедрение мер по повышению энергоэффективности процесса сушки является перспективным способом борьбы с ростом карбонового следа. Ультразвуковое воздействие является одним из самых эффективных способов интенсификации технологического процесса сушки

текстильных материалов. Благодаря понижению температуры количество тепловых выбросов, выделяемых в рабочей зоне и в атмосферу, значительно уменьшается. Следовательно, текстильные предприятия смогут положительно повлиять на экологическую безопасность, в частности, на карбоновый след. За одно и то же время текстильная фабрика сможет получить больше готовой ткани для СИЗ при улучшении условий труда, что является важным фактором. Результаты работы представляют научный интерес и могут использоваться при модернизации существующих и создании новых промышленных установок для эффективной сушки плотных шерстяных суконных материалов для СИЗ, в том числе с применением ультразвуковой интенсификации.

1.3 Цель проведения исследований

Основной целью работы является повышение энергоэффективности и техносферной безопасности производства плотных шерстяных суконных тканей для средств индивидуальной защиты при интенсификации инновационным способом процесса сушки, который является самым энергоёмким и одним из наиболее вредных на текстильных предприятиях, от которого во многом зависит качество готового материала для СИЗ.

1.4 Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Обоснованный выбор способа интенсификации процесса непрерывной сушки плоских текстильных материалов для повышения его энергоэффективности при сохранении качества готового материала.

2. Проведение экспериментальных исследований процесса непрерывной сушки при различных температурах и скоростях сушильного агента с использованием ультразвука для интенсификации на специальной модельной установке. Установление рациональных комбинаций теплового конвективного нагрева и ультразвукового воздействия на кинетику процесса сушки. Проведение сравнительного анализа режимных параметров.

3. Оценка экологической и производственной безопасности интенсифицированного процесса сушки.

4. Ориентировочная оценка экономической эффективности использования ультразвуковой интенсификации на действующих сушильных машинах для плотных суконных шерстяных тканей для СИЗ.

5. Подготовка и подача заявки на получение патента на изобретение.

1.5 Результаты исследований. Оценка экологической и производственной безопасности интенсифицированного процесса сушки. Ориентировочная оценка экономической эффективности

Экспериментальные исследования процесса сушки проводились в центре ультразвуковых технологий Бийского технологического института на специально созданном стенде для изучения непрерывной акусто-конвективной сушки плоских текстильных материалов. Проведена большая серия опытов. Результаты анализа экспериментальных кривых кинетики сушки позволили определить, что наиболее эффективным для изученного объекта является комбинированное воздействие (ультразвуковое и тепловое) при температуре сушильного агента (воздуха) 80°С, что существенно ниже производственных температур. Скорость сушильного агента может составлять 6 м/с [2, 3]. На рисунке 1 представлена схема специального экспериментального стенда.

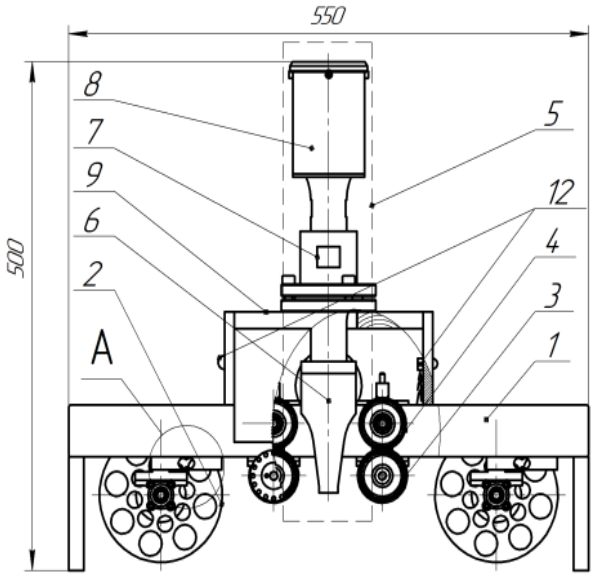


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда для исследования процесса непрерывной сушки тканей
1 – рама; 2 – бобины для намотки ткани;
3 – протяжной ролик; 4 – прижимной ролик;
5 – ультразвуковая колебательная система;
6 – ультразвуковой рабочий инструмент;
7 – концентратор; 8 – пьезоэлектрический преобразователь; 9 – кронштейн ультразвуковой колебательной системы; 12 – форсунки для распыления жидкости

Технический результат, заявленный как ноу-хау [5], достигается за счет того, что сушка суконной шерстяной ткани для СИЗ плотностью 760 – 800 г/м^2 проводится при ультразвуковом воздействии десяти источников ультразвука с частотой ультразвукового колебания 20 кГц и амплитудой колебаний рабочего инструмента ≥70 мкм, с одновременной противоточной подачей со скоростью 6 м/с горячего воздуха, нагретого до температуры 80°С. Проанализированы и аппроксимированы опытные данные по кинетике сушки типовой плотной шерстяной ткани. Рассмотрены вопросы экологической и производственной безопасности процесса сушки, в том числе с интенсификацией ультразвуковым воздействием. Экономическая эффективность от интенсификации процесса сушки при различной годовой производительности фабрики представлена в таблице 1. Проведённый

экономический анализ показывает, что при внедрении ультразвуковых аппаратов в сушильно-ширильную машину будет происходить уменьшение затрачиваемой электрической энергии, так как продолжительность работы центробежных вентиляторов будет снижена. Также сократятся расходы тепла для нагревания воздуха за счёт понижения температуры сушильного агента. При использовании десяти ультразвуковых излучателей время процесса сушки в реальной сушилке сократится на 65-70%, производительность средней фабрики увеличится, например, с 150000 до 225000 погонных метров в год.

Таблица 1 – Экономическая эффективность процесса сушки ультразвуковым полем при различной годовой производительности фабрики

Производительность, пог. м/год	180 000 (при увеличении в 1,2 раза)	225 000 (при увеличении в 1,5 раза)
Увеличение производительности, пог. м/год	30 000	75 000
Экономия, руб/год	11 100 000	27 750 000
Срок окупаемости капитальных затрат, мес.	~ 5	~ 2

При внедрении ультразвуковых излучателей в сушильно-ширильную машину (СШМ) температура сушильного агента может быть понижена со 130-145°С до 80°С, скорость сушильного агента может быть снижена с 8,5 м/с до 6 м/с. При этом будет происходить уменьшение расхода электрической энергии (продолжительность работы центробежных вентиляторов будет снижена), уменьшатся затраты тепла (паровые калориферы будут нагревать сушильный агент до 80°С, а не 130-145°С). За одно и то же время текстильная фабрика сможет получить больше готовой ткани, что является важным фактором. Сравнение параметров процесса сушки без интенсификации и с интенсификацией ультразвуковым полем представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры процесса сушки без интенсификации и с интенсификацией ультразвуковым полем

Параметр	Без интенсификации	С интенсификацией
Температура сушильного агента, °С	130	80
Скорость сушильного агента, м/с	8,5	6
Производительность, пог. м/год	150 000	225 000
Требуемая мощность калорифера, кВт	278,7	146
Расход теплоты для нагревания воздуха, Вт	236 142	133 274

Интенсификация процесса сушки позволит повысить производственную и экологическую безопасность производства материалов для СИЗ. Для безопасности применения ультразвука в качестве интенсификатора, необходимо соблюдать требования к охране труда при использовании физических полей. Важную роль играет выбор параметров ультразвукового воздействия, что реализовано в работе. В результате математической обработки результатов эксперимента получены уравнения, позволяющие прогнозировать эффективности процесса при различных режимных параметрах [4].

2. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технический и научный результат, заявленный как ноу-хау [5], представляет научный и практический интерес и может использоваться при модернизации существующих и создании новых промышленных установок для эффективной сушки текстильных материалов для СИЗ, в том числе с применением ультразвукового воздействия. Рассмотрены вопросы экологической и производственной безопасности процесса сушки с интенсификацией ультразвуковым воздействием. Показано, что при интенсификации процесса снижаются затраты энергии, водяного пара, уменьшаются тепловые выбросы, негативный вклад в образование карбонового следа, улучшаются параметры микроклимата в рабочей зоне и др. В результате математической обработки результатов эксперимента получены уравнения, позволяющие прогнозировать эффективности процесса сушки при различных режимных параметрах [4]. Материалы работы представлены на международных и всероссийских конференциях, опубликованы в их трудах. Имеются публикации в научных изданиях, индексируемых в международных базах данных. Подана заявка на изобретение «Способ сушки плотных суконных тканей с применением ультразвукового поля» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 27542-87 Ткани суконные чистошерстяные и полушерстяные ведомственного назначения.

2. Исаев М.В. Повышение эффективности процесса конвективной сушки плотных шерстяных тканей / М.В. Исаев, М.К. Кошелева, А.В. Шалунов // Тезисы докладов Всероссийской школы-конференции молодых ученых «ДНИ НАУКИ В ИГХТУ», 24-28 апреля 2023 года. - Иваново, Ивановский государственный химико–технологический университет, 2023. – С. 419 (конференция включена в список мероприятий, для

предоставления президентских грантов по программам магистратуры).

3. M. Kosheleva, A. Shalunov, O. Dornyak, M. Isaev, S. Terentiev Kinetics of contact ultrasonic drying of thick woolen fabric. E3S Web of Conf. V. 389. Art. N. 01008. (2023). DOI: 10.1051/e3sconf/202338901008.

4. Кошелева М.К., Шалунов А.В., Дорняк О.Р., Исаев М.В. Влияние ультразвука на кинетику непрерывной конвективной сушки плоских волокнистых материалов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2023. – Т. 29, № 2. – С. 263-271. DOI: 10.17277/vestnik.2023.02.pp. 263-271 (ВАК).

5. Заявка 2023124488, 22.09.2023, Российская Федерация. Способ сушки плотных суконных тканей с применением ультразвукового поля / Кошелева М.К., Шалунов А.В., Исаев М.В., Новикова Т.А.; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», приоритет от 22.09.2023.

УДК 62-784.22

К.В. Касьянов

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет»,
г. Ижевск, ул. Студенческая, 11, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

АННОТАЦИЯ

Работа относится к сфере охраны труда и технике безопасности персонала, а именно средствам защиты при проведении сварочных работ даже в самых жестких и сложных условиях за счёт внедрения инноваций для защиты лица, органов зрения и дыхания сварщика с исследованием параметров в рабочей зоне и работы вентиляционной системы. Осуществлены замеры и расчёт характеристик, приводятся рекомендации, направленные на улучшение условий труда за счёт применения средств защиты при проведении сварочных работ в Удмуртском ГАУ.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

К вредным и опасным производственным факторам в сварочном цехе относятся [4,8]: твердые и газообразные токсические вещества в составе сварочного аэрозоля, интенсивное излучение сварочной дуги в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное), интенсивное тепловое (инфракрасное) излучение свариваемых изделий и сварочной ванны, искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака, электромагнитные поля, ультразвук, шум, статическая нагрузка.

В зону дыхания сварщиков и электрогазорезчиков могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы различные металлы (железо, марганец, кремний, хром, никель, медь, титан, алюминий, вольфрам и прочие), их окисные и другие соединения, а также газообразные токсические вещества (фтористый водород, тетрафторид кремния, озон, окись углерода, окислы азота).

Воздействие на организм твердых и газообразных токсических веществ в составе сварочных аэрозолей может явиться причиной хронических и профессиональных заболеваний [3,9].

1.2 Актуальность

Жизнь и здоровье - самое дорогое, что есть у человека. Средства защиты помогают их уберечь и сохранить, чтобы работник мог жить, работать и достигать новых вершин в своём профессиональном развитии.

Трудовой кодекс Российской Федерации, в частности статья 219 гарантирует право на труд, отвечающий требованиям безопасности и гигиены. Каждый работник имеет право на обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счёт работодателя.

Статья 220 обеспечивает гарантии права работников на труд в условиях, соответствующих требованиям охраны труда. Условия труда, предусмотренные трудовым договором, должны соответствовать требованиям охраны труда. В случае необеспечения работника в соответствии с установленными нормами средствами индивидуальной и коллективной защиты работодатель не имеет права требовать от работника исполнения трудовых обязанностей и обязан оплатить возникший по этой причине простой в соответствии с Кодексом.

Статья 221 – на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, обувь и другие средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, которые устанавливаются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

1.3 Цель проведения исследований

Основной целью работы является исследование параметров в зоне работы сварщика, с предложением и обоснованием СИЗ, а также характеристик вентиляционной установки и подготовка предложений по ее реконструкции.

1.3 Задачи

Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

1. осуществить измерения параметров среды рабочей зоны, воздухообмена, скорости выводящегося воздуха вентиляционной установкой;
2. провести исследования производительности вентиляционной установки;
3. подготовить предложения по совершенствованию и применению средств защиты, модернизации конструкции вентиляционной установки.

2.МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении исследований использовался метод, основанный на анализе данных приборов и конструкций вентиляционных устройств, обработка результатов экспериментальных исследований контролируемых параметров в рабочей зоне, а также работа вентиляционной установки.

3.РЕЗУЛЬТАТЫ

Оборудование рабочих сварочных постов локальной системой отведения газов эффективно лишь в том случае, когда речь идет о стационарных столах.

Если постоянные посты отсутствуют и рабочим, выполняющим сварочные работы приходится постоянно перемещаться/выполнять операции на передвижных сварочных столах, то система местной вентиляции становится попросту неэффективной.

На рисунке 1 показано исследуемое рабочее место сварщика с двумя вытяжными зонтами.

Рисунок 1 **–Рабочее место сварщика в Удмуртском ГАУ**

При выборе оптимальной общеобменной схемы, учитываются все важные моменты [7], в том числе выход конвективных потоков вверх производственного помещения. Конвективные потоки могут при необходимости усиливаться посредством направленных приточных струй или направляться этими струями к воздухозаборным панелям.

Беря во внимание тот факт, что эти потоки не особо стабильны и могут быть нарушены движением масс аэрационного воздуха или охлажденным притоком, могут возникнуть сложности в борьбе за чистый воздух в зоне сварочного поста.

А если к этому прибавить то, что процесс сварки металлов сопровождается большим выделением вредных газов, копоти и пыли, единственный выход кроется в установке механической общеобменной системы вентиляции приточно-вытяжного типа с опцией обязательного подогрева приточного воздуха в холодные сезоны и применение средств индивидуальной защиты (СИЗ).

На данном сварочном участке проведены исследования. Измерения уровня шума с использованием шумомера Mastech MS6700, представленного на рисунке 2.

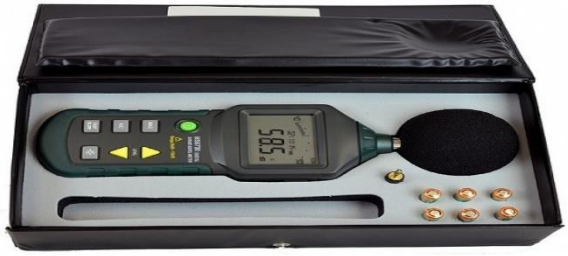


Рисунок 2 **– Шумомер Mastech MS6700**

Шумомер Mastech MS6700 предназначен для измерения уровня шума в диапазоне от 30 дБ до 130 дБ с разрешением в 0,1 дБ на полосе частот 20 Гц … 8 кГц, [1].

Шум на рабочем месте сварщика измерялся в 2-х положениях: на высоте 1м, для выполнения работ сидя; на высоте 1,5м, для выполнения работ стоя. В первом положении составил уровень шума составил 81дБ, во втором 84дБ.

В соответствии с СП 51.13330.2011 эквивалентный уровень звука для помещений с постоянными рабочими местами производственных предприятий не должен превышать 80 дБ. Данные условия труда являются вредными, [2,3].

Для обеспечения максимального уровня комфорта при использовании систем вентиляции оборудование оснащают специальными шумоглушителями,[6]. Для нормализации уровня шума при работающей вентиляции рекомендуется в воздуховод установить глушитель шума.

Измерения скорости движения воздуха проводили с использованием анемометра UNI-T UT363, представленного на рисунке 3.

Рисунок 3 – Анемометр UNI-T UT363

Переносной взрывозащищённый цифровой рудничный крыльчатый анемометр UNI-T UT363 предназначается для измерений средней скорости движения воздушных потоков в шахтах и рудниках всех категорий, в системе промышленной вентиляции, при метеорологических замерах на суше или море, [5].

Измерения проводились в 3-х разных положениях относительно рабочей позы сварщика:

1-стоя (между зонтом и столом);

2-сидя (за столом);

3-на корточках (на полу).

При измерении анемометром UNI-T UT363 скорость воздуха в сечении воздуховода диаметром 0,3 м составила для первого вытяжного воздуховода:

9,1 м/с в 1ом положении;

8,9м/с во 2 ом положении;

7,9м/с в 3ем положении; данные для второго вытяжного воздуховода сведены в таблицу 1.

С учетом наличия в системе вентиляции двух вытяжных воздуховодов (рисунок 1) воздухообмен вентиляционной установки определялся по следующей формуле:

$$L=2V\left(\frac{D}{2}\right)^2, \qquad (1)$$

где v– скорость движения воздуха, м/с;

D– диаметр воздуховода, м.

$$L_{1.1}= 2*9,1*3,14*\left(\frac{0,3}{2}\right)^2 = 1.28\left(\frac{м^3}{с}\right),$$

остальные расчётные величины сведены в табл. 1

Таблица 1- **Расчётные параметры воздухообмена вентиляционной установки первого и второго вытяжных воздуховодов**

Первый вытяжной воздуховод	**Скорость движения воздуха, м/с**	**Воздухообмен, м³/с**
1.1	9,1	1,28
1.2	8,9	1,25
1.3	7,9	1,11
Второй вытяжной воздуховод		
2.1	9,5	1,34
2.2	9,0	1,27
2.3	8,4	1,18

4.РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анализ измеренных и вычисленных данных, представленных в таблице 1 показывает, что для того, чтобы улучшить воздухообмен и удаление загрязнённого воздуха требуется установить вентиляционные зонты на 30 см ниже имеющегося рабочего положения.

С целью улучшения эргономического состояния рабочего места сварщика необходимо предусмотреть возможность плавного – многоступенчатого приводного изменения положения зонтов. Рекомендацией по снижению уровня шума будет являться установка шумоглушителей, которые так же монтируются в вентиляционную систему. Благодаря этому шумовое воздействие на рабочем месте не будет превышать уровень в 80дБ, не создавать нагрузку на центральную нервную систему и вызывать неврозы.

Предлагается для применения на исследуемом сварочном посту в качестве СИЗ использовать систему фильтрации и принудительной подачи воздуха для защиты органов дыхания - сварочный щиток 3M™ Speedglas™ 9100 AIR с блоком подачи очищенного воздуха 3M™ Adflo™, рисунок 4

Рисунок 4– Сварщик с предлагаемыми СИЗ

Серия светофильтров 3M™ Speedglas™ 9100 обеспечивает хороший обзор во всех режимах сварки обладает превосходными оптическими свойствами в сравнении со сварочным щитком 3M™ 10V.

Сравнение осуществлялось при выполнении ручной дуговой сварки покрытым электродом (ММА), при полуавтоматической сварке в среде инертного/активного газа (MIG/MAG). Опрос проводился методом анонимного анкетирования в группе обучения на сварщика из 15 человек

Также было отмечено, что в 3M™ Speedglas™ 9100 AIR с блоком подачи очищенного воздуха 3M™ поток воздуха из среднего канала исключает возможность запотевания фильтра, а два боковых канала равномерно подают воздух к области рта и носа сварщика. Подача воздуха производится непосредственно в зону вдыхания, что позволяет добиться высокой степени защиты органов дыхания. Диффузор разделяет воздушный поток, обеспечивая максимальный комфорт сварщика. Быстрый подъём светофильтра открывает большое (17*10 см) поле зрения, что позволяет выполнять, например, шлифовку металла в условиях слабой освещённости при постоянной защите органов дыхания.

В стандартной комплектации в крышку фильтра встроена защита от искр для

предотвращения прожигания фильтра, что особенно актуально при работе в стеснённых условиях, а фильтр аэрозольный P SL класса P3, обеспечивает защиту от 50-кратного превышения ПДК.

Работая в щитке 3M™ Speedglas™ 9100 сварщик, не напрягая органы зрения видит шов, полностью контролирует процесс и состояние дуги.

Благодаря автоматически затемняющемуся светофильтру исключается необходимость постоянно поднимать щиток в процессе работы, тем самым сварочный процесс происходит максимально качественно и быстро, при этом обеспечивается постоянная защита от вредоносных УФ и ИК излучений для работника независимо от того, находится светофильтр в незатемнённом, затемнённом или автоматически затемняющемся состоянии. Есть возможность использовать вместе со сварочными респираторами 3M™ 9925.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Mastech MS6700–шумомер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elizpribor.ru/catalog/ nerazrushaushiy-ekologicheskiy-kontrol/shumomery/ shumomery-center/center-321.htm. (дата обращения: 18.09.2023).

2 Храмешин, А. В. Анализ и оценка пожарной опасности производственных процессов по дисциплине "Пожарная безопасность" / А. В. Храмешин, С. П. Игнатьев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 томах, Ижевск, 13–16 февраля 2018 года / ФГБОУ ВО Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. Том III. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 299-301. – EDN XNFYSD.

3 Безопасность проведения научных исследований: [Электронный ресурс] / С. П. Игнатьев, А. В. Храмешин, А. А. Мякишев. – Электрон. дан. – // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы национальной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2020. - С. 131-139

4 Моделирование чрезвычайных ситуаций: Методические указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Техносферная безопасность», квалификация бакалавр. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – 68 с. – EDN AUDRBI.

5 UNI-T UT363 анемометр переносной рудничный взрывозащищённый крыльчатый цифровой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gidrometpribors.ru/APR2.html?utm _source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=3595274&utm_content=426899565&utm_term=АПР%202%20анемометр&type=search&source=none&added=no&block=premium&position=1&keyword=АПР%202%20анемометр&yclid=13737371866665320447/ (дата обращения:19.09.2023).

6 Шаптала, В.В. Устройства и процессы вентиляции при выполнении электросварочных работ / В.В. Шаптала, Е.Е. Хукаленко, Н.Н. Северин, Ю.М. Гусев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2020. - №9. – С. 21-29.

7 Храмешин, А. В. Пожарная безопасность: Дистанционный курс на платформе Moodle / А. В. Храмешин. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – EDN YEITPI.

8 Касьянов, К. В. Совершенствование системы вентиляции рабочего места сварщика / К. В. Касьянов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: Сборник статей / Отв. за выпуск Н.М. Итешина. Том 1 (14). – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 2203-2207. – EDN QHFLVK.

9 Касьянов, К. В. Исследование системы вентиляции рабочего места сварщика / К. В. Касьянов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: Сборник статей / Отв. за выпуск Н.М. Итешина. Том 1 (16). – Ижевск: Удмуртский государственный аграрный университет, 2023. – С. 1264-1268. – EDN ATPTJI.

УДК 331.453

Г. Е. Качкаев[1], Е. С. Дорофеев[1], И.Д. Балясников[2], В. А. Куклев[1]
[1] Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева,
[2] Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск Россия

ПРОЕКТ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИЗ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГАЗООПАСНЫХ РАБОТ

АННОТАЦИЯ

В системе «человек-машина-среда» на безопасность работника оказывает уровень техногенного риска, который сопровождает любой технологический процесс. Сформулированы предложения по использованию технических средств контроля безопасности. Предложено устройство, расширяющее возможности средств индивидуальной защиты работника по контролю безопасности выполняемых работ, Сформулированы обобщающие выводы.

1. Материалы и методы исследования

Известно, что в рамках промышленной безопасности любой технологический процесс (ТП) рассматривается с позиций надежности технических систем и техногенного риска. Одновременно ТП может быть источником вредных и опасных производственных факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на работающих; такие воздействия рассматриваются в рамках охраны труда, под которой понимается система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. На основе анализа обеспечения безопасности технологических процессов и производств, связанных с эксплуатацией сложных технических систем, выявлена специфика реализации требований при выполнении работ повышенной опасности, что обусловило цель исследования – выявление возможностей расширения сервисно-эксплуатационных возможностей средств индивидуальной защиты органов дыхания, позволяющих повысить эффективность их применения. Объектом исследования является процесс сохранения жизни и здоровья работника при выполнении газоопасных работ.

В ходе производственных практик по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности курсантам, обучающимися по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля подготовки «Безопасность технологических процессов и производств» проанализированы требования к проведению работ повышенной опасности, которые также нуждаются в средствах объективного контроля безопасности работающих [1,9].

Многофакторность исследуемой проблемы обусловила необходимость применения комплекса исследовательских методов: теоретического анализа; моделирования, проектирования, обобщения и систематизации; изучения документов и отчетов.

Например, были рассмотрены сложные технические системы водоснабжения и канализации (СВК), являющиеся неотъемлемыми элементами современного хозяйства и призванными обеспечивать необходимые процессы человека. Известно, что при эксплуатации сооружений и СВК хозяйства необходимо учитывать наличие и возможность воздействия опасных и вредных производственных факторов, влияние которых может привести к несчастным случаям. В организациях СВК одной из главных проблем является выполнение работ в колодцах. Статистика свидетельствует о том, что в последние годы участились несчастные случаи с тяжелыми последствиями и смертельным исходом при работах на водопроводных и канализационных коллекторах.

Проведенный анализ показал, что работы, связанные со спуском в колодцы, камеры и другие емкостные сооружения, должны выполняться бригадой, состоящей минимум из трех проинструктированных рабочих. Один из членов команды должен находиться непосредственно в сооружении, другой наблюдать за ним с поверхности и поддерживать связь с помощью сигнального каната или других средств. Третий член бригады обеспечивает работника в емкостном сооружении необходимыми инструментами и материалами, следит за работой транспорта и при необходимости оказывает помощь другим сотрудникам.

Выявленная проблема стала составной частью проектной и научно-исследовательской деятельности курсантов, обучающихся в вузе, для чего организована работа научно-технического кружка, предназначенного для совершенствования учебного процесса и повышения его наглядности. Был выполнен ряд работ [2-8}, способствующих развитию новых взглядов, реализации умных решений. Для осуществления контроля состояния работника на первоначальном этапе было предложено использовать технические средства: систему подачи сигнала (пульт подачи сигнала и приемник, работающие одновременно), портативную радиостанцию марки

Baofeng UR-3R, а также браслеты, измеряющие пульс работника.

2. Результаты и их обсуждение

В ходе исследования предложено расширить сервисные возможности СИЗ органов дыхания работника путем добавления светодиодной индикации, размещаемой внутри лицевой части защитной маски без нарушения ее герметичности.

.

3. Описание проекта

Предлагаемое устройство состоит из двух автономных блоков и выполнено на микроконтроллерах, работает следующим образом. У работника на руке закреплена ремешком с липучкой кнопка управления. Кнопка соединена гибким проводом с небольшим промежуточным модулем. К промежуточному модулю двумя гибкими проводами подключены два светодиода (при подаче сигнала на конкретный светодиод индуцирует состояние управляемого таймера: мигающий красный – для обозначения конца контролируемого отрезка времени (5 мин – рабочий интервал, 12-15 сек – интервал для проверки работоспособности устройства). Указанные светодиоды устанавливаются внутри защитной маски работника таким образом, чтобы свет мигающего красного светодиода попадал на левую сторону защитного стекла (защитной поверхности). Синий светодиод направляется на правую половину защитной поверхности. Оба светодиода крепятся внутри защитной маски с помощью двухстороннего скотча.

Основной мобильный блок управления (рис. 1) размещается в переднем нагрудном кармане работника. К нему гибким проводом подключен промежуточный блок. На основном блоке размещены: дублирующая кнопка (электрически соединенная по проводам с кнопкой управления на руке работника), белый светодиод, сигнализирующий о включенном питании устройства; мигающий красный светодиод, синий светодиод, тумблер переключения режима работы («проверка» – 12-15 секундный таймер) или «работа» (5-минутный таймер). Сбоку основного блока размещен USB-разъем для зарядки аккумулятора типа 18650. Зарядка осуществляется при выключенном питании основного блока управления с помощью внешнего источника питания напряжением 5 Вольт.

Выносной мобильный блок работает совместно с основным внешним блоком управления (рис. 2) и управляется по протоколу Wi-Fi. На выносном блоке установлены: тумблер включения питания; белый светодиод для обозначения включения питания; мигающий красный светодиод; синий светодиод; зеленый светодиод. Сбоку выносного блока размещен USB-разъем для зарядки аккумулятора типа 18650. Зарядка осуществляется при выключенном питании выносного приемного блока с помощью внешнего источника питания напряжением 5 Вольт.

Рисунок 1. Мобильный блок

Рисунок 2. Внешний блок управления

Опишем авторский алгоритм работы технического устройства на микроконтроллерах ESP WROOM 32. Вначале включаются оба блока. Основной блок управления выдает команду выносному приемному блоку быть в готовности к приему управляющих команд. На выносном приемном блоке загорается зеленый светодиод (светодиод продолжает светиться весь цикл работы). Зеленый светодиод обозначает наличие связи (синхронизации работы) между микроконтроллерами.

При первом нажатии кнопки управления одновременно запускаются два таймера (для режима работы – «проверка» - на 12-15 секунд, для режима «Работа» - на 5 минут), первый таймер – на основном блоке управления, второй таймер – на выносном приемном блоке. Одновременно на обоих блоках загораются синие светодиоды (индикация начала работы). По окончании заданного временного интервала (12-15 секунд или 5 минут) по команде с основного блока управления на обоих блоках одновременно загораются красные мигающие светодиоды. На основном блоке управления и выносном

приемном блоке параллельно красному мигающему светодиоду через транзистор для согласования уровня и тока питания подключен зуммер, который работает весь период свечения красного мигающего светодиода.

Работник видит свечение красного мигающего светодиода и слышит сигнал зуммера об окончании временного интервала, для сброса и начала нового цикла нажимает кнопку управления. Далее цикл повторяется.

Опишем финальный алгоритм работы комплекса из двух модулей, который работает в 4-х режимах. В 1-м режиме синий светодиод мигает - ожидание подключения ко второму модулю, во 2-м режиме: синий светодиод постоянно светиться - означает ожидание начала совместной работы двух модулей, В 3-м режиме зелёный светодиод горит, если обнаружен сигнал от таймера. В 4-м режиме красный светодиод мигает, если установленный таймер закончил работу в зависимости от режима (10 сек – при тесте, 300 сек – при реальной работе).

После включения устройство автоматически начинает искать второе для подключения. Как только устройства устанавливают связь между друг другом (т.е. осуществилась синхронизация двух модулей между собой) синий светодиод перестаёт мигать. Теперь устройство работает в режиме ожидания начала работы.

Для начала работы необходимо нажать на кнопку на стационарном модуле, на обоих устройствах загорится зелёный светодиод, что означает переход в состояние «таймер обнаружен». После завершения времени, установленного на таймере (10 сек или 300 сек), на обоих устройствах начинает мигать красный светодиод, а звуковой извещатель излучает звуковой тональный сигнал.

Для начала нового цикла работы комплекса (начала нового временного отрезка) необходимо нажать на кнопку на мобильном модуле комплекса, либо 2 раза нажать на кнопку внешнего модуля.

На внешнем модуле комплекса установлен двухпозиционный переключатель режима работы комплекса. В первом положении устанавливается тестовый режим (таймер установлен на 10 сек), во втором положении устанавливается режим «работа» (таймер установлен на 300 сек). На обоих модулях есть возможность отключить работу пъезодинамика с помощью двухпозиционного выключателя.

Проведенный анализ показал, что трехцветный светодиод можно закрепить двухсторонним скотчем внутри лицевой части промышленного противогаза. Во время работы цветной световой поток будет попадать на лицевую часть промышленного противогаза и визуально информировать работника о необходимости подтвердить свою способность выполнять заданную работу.

В ходе исследования выполнен экономический расчёт реализации предложенного оборудования. Охарактеризуем затраты на предлагаемое устройство: итоговая стоимость всех составляющих для прибора контроля безопасности работников составила 2.366 руб.

Исходя из стоимости комплектующих, можно оценить общую стоимость подготовки предлагаемого технического решения, которая увеличивается на стоимость разработки программного обеспечения для микроконтроллеров, которая может составлять до 100 % от стоимости комплектующих. Итоговая стоимость разработки в нашем случае может составить до 4.700 руб.

4. Выводы

Перечислим области применения устройств объективного контроля безопасности работников, дополнительно устанавливаемых на средства индивидуальной защиты органов дыхания работника: работы по обслуживанию систем водоснабжения и канализации; работы на высоте; аварийно-спасательные, огневые, земляные и газоопасные работы

Описанный перечень программно-аппаратных средств контроля безопасности, обеспечивающих непрерывное получение, обработку и передачу в режиме реального времени информации о состоянии работника позволит усовершенствовать автоматизацию, сбор и переработку данных, повысить функциональность средств индивидуальной защиты органов дыхания работающих. Исследование дополнено экономическим обоснованием предложенного оборудования.

Предлагаемое техническое устройство позволяет расширить возможности известных средств индивидуальной защиты органов дыхания работника по контролю безопасности при выполнении работ повышенной опасности.

Техническое устройство обладает научно-технической новизной, характеризуется достаточно низкой стоимостью, использует новые технические решения за счет применения микропроцессорной технологии, отличается малыми весовыми и габаритными показателями. В будущем устройство можно будет довести до вполне приемлемых мобильных размеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Контроль безопасности технологических процессов при выполнении опасных работ / Д. Х. Ахтямова, О. С. Алеевская, И. Д. Балясников, В. А. Куклев // Наставничество и экология: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченной к IX Ежегодному молодежному фестивалю в области устойчивого развития ВУЗЭКОФЕСТ, Ульяновск, 16–18 марта 2023 года / Отв. за выпуск Е.Н. Ерофеева. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2023. – С. 177-181.

2. Формирование навыков непрерывного образования через проектную деятельность в рамках экологического образования в авиационном вузе / Н. Н. Иванская, В. А. Куклев, В. А. Глушков, Е. Н. Калюкова // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018: V Международная научно-практическая конференция, Ульяновск, 18–20 апреля 2018 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2018. – С. 644-649.
3. Программно-аппаратный тренажер по изучению шума на рабочем месте / А. О. Малюгина, В. Э. Кольцова, Р. Р. Айметдинов, В. А. Куклев // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности: Материалы III Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 20 марта 2020 года. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 80-82.
4. Кольцова, В. Э. Программно-аппаратный тренажер по изучению запыленности воздуха / В. Э. Кольцова, А. О. Малюгина, В. А. Куклев // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности: Материалы III Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 20 марта 2020 года. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 82-84.
5. Нормализация параметров микроклимата в целях обеспечения производственной безопасности / М. А. Васильев, Е. А. Кулькова, В. А. Куклев, А. С. Сальников // Экология и циклическая экономика: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей, приуроченной к VIII Ежегодному молодежному фестивалю в области развития ВУЗЭКОФЕСТ, Ульяновск, 03–05 марта 2022 года / Отв. за выпуск Е.Н. Ерофеева. - г. Ульяновск, Россия: Ульяновский государственный технический университет, 2022. – С. 93-95.
6. Исследование проблематики оценки условий труда на рабочем месте водителя специального автотранспорта / О. С. Алеевская, Д. Х. Ахтямова, В. А. Куклев, А. С. Сальников // Актуальные проблемы техносферной безопасности: Сборник тезисов научных трудов IV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченная к 45-летнему юбилею кафедры «Промышленная экология и техносферная безопасность», Ульяновск, 20–25 мая 2022 года / Отв. за выпуск Е.Н. Ерофеева. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2022. – С. 33-35.
7. Обеспечение безопасности при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ на воздушном судне / Э. М. Гиматдинова, Е. О. Кондрацкий, С. К. Сафонов, В. А. Куклев // Актуальные проблемы техносферной безопасности: Сборник тезисов научных трудов IV международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченная к 45-летнему юбилею кафедры «Промышленная экология и техносферная безопасность», Ульяновск, 20–25 мая 2022 года / Отв. за выпуск Е.Н. Ерофеева. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2022. – С. 39-41.
8. Алеевская, О. С. Проект по исследованию средств инструментального контроля содержания углекислого газа в системе мониторинга условий труда на рабочем месте / О. С. Алеевская, Д. Х. Ахтямова, В. А. Куклев // Сборник трудов Конкурса научно-исследовательских работ (Конкурса НИР): Материалы Молодежной программы 26-ой Международной специализированной выставки и Форума, Москва, 06–09 декабря 2022 года. – Москва: Ассоциация разработчиков, изготовителей и поставщиков средств индивидуальной защиты, 2023. – С. 120-121.
9. Куклев, В. А. Комплекс для контроля безопасности при выполнении работником работ повышенной опасности: проблемы, поиски, решения / В. А. Куклев, И. Д. Балясников, Д. Х. Ахтямова, О.С. Алеевская // Научный вестник УИ ГА. — 2023. — № 15. — С. 83-89.

УДК 331.452

К.В. Николаев, С.С. Филимонов, Р.Р. Аскаров

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, ул. Красносельская 51, Россия

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЗОНЕ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

АННОТАЦИЯ

Работа относится к сфере проектирования средств защиты персонала опасных производственных зон и снижению рисков получения электротравм работниками производственных предприятий. Предложен способ модернизации технологических защит с помощью внедрения цифровых устройств. Результатами модернизации являются обеспечение большей гибкости настройки технологических защит, экономия капитальных вложений в организацию технологической защиты и улучшение эргономики щита с аппаратами технологической защиты. Спроектирован учебный стенд на базе цифрового устройства программируемого логического контроллера ONI, который демонстрирует преимущества современной технологической защиты перед классическим её исполнением.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Введение

На производстве работники часто сталкиваются с опасными производственными факторами. Перед разработчиками средств защиты стоит важная задача по ограничению воздействия опасных производственных факторов и снижению рисков получения травм.

Сфера охраны труда и техники безопасности предусматривает различные способы сохранения жизни и здоровья рабочих. Первичным способом защиты работника являются организационные мероприятия (ознакомление с инструкциями и требованиями по технике безопасности: общими, целевыми и др.). Такой способ защиты не должен быть единственным, т.к. он не исключает «человеческий фактор» и умышленные нарушения правил ОТ и ТБ, например, для экономии времени и т.п. Для повышения безопасности персонала устанавливают технологические защиты, в некоторой степени исключающие «человеческий фактор».

В нашей работе большее внимание уделено таким производственным зонам, где опасным производственным фактором является высокое напряжение. Высокое напряжение составляет большую опасность для жизни и здоровья человека. Для предотвращения несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, в электроустановках используют: блокировки, технологические защиты и системы сигнализации.

1.2. Цель работы

В данной работе рассмотрим проектирование технологической защиты высоковольтной зоны учебно-исследовательской лаборатории в Казанском государственном энергетическом университете. В высоковольтной зоне установлены две ячейки типа КСО-366 У3 с выводами учебных кабельных линий среднего напряжения. В лаборатории проводится обучение испытаниям и диагностике кабельных линий 10 кВ, т.е. в рамках лабораторных работ на кабельные линии подаётся высокое напряжение, которое и является опасным производственным фактором. Напряжение на кабельные линии подаётся диагностической установкой BAUR frida TD, которая способна генерировать напряжение до 24 $кВ_{дейст}$ (до 34 $кВ_{пик}$) [2]. Высоковольтная зона ограждена стеклянной перегородкой. (рисунок 1). Согласно требованиям техники безопасности для ЭТЛ [3] и, ввиду того что в лаборатории могут находиться люди, которые только получают квалификацию, высоковольтную зону лаборатории необходимо оснастить технологической защитой.

Рисунок 1 –Высоковольтная зона учебно-исследовательской лаборатории по испытаниям и диагностике кабельных линий.

1.3. Формирование технического задания

Для защиты от случайных прикосновений к опасным открытым токоведущим частям была установлена стеклянная перегородка, ограничивающая рабочую зону, её металлический каркас заземлён.

Но по требованиям техники безопасности (ТБ) для ЭТЛ [3], такая степень защиты является недостаточной, так как человек проводящий опыт под влиянием «человеческого фактора» может войти в рабочую зону во время поданного высокого напряжения и оказаться под воздействием опасного производственного фактора.

В целях обеспечения безопасности была организована автоматизированная технологическая защита, которая оберегает человека за счёт того, что реализует сценарии, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Сценарии работы технологической защиты

№ п/п	Условия работы технологической защиты	Действия технологической защиты
1.	– Останов технологической защиты (состояние готовности)	– Отсутствие питания высоковольтной установки; – Зелёный световой сигнал; – Отсутствие звукового сигнала
2.	– Пуск технологической защиты; – Дверь закрыта(замкнут концевой выключатель)	– Включение питаниявысоковольтной установки; – Красный световой сигнал; – Кратковременный звуковой сигнал
3.	– Пуск технологической защиты; – Дверь открыта (замкнут концевой выключатель)	– Отключение питаниявысоковольтной установки; – Красный мигающий световой сигнал; – Непрерывный звуковой сигнал

1.4. Предложение по модернизации (цифровизации) технологических защит

Особенностью спроектированной защиты является то, что одним из элементов защиты является программируемый логический контроллер (далее - ПЛК) фирмы ONI, который выступает альтернативой комплекту электромеханических устройств в классических исполнениях технологических защит. Принципиальная схема спроектированной технологической защиты, построенной на основе ПЛК ONI, приведена на рисунке 2. В качестве «ядра» технологической защиты выбрано ПЛК модели PLR-S-CPU0804R–AC-NN. Эта модель является самой простой из линейки ONI. Выбранный ПЛК имеет питание от сети переменного тока 230V, что позволяет не использовать блок питания [1]. Четыре встроенных механических реле на ток 10 ампер, позволяют питать маломощные испытательные или диагностические установки напрямую, но если потребление испытательной или диагностической установки по току более 10 ампер, то нужно использовать контактор на большие токи.

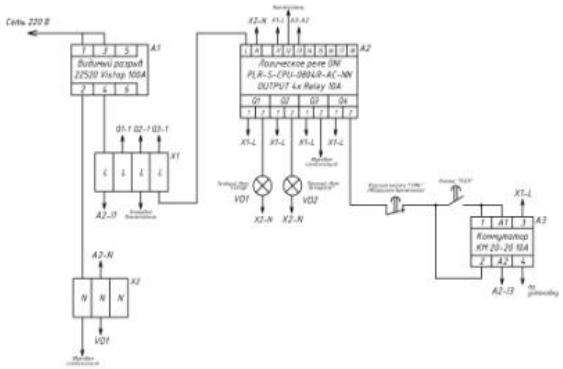


Рисунок 2 –Принципиальная схема устройств защиты и логическая схема ПЛК ONI.

ПЛК запрограммирован методом FBD – это удобный и наглядный метод программирования, где алгоритм работы устройства представляется с помощью связанных определённым порядком простейших логических функций. На рисунке 3 изображен алгоритм, заложенный в контроллер в рамках нашей работы.

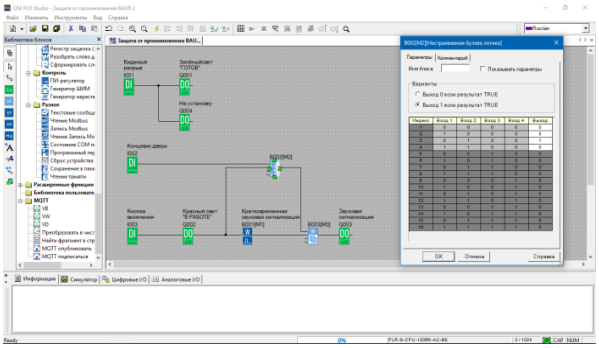


Рисунок 3 – Алгоритм работы программируемого логического контроллера ONI

Ввиду того, что алгоритм работы ПЛК можно менять, то спроектированный стенд можно использовать в учебных целях и реализовать сценарии, отличные от приведённого сценария технологических защит в таблице 1.

2. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результату проведённых работ мы получаем такие показатели безопасности, которые удовлетворяют требованиям нормативно-технической документации. В результате модернизации (цифровизации) мы получаем:

– снижение стоимости технологической защиты, за счёт того, что стоимость ПЛК ONI ниже суммарной стоимости устройств, которые он замещает, более чем на 10%;

– уменьшение габаритных размеров щита, в котором находятся все аппараты технологической защиты (уменьшение длины DIN-рейки в 1,5 раза);

– увеличение гибкости спроектированной защиты (если потребуется внести изменения в алгоритм работы этой технологической защиты, то при использовании ПЛК необходимо только изменить код; в случае классического исполнения защиты, необходимо приобретать дополнительные устройства).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программируемые логические контроллеры ONI PLR. Системное руководство. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://lk.iek.ru/partners/infobaza/files/docs/passp_re/a6b6b4b1b9e4283523b826e633d82d31.pdf, свободный (дата обращения: 10.10.2022 г.)

2. Прибор для высоковольтных испытаний и диагностики fridaTD. Руководство эксплуатации.

3. Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановке. Раздел XI. Средства защиты работающих в электроустановках. Глава 75. Требования к электролабораториям и стендам для испытания средств защиты.

УДК 658.567.1

Орлов Г.К., Епифанцев К.В.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ECO-365» И «ECOSCAN» ДЛЯ СОРТИРОВКИ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

АННОТАЦИЯ

Современные системы разделения отходов становятся все более дорогостоящими для реализации с помощью систем искусственного интеллекта, встроенных в дорогостоящие типы камер с расширенными оптическими возможностями. В проекте рассматривается возможность использования созданной программы, работающей с камеры с низким расширением и позволяющей идентифицировать несколько групп отходов стеклянной тары и пластиковых бутылок. А также формировать базу данных опасных отходов в регионе.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Вопрос раздельного сбора в РФ стоит достаточно остро, данный процесс прямо пропорционально зависит от количества средств, потраченных на переработку отходов, складирование и вывоз, бережное отношение к вторсырью. Закладывается данный процесс в обществе как культура раздельного сбора, начиная со школьной скамьи. Созданная программа призвана с детских лет заниматься образованием подрастающего поколения в духе раздельного сбора.

ПРОБЛЕМА

Современные системы разделения отходов становятся все более дорогостоящими для реализации с помощью систем искусственного интеллекта, встроенных в дорогостоящие типы камер с расширенными оптическими возможностями.

ПРЕДЛОЖЕННОЕ РЕШЕНИЕ

В проекте рассматривается возможность использования созданной программы, работающей с камерой с низким расширением и позволяющей идентифицировать несколько групп отходов стеклянной тары и пластиковых бутылок.

Также формируется база данных по опасным отходам (См. рисунок ниже). Программы запатентованы

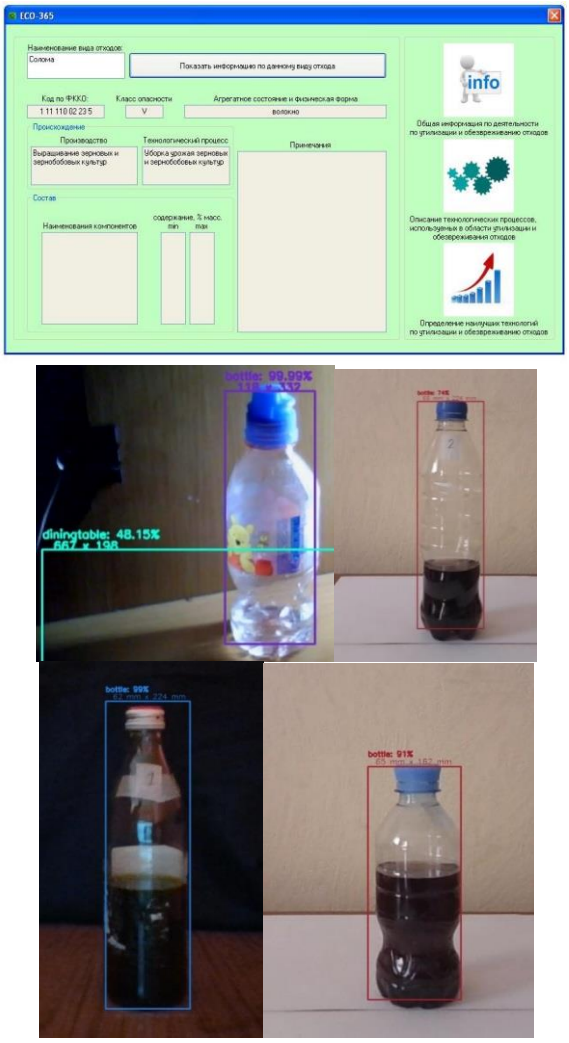


Рисунок 1 – Процесс определения геометрических параметров бутылок программой «ECOSCAN» (сверху) и интерфейс базы данных (ниже) для занесения информации по отходообороту «ECO-365»

Конечный продукт (Рисунок 1) представляет собой систему автоматического распознавания изображений, форм, геометрических параметров и материала для дальнейшей сортировки материалов по определенному признаку или для выбора дефектов из нескольких идеальных продуктов, проходящих через конвейер. Данный продукт написан на языке Python. Данный программный продукт также может быть использован непосредственно на мусороперерабатывающем заводе, и в частности-в процессе установки ПО на

фандоматы. Разработанная программа-нейронная сеть - представляет собой приложение для измерения размера объекта из прямого видеопотока на определенном расстоянии. Нейронная сеть имеет возможность дополнительного самообучения.

В ходе тестирования проекта были проведены испытания для оценки погрешности бутылок разного объёма и степени загрязненности для выявления недоработок программы и минимизации погрешностей. В процессе испытаний были выявлены определенные зависимости от фокусного расстояния и степени чистоты бутылок, материалов бутылок, наполненности жидкостями и посторонними элементами.

Научно-техническая новизна исследуемого программного продукта заключается в использовании систем программной автоматизации и создания менеджмента в системе оборота с отходами с последующей возможностью моделирования цикла переработки отходов и возможностью реализации отходов через личные кабинеты пользователей, подключенных в сеть.

Методика поиска отходов максимально адаптирована в программном интерфейсе и визуально эргономична для пользователей . Научно-техническая новизна исследуемого программного продукта заключается в использовании систем программной автоматизации и создания менеджмента в системе оборота с отходами с последующей возможностью моделирования цикла переработки отходов и возможностью реализации отходов через личные кабинеты пользователей, подключенных в сеть.

В процессе доработки программного продукта была создана версия ECO 365 1.3, которая обладает более быстрой реакцией на запросы, имеет расширенную базу данных об отходах.

Переходы из меню программы ведут на полезные ресурсы, собранные в мобильных приложениях. Также теперь в данную энциклопедию «зашиты» метод. пособия, касающиеся переработки отходов. По своему смыслу данный продукт стал энциклопедией о переработке отходов. Для решения проблемы распознавания отходов планируется применить программный продукт, написанный на языке Python. Данный программный продукт также может быть задействован непосредственно на мусороперерабатывающем комбинате, и в частности - в процессе обучения школьников и студентов вопросам переработки отходов, вопросам совершенствования действующей технологии переработки, создания терминалов по приему отходов и автоматической сортировке.

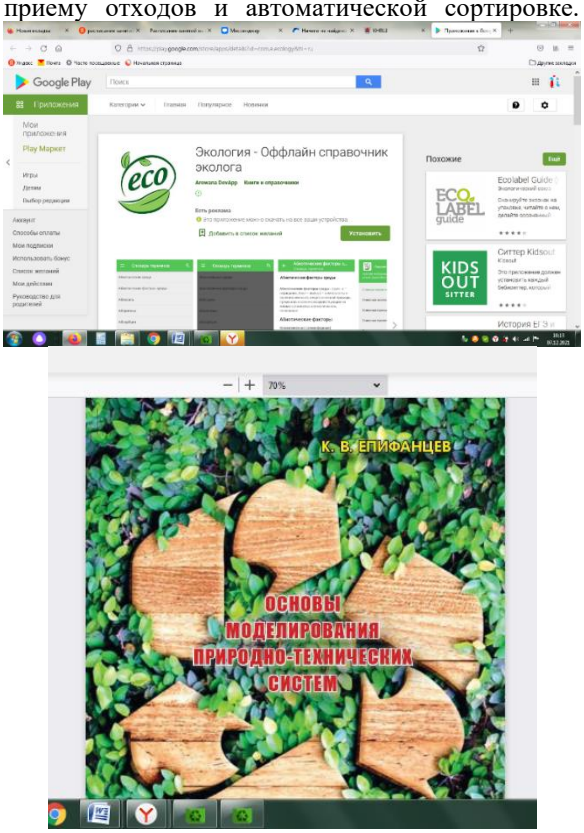


Рисунок 2 – Переход по ссылке из базы данных и переход по ссылке на энциклопедию автора о переработке отходов

Разработанная программа – нейросеть (Рисунок 1, сверху) - представляет из себя приложение для измерения размеров объекта из прямого видеопотока на определенной дистанции. Нейронная сеть имеет возможность дополнительного самообучения. Современные системы сбора отходов в фандоматы не покрывают весь объём тары, а следовательно, необходимо наращивать альтернативные технологии приема и сдачи отходов. Данной технологией могут служить программные модули в телефоне, которые позволят выставить тару в банк хранения, а затем сформировать удобный «пакет» для покупателя этих отходов. Таким образом, будет создан аналог базы АВИТО для отходооборота, где каждый сможет бесплатно выставить любой отход для обмена или реализации в пункте приема. Электронные чеки могут быть использованы в магазинах как бонусы при оплате продуктов. Использование программных продуктов неоднократно отмечалось на конкурсах различного уровня

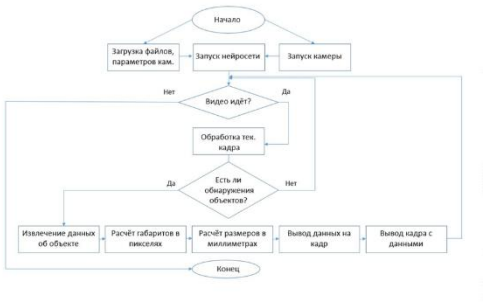


Рисунок 3 – Алгоритм программы

Апробация программы машинного зрения проходила на различной степени загрязненных бутылках. Результаты представлены ниже.

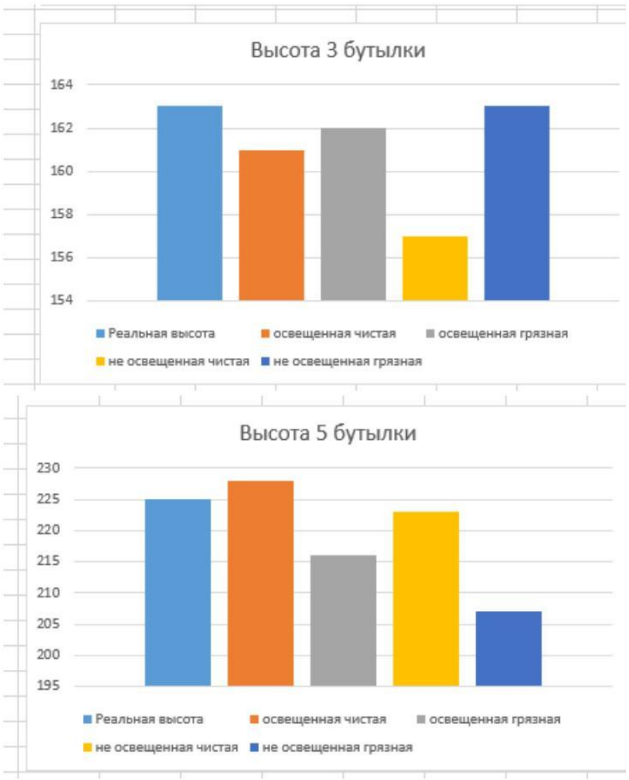


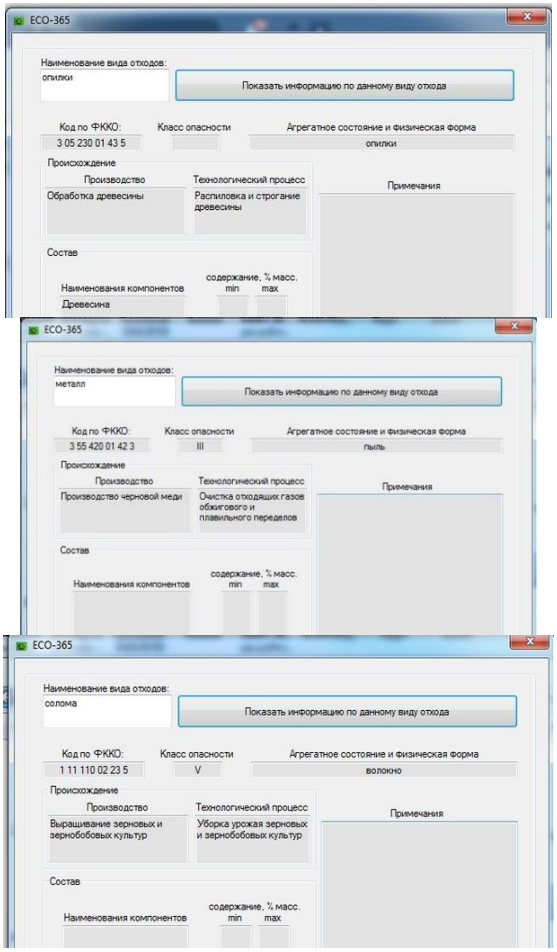
Рисунок 4 – График измерений первой партии отходов

Из числа наиболее значимых документов, которые потенциально использовались при создании программного продукта в сфере экологии, необходимо выделить: Федеральный классификатор отходов 2017-2018г. и ГОСТ Р 54096-2010 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами».

В результате проведенного анализа можно сделать вывод: переработка является относительно молодой сферой промышленности и поэтому, как видно из вышеперечисленных программ в этой сфере, существует программный вакуум. Основные принципы, которые были использованы при создании ECO-365: "федеральный классификатор отходов 2017-2018", ГОСТ Р 54096-2010 " ресурс. Обращения с отходами"[5-6]. Итак, ниже информация о двух созданных продуктах:

Программа ECO-365-помощник в области хранения, переработки и продажи отходов для оператора. В программе систематизированы электронные информационные ресурсы в области переработки отходов, разработан Java script прямого кода, адаптированный к современным требованиям Росприроднадзора. Метод поиска отходов максимально адаптирован в программном интерфейсе и визуально эргономичен для пользователей. В качестве пишущего приложения был использован язык Java Script language, который является объектно-ориентированным языком. Программа в виде приложения легко устанавливается на платформе Windows XP и запускается при условии, если в папке находится база отходов в формате Excel (new data).

Рассмотрим интерфейс программы. Прототипирование используется в языке обуславливает отличия в работе с объектами по сравнению с традиционными класс-ориентированными языками.



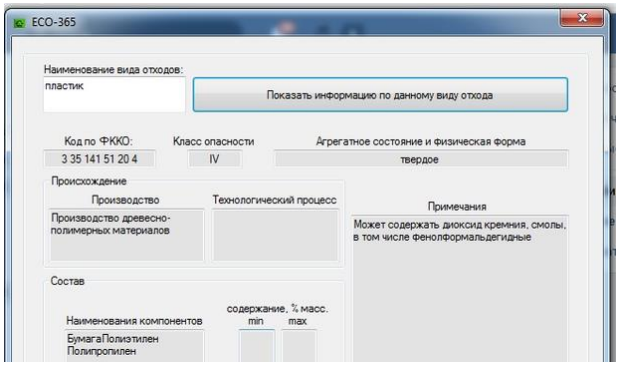


Рисунок 5 – Пример окна программы для оценки и распределения отходов ECO-365,

Основные поля программы, которые автоматически заполняются при указании любого вида отходов:

- Производство – в каком типе отрасли образуется отход
- Технологический процесс – при каком техпроцессе образуется отход
- наименование компонентов, содержание, % масс. – состав отходов
- Агрегатное состояние и физическая форма – в каком виде отход транспортируется
- Класс опасности – к какому классу от I до V относится отход
- Примечание – содержание дополнительных органических примесей

ВЫВОД

Программа ECO-365 – помощник в сфере складирования, переработки и продажи отходов для оператора. В программе систематизированы электронно-информационные ресурсы в области переработки отходов, разработан в Java script непосредственный код, адаптирован к текущим требованиям Росприроднадзора. Методика поиска отходов максимально адаптирована в программном интерфейсе и визуально эргономична для пользователей. В качестве написания прикладного программного обеспечения был использован язык Java Script, который является объектно-ориентированным языком. Код по ФККО – 11 значный код классификатора. По программе зарегистрировано 3 свидетельства программы для ЭВМ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

МПБО-2 – предприятие по механизированной переработке отходов в г.Янино Ленинградской области

ECO-365 – программный продукт для создания базы обмена отходами

ECOSCAN – система машинного зрения для распознавания отходов

RDF сырье – мусороперерабатывающего комбината после стадии аэробного компостирования для последующей переработки;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К.В. Епифанцев Основы моделирования природно-технических систем. Учебное пособие. Санкт-Петербург: ГУАП, 2020 - 106 с ISBN 978-5-8088-1468-4
2. К.В. Епифанцев, ООО «Неофор» «Матрица экструдера для формования твердого удобрения из отходов» - Патент на полезную модель РФ №165655 от 27.10.2016/ Бюллетень №30 от 27.10.2016;
3. К.В. Епифанцев «Программа для обмена сообщениями между пользователями в среде отходооборота Wastemes» - Свидетельство о регистрации государственной программы для ЭВМ №2019612213 / Бюллетень № 2 от 13.02.2019;
4. К.В. Епифанцев «Программа для адаптации технологии переработки коммунально-бытовых отходов ECO-365» Свидетельство о регистрации государственной программы для ЭВМ №2019611144 / Бюллетень № 2 от 22.01.2019
5. К.В.Епифанцев. Е.В.Перфильев. «Программа для оценки качества переработки коммунально-бытовых отходов ECO-365 v. 1.3» Свидетельство о регистрации государственной программы для ЭВМ №2020665864 от 02.12.2020г. Заявка № 2020665416 02.12.2020г
6. К.В. Епифанцев «Программа для информатизации процесса переработки коммунально-бытовых отходов ECO-365 v. 1.2». Свидетельство о регистрации государственной программы для ЭВМ № 2020610098 от 09.01. 2020г. Заявка № 2019667087 от 19.12.2019г

УДК 628.3

М.М. Смирнова, М.В. Тюменцева

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1, Москва 105005, Россия

ВЫБОР СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

АННТОАЦИЯ

В настоящее время водопроводные очистные сооружения играют важную роль в обеспечении чистой и безопасной питьевой воды для населения. Однако, работники, занятые в обслуживании и эксплуатации таких сооружений, подвергаются риску воздействия опасных веществ и биологических загрязнений. Поэтому необходимо применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) для обеспечения безопасных условий работы. В данной статье рассматриваются актуальные проблемы применения СИЗ для работы с водными очистными сооружениями и предлагаются перспективные решения.

ВВЕДЕНИЕ

С введением современных технологий и методов очистки воды стало возможным обеспечить высокое качество питьевой воды. Вместе с тем, процесс обслуживания и эксплуатации очистных сооружений сопряжен с определенными рисками для здоровья работников. Они подвергаются опасности, связанной с возможным контактом с химическими реагентами, биологическими загрязнителями и другими вредными веществами [1]. Для минимизации рисков применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) является неотъемлемой частью безопасной эксплуатации очистных сооружений.

ОПАСНОСТИ И РИСКИ

Одним из основных источников опасности являются химические реагенты, используемые в процессе очистки воды. Сюда относятся хлор, фториды, коагулянты, озон и другие вещества, которые, при неправильном обращении, могут вызывать побочные эффекты [2]. Кроме того, биологические загрязнители, такие как бактерии, вирусы и паразиты, также представляют определенную угрозу для работников. Риски также могут быть связаны с работой на высоте, оборудованием и электробезопасностью [3].

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Для обеспечения безопасности работников очистных сооружений необходимо правильно выбирать и использовать СИЗ. Основными средствами индивидуальной защиты являются защитные костюмы, маски, респираторы, очки, перчатки и сапоги. Однако, важно учитывать специфические требования каждой конкретной конструкции и применять СИЗ, соответствующие предмету работы [4]. Более подробное описание СИЗ для работников водоочистных сооружений:

1. Защитный комбинезон: Защитный комбинезон является основным элементом костюма и предназначен для защиты от проникновения химических или биологических загрязнений на кожу и одежду работника. Обычно выполнен из специальных материалов, которые обладают свойствами, не пропускающими опасные вещества. Комбинезон обычно имеет защитную молнию или пуговицы для надежной фиксации и плотного прилегания к телу.

Защитные комбинезоны работников водоочистных сооружений обычно выполнены из специально разработанных материалов, которые обладают следующими характеристиками:

– *Полимерные материалы:* Защитные костюмы могут быть изготовлены из различных полимерных материалов, таких как полиэтилен, полипропилен или полиуретан. Эти материалы обладают свойствами, не пропускающими воду и большинство химических веществ, предотвращая их проникновение на кожу работника.

– *Ламинационные материалы:* часто в защитных костюмах применяются ламинационные материалы, которые состоят из нескольких слоев разных материалов. Например, комбинация тканевой основы с прочной мембраной обеспечивает дополнительную защиту от проникновения воды и химических веществ.

– *Мембранные материалы:* Защитные костюмы могут быть изготовлены с использованием мембранных материалов, которые обладают микропористой структурой. Это позволяет костюму пропускать испарения, что создает комфортное микроклиматическое состояние внутри и предотвращает перегрев и переохлаждение работника.

– *Антистатические материалы:* В случаях, когда на водоочистных сооружениях могут встречаться опасные и взрывоопасные вещества, в защитных костюмах используются антистатические материалы. Они предотвращают накопление статического электричества на поверхности костюма и снижают риск возгорания или взрыва.

– *Дополнительные материалы:* В зависимости от конкретных требований и факторов риска, в защитных костюмах могут быть предусмотрены

дополнительные материалы. Например, усиленные вставки на коленях и локтях для защиты от повреждений, антискользящие материалы и т. д.

Важно отметить, что использование конкретных материалов в защитных костюмах зависит от специфических требований безопасности и стандартов водоочистных сооружений, а также от типа опасных веществ, с которыми работники могут взаимодействовать [4].

2. Маска или респиратор: для защиты органов дыхания от вредных паров, газов, аэрозолей или пыли, работники могут использовать маску или респиратор. Данное средство индивидуальной защиты обеспечивает фильтрацию вдыхаемого воздуха и предотвращает попадание вредных частиц в организм. В зависимости от типа загрязнений и степени опасности, могут применяться разные типы масок, такие как полумаска с фильтрами или респиратор с системой подачи чистого воздуха [5].

Вот некоторые из распространенных типов масок и респираторов, которые могут использоваться:

– *Полумаски с фильтрами:* Полумаски с фильтрами плотно прилегают к лицу и имеют встроенные фильтры, которые защищают от вредных паров, газов, аэрозолей и пыли. Фильтры могут быть специально подобраны в соответствии с химическими свойствами загрязнений, с которыми работники могут столкнуться. Примеры фильтров включают фильтры против органических паров, кислот и щелочей.

– *Респираторы с системой подачи чистого воздуха:* Респираторы с системой подачи чистого воздуха обеспечивают работникам чистый воздух для дыхания. Эти респираторы имеют отдельный источник чистого воздуха, который может быть баллоном с сжатым воздухом или системой подаваемого воздуха с наружной сети. Такие респираторы обычно используются в ситуациях, где загрязнения настолько опасны, что необходим полный набор защиты органов дыхания.

– *Маски для частиц:* Маски для частиц предназначены для защиты от пыли и других вредных частиц в воздухе. Они обычно используются в ситуациях, где используются сыпучие реагенты.

– *Шлемы-респираторы:* Шлемы-респираторы сочетают в себе функции защитного шлема и респиратора. Они предоставляют защиту головы и органов дыхания в одном изделии и могут использоваться в ситуациях, где предусмотрена возможность получения травмы головы при работе на водоочистных сооружениях.

Выбор конкретного типа маски или респиратора зависит от анализа опасностей на рабочем месте и соответствующих требований безопасности. Работники должны следовать инструкциям по использованию и обслуживанию масок и респираторов для обеспечения эффективной защиты [6].

3. Очки или защитный щиток: Для защиты глаз от попадания пыли, брызг химических веществ, микроорганизмов и других вредных веществ, работники могут использовать защитные очки или щитки. Они обеспечивают надежную защиту глаз и переносимы с комфортом на протяжении рабочего дня [7].

4. Перчатки: Использование защитных перчаток является важным элементом СИЗ для работников водных очистных сооружений. Перчатки предназначены для защиты кожи рук от химических веществ, биологических загрязнений и потенциальных источников травм. В зависимости от факторов риска, включая тип вредных веществ, можно использовать различные типы перчаток, такие как латексные, нитриловые или барьерные перчатки [8].

5. Сапоги или защитная обувь: для защиты ног работники водоочистных сооружений должны использовать специальные сапоги или защитную обувь. Они предотвращают попадание воды, химических реагентов, биологических загрязнений и других опасных веществ на ноги. Обувь часто имеет водонепроницаемую поверхность и подошву с антистатическими или противоскользящими свойствами.

Выбор конкретных СИЗ для работников водных очистных сооружений зависит от характеристик опасных веществ, с которыми они взаимодействуют, а также от требований безопасности и законодательства. Регулярная проверка и замена изношенных или поврежденных СИЗ также является важной составляющей поддержания безопасности работников [9].

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Анализ современного состояния водных ресурсов России свидетельствует о высоком уровне их микробного загрязнения. Водным путём могут распространяться более 150 вирусов, вызывающих у человека вирусный гепатит А, энтеровирусные менингиты, аденовирусные, ротавирусные и другие инфекции, возбудители которых обладают высокой устойчивостью не только к разным методам очистки, но и к некоторым обеззараживающим агентам [10].

Результаты исследований по анализу воды исследованных рек в отношении вирусного загрязнения представлены на рисунке 1 [11].

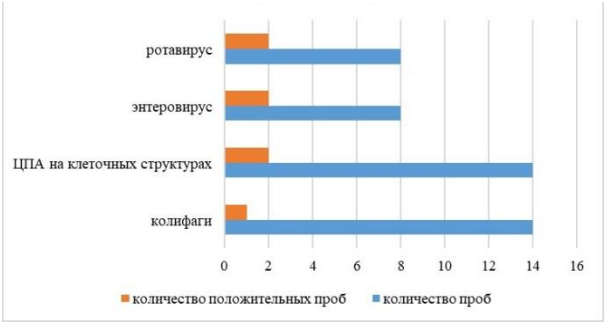


Рисунок 1 – Результаты исследований по анализу воды на вирусные загрязнения

Наличие в воде патогенов может привести к заражению вирусными инфекциями работников

очистных сооружений. В связи с этим, требуется ввести дополнительные меры защиты сотрудников очистных сооружений от вирусных заболеваний:

1. Соблюдение правил личной гигиены.
2. Регулярный контроль санитарного порядка на рабочем месте.
3. Профилактическая дезинфекция помещений и инструментов.

Соблюдение мер защиты позволит снизить риски вирусных инфекций работников на очистных сооружениях.

Кроме того, достаточное обучение и информирование работников об использовании и необходимости СИЗ является главным фактором эффективного применения. Повышение осведомленности и обучение персонала способствует сознательному и правильному использованию СИЗ [12].

ВЫВОД

В заключение, следует отметить, что использование средств индивидуальной защиты играет важную роль в обеспечении безопасности работников, занятых водными очистными сооружениями. Однако, необходимо учитывать особенности конкретного объекта и решать проблемы, связанные с комфортом использования СИЗ. Осведомленность и обучение персонала являются ключевыми вопросами для успешной реализации и эффективного применения средств индивидуальной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Иванов А. С., Сидоров В. П. Применение средств индивидуальной защиты при работе с водными очистными сооружениями // Водное хозяйство и экология, 2020, т. 4, с. 25-37.

[2] Петров Н. В., Смирнова Е. А. Анализ проблем использования средств индивидуальной защиты на очистных сооружениях // Техника и технология водоснабжения и водоотведения, 2018, т. 2, с. 56-67.

[3] Кузнецова М. И., Черных А. В. Состояние и перспективы применения средств индивидуальной защиты для работы с очистными сооружениями // Экологическая безопасность, 2019, т. 3, с. 82-94.

[4] Смирнов В. А., Головатов М. П. Эффективность использования средств индивидуальной защиты на очистных сооружениях // Водное хозяйство и экология, 2017, т. 1, с. 12-24.

[5] Ильин А. К., Костин С. Д. Проблемы безопасности при работе на водных очистных сооружениях // Экологический журнал, 2016, т. 5, с. 45-58.

[6] Лебедев В. Г., Марков С. И. Влияние индивидуальной защиты на здоровье работников очистных сооружений // Гигиена и санитария, 2015, т. 3, с. 32-42.

[7] Соколова Е. В., Петрова О. Н. Совершенствование использования средств индивидуальной защиты при работе с водными очистными сооружениями // Безопасность труда в промышленности, 2014, т. 2, с. 78-89.

[8] Новиков Д. А., Михайлова И. Ю. Практические аспекты применения средств индивидуальной защиты для работы с очистными сооружениями // Водоснабжение и санитарная техника, 2013, т. 6, с. 14-26.

[9] Головин В. В., Сергеева Л. Н. Использование средств индивидуальной защиты для обеспечения безопасности на водных очистных сооружениях // Безопасность жизнедеятельности, 2012, т. 4, с. 102-115.

[10] Мокиенко А.В., Гоженко А.И., Петренко Н.Ф., Пономаренко А.Н. Вода и водно-обусловленные инфекции. // Лерадрук, 2008, т. 1, 412 с.

[11] Дмитриева Раиса Александровна, Доскина Т.В., Загайнова А.В., Недачин А.Е., Абрамов И.А., Булатова К.В. Изучение циркуляции вирусов в воде поверхностных водоемов и в сточных водах // Гигиена и санитария, 2019, №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-tsirkulyatsii-virusov-v-vode-poverhnostnyh-vodoyomov-i-v-stochnyh-vodah (дата обращения: 06.10.2023).

[12] Королева Е. С., Шестаков А. В. Исследование эффективности применения средств индивидуальной защиты на водных очистных сооружениях // Химическая промышленность, 2011, т. 3, с. 58-71.

УДК 621.315.6
УДК 331.453

А.А. Урбанов

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ СТРАХОВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАБОТАХ НА ВЫСОТЕ ВБЛИЗИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ В СПБ ГУП «ГОРЭЛЕКТРОТРАНС

АННОТАЦИЯ

Автор реферата рассматривает проблему обеспечения организации безопасных приёмов и методов работ на высоте при выполнении ремонта и обслуживания крышевого оборудования троллейбуса. Данная проблема является актуальной, поскольку работы на высоте являются одними из наиболее опасных видов работ. Одним из усложняющих обеспечение безопасности факторов является непосредственная близость к высоковольтной контактной сети, из-за которой многие подрядные организации отказывались выполнять установку анкерной линии. В статье представлены пути решения проблемы реализации анкерной линии на территории троллейбусного парка.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Введение

Анкерная линия при работах на высоте является одним из важных и неотъемлемых элементов системы безопасности работников, выполняющих работы на высоте. Использование анкерных линий обеспечивает дополнительную защиту и предотвращает несчастные случаи, связанные с падением с высоты [1-2]. Она представляет собой систему крепления, устанавливаемую на зданиях, сооружениях, мостах и других высотных объектах, которая может быть использована для крепления системы защиты от падения, такой как страховочный ремень или специализированное снаряжение (рис.1).

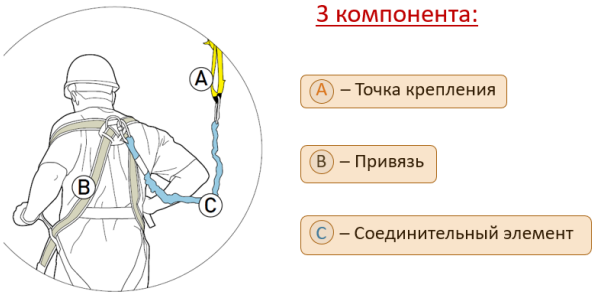


Рисунок 1 – Система индивидуальной защиты от падения

1.2. Актуальность

Одной из основных проблем в организации безопасности работ на высоте является непосредственная близость анкерной линии с контактной сетью [3-4].

1.3. Обоснование внедрения проекта и его реализация на предприятии

Для решения проблемы был разработан и предложен проект устройства анкерной линии с использованием изолятора в месте потенциального соприкосновения контактного провода с соединительным элементом страховочной привязи. Несмотря на то, что выполнение работ на крыше троллейбуса при включенной контактной сети запрещены, не стоит забывать про человеческий фактор (рис. 2-3).

Главной целью использования анкерной линии является предоставление доступа на рабочую площадку на высоте, а также обеспечение устойчивости и защиты работника от падения [5].

Основные причины использования анкерных линий:

Безопасность работников. Анкерная линия позволяет работникам свободно выполнять работы на высоте, в то время как они находятся под постоянным контролем и защитой от падения. Специальные системы безопасности, привязанные к анкерной линии, предотвращают падение работника и минимизируют риск серьезных травм и смертельных исходов.

Эффективность работ. Анкерная линия позволяет работникам быстро и безопасно перемещаться по рабочей площадке без необходимости постоянной перестановки и установки страховочных систем. Это экономит время и усилия при выполнении работ на высоте.

Соблюдение нормативов и стандартов. Использование анкерных линий является требованием многих нормативных документов и стандартов для обеспечения безопасности при работах на высоте [6]. Работодатели, не предоставляющие адекватные средства защиты и системы безопасности, могут подвергаться штрафам и юридическим последствиям.

Защита работников от ответственности. Предоставление адекватной анкерной линии и системы безопасности работникам на высоте также помогает работодателям избежать возможных исков и ответственности в случае несчастных случаев.

Повышение производительности. Безопасные условия работы на высоте, обеспеченные анкерной линией, способствуют повышению концентрации и

эффективности работников, что улучшает общую производительность работ.

Анкерная линия с изолятором от поражения электрическим током - это устройство, которое позволяет электрическому силовому кабелю эффективно передавать электрический ток, предотвращая при этом возможность поражения людей электрическим током.

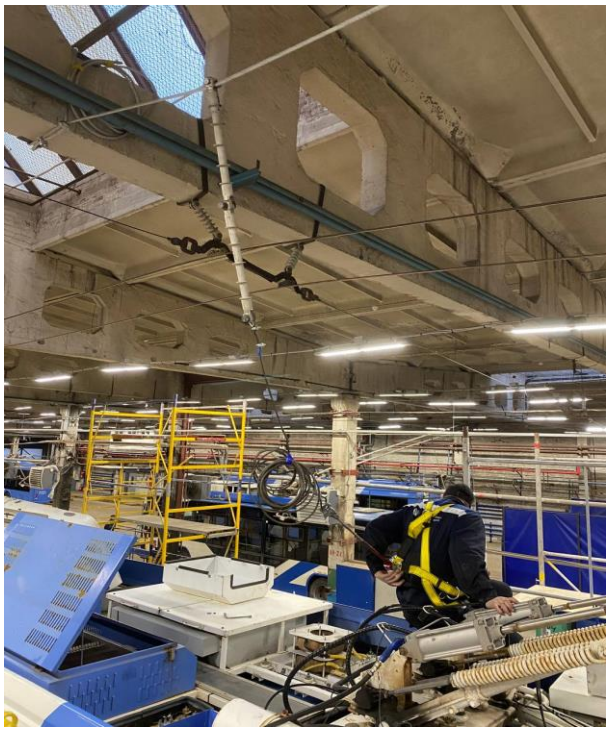


Рисунок 2 – Тестирование и замеры длины соединительного элемента анкерной линии

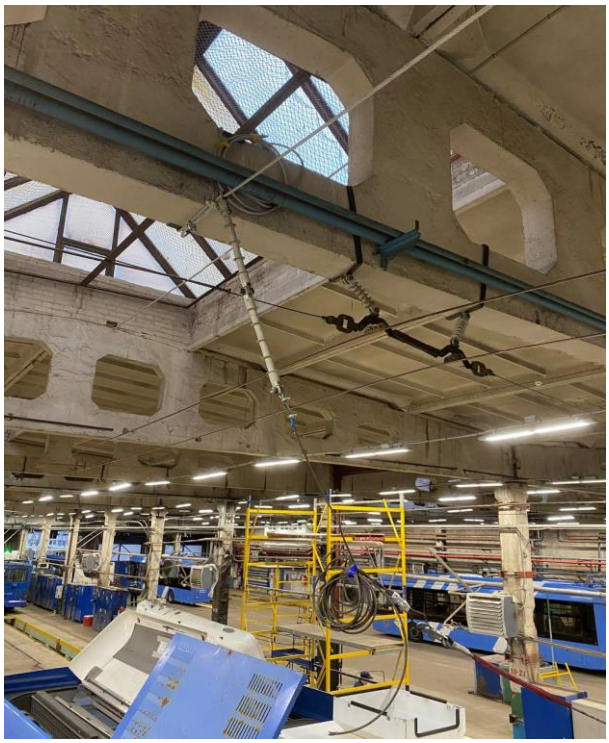


Рисунок 3 – Устройство анкерной линии

2. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анкерная линия является неотъемлемой частью системы безопасности при работах на высоте. Ее использование обеспечивает дополнительную защиту работников, повышает эффективность работ. Анкерная линия с изолятором от поражения электрическим током имеет важное значение для безопасности работников связанных с обслуживанием электросетей.

Она предотвращает возможность поражения электрическим током при непредвиденных ситуациях, таких как обрыв контактного провода или его повреждение. Рационализаторское предложение было принято в работу, а также был составлен акт реализации, подтверждающий внедрение результатов проекта разработки страховочной системы, который утверждён главным инженером ОСП СПб ГУП «Горэлектротранс» «Троллейбусный парк №6».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) [Электронный ресурс] URL: https://sudact.ru/law/tk-rf/chast-iii/razdel-x/glava-33/statia-209/ /

2. Приказ Минтруда РФ от 16.11.2020 N 782Н «Об утверждении правил по охране труда при работе на высоте» [Электронный ресурс] URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=379253#h1855

3. Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 №903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» [Электронный ресурс]URL:https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=430799

4. Приказ Минэнерго РФ от 12.08.2022 №811 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» [Электронный ресурс] URL:https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=430799

5. ГОСТ Р ЕН 795 – 2014 – Устройства анкерные

6. Сенченко В.А., Каверзнева Т.Т., Румянцева Н.В., Скрипник И.Л., Леликов Г.Д. Внедрение стационарных анкерных устройств для безопасной эксплуатации на высоте опор воздушных линий связи и линий электропередач // Пожаровзрывобезопасность. 2018. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-statsionarnyh-ankernyh-ustroystv-dlya-bezopasnoy-ekspluatatsii-na-vysote-opor-vozdushnyh-liniy-svyazi-i-liniy-elektroperedach (дата обращения: 12.08.2023).

УДК 62-784.431

М.А. Шевцов, Н.Р. Ратушный

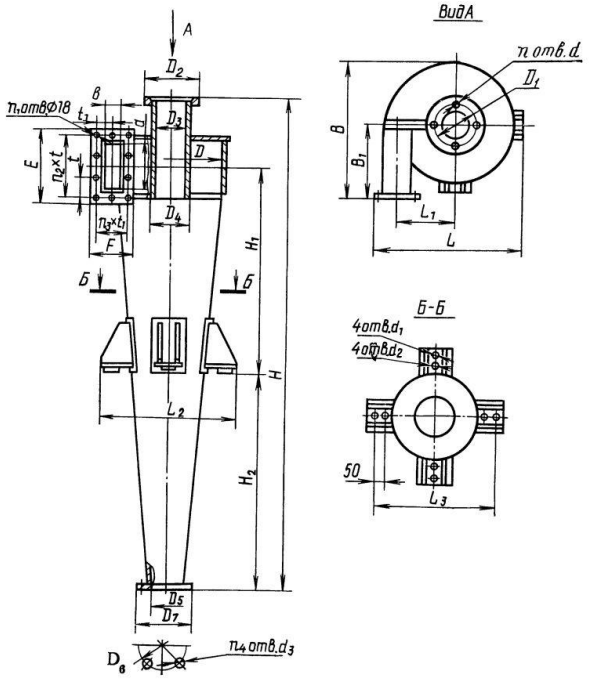
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Россия, 105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д.5, к.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ЭЛЕМЕНТА БАТАРЕЙНОГО ЦИКЛОНА ОТ КОЛИЧЕСТВА И РАСПОЛОЖЕНИЯ УЛИТОЧНЫХ ВХОДОВ

АННОТАЦИЯ

Обеспечение безопасных и комфортных условий труда – обязательное условие функционирования каждого современного предприятия. К большому числу нормируемых параметров относят также запылённость воздуха и содержание в нём химически опасных и вредных веществ. В настоящее время существует множество различных систем очистки воздуха и воздухоподготовки, однако вопрос обеспечения максимальной эффективности всегда остаётся актуальным. В данной работе рассмотрен элемент батарейного циклона. В качестве предложенного решения увеличения эффективности без значительных изменений конструкции, а также без изменения габаритов, предлагается исследование эффективности при различных количествах и расположениях улиточных входов.

Циклоны являются неотъемлемой частью систем очистки воздуха или воздухоподготовки на большинстве промышленных предприятий, объектах топливно-энергетического комплекса, горнорудной промышленности и т.д. Несмотря на недостатки, к числу которых можно отнести высокое гидравлическое сопротивление и чувствительность к изменению режима работы, циклоны обладают рядом весомых преимуществ: общей простотой и универсальностью большинства конструкций, взаимозаменяемостью элементов, дешевизной изготовления, отсутствием подвижных элементов, что, в свою очередь, исключает возможность забивания пылью механизмов и высокими показатели эффективности очистки пыли с медианным размером 5 мкм и более. Однако выделяющаяся в ходе различных техпроцессов пыль может значительно отличаться по своему химическому и дисперсному составу. Поэтому циклоны оптимизируются под конкретную пыль. Среди наиболее популярных типов отечественных циклонов в настоящее время можно выделить серию ЦН и СК-ЦН производства НИИОГаз, ВЦНИИОТ, циклон Клайпеда (ОЭКДМ), циклон типа Ц (Меркушева). В данной работе рассмотрен циклон СК-ЦН-34-400 как элемент батарейного циклона, установленного в качестве системы воздухоподготовки для кабины карьерного самосвала.



Циклон типа СКЦН-34 без подогревателя и бункера левого исполнения

Рис. 1. Циклон типа СКЦН-34

Пыль на карьерах образуется в результате взрывных работ, погрузки-выгрузки руды и сыпучих материалов, а также при работе и перемещении крупногабаритной техники. По дисперсности пыль можно разделить на видимую (d>10 мкм), микроскопическую (0.25 < d <= 10 мкм) и ультрамикроскопическую (d <= 0.25 мкм). Средняя запылённость воздуха составляет 1000 мг/м^3. В отсутствие средств защиты рабочих, а также обеспечении безопасных условий на рабочем месте (например, водителя самосвала) наблюдается рост числа случаев профессиональных заболеваний работников: хронического бронхита, пневмокониоза и др.

Циклон СК-ЦН-34-400 – спирально-конический циклон НИИОГаз – обладает большей эффективностью при меньших габаритах в сравнении с классическими цилиндрическими циклонами ЦН за счёт больших инерционных сил, однако обладает большим гидравлическим сопротивлением (около 4 кПа против 1.5 кПа). [1]

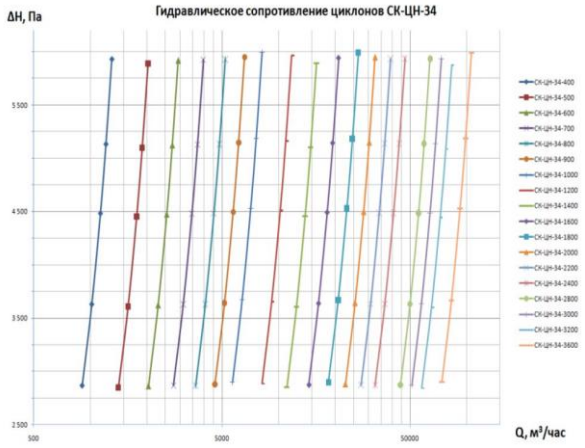


Рис. 2. Гидравлическое сопротивление циклонов СК-ЦН-34

В батарейных циклонах существует несколько основных видов входных устройств: розетка, винт и улитка. Улиточный вход в сравнении с розеткой или винтом меньше подвержен забиванию пылью и проще в изготовлении.

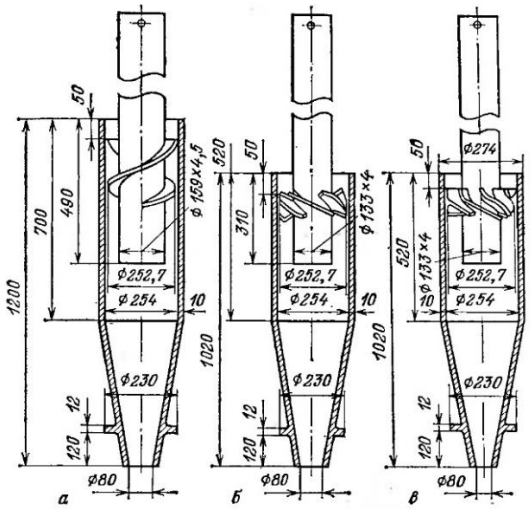


Рис. 3. Примеры элементов батарейного циклона. а – с направляющим аппаратом типа «винт», б – с направляющим аппаратом типа «розетка», в – с направляющим аппаратом типа «розетка» с безударным входом

Батарейные циклоны характеризуются повышенной компактностью при соизмеримой с одиночными циклонами эффективностью очистки за счёт больших инерционных сил, возникающих при уменьшении диаметров элементов, однако наиболее важной проблемой, возникающей при их проектировании, является воздействие одного циклонного элемента на другой. Обеспечение заданной аэродинамики потока в корпусе батарейного циклона для достижения лучших показателей эффективности очистки при неизменных габаритах конструкции и её компоновки – одна из первостепенных задач при проектировании данных агрегатов. [2]

В данной работе предлагается исследование зависимости эффективности очистки циклонного элемента в зависимости от числа и расположения улиточных входов. При помощи пакета программ SOLIDWORKS, позволяющих проводить исследования численными методами, представляется возможным создать объёмную модель циклонного элемента и смоделировать движение потока пыли заданного медианного диаметра при известном расходе воздуха.

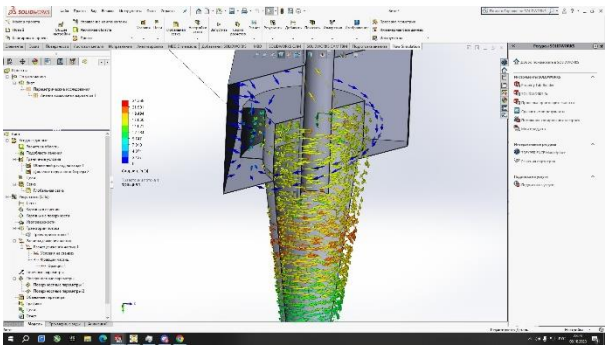


Рис. 4. Демонстрация продувки циклона СК-ЦН-34-400 в качестве элемента батарейного циклона в SOLIDWORKS

Оценка эффективности производится по количеству уловленных частиц при назначенном их количестве на входе. Программа позволяет произвольно менять количество входов, угол их размещения друг относительно друга и относительно входного потока частиц пыли. Разные варианты компоновки не дают существенного прироста в габаритах или массе элемента, но могут существенно улучшить аэродинамические характеристики потока пыли при входе в циклон, а также свести к минимуму негативное влияние взаимодействия циклонных элементов друг с другом на итоговую эффективность очистки аппарата в целом.

В первую очередь была рассмотрена простейшая конфигурация с одним входом. Продувка была частицами 4.5 мкм с расходом воздуха 0.2 м^3/с. Заданное начальное число частиц – 100. На рис. 5 и 6 можно увидеть общий вид модели и результаты продувки: из 100 частиц на входе вышло 12. Значит, эффективность очистки равна 88%.

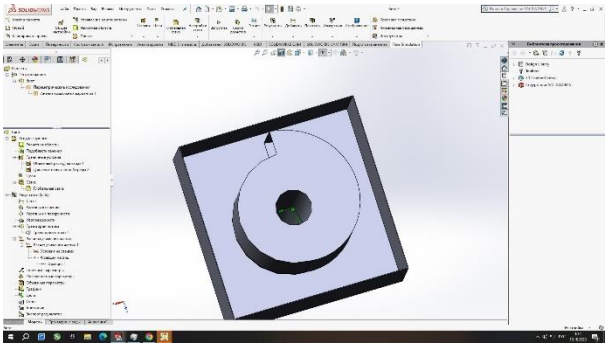


Рис. 5. Общий вид компоновки

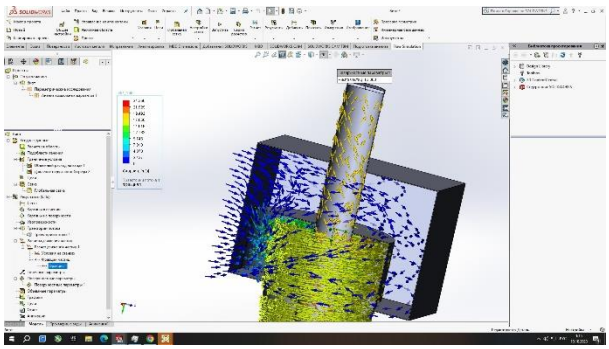


Рис. 6. Результаты симуляции

Следующая рассмотренная конфигурация – 2 диаметрально расположенных улиточных входа. (рис. 7, 8) Можно заметить, что число частиц на выходе увеличилось до 60, эффективность очистки снизилась до 40%.

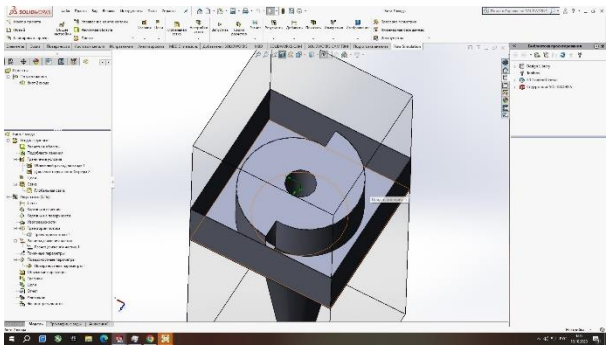


Рис. 7. Общий вид компоновки

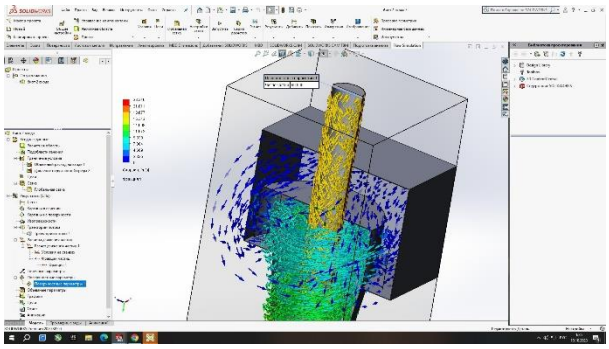


Рис. 8. Результат симуляции

Затем была построена компоновка с тремя улитками, расположенными по окружности с шагом 120 градусов (рис. 9, 10). В таком случае число частиц на выходе составило 63, что может быть обусловлено меньшей скоростью на входе из-за большего количества улиток и как следствие падение инерционной силы. Эффективность очистки в данном случае составляет 37%.

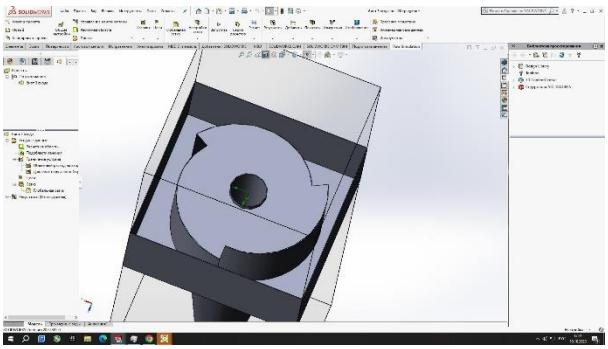


Рис. 9. Общий вид компоновки

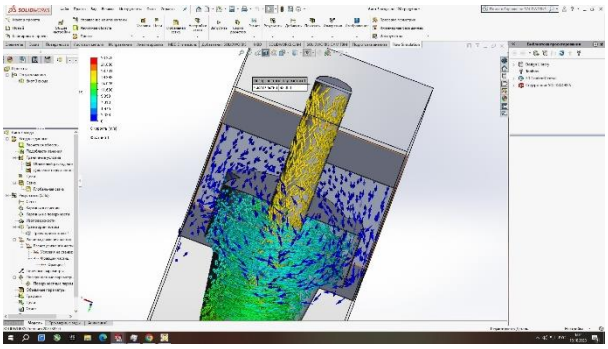


Рис. 10. Результаты симуляции

Последняя компоновка отличается необычным с точки зрения геометрии расположением трёх улиток по окружности: в двух секторах выдержан угол 90 градусов, при этом третий сектор составляет 180 градусов (рис. 11, 12).

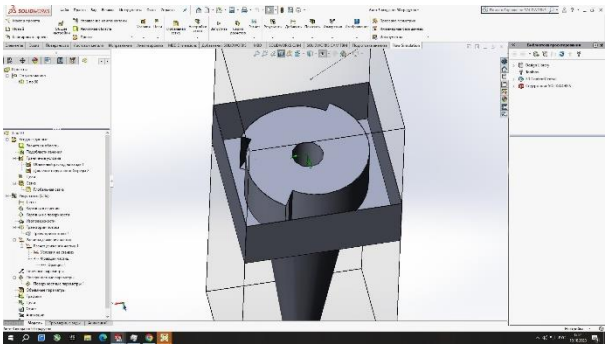


Рис. 11. Общий вид компоновки

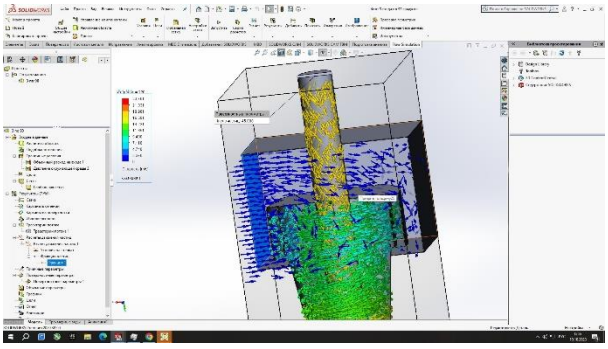


Рис. 12. Результаты симуляции

Как можно заметить, число частиц на выходе уменьшилось по сравнению с предыдущим вариантом расположения трёх улиток. Эффективность очистки составила 55%.

В качестве дополнения к исследованию также был проведён эксперимент по изменению плоскости входного потока пыли с целью выявления зависимости эффективности очистки циклонного элемента. Симуляция проводилась с моделью с одной улиткой (рис. 13-15), где поток был направлен из задней и боковых стенок, а также с моделью с двумя улитками (рис. 16,17), где поток был направлен перпендикулярно и параллельно плоскости отверстий улиток. Значительных изменений эффективности очистки не наблюдалось (отличие в пределах 7%). Однако наиболее эффективным остался вариант с подачей воздуха в направлении входного отверстия улитки.

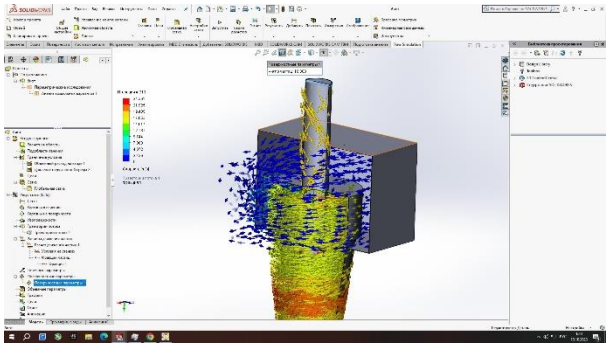


Рис. 13. Симуляция с потоком из задней стенки

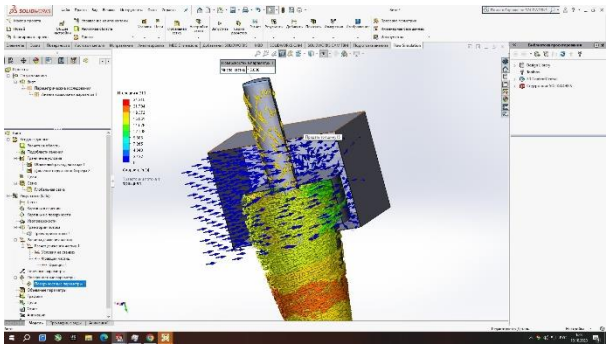


Рис. 14. Симуляция с потоком из левой стенки

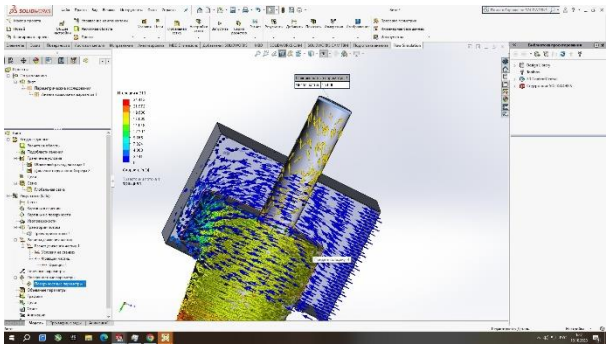


Рис. 15. Симуляция потока из правой стенки

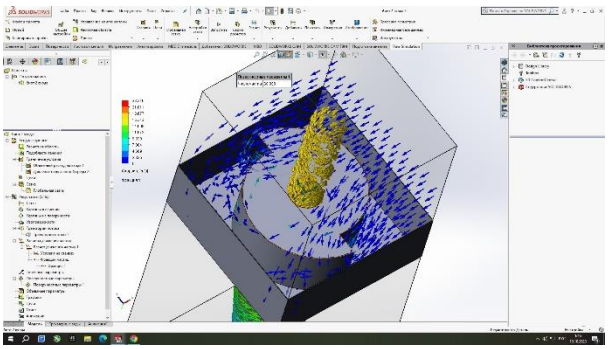


Рис. 16. Симуляция с перпендикулярным потоком

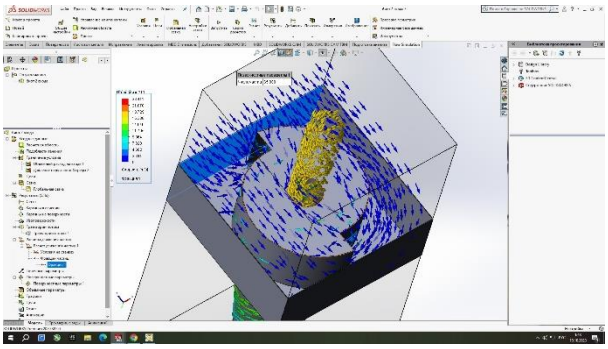


Рис. 17. Симуляция с параллельным потоком

ВЫВОДЫ

Опираясь на полученные экспериментальные данные, можно заключить, что вариант компоновки улиточных входов безусловно и существенно влияет на итоговую эффективность циклонного элемента. В перспективе может быть найдена наилучшая конфигурация, отличная от представленных. Однако в данной работе наиболее эффективной оказалась самая простая компоновка с одной улиткой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Циклон СК-ЦН-34. Характеристики. https://www.metallum.com.ua/oborudovanie/cziklonyi/sk-czn-34
2. Батарейные циклоны БЦ. https://www.циклоны-цн.рф/batareynye-cyclones.html

Секция 3

Методология в области улучшения безопасных условий труда и управления профессиональными рисками

УДК 331.101.6

М.А.Аниконова, П.Д.Асафов.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

АНАЛИЗ И ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ МАЛОПОДВИЖНОГО ТРУДА

АННОТАЦИЯ

Многие виды профессиональной деятельности современного человека характеризуются типичными особенностями: гипокинезией и гиподинамией, вынужденной сидячей рабочей позой и локальными мышечными нагрузками. Механизация и автоматизация производственных процессов резко сократили двигательную активность человека, привели к перераспределению нагрузки с крупных мышечных групп, на мелкие. Такое неравномерное перераспределение нагрузки на опорно-двигательный аппарат, при резком снижении общей двигательной активности, является причиной неблагоприятных изменений физиологических функций и систем организма человека.

1. АНАЛИЗ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРИ МАЛОПОДВИЖНОМ ТРУДЕ

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энерготрат организма в ккал/ч (Вт). В связи с этим, к категории Iа относятся работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, офисные работники, работники в сфере управления и т.п.). К категории Iб относятся работы с интенсивностью энерготрат 121 - 150 ккал/ч (140 - 174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.).

Большинство работников малоподвижных профессий не занимаются физической культурой, о чем свидетельствуют исследования их физического здоровья [1].

Здоровье – нормальное психологическое состояние человека, отражающее его полное физическое, психологическое и социальное благополучие и обеспечивающее полноценное выполнение трудовых, социальных и биологических функций

К факторам, негативно влияющим на состояние работников при малоподвижном труде, относятся:

-гипокинезия и гиподинамия;

-загруженность мышц кисти и предплечья;

-сидячая поза;

-однообразные операции.

Рассмотрим, как влияют данные факторы на здоровье работников рассматриваемой категории работ.

При гипокинезии, вследствие недостаточного количества движений, наблюдается ослабление памяти, увеличение количества ошибок, затруднение логического мышления, снижение работоспособности и повышение утомляемости.

Производственная гипокинезия значительно усугубляется монотонностью и нервно-эмоциональным напряжением, что ведет к снижению производительности труда, способствует более быстрому развитию утомления и ухудшение здоровья работников.

При гиподинамии, вследствие малой двигательной активности, наблюдается развитие гиподинамического синдрома, уменьшается масса мышц, их сила, выносливость, возникают атрофические изменения в двигательном аппарате, приводящие к развитию детренированности сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма.

Ишемическая болезнь сердца – эта болезнь стоит на первом месте в рейтинге самых опасных болезней офисных сотрудников. Нехватка физической активности, вредные перекусы на рабочем месте становятся причиной такого заболевания.

Компьютерный варикоз – это новый термин, разработанный врачами именно для офисных работников. Возникает такая болезнь из-за сидячего образа жизни, в частности – зажима вен от привычки сидеть «нога на ногу».

У людей занятых малоподвижным, однообразным трудом происходят негативные изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы, в результате чего учащается пульс, уменьшается ударный объем крови, снижается масса и объем мышцы сердца и скелетных мышц, повышение нервно-эмоционального напряжения (повышение раздражительности нарушении сна, эмоциональной неустойчивости) [2].

Постоянный недостаток двигательной активности может привести к атрофии мышц, уменьшению массы мышцы, их силы выносливости, нарушению биохимических реакций (нарушению обмена веществ и протекания окислительно-восстановительных процессов и т.д.), снижению функций нервной системы, ухудшению доставки кислорода к сердечной мышце и головному мозгу (ослабление памяти, увеличение

количества ошибок, затруднение логического мышления), увеличению энергостоимости работы.

Уменьшение двигательной активности приводит к снижению обмена веществ, что, в свою очередь, начинает сказываться на увеличение жировых отложений и массы тела. Способствует развитию отеков нижних конечностей и ухудшению вводно-солевого обмена. Наблюдается повышенная растяжимость венозных сосудов голени, что в дальнейшем может привести к развитию варикозного расширения вен. Все данные свидетельствуют о том, что высокий уровень нервно-эмоционального напряжения, характерный для современного человека, в сочетании с малой двигательной активностью может привести к срыву адаптационно-приспособительных реакций организма человека и развитию патологии.

Рабочая поза, сидя, в которой пребывают представители умственного труда более, выгодна по сравнению с рабочей позой стоя. В то же время длительное пребывание в положении сидя может стать причиной развития целого ряда неблагоприятных отклонений в состоянии организма (при постоянно расслабленных мышц живота – заболевания женской половой сферы, сгорбленность спины может привести к расслоению, сплющиванию и выпячиванию межпозвоночных дисков, а при наклоне вперед – шейный и грудной остеохондроз).

Проведенный опрос в поликлиниках показал, что по поводу болей в спине в 70% случаев обращаются не пожидые люди, а офисные работники.

Для анализа влияния сидячей работы на самочувствие человека был проведѐн социологический опрос среди студентов очной формы обучения. Студентам в количестве 60 человек (из них 44 человека женского пола и 16 – мужского) было предложено ответить на вопрос «Испытываете ли вы какие-либо изменения в состоянии здоровья, связанные с длительным сидячим положением на учебных занятиях [3]?». Результаты опроса показали, что только 37% опрошенных не испытывают изменений в состоянии здоровья, связанных с длительной работой в сидячем положении, а большая часть 63% респондентов ощущают негативное влияние сидячей работы на состояние их здоровья. Они отметили - дискомфорт в спине, шее, плечах, ногах; головные боли; утомление; ухудшение настроения.

2. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Для профилактики нервно-мышечной патологии рук рекомендуется использовать различные средства: массаж и самомассаж, гидропроцедуры, растирания с обезболивающими средствами, физические упражнения (упражнения на расслабление, динамические упражнения в сочетании с самомассажем, плавание).[4]

Для уменьшения негативного влияния сидячей работы в течение длительного периода времени, а также сохранения и улучшения здоровья офисного работника необходимо выполнять следующие мероприятия:

1. Правильно организовать своѐ рабочее место: сидение кресла должно быть достаточно жѐстким, а спинка должна иметь изгиб в области поясницы. Постоянно следить за осанкой, чаще разминаться и менять положение каждые 20-30 минут.

2. Регулярно делать перерывы на отдых и выполнять несложные физические упражнения, так как основным средством профилактики и лечения профессиональных заболеваний офисных работников является производственная гимнастика. Например, разминать ноги можно, прямо сидя за столом – просто нужно натягивать носки на себя и обратно, затем немного вращать их вправо и влево. Простое упражнение для разминки спины и поясницы: если кресло крутящееся, необходимо сесть перед столом, оторвать ноги от пола, взяться за столешницу и поворачивать таз вместе со стулом – то влево, то вправо (корпус при этом остается неподвижен). Для разминки шеи подойдут обыкновенные вращения и наклоны головы.

3. Отказаться от пользования лифтом, подъѐмы по лестнице являются хорошей разминкой для мышц.

4. Потратить оставшееся от обеденного перерыва время на небольшую прогулку по улице. Это поможет приобрести лѐгкость во всем организме, улучшит пищеварение и поднимет настроение.

5. Использовать столы-трансформеры или стоячие рабочие места для смены положения тела [5].

Среди главных преимуществ выполнения специальных упражнений на рабочем месте можно выделить: улучшение кровотока; увеличение выносливости; снижение общего переутомления; повышение иммунитета; поддержание оптимальной работоспособности [6]. Дополнительное выполнение регулярных физических упражнений значительно снижает воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды. Физические паузы не отнимают время много времени – в среднем производственная гимнастика может длиться от 3 до 12 минут. Небольшие паузы, сопровождающиеся физической активностью, важно выполнять не только в середине, но и в начале рабочего дня [7].

ВЫВОД

От малоподвижной работы развиваются различные болезни, некоторые из них не лечатся. Именно поэтому следует внимательно относится к своему здоровью и внедрять в рабочий процесс перерывы и разминки. Важно создать баланс между сидячей работой и физической активностью, чтобы поддерживать здоровье и благополучие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Лопатин, И. В. Безопасность и человеческий фактор в АПК / И. В. Лопатин, Е. В. Кулакова // Профессия инженер: Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 14 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 675-679.

2. Оценка условий и безопасности труда в производственной деятельности предприятий / И. Н. Кравченко, Е. В. Кулакова, И. В. Алибекова, Ю. В. Величко // Безопасность жизнедеятельности. – 2023. – № 5(269). – С. 17-22.

3. Интернет-источник. Влияние сидячей работы на здоровье офисного работника. URL:https://articulus-info.ru/wp-content/uploads/2017/11/6_2017p_Starkov_1.pdf

4. Ерохин С.А. Производственная гимнастика как важный ресурс здоровье сберегающей деятельности человека: материалы Междунар. науч.- практ. конф. Наука сегодня: теория и практика. - Вологда: ООО Маркер, 2016. С. 136-136.

5. Петрунина С.В. Основы производственной гимнастики: методические рекомендации. - Пенза: ПГУ, 2015. - 53 с.

6. Лечебная физическая культура: учебник для студентов высш. учеб. заведений / под ред. С. Н. Попова. Москва: Издат. центр «Академия», 2004. 416 с.

7. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2003. 480 с.

УДК 658.382

И.А. Григорьев, М.В. Творогова

ФГАОУ ВО Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПУЛЬСАЦИИ ДИСПЛЕЕВ

АННОТАЦИЯ

Современные дисплеи, использующиеся в производственной деятельности, отличаются впечатляющими характеристиками. Например, яркость многих моделей сравнима с яркостью осветительных приборов (более 1000 Кд/м^2), регулировка этого параметра осуществляется за счет широтно-импульсной модуляции (ШИМ), приводящей к значительной нестабильности (пульсации) экранного изображения, вызывающей дополнительное зрительное утомление работников. Нормативные документы не предлагают единого способа оценки нестабильности экранного изображения и не содержат требований к минимальной частоте регулирования яркости. В работе проведен анализ математической модели зрительной системы и восприятия нестабильности изображения, установлено, что повышение частоты ШИМ обосновано с точки зрения снижения физиологических реакций. Создана экспериментальная установка, позволяющая варьировать частотные характеристики, проведено исследование реакции зрительной системы, что позволило сформулировать рекомендации к выбору частоты ШИМ и допустимым значениям пульсации экранного изображения.

1 АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Все виды производственной деятельности в настоящее время переживают этап цифровизации, что приводит к упрощению многих видов деятельности, росту интенсивности производства и производительности труда. Вместе с этим происходит изменение привычных условий труда – основным элементом рабочего места становятся разнообразные средства отображения информации (дисплеи персональных компьютеров, экраны смартфонов и планшетов, объединенные системы видеоотображающих устройств, позволяющие воспроизводить в многооконном режиме большие объёмы информации). Наблюдаются и перемены в отношении работников к состоянию различных аспектов своего здоровья – многие работники обеспокоены негативными изменениями в состоянии органов зрения, что, несомненно, связано с необходимостью постоянного зрительного контакта со средствами отображения информации. Возникает необходимость исследовать воздействие современных дисплеев на органы зрения человека при длительной работе, учитывая, что гигиенические требования к данному виду оборудования были в недавнее время упрощены.

Современные дисплеи отличаются впечатляющими характеристиками: высокой разрешающей способностью; плотностью пикселей на единицу площади; отличной цветопередачей; большими углами обзора; повышенной частотой обновления изображения, но в исследованиях, проведенных ранее [1-4], был установлен фактор, оказывающий наиболее значимую роль в формировании зрительного утомления – нестабильность (возможность пульсации) экранного изображения. К пульсации дисплеев приводит использование для регулирования яркости изображения ШИМ, представляющей собой процесс управления мощностью путем включения и выключения светодиода с различным коэффициентом заполнения при неизменной частоте сигнала. Среди ведущих производители нет единого подхода в выборе частоты ШИМ-регулирования, на рынке представлены устройства, использующие частоту от 120 до 1500 Гц, при этом единого мнения гигиенистов о “безвредной” частоте, не существует.

Цель – создание теоретических основ влияния нестабильности изображения дисплея на зрительное утомление и реализация экспериментальных исследований.

Задачи:

1) описание математической модели функционирования зрительной системы при работе с дисплеями;

2) анализ математической модели с точки зрения влияния на развитие зрительного утомления;

3) создание экспериментальной установки, позволяющей варьировать частотные характеристики в широком диапазоне, и реализация эксперимента.

Объект – элементы зрительной системы человека. Предмет – реакция зрительной системы на нестабильность изображения.

Метод исследования – математическое моделирование, эмпирическое исследование параметров нестабильности изображения.

Для проведения исследования по влиянию дисплеев на органы зрения необходимо понимать внутреннее строение глаза, что отвечает за световосприятие, фиксирование цветов, а также обосновать применение математической модели описания работы зрительной системы для дальнейшей обработки результатов эксперимента.

2 СТРОЕНИЕ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА. МОДЕЛИ ОДНОЦВЕТНОГО И ЦВЕТНОГО ЗРЕНИЯ

Внутренняя чувствительная оболочка глаза – сетчатка представляет нервный центр, в котором происходит преобразование зрительных сигналов в нервные импульсы и их передача в подкорковые и

корковые зрительные центры. Фоторецепторы сетчатки – палочки и колбочки, выполняют разные функции: палочки обеспечивают сумеречное черно-белое зрение, восприятие движений; колбочки, наоборот, входят в систему дневного зрения и имеют способность различать цвета [5].

Оптическую систему глаза часто рассматривают как линейную, но при прохождении пучка света через синусоидальный фильтр, распределение интенсивности света на выходе будет синусоидальным, но, возможно, отличным по амплитуде или фазе от распределения на входе.

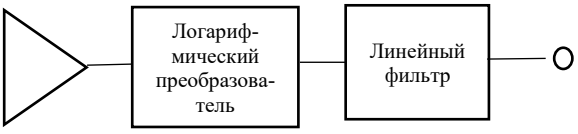


Рис. 1. Логарифмическая модель одноцветного зрения

Логарифмически-линейная модель глаза позволяет удовлетворительно предсказать реакцию зрительной системы, однако на высоких частотах и очень низких интенсивностях наблюдаемая реакция отличается от ожидаемой от данной модели.

Нелинейная реакция палочек и колбочек на изменения интенсивности, возможно, объясняется химической активностью, электрическими эффектами, которые могут быть представлены в модели фильтром нижних пространственных частот, включенным между рецептором и нелинейным элементом [6].

Наиболее существенный вклад в частотную характеристику глаза вносит механизм латерального торможения – восприятие светового импульса, попавшего в глаз, происходит с задержкой. После окончания действия импульса ощущение света затягивается на короткое время. Эти явления, возникающие из-за ненулевой длительности временной реакции зрительной системы, можно моделировать линейным временным фильтром (рис.2).

Рис. 2. Дополненная модель одноцветного зрения

В этой модели выходной сигнал рецептора подается на вход линейного фильтра нижних частот, соответствующего оптике глаза. Далее включен элемент с монотонно нелинейной характеристикой, моделирующий реакцию рецепторов на изменение интенсивности. Процесс латерального торможения учитывается введением полосового линейного пространственного фильтра. Эффекты временной фильтрации моделируются последним звеном – линейной системой.

Модель цветового зрения представляет собой такую же модель, как и для одноцветного зрения, но учитывает три входных сигнала, поступающих на сетчатку глаза, т.е. разложение белого света на три цвета: синий, зеленый и красный, что позволяет применять её не только для описания воздействия источников света, но и перейти к оценке влияния изображения, формируемого дисплейной техникой благодаря использованию субпикселей синего, зеленого и красного цветов.

3 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОСПРИЯТИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭКРАННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Процесс латерального торможения зрения, целесообразно рассмотреть, как последовательность отдельных импульсов света установленной яркости $\mathrm{L}(\tau)$, с учетом функции затухания A (t) и постоянного коэффициента v:

$$\mathrm{S(t)} = \frac{1}{v}\int_{-\infty}^{\mathrm{t}} \mathrm{L}(\tau)\cdot \mathrm{A}(\mathrm{t}-\tau)\,d\tau, \qquad (1)$$

$$\text{или: } \mathrm{S(t)} = \frac{\mathrm{k}}{v}\int_{-\infty}^{\mathrm{t}} \mathrm{L}(\tau)\cdot e^{-\frac{\mathrm{t}-\tau}{v}}\,d\tau \qquad (2)$$

Исследуем эту формулу при вспышках прямоугольной формы с произвольным соотношением длительности светлой фазы τ_δ к темной τ_n.

Если t = 0, тогда для светлой фазы ощущение яркости выражается как:

$$\mathrm{S}_\delta(\mathrm{t}) = \frac{k}{v}\int_0^t L\cdot e^{-\frac{t-\tau}{v}}\,d\tau = \frac{kL}{v}e^{-\frac{t}{v}}\int_0^t L\cdot e^{\frac{\tau}{v}}d\tau$$

$$= kLe^{-\frac{t}{v}}\left(1-e^{-\frac{t}{v}}\right) = kL\left(1-e^{-\frac{t}{v}}\right)$$

При t= τ_δ : $\quad \mathrm{S}(\tau_\delta) = \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{v}}\right)$ (3)

Для темной фазы: $\mathrm{S_n}(\tau) = \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{v}}\right)\cdot e^{-\frac{\mathrm{t}-\tau}{v}}$ (4)

При $\tau_n = \mathrm{T}$: $\quad \mathrm{S}(\tau_n) = \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{v}}\right)\cdot e^{-\frac{\mathrm{T}-\tau}{v}}$ (5)

Степень изменения зрительного ощущения ΔS будет при переходе от светлой фазы к темной:

$$\Delta\mathrm{S} = \mathrm{S}(\tau_\delta) - \mathrm{S}(\tau_\mathrm{n}) = \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{v}}\right) - \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{v}}\right)\cdot e^{-\frac{\mathrm{T}-\tau}{v}}$$

Определим максимум зрительного ощущения:

$$\Delta\mathrm{S} = \mathrm{kL}\left(1-\mathrm{e}^{-\frac{\tau_\delta}{\mathrm{v}}}\right) - \mathrm{kL}\left(1-\mathrm{e}^{-\frac{\tau_\delta}{\mathrm{v}}}\right)\cdot \mathrm{e}^{-\frac{\tau_\delta+\tau_n-\tau}{v}} =$$

$$= \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{\mathrm{v}}} - e^{-\frac{\tau_\mathrm{n}}{\mathrm{v}}} + e^{-\frac{\tau}{v}}\right)$$

Так как $\mathrm{T_n} = \mathrm{T} - \mathrm{T}_\delta$, то:

$$\Delta\mathrm{S}(\tau_\delta) = \mathrm{kL}\left(1-e^{-\frac{\tau_\delta}{\mathrm{v}}} - e^{-\frac{\mathrm{T}-\mathrm{T}_\delta}{\mathrm{v}}} + e^{-\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{v}}}\right) \qquad (6)$$

Первая производная $\Delta\mathrm{S}(\tau_\delta)$:

$$\Delta\mathrm{S}'(\tau_\delta) = \mathrm{kL}\left(0 - e^{-\frac{\tau_\delta}{\mathrm{v}}}\left(-\frac{1}{v}\right) - e^{-\frac{\mathrm{T}}{v}}\cdot e^{\frac{\tau_\delta}{v}}\left(\frac{1}{v}\right) + 0\right) =$$

$$= \frac{\mathrm{kL}}{v}\left(e^{-\frac{\tau_\delta}{\mathrm{v}}} + e^{-\frac{\mathrm{T}-\mathrm{T}_\delta}{v}}\right) \qquad (7)$$

При достижении максимума зрительных ощущений $\Delta\mathrm{S}(\tau_\delta)$, $\Delta\mathrm{S}'(\tau_\delta) = 0$. $\frac{\mathrm{kL}}{v} \neq 0$, значит:

$$e^{-\frac{\tau_\delta}{v}} - e^{-\frac{\mathrm{T}-\mathrm{T}_\delta}{v}} = 0 \Rightarrow e^{-\frac{\tau_\delta}{v}} = e^{-\frac{\mathrm{T}-\mathrm{T}_\delta}{v}}$$

Отсюда следует:

$\tau_\delta = \mathrm{T} - \tau_\delta$, $2\,\tau_\delta = \mathrm{T}$, т.е $\tau_\delta = \frac{\mathrm{T}}{2}$ или $\tau_\delta = \tau_n$.

При изменении частоты пульсации с неизменным коэффициентом заполнения, ΔS будет равняться [7]:

$$\Delta S = kL\left(1 - e^{-\frac{\tau_\delta}{\nu}} - e^{-\frac{\tau_n}{\nu}} + e^{-\frac{T}{\nu}}\right),$$

Подставляя $T = \frac{1}{\nu}$: $\Delta S = kL\left(1 - 2e^{-\frac{1}{2\nu\nu}} + e^{-\frac{1}{\nu\nu}}\right)$.

Определим максимум ΔS, найдя первую производную:

$$\Delta S = -2kLe^{-\frac{1}{2\nu\nu}}\left(-\frac{1}{2\nu}\right)\left(-\frac{1}{\nu}\right) + kLe^{-\frac{1}{\nu\nu}}\left(\frac{1}{\nu}\right)\left(-\frac{1}{\nu^2}\right)$$
$$= = \frac{kL}{\nu\nu^2}\left(e^{-\frac{1}{\nu\nu}} - e^{-\frac{1}{2\nu\nu}}\right).$$

При условии максимума $\Delta S' = 0$, но $\frac{kL}{\nu\nu^2}$ не может быть равно нулю, следовательно:

$$e^{-\frac{1}{\nu\nu}} - e^{-\frac{1}{2\nu\nu}} = 0 \Rightarrow e^{-\frac{1}{\nu\nu}} = e^{-\frac{1}{2\nu\nu}}, \qquad \frac{1}{\nu\nu} = \frac{1}{2\nu\nu},$$

что не представляется возможным, то есть позволяет прийти к выводу об отсутствии максимума ΔS при изменении частоты пульсации.

Рассмотрим динамику изменения ΔS при увеличении частоты пульсации.

При $\nu = 0$: $\Delta S = kL\left(1 - e^{-\frac{1}{2\nu\nu}} + e^{-\frac{1}{\nu\nu}}\right) =$
$$= (1 - e^{-\infty} + e^{-\infty}) = kL.$$

При $\nu \to \infty$:

$$\lim_{n\to 0} \Delta S' = \frac{kL}{\nu\nu^2}\left(e^{-\frac{1}{\nu\nu}} - e^{-\frac{1}{2\nu\nu}}\right) =$$
$$= \lim_{\nu\to\infty} \frac{kL}{\nu\nu^2}\left(e^{-\frac{2}{2\nu\nu}} - e^{-\frac{1}{2\nu\nu}}\right) =$$

$$= \lim_{\nu\to\infty} 6.39\frac{kL}{\nu\nu^2} \cdot e^{-\frac{1}{2\nu\nu}} = 6.39\frac{kL}{\nu}\lim_{\nu\to\infty}\frac{e^{-\frac{1}{\nu\nu}}}{\nu^2} = 0 \quad (8)$$

При проведении анализа последнего выражения можно прийти к выводу, что увеличение частоты пульсации вызывает уменьшение величины зрительного ощущения вспышек света и изображения от величины kL до нуля, но ответить, на какой именно частоте происходит прекращение восприятия, пульсирующего изображение, данный метод не способен.

Таким образом, в результате аналитического изучения инерционных свойств зрения установлено, что повышение частоты ШИМ-регулирования обосновано с точки зрения снижения физиологических реакций. Кроме того, значимым фактором в формировании зрительных ощущений при пульсации освещения является не только частота пульсации, но и величина коэффициента заполнения ШИМ.

Нормативные документы [8-9] не предлагают единого способа оценки нестабильности экранного изображения, не содержат требований к минимальной частоте и коэффициенту заполнения при ШИМ-регулировании яркости дисплеев, поэтому необходимо перейти к эмпирическим исследованиям реакции зрительной системы на нестабильность изображения.

4 СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ И ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

Следующим этапом работы является создание установки, позволяющей моделировать частотные характеристики световой среды (частоты и коэффициента заполнения) в широком диапазоне.

Схема экспериментальной лабораторной установки, представлена на рисунке 3.

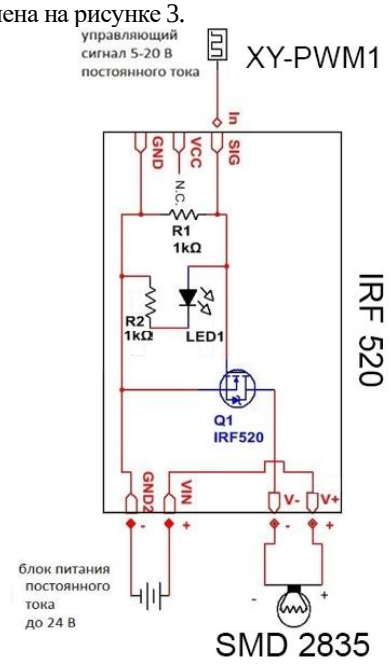


Рис. 3. Схема экспериментальной лабораторной установки

Основные элементы представлены на рисунке 4. Питание установки осуществляется блоком DR-75-24 (напряжение 24 В), в качестве источника управляющего сигнала используется устройство XY-PWM1[10]: диапазон частот - от 0 Гц до 150 кГц; погрешность установки частоты - не более 2%; диапазон изменения коэффициента заполнения – от 0% до 100%, погрешность установки коэффициента заполнения – не более 1%.

Драйвер на основе транзистора IRF 520 обеспечивает выходной ток нагрузки до 5А при входном напряжении питания до 24В.

В качестве источника света выбраны светодиоды общего освещения SMD 2835: цветовая температура – 4000 К; световой поток – 3000 Лм; напряжение – 24 В; мощность – 40 Вт.

Рис. 4. Элементы установки

Для оценки формы полученных световых импульсов используется цифровой люксметр-пульсметр со специализированным программным обеспечением, позволяющим визуализировать частотные характеристики светового потока. Для проверки соответствия полученного сигнала заявленным характеристикам устройства модуляции применяется

осциллограф цифровой запоминающий АКИП-4115/1А, зав. номер SDS1MHEQ5R4789 (рис.5).

Рис. 5. Приборы для оценки работоспособности установки

Полученные результаты (рис.6) позволяют сделать вывод о работоспособности установки и возможности её применения для решения поставленных задач – возможно независимое моделирование параметров нестабильности светового потока (частоты и коэффициента заполнения) в широком диапазоне.

Как было показано ранее при анализе моделей одноцветного и цветного зрения, физиологические основы восприятия экранного изображения позволяют использовать данную экспериментальную установку для исследования реакции зрительной системы на нестабильность изображения. Методология данных экспериментов аналогична реализованной ранее [1-3] и заключается измерении степени зрительного утомления, при моделировании различных частот и коэффициентах заполнения.

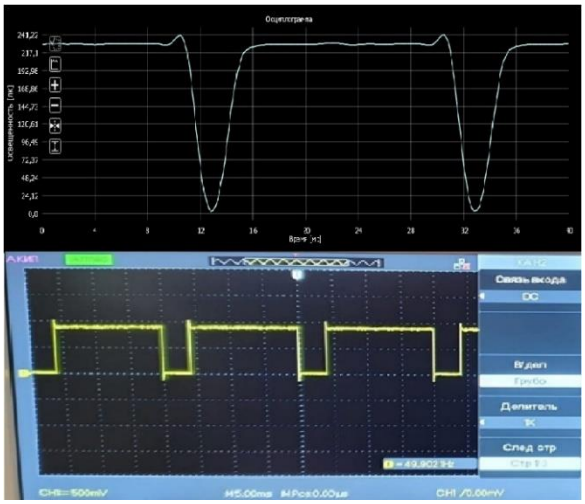


Рис. 6. Визуальное представление параметров и формы светового потока

Экспериментальные исследования зрительного утомления добровольцев, статистическая обработка результатов исследования и другие этапы работы не представленны в реферате в связи с ограниченным объемом, но позволили установить, что минимальным значением частоты ШИМ-регулирования при любых значениях коэффициента заполнения является 360 Гц, а максимально допустимым значением пульсации изображения 5%.

5 РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Описание математических моделей одноцветного и цветного зрения позволило перейти к оценке влияния изображения, формируемого дисплейной техникой на зрительную систему человека. В результате аналитического изучения инерционных свойств зрения установлено, что повышение частоты ШИМ-регулирования обосновано с точки зрения снижения зрительных функций. Создана экспериментальная установка, позволяющая независимо друг от друга моделировать частотные характеристики световой среды (частоту и коэффициент заполнения) и проведено исследование реакции зрительной системы, что позволило сформулировать рекомендации к выбору частоты ШИМ и допустимым значениям пульсации экранного изображения.

Список литературы

1. Кудряшов, А.В. Анализ параметров визуальной среды и зрительного утомления при применении инструментов виртуальной реальности / А.В. Кудряшов, К.А. Андреев, А.Р. Мустафина, Д.В. Якунин // Безопасность жизнедеятельности. 2023. № 7 (271). С. 8-13.

2. Кудряшов, А.В. Зрительное утомление при работе с видеотерминалами /А.В. Кудряшов // Безопасность жизнедеятельности.–2013.–№5. – 28 с.

3. Kudryashov, A.V. Identifying significant safety aspects of lighting systems / A.V. Kudryashov, Y. O. Tsurkan // Lecture Notes in Civil Engineering, 2022, 168, pp. 432-441. doi:10.1007/978-3-030-91145-4_41.

4. Kudryashov, A.V. Research of eyesight contrast sensitivity for the work with displays / A.V. Kudryashov, A.S. Kalinina, Y.O. Tsurkan // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 962(4), 042027

5. Красильников, Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений / Н.Н. Красильников // СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 608с.

6. Krasilnikov, N.N. Matched Spatial Filtering Object Images in the Human Visual System. / N. Krasilnikov, O.I. Krasilnikova // 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems, WECONF 2019, vol. 8840630. DOI 10.1109/WECONF.2019.8840630

7. Кудряшов, А.В. Освещение пунктов диспетчерского управления в энергетике / А.В. Кудряшов, А.С. Калинина, Ю.И. Аверьянов, И.М. Кирпичникова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2017. – Т. 17. – №2. – С. 34 – 40.

8. ГОСТ 9241-3-2003. Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов.

9. ГОСТ 52324-2005. Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях.

10. Kydryashov, A.V. Experimental PWM controlled device / A.V. Kudryashov, E.S. Galisheva, G.N. Yagovkin // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM).

УДК 614.8.084

Э.К. Гридина

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово,
ул. Красная, 6, Россия

ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

АННОТАЦИЯ

Признано, что более 90% несчастных случаев вызваны небезопасной практикой и небезопасным поведением. Поведенческий аудит безопасности – это инструмент управления, обеспечивающий системный подход к предотвращению небезопасных действий работников. Внедряемый на предприятии метод ПАБ заключаются в контроле за работниками в ходе выполнения ими работ, что позволит выявить опасные практики и небезопасные условия на рабочем месте; беседа с работниками об их деятельности; эффективно исправлять небезопасное поведение, прислушиваться к их мнению и давать обратную связь.

1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

Одним из ключевых элементов в управлении безопасностью труда, при организации СУОТ на предприятии является внедрение поведенческого аудита безопасности (ПАБ), который может рассматриваться как обязательное дополнение к существующим видам контроля, направленным на выполнение установленных государственных нормативов и стандартов в области охраны труда.

При проведении ПАБ основное внимание сконцентрировано на анализе поведения работников во время выполнения производственной задачи, с целью формирования культуры производства, персональной ответственности работника за личную и коллективную безопасность труда.

1.2 Актуальность

Анализ причин несчастных случаев на производстве показал, что более 90% связано с опасным поведением работников [1]. Целью внедрения ПАБ является учет человеческого фактора в поведении людей для минимизации их опасных действий при выполнении своих трудовых функций, особенно для категории работников, работающих во вредных и опасных условиях труда. Грамотное проведение поведенческих аудитов позволяет добиться повышения эффективности при обучении работников предприятия и формирования компетенций, повышающих навыки и склонность к безопасному труду, и как следствие сохранение жизни и здоровья как самих работников, так и коллектива в целом [3].

Основными целями программ поведенческого аудита безопасности являются:

- Повышение осведомленности о безопасности: наблюдая и сообщая о поведении и условиях, связанных с безопасностью, сотрудники становятся более осведомленными о своих действиях и действиях своих коллег.
- Выявление опасностей: программы ПАБ безопасности помогают выявлять опасности на рабочем месте и предоставляют возможности для устранения их до того, как произойдет несчастный случай.
- Повышение культуры безопасности: программы ПАБ могут помочь создать культуру безопасности, поощряя сотрудников брать на себя ответственность за свою безопасность и безопасность своих коллег.
- Сокращение несчастных случаев и травм. Выявляя и устраняя небезопасное поведение и условия, программы ПАБ аудита безопасности могут помочь снизить количество несчастных случаев и травм на рабочем месте.
- Предоставление информации обратной связи сотрудникам, прошедшим оценку.

Объектами наблюдения в ходе проведения поведенческого аудита входят такие важные составляющие как:

- идентификация и оперативное определение опасных факторов рабочей среды;
- оценка содержания рабочего места;
- наличие и применение СИЗ;
- состояние и знание правил безопасных приемов и работы с инструментами и оборудованием;
- знание инструкций по безопасному выполнению работ;
- возможности эффективной идентификации рисков их анализа и воздействия.

Анализ существующих методик проведения поведенческого аудита показывает, что одним из ключевых моментов проведения процедуры аудита является присутствие на рабочем месте испытуемого как непосредственно аудитора, так и его линейного руководителя, это позволило определить следующие недостатки данного метода:

- не учитывается ключевой момент, что работник, находясь под наблюдением аудитора испытывает стрессовую ситуацию (например, это характерно для людей имеющим тип темперамента – меланхолик и флегматик) что может приводит к появлению ошибок при выполнении работ, не свойственных для работников в ситуации без стресса;
- работник, когда за ним наблюдают, старается выполнить свои трудовые функции по правилам и с осторожностью, тогда как в процессе повседневной работы может проявиться человеческий фактор,

который позволяет облегчить или ускорить выполнение своих трудовых функций в ущерб безопасности трудового процесса.

Для получения более четкой картины результатов проведения поведенческого аудита нами предлагается использовать цифровые технологии и ввести удаленный контроль за работниками с использованием видеокамер.

Рассматриваемая методика проведения поведенческого аудита безопасности включает в себя разработку программного продукта для автоматизации процессов планирования ПАБ, ведения контрольного списка наблюдения, фиксации результатов поведенческих аудитов безопасности, анализ полученных данных и разработка рекомендаций.

Программа «Поведенческий аудит безопасности» создается на базе языка программирования C#. Методической основой для реализации программы является разработанный авторами алгоритм проведения поведенческого аудита безопасности. Основными блоками методической разработки являются:

1. Раздел планирования ПАБ.
2. Контрольные списки для аудита, которые включают в себя следующие компоненты:

А) Критическое поведение: В этом разделе контрольного списка указаны конкретные модели поведения, имеющие решающее значение для обеспечения безопасности на рабочем месте. Такое поведение обычно связано с задачами или действиями, характеризующимися высокой вероятностью несчастных случаев или травм.

Б) Безопасное поведение: этот раздел контрольного списка включает список безопасного поведения, которое работники должны проявлять во время наблюдения. Такое поведение считается идеальным и его следует поощрять.

В) Небезопасное поведение: этот раздел контрольного списка включает список небезопасного поведения, которое работники могут проявлять во время наблюдения. Такое поведение считается потенциальной угрозой безопасности и должно быть рассмотрено наблюдателем.

3. Готовность к чрезвычайным ситуациям и реагирование

- Имеется ли план реагирования на чрезвычайные ситуации?
- Обучены ли сотрудники процедурам реагирования на чрезвычайные ситуации?
- Регулярно ли проводятся учения по реагированию на чрезвычайные ситуации?
- Имеется ли и обслуживается ли оборудование для реагирования на чрезвычайные ситуации?
- Аудит поведения сотрудников при моделировании ЧС и его анализ.

4 Комментарии/обратная связь: этот раздел контрольного списка позволяет наблюдателю оставлять комментарии и отзывы о поведении работника во время наблюдения. Обратная связь может быть положительной или отрицательной и должна быть конструктивной и поддерживающей.

2 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов поведенческого аудита позволяет выявить узкие места в управлении промышленной безопасностью и разработать действенные механизмы по планированию мероприятий совершенствования системы управления охраной труда и внести корректировку в программы обучения безопасным правилам выполнения работ [4].

Аудит поведения в области безопасности — отличный способ стимулировать персонал организации соблюдать безопасные методы работы и улучшить систему управления охраной труда. При наличии цифровых инструментов ПАБ можно проводить эффективно и результативно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости на предприятиях угольной отрасли Кузбасса / Л. А. Иванова, В. А. Петрова, А. К. Горелкина, Е. Н. Неверов // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 11. – С. 50-56. – DOI 10.24000/0409-2961-2022-11-50-56.
2. Глебова, Е. В. Количественная оценка безопасного поведения работника по результатам поведенческого аудита безопасности / Е. В. Глебова, Э. А. Фомин, М. В. Иванова // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – № 3. – С. 52-56. – DOI 10.24000/0409-2961-2019-3-52-56.
3. Кузнецова, С. А. Культура безопасности и поведенческие аудиты безопасности / С. А. Кузнецова // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2021. – № 7. – С. 48-54. – DOI 10.33920/pro-4-2107-06.
4. Майстренко, Е. В. Поведенческий аудит безопасности как инструмент повышения эффективности системы управления охраной труда / Е. В. Майстренко, Н. И. Ибрагимова // Высшее образование сегодня. – 2019. – № 1. – С. 49-53. – DOI 10.25586/RNU.HET.19.01. P.49.
5. Поведенческий аудит и для чего его проводить // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2021. – № 2. – С. 48-53. – DOI 10.33920/pro-4-2102-10.
6. Турсунов, О. З. Особенности внедрения поведенческого аудита безопасности на производстве / О. З. Турсунов // Безопасность жизнедеятельности: наука, образование, практика : Материалы VII Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием: сборник научных статей, Южно-Сахалинск, 23–24 ноября 2016 года / Под редакцией О.А. Фёдорова, В.В. Моисеева. – Южно-Сахалинск: Сахалинский государственный университет, 2017. – С. 263-266.

УДК 681.586

Егоров А.Э.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

РАЗРАБОТКА БЕСКОНТАКТНОГО ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА ЭКСТРЕННОЙ ОСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ И УМЕНЬШЕНИЯ ТРАВМООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

АННОТАЦИЯ

В городе Санкт - Петербург имеется ряд машиностроительных заводов по производству деталей, использующих робототехническое оборудование, которое представляет опасность для окружающих при выходе из строя. Для попытки предотвращения подобных чрезвычайных ситуаций используются дорогостоящие высокоточное датчики. В России подобное оборудование не производят, поэтому аналоги датчиков отсутствуют, а из-за наложенных санкций импорт датчиков либо ограничен, либо невозможен. Для разрешения сложившейся ситуации было решено разработать бесконтактный сосбственной коснтрукции.

Чтобы добиться высокой точности между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров отклонения от заданных параметров бесконтактным методом, рассчитана длина волны излучающего прибора для погрешности в 500 микрометров по формуле 1:

$$\delta R \cong \frac{c_0}{2B\sqrt{2\,SNR}} \quad (1)$$

Где δR - ошибка измерения, c_0 - скорость света, B - ширина полосы пропускания, SNR – отношение сигнал шум.

Аппаратная реализация возможна разными способами: излучения и отражения лазера, электромагнитной индукции, преобразования емкости. Способ оптического приема лазерного отражения обусловлен рядом особенностей. Излучаемый лазер должен быть модулирован на частоте 400000 гигагерц, соответственно прием будет на этой же частоте. Поверхность должна быть с высоким коэффициентом отражения. Требуется точное выставление угла излучения и падения, из-за чего появляются слепые зоны, недоступные для измерений. Для способа электромагнитной индукции необходимо учитывать площадь электромагнитного воздействия и распространения от которой зависит точность измерения. Способ преобразовании емкости сильно зависит от диапазона расстояния до детали, чем ближе к детали, тем выше точность измерения отклонений.

В итоге для реализации прототипа были отобраны несколько способов, которые могут дополнять друг друга. Это оптический и емкостной способы получения разниц между наибольшим и наименьшим предельными значениями параметров отклонения от заданных параметров. Разрешение исследуемой площади поверхности детали при таком подходе зависят от размера падающего лазерного пятна и диаметра иглы, что является важным параметром бесконтактного датчика.

Для обработки результатов, используя язык «Java», написано программное обеспечение на электронно-вычислительной машине, которое впоследствии запатентовано. В результате реализации прототипа и проведении испытаний, достигнут диапазон погрешности измерений в 500 микрометров и разрешение по исследуемой площади детали в 1 миллиметр.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Цель проведения исследования

Основная цель работы – создать прототип бесконтактного оптического и емкостного датчика для измерения расстояния до частей тела оператора оборудования и последующей остановки оборудования, если потребуется. Датчик является также импортозамещением контактного щупа австрийского производства.

В ходе исследования были поставлены задачи:

1) Испытать емкостной датчик с латунным щупом на детали при отдалении датчика от детали и приближении к ней, при этом использовать частотомер;

2) Испытать емкостной датчик с латунным щупом на детали при прохождении датчика параллельно m поверхности детали при этом использовать осциллограф;

3) Испытать емкостной датчик с латунным щупом на детали при отдалении датчика от детали и приближении к ней, при этом использовать осциллограф;

2. ПРОТОТИПИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ОБЗОРА АНАЛОГИЧНЫХ ДАТЧИКОВ

В процессе разработки датчика собственной оригинальной конструкции были проанализированы аналогичные типы датчиков для бесконтактного контроля геометрии деталей. В работах [6-8] отмечена зависимость между емкостью и расстоянием наблюдаемого объекта, представленная на рисунке. На графике ниже показано, что точка координат на графике Cm и dm являются некоторой точкой экстремума функции, больше которой начинается экспоненциальный подъем графика и плавное переход в ровную линию, что свидетельствует о некотором расстоянии, при котором датчик уже перестает улавливать приближение объекта.

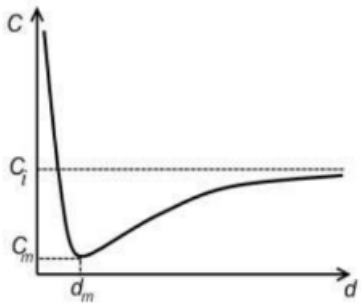


Рисунок 2 - Зависимость емкости чувствительного элемента датчика от расстояния между наблюдаемым объектом и поверхностью чувствительного датчика

Однако при создании прибора для анализа биения (к примеру, для создания датчика для кругломера или контурографа отечественного производства) не стоит задача максимально удалять датчик от объекта измерения, расстояния от нулевой координаты до точки Cm и dm вполне достаточно. При этом, как отмечают авторы [10-11] участок от 0 до dm - «короткодействующий» (в изготовленном макете – около 1 мм), а участок от dm до бесконечности – «дальнодействующий» - с 1 м и более . Возрастание емкости при увеличении расстояния между пластинами (обьектом и щупом) также доказано в трудах [10-11], в котором рассматривается вопрос разработки емкостного датчика с характеристиками, представленными на рисунке 3.

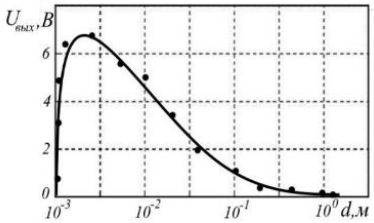


Рисунок 3 - Зависимость выходного сигнала датчика от расстояния до металлической детали

Еще одна схема показана ниже (Рисунок 4). В ней авторами реализован следующий принцип: от источника питания (12 В) генератор ВЧ-импульсов (его частота 280 кГц, от микросхемы NE 555) к выходу микросхемы подключена цепочка последовательно соединенных пластин – электродов датчика и потенциометра на базе резисторов R1 и R2.

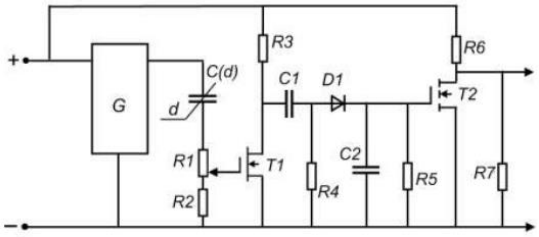


Рисунок 4 - Схемотехническая реализация планарного емкостного датчика

В разработке, описанной в данной статье и сделанной с учетом вышеприведенных прототипов, был использован компонентный состав и генератор 8 МГц (Рисунок 6). Из рассмотренных выше разработок была интегрирована система шумоподавления, которая уменьшила процесс стабилизации при измерении частоты.

В исследовании [1-2] рассматривается вопрос непременного использования блока коррекции емкостного сравнения емкостных датчиков, как один из блоков для повышения надежности выборки. Как видно из графика выше наблюдается значительное количество шумов. В работе [2] предложена схема - Рисунок 5

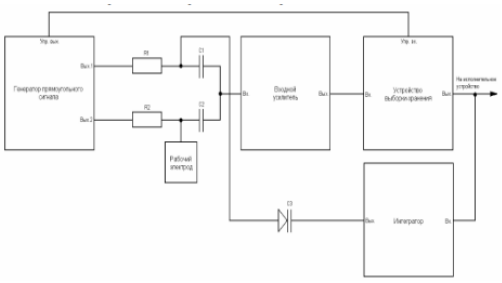


Рисунок 5 Адаптивная измерительная система

3. Экспериментальная часть

В процессе разработки бесконтактного датчика для измерения дефекта формы была применена аналогичная схема создания данных преобразователей на основе емкостного датчика, применяемая в виде планарного конденсатора. [6-8]. В данном процессе в качестве одной из пластин конденсатора была принята деталь (тело человека). Вторая пластина планарного конденсатора – латунный щуп, соединенный с контроллером ESP-32 и кварцевым генератором, получающих питание, не превышающее 6 вольт от USB входа ноутбука, в котором находилась программа для контроллера. Экспериментальная установка описана на Рис.6, датчик показан на Рис. 9.

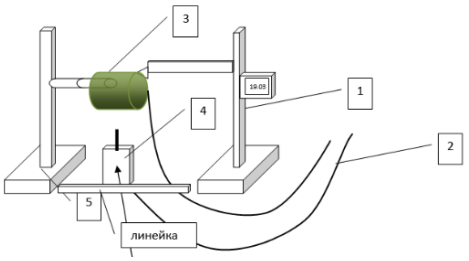


Рисунок 6 – Экспериментальная установка: 1 – Штангенрейсмас, 2 – провода к осциллографу или частотомеру, 3 – контролируемая деталь на консоли, 4 – емкостный датчик с латунным щупом, 5 – Стойка с контролируемой высотой консоли.

В данном случае провод «-» пробника от частотомера Voltcraft был подключен к детали, положительный вывод был подключен к латунному щупу. При этом возможно измерение с отключенным основным питанием, т.к. питания, имеющегося в пробнике от частотомера, вполне хватает на измерение детали, однако в среднем показания на частотомере при этом меньше примерно в 100 раз. Основными измерительными

приборами для разработанной экспериментальной установки были приняты частотомер MS9150 и осциллограф АКИП

При этом данные показаний при приближении латунного щупа к детали, и, следовательно, при уменьшении воздушного зазора было в следующем порядке – представлено на графике. Установленный конденсатор – 2 пикофарада. Ниже представлена выявленная зависимость (Рисунок 8). Все значения фиксировались вручную, приближение щупа к прибору фиксировалось штангенрейсмасом, который контролировал, в свою очередь, положение металлической оси, на которой была зафиксирована деталь (Рисунок 6). При этом были замечены шумовые эффекты, которые требовали значительной стабилизации частоты, около 5 секунд на одно измерение. При этом категорически исключается касание детали рукой, т.к. это вызывает мгновенное зашумление результата измерения. Ниже на графике была выявлена зависимость частоты от воздушного зазора.

Рисунок 8– Выявленная зависимость при измерении детали на частотомере

Таким образом, было замечено, что при уменьшении воздушного зазора, частота возрастает.

Рисунок 9 –разработанный прототип и расположение датчика под деталью

В данном исполнении был проведен также эксперимент по измерению зависимости воздушного зазора от частоты с помощью высокопроизводительного осциллографа АКИП.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование цепи емкостной коррекции и дополнительного блока сравнения при проектировании емкостных датчиков позволяет создать полностью адаптивную систему с широкими функциональными возможностями и повышенной тактической надежностью. Использование адаптивных механизмов при создании измерительных систем на основе емкостных датчиков с разветвлением токов в измерительной цепи позволяет избежать необходимости ручной корректировки при изменении расположения стационарных предметов вблизи рабочего электрода, позволяет использовать емкостные датчики в сложных климатических условиях. При контакте датчика с емкостью человека - руки или ноги датчик быстро передаст информацию и произведет экстренную остановку станка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tip Deflection Measurement - Inductive Sensor Principle Chapter · February 2007 Modeling of Electromechanical Systems.Rüdiger G. Ballas. Wilhelm Büchner Hoch

2. А.В. Галков, А.Г. Якунин. К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ АДАПТИВНЫХ ОХРАННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ//Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 1 (17) С.121-125

3. Пщелко Н.С., Моршель О.В., Кулманаков Д.С., СХЕМОТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПЛАНАРНОГО ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА. В сборнике: RESEARCH INNOVATIONS 2020. сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, 2020. С. 59-66.

4. Пщелко Н.С.МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ ПЛАНАРНОГО КОНДЕНСАТОРА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В книге: Радиофизика, фотоника и исследование свойств вещества. Тезисы докладов I Российской научной конференции. Омск, 2020. С. 95-96.

5. Тетенькин Ю.Г.МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АЦП ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ РЕЗИСТИВНОГО И ЕМКОСТНОГО ТИПА/Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2009. № 12. С. 135-140.

6. Кулманаков Д.С., Пщелко Н.С., Костовский И.П.МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЕМКОСТНОЙ ДАТЧИК.Наука настоящего и будущего. 2020. Т. 1. С. 122-125.

7. Пщелко Н.С., Соколова И.М., Чигирев Д.А.БЕСКОНТАКТНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ ПЛАНАРНОГО КОНДЕНСАТОРА. Техника радиосвязи. 2021. № 3 (50). С. 71-82.

8.Пщелко Н.С МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДАТЧИК НА ОСНОВЕ ПЛАНАРНОГО КОНДЕНСАТОРА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ. В книге: Радиофизика, фотоника и исследование свойств вещества. Тезисы докладов I Российской научной конференции. Омск, 2020. С. 95-96

9. Акчурин Т.Р., Пщелко Н.С., Водкайло Е.Г. ПРОГРАММА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЕМКОСТНЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ВОЛЬТ-ФАРАДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016610272, 11.01.2016. Заявка № 2015660773 от 10.11.2015.

10. Novak J. L., Feddema I. T. A capacitance-based proximity sensor for whole arm obstacle avoidance Proceedings 1992 IEEE, 1992. P. 1307-1314.

11. Schlegl T. et al. Combined capacitive and ultrasonic distance measurement for automotive applications. IEEE sensors journal. 2011. V. 11. №. 11. P. 2636-2642.

12. Виноградова, Г.Н. Основы микроскопии/ Г.Н. Виноградова, В.В. Захаров-СПБ: Университет ИТМО, 2018. 133 с, ил. - Текст : непосредственный.

УДК 331.453

Е.А. Калинина, Д.В. Сильченко

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, ул. Костюкова 46, Белгород, Россия

СНИЖЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКОВ В ХОДЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

АННОТАЦИЯ

В выполнения работы проведены исследования в области снижения профессиональных рисков работников научно-исследовательских лабораторий; проанализированы показатели безопасности труда в научно-исследовательской лаборатории; разработаны критерии, позволяющие ранжировать показатели безопасности труда по значимости; предложены мероприятия по снижению показателей безопасность труда; установлена зависимость показателей безопасности труда и уровня профессионального риска. Полученные результаты исследования позволят снизить профессиональные риски при выполнении работ в научно-исследовательских лабораториях.

1.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Актуальность

Работы, выполняемые в научно-исследовательских лабораториях часто связаны с высокими рисками воздействия на здоровье исследователей. Так, в 2023 году в правительственных расследованиях условий труда лаборатории участвовали 86 раз; по итогам 2022 года Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) сообщила о 4639 несчастных случаях на производстве с тяжелыми последствиями для пострадавших, из них 3,5% это работы, связанные с проведением научных исследований. В испытательных лабораториях множество опасностей. Поэтому несчастные случаи неизбежны. Однако несчастные случаи не всегда заканчиваются травмами. Наиболее распространенные травмы можно предотвратить, сводя к минимуму несчастные случаи, проявляя осторожность, улучшая рабочую среду в помещении, используя надлежащие защитные устройства и зная, что делать в чрезвычайной ситуации [1].

В данном исследовании представлена система комплексной оценки безопасности труда с целью снижения профессионального риска, создания безопасных условий труда в лаборатории и тем самым устранения источников опасности.

1.2 Цель работы

Построить систему комплексной оценки безопасности научно-исследовательских лабораторий, обеспечить более безопасные условия труда в лабораториях и снизить профессиональные риски работников.

1.3 Задачи

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ текущей ситуации и динамики травматизма в лабораториях.
2. Провести исследования показателей безопасности труда в лаборатории.
3. Предложить методику комплексной оценки безопасности лаборатории, обеспечивающую качественную оценку источников опасности и снижения профессиональных рисков работников.

1.4 Методика исследования

В работе были использованы современные методы исследований, которые базируются на анализе и обобщении литературы различных стран мира (Российская литература), опыта зарубежных ученых-практиков, кластерный анализ, который является составной частью технического анализа условий труда в производственном помещении.

2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ДАННЫХ

2.1. Результаты исследования условий труда в научно-исследовательской лаборатории

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории физико-механических испытаний кафедры технологии цемента и композиционных материалов с использованием следующих приборов:

1. Термогигрометр Ива-6А
2. Люксметр + Пульсметр "ТКА-ПКМ"
3. Шумомер-виброметр ЭКОФИЗИКА-110 А

Проведённые замеры и оценка условий труда лабораторного помещения по показателям шума, освещенности, микроклимата, опасных производственных факторов, а также эвакуации, показали следующие результаты.

Температура в испытательной лаборатории составляет 20 °С (оптимальная 21-23 °С), что немного ниже нормы. Влажность воздуха составляет 55,6 % (при оптимальной от 40-60 %).

Замеренные показатели освещённости ниже рекомендуемых практически в два раза, а местами и более. Так рекомендуемое искусственное освещение по нормам для производственного помещения (лаборатории) при малой точности составляет 200 Лк. Учитывая тот факт, что лаборант производит необходимые расчёты, а не только ведёт общее наблюдение за ходом выполняемого процесса.

По результату проведённых измерений по уровню звука в производственном помещении мы пришли к выводу, что лабораторное оборудование, работающее по отдельности, попадает в диапазон допустимого ограничения по шуму, кроме щёковой дробилки до 500 Гц. Если же рассматривать общий шум, создаваемый работающим оборудованием таким как лабораторная мельница и вибро-грохот, то можно наблюдать некоторое повышение по уровню звукового давления к граничным допустимым пределам начиная с 4000 Гц. При 8000 Гц наблюдается лёгкое превышение порогового допустимого значения по шуму на 1,1 дБ, при комплексной работе мельницы и вибро-грохота.

Оценка опасных производственных факторов в лаборатории показала, что необходимо обратить внимание на “острые углы” столов и неисправные дверцы тумб и шкафов, которые при открывании могут привести к получению травмы.

В ходе оценки пожарной безопасности производственного помещения, было установлено, что средства пожаротушения расположены за шкафами в труднодоступном месте и находятся под тяжёлыми металлическими предметами, что влечёт за собой риск срыва данных острых предметов с последующим риском повреждения огнетушителя и возможным возгоранием [7]. Помимо риска пожароопасности есть ещё один опасный производственный фактор, а именно неустойчивое положение набора сит, что может привести к падению одного или нескольких сит и нанести травму работнику. Исходя из перечисленных рисков рекомендуется установить огнетушитель и сита в более безопасное, видное и надёжное место, желательно при входе в помещение, что также сократит время на поиски сит и применение огнетушителя в экстренном случае.

2.2 Результат работы

Результаты расчёта рейтинга безопасности труда в лаборатории с учётом установленных вредных и опасных производственных факторов по данному равенству показали:

LSR = (RA + RFS + SEC + OSA)/4 = (50 + 33,3 + 50 + 40)/4 = 43,3 %,

что является относительно невысоким показателем. Вследствие чего, рекомендуется провести ряд исправлений вредных и опасных производственных факторов в помещении с целью улучшения условий труда в лаборатории и повышению рейтинга безопасности труда.

Одним из ключевых компонентов системы комплексной оценки безопасности является проведение регулярных аудитов безопасности лабораторий. Аудиты позволяют выявить и оценить существующие уязвимости и проблемы безопасности, а также определить соответствие существующего безопасного оборудования и процедур стандартам и требованиям. Результаты аудитов помогают разработать и реализовать корректирующие меры для устранения выявленных нарушений и повышения безопасности лабораторий.

Другим важным аспектом системы комплексной оценки безопасности является обучение персонала. Все сотрудники лабораторий должны быть обучены правилам и процедурам безопасности, а также получить соответствующую сертификацию. Это поможет персоналу быть готовым к обращению с потенциально опасными ситуациями, а также правильно реагировать на непредвиденные ситуации.

Система комплексной оценки безопасности также должна включать регулярное техническое обслуживание и проверку безопасного оборудования в лабораториях. Все оборудование, включая лабораторные приборы, хранение химических веществ и электрическое оборудование, должны периодически проходить проверку на соответствие безопасным стандартам. Одним из основных аспектов безопасности является использование средств коллективной и индивидуальной защиты, таких как калорифер, светодиодные лампы, крепления для набора сит, защитные очки, перчатки, фартуки и халаты.

Правильное использование СИЗ значительно снижает вероятность получения травм, обусловленных непредвиденными ситуациями или из-за неосторожности работника. Ношение защитных очков может предотвратить попадание опасного вещества в глаза, а использование защитных перчаток может предотвратить химическое воздействие на кожу рук. Применение СИЗ также способствует снижению риска возникновения заболеваний.

Результаты расчёта рейтинга безопасности труда в лаборатории с учётом всех рекомендаций по исправлению вредных и опасных производственных факторов, показали следующие значения:

LSR = (RA + RFS + SEC + OSA)/4 = (83,3 + 100 + 50 + 100)/4 = 83,3 %,

что является достаточно высоким показателем. Тем самым благодаря всем профилактическим рекомендациям по устранению всех вредных и опасных производственных факторов, нам удалось поднять рейтинг безопасности труда в лаборатории физико-механических испытаний практически вдвое.

Проведя расчёты, можно сказать, что общая оценка безопасности труда на прямую связана с уровнем профессионального риска. Чем выше показатель безопасности труда, тем ниже уровень профессионального риска работника.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Систематическое обучение сотрудников правилам работы с опасными веществами, разработка инструкций и регулярные практические тренировки – всё это возможные шаги к снижению случаев травматизма. Важно отметить, что основными жертвами несчастных случаев становятся молодые исследователи,

только начинающие свой путь в науке. Они, как правило, не имеют достаточного опыта и интуитивных навыков, чтобы предотвращать подобные ситуации. Поэтому курсы безопасности и обучение должны стать неотъемлемой частью научного образования молодых специалистов. В заключение, травматизм в исследовательских лабораториях требует нашего внимания и мгновенных действий. Превентивные меры безопасности, систематическое обучение и строгое соблюдение правил – вот то, что позволит снизить уровень рисков и создать безопасную работу в лабораториях. Каждый сотрудник, будь то студент, докторант или профессор, должен быть осведомлен о потенциальных опасностях и принимать все меры для их предотвращения. Мы должны добиться того, чтобы научная работа была не только результативной, но и безопасной для всех ее участников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонова, Г. И. Производственный травматизм как проблема социально-трудовых отношений в России [Текст] / Г. И. Тихонова, А.Н. Чуранова, Т.Ю. Горчакова // Проблемы прогнозирования. – 2012. – № 3. – С. 103-117.
2. Орлов, Г. П. Производственный травматизм: проблемы и пути решения / Г. П. Орлов // Охрана труда и социальное страхование. – 2016. –№12. – С. 50-55.
3. Лабораторное оборудование. Оснащение лаборатории. [Электронный ресурс]. — URL: https://pcgroup.ru/blog/laboratornoe-oborudovanie-osnaschenielaboratorii (Дата обращения: 10.09.2023)
4. Человеческий фактор как основная причина производственного травматизма и методы его контроля Сборник: Международная научно-техническая конференция молодых ученых/Синебок Д.А.- Белгород, 2020. С. 3225-3230.
5. Климова Е.В., Носатова Е.А., Семейкин А.Ю. Оценка и анализ психологических причин в профилактике травматизма // вестник нцбжд. - 2021. - №47. - С. 131-132.
6. Практическое руководство по охране труда для студентов на период прохождения практики / Е. В. Климова, А. Ю. Семейкин, А. С. Едаменко, О. Н. Томаровщенко. – Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – 72 с.
7. Heinrich, H. V. Heinrich Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach/ H. V. Heinrich // New York: McGraw-Hill Book Company, 1931. – 470 p.

УДК 614.8.084

А.С. Киреев, А.С. Менг

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск, Россия

ВЫБОР АЛГОРИТМА РАЗРАБОТКИ У РАБОТОДАТЕЛЯ НОРМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ И СМЫВАЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ

АННОТАЦИЯ

Обосновывается и описывается предлагаемый авторами подробный алгоритм разработки у работодателя норм обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами в соответствии с последними нормативными требованиями.

1. ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ РАССМАТРИВАЕМОГО ВОПРОСА

В соответствии с требованиями руководящих документов [2, 3] и с учётом содержащихся в них положений каждый работодатель должен разработать по новым правилам и применять свои внутренние нормы выдачи работникам средств индивидуальной защиты (СИЗ) и смывающих средств (СС). В частности, о необходимости выполнения этого указывается в статье 10 Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами [2] (далее – Правила). Это требование с реализацией риск-ориентированного подхода путём применения новых Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств [3] начало активно внедряться с 1 сентября 2023 г. Но в установленный Министерством труда и социальной защиты России для реализации этого положения переходный период работодателям разрешается временно пользоваться и прежними типовыми нормами выдачи СИЗ и смывающих средств. Указанный переходный период завершается 1 января 2025 г. Уже сегодня стала актуальной задача выбора алгоритма разработки у работодателя норм бесплатного обеспечения работников СИЗ и СС (далее – Нормы), поскольку руководящими документами эта процедура не определена, а времени до её завершения осталось мало.

2. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗРАБАТЫВАЕМЫМ У РАБОТОДАТЕЛЯ НОРМАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ И СМЫВАЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ

В соответствии со статьями 10 и 14 Правил [2] разработку Норм следует проводить на основании Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств [3], с учетом результатов оценки профессиональных рисков (ОПР) и результатов специальной оценки условий труда (СОУТ). И здесь возможно прийти к ошибочному выводу о том, что без проведения СОУТ недопустимо приступать к разработке Норм. Также бытует представление о СОУТ как об обязательном предшествующем ОПР мероприятии. Ниже докажем неправомерность таких утверждений.

В обширной статье 214 Трудового кодекса Российской Федерации [1], в частности, находим обязанность работодателя обеспечить проведение ОПР перед вводом в эксплуатацию производственных объектов. Но вместе с тем в Письме Минтруда России от 14.03.2016 № 15-1/ООГ-1041 указывается на недопустимость проведения СОУТ на недействующих рабочих местах (когда производственные и технологические процессы на рабочем месте не осуществляются). Это связано с тем, что в соответствии с п. 15 Методики проведения СОУТ, утверждённой Приказом Минтруда России от 24.01.2014 № 33н, исследования и испытания, а также измерения вредных и опасных факторов проводятся в ходе осуществления штатных производственных или технологических процессов и штатной деятельности работодателя с учётом используемого работником производственного оборудования, материалов и сырья, являющихся источниками вредных или опасных факторов.

Таким образом, получается, что существуют ситуации, в которых нет возможности произвести СОУТ до проведения ОПР. Поэтому выбранная работодателем методика проведения ОПР обязательно должна позволять обходиться без указанной выше контрольной процедуры. В пользу этого утверждения служит и то, что федеральный закон № 426-ФЗ [4] определил четыре обстоятельства, при которых СОУТ вообще не проводится на рабочих местах. В соответствии с положениями названного документа она не проводится: для работодателей – физических лиц, не являющихся индивидуальными предпринимателями; в религиозных организациях; на рабочих местах надомных работников и дистанционных работников. Это закреплено в части 3 статьи 3 Закона № 426-ФЗ 2013 года [4].

Важно учитывать, что в соответствии со статьёй 14 Правил [2] разработку Норм следует проводить, учитывая мнение представительного органа работников (при наличии такового органа), положений зарегистрированных в Минюсте России правил по охране труда, паспортов безопасности химических веществ (в случаях применения их на рабочих местах), а также других действующих

документов, содержащих требования о применении СИЗ при конкретных обстоятельствах и видах работ.

Рекомендуемый Правилами [2] образец оформления Норм представлен в приложении № 1 указанного документа. Представленный там образец рекомендует отражать во внутренних нормах работодателя кроме номеров по порядку и наименования профессий (должностей) следующую информацию:

– типы выдаваемых работникам СИЗ и СС;

– наименование выдаваемых работникам СИЗ и СС с описанием их конкретных характеристик, свойств и конструкции (при наличии);

– количество выдаваемых работникам СИЗ и СС за определённый период времени;

– пункты норм и иных документов, являющихся основанием для выдачи СИЗ и СС.

К сожалению, представленная в приложении № 1 [2] информация не ориентирует нас на то, что Нормы следует составлять для конкретных рабочих мест, а не для профессии или должности. При одинаковых профессиях (должностях) на разных рабочих местах могут присутствовать разные опасности (вредности) с разными уровнями рисков производственной деятельности. Полагаем, что в разрабатываемых у работодателя нормах следует обязательно указывать номера рабочих мест, на которые они распространяются. И здесь снова следует вспомнить о необходимости выбора такой методики ОПР, которая будет гармонизирована с последующими действиями по разработке Норм. В данном случае речь идёт главным образом о том, чтобы ОПР проводилась не для профессий (должностей), а для профессиональной деятельности на конкретных рабочих местах так, как этого требует Приказ Роструда [6].

Необходимо учитывать следующие важные указания для составления Норм, которые находим в разделе IV Правил [2]:

– при решении вопроса о применении СИЗ, предполагаемых к включению в Нормы на основании результатов СОУТ и ОПР, допускается не брать во внимание СИЗ от опасностей, определённая величина риска для которых не должна привести к нанесению вреда работникам при трудовой деятельности;

– если наименование профессии (должности) не приводится в документе [3], либо если уровень защиты, обеспечиваемый предлагаемым данным документом набором СИЗ, не соответствует имеющимся на рабочих местах вредным и (или) опасным факторам и опасностям, выявленным в ходе СОУТ и ОПР, при определении Норм следует руководствоваться всеми положениями документа [3], картами проведённых СОУТ и ОПР, действующими по отношению к рассматриваемым рабочим местам правилами по охране труда, паспортами безопасности на применяемые на рабочих местах вещества, другими документами, касающимися применения СИЗ;

– когда наименование профессии (должности) отсутствует в документе [3], допускается разрабатывать Нормы, руководствуясь наименованиями профессий (должностей) с аналогичными трудовыми функциями из соответствующих профессиональных стандартов (а при отсутствии последних – в квалификационных справочниках);

– инженерно-техническим работникам, руководителям, специалистам, мастерам, бригадирам полагается выдавать СИЗ с теми же свойствами, как и полагающиеся работникам, работу которых они контролируют или в которой участвуют (если данные работники посещают соответствующие места редко, то соответствующие СИЗ следует выдавать в качестве дежурных только на время посещения соответствующих рабочих мест);

– Нормы должны: предусматривать равноценную или лучшую защиту по сравнению с требованиями [3]; содержать сведения о требуемых классе(ах) защиты, уровнях защиты (если это предусмотрено для данного выбранного СИЗ); иметь информацию о конструкции, комплектности, выбранных для защиты работников СИЗ; содержать необходимые сведения о СИЗ, применяемых при трудовой деятельности, в том числе при совмещении профессий (выполнении совмещаемых работ), включая работы в составе комплексных бригад;

– в рамках ОПР должны проводиться мониторинг и актуализация Норм и при обнаружении не выявленных до этого опасностей, требующих использования работниками СИЗ, следует незамедлительно обновить Нормы.

И, конечно, непосредственное влияние на содержание разрабатываемых у работодателя Норм оказывают три приложения документа [3]. Кратко рассмотрим содержание и назначение указанных выше приложений.

Приложение 1 к документу [3] «Единые типовые нормы выдачи СИЗ по профессиям» – содержит требования для определения базового (минимально необходимого) набора СИЗ по профессиям (должностям). Здесь содержится список всех официально существующих в России профессий с указанием для них типов минимально необходимых защит, наименований минимально необходимых СИЗ для каждой профессии, годовых норм выдачи этих СИЗ.

Приложение 2 к документу [3] «Единые типовые нормы выдачи СИЗ в зависимости от идентифицированных опасностей» – служит для расширения (при необходимости в зависимости от выявленных при ОПР опасностей) минимально необходимого списка СИЗ, составленного в соответствии с приложением 1. Здесь с учётом результатов ОПР перечисляются: виды идентифицированных опасностей, соответствующие опасные события, типы необходимых СИЗ и их возможные конструкции, годовые нормы выдачи соответствующих СИЗ.

Приложение 3 к документу [3] «Единые типовые нормы выдачи дерматологических СИЗ и смывающих средств» – необходимо для определения для конкретных рабочих мест (работ) видов и

количества дерматологических СИЗ, смывающих средств в зависимости от типов производственных загрязнений или от видов работ.

Сделаем вывод по данному разделу.

Основная информация, которую следует учитывать при разработке у работодателя Норм, изложена в Правилах [2]. Путеводной нитью в этой информации проходит положение о применении риск-ориентированного подхода на базе проведения ОПР с учётом результатов СОУТ и ПК.

Проведённые рассуждения позволили сделать выводы о необходимости гармонизировать выбираемую работодателем методику ОПР с потребностями последующей разработки Норм с учётом необходимости в ряде случаев проведения ОПР без наличия результатов СОУТ и необходимости иметь по результатам ОПР информацию не о рисках для профессий (должностей), а о рисках профессиональной деятельности на конкретных рабочих местах. При этом результаты ОПР будет весьма сложно применять, если перечень анализируемых при этой процедуре опасностей не соответствует опасностям, описанным в приложении 2 документа [3].

3. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К РАЗРАБОТКЕ У РАБОТОДАТЕЛЯ НОРМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ И СМЫВАЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ

Действующими нормативными документами процедура подготовки к разработке у работодателя норм обеспечения работников СИЗ и СС не регламентирована. Поэтому содержание данного раздела представляет собой предложения авторов данной работы.

Полагаем, что без продуманной реализации подготовительного этапа в рассматриваемом виде деятельности трудно достичь желаемого результата по правильному обеспечению работников СИЗ и СС. Подготовительный этап должен обеспечить последующую работу по определению Норм достоверной актуальной информацией в необходимом объёме.

Прежде всего назовём проводимые у работодателя процедуры, которые служат источниками информации для определения Норм: СОУТ, ОПР и производственный контроль в сфере обеспечения безопасности труда (далее – ПК).

Правила [2] не упоминают результаты ПК в качестве источника информации, применяемого при разработке Норм. Однако ознакомление с руководящими документами в сфере проведения ПК [7, 8] позволяет сделать вывод о целесообразности применения названных материалов при разработке Норм. Ценность материалов ПК, в частности, определяется тем обстоятельством, что эта контрольная процедура предполагает проведение измерений и оценок лабораторией, уполномоченной на этот вид деятельности. При составлении программ ПК следует предусмотреть гармонизацию их с процедурами ОПР и разработки Норм. Главным образом, здесь речь идёт об обеспечении максимально возможного совпадения перечней рассматриваемых опасностей с перечнем опасностей, представленным в приложении № 2 к документу [3].

К сожалению, в рассматриваемом смысле работодатель не может существенно повлиять на содержание, направленность и периодичность работ по проведению СОУТ, т.к. эта процедура жёстко регламентирована законом [4] и подзаконным актом [5]. Но здесь уместен постоянный действенный контроль за своевременным проведением СОУТ, в том числе за внеплановым проведением СОУТ на отдельных рабочих местах при наличии на это причин.

Необходимо создать и обучить рабочую группу для разработки Норм. Для облегчения реализации принципа преемственности в работе при осуществлении процедур СОУТ, ОПР, ПК и разработки Норм считаем полезным привлекать к этим взаимосвязанным видам деятельности одних и тех же сотрудников. Это должно повысить качество и оперативность проводимых соответствующих работ.

Целесообразно направить от имени работодателя в представительный орган трудового коллектива официальное письменное предложение выделить представителя этого органа для работы в рабочей группе по разработке Норм. Этим будет учтено то обстоятельство, что в соответствии со статьёй 14 Правил [2] разработку Норм следует проводить, учитывая мнение представительного органа работников (при его наличии).

Очень важно в соответствии с действующим у работодателя штатным расписанием уточнить (актуализировать) список рабочих мест и избегать различной нумерации их при составлении документов в ходе проведения СОУТ, ОПР, ПК и разработки Норм.

Целесообразно привести название должностей и профессий в соответствие с Общероссийским классификатором профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов [9]. Особенно это важно для рабочих мест с вредными и (или) опасными условиями труда. Именно на таких рабочих местах, как правило, необходимо выдавать СИЗ и СС.

Чтобы сократить объём последующих работ по разработке Норм, следует обратить внимание на рабочие места, на которые по результатам СОУТ составлены декларации соответствия требованиям охраны труда (обычно это офисные рабочие места). Почти всегда для таких рабочих мест СИЗ и СС на требуются.

4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ О ПОРЯДКЕ ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ У РАБОТОДАТЕЛЯ НОРМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТНИКОВ СРЕДСТВАМИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ И СМЫВАЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ

Порядок действий при разработке у работодателя норм обеспечения работников средствами

индивидуальной защиты и смывающими средствами будем излагать в соответствии с положениями, описанными в предыдущих главах настоящей работы.

На основании обобщения изложенной выше информации предлагаем следующие мероприятия по разработке Норм и последовательность их проведения:

1. Проведение предварительных мероприятий: назначение и обучение группы по разработке Норм, гармонизация с процедурой разработки Норм локальных нормативных актов работодателя, касающихся ОПР и ПК, уточнение перечня рабочих мест.

2. Для каждого рабочего места осуществление ОПР с учётом результатов СОУТ (при наличии) и результатов ПК (при наличии).

3. Для каждого рабочего места, исходя из профессии (должности) работников согласно приложению 1 [3], определение минимального обязательного (базового) перечня необходимых СИЗ или обоснование отсутствия необходимости в таковых.

4. Для каждого рабочего места, исходя из результатов ПК с применением приложения 2 [3], определение (или уточнение) дополнительного перечня необходимых СИЗ или обоснование отсутствия необходимости в таковых.

5. Для каждого рабочего места, исходя из результатов ПК с применением приложения 3 [3], определение (или уточнение) перечня необходимых дерматологических СИЗ и СС или обоснование отсутствия необходимости в таковых.

6. Для каждого рабочего места составление Норм в соответствии с приложением № 1 Правил [2] или обоснование отсутствия необходимости выдачи СИЗ. При необходимости дополнительное составление норм обеспечения рабочего места дежурными СИЗ.

7. Для каждого рабочего места при необходимости уточнение составленных Норм в связи с возможным наличием дополнительных требований по обеспечению СИЗ и СС в правилах по охране труда и иных руководящих документах.

8. Сведение данных за отдельные рабочие места в единые Нормы работодателя (в единый локальный нормативный акт).

9. Согласование разработанных Норм с представительным органом трудового коллектива (при наличии).

10. Утверждение разработанных Норм приказом работодателя.

Далее разработанные Нормы должны корректироваться при обновлении результатов ОПР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс Российской Федерации» (в действующей редакции) [Электронный ресурс]: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (Дата обращения: 26.09.2023

2. Правила обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами, утвержденные Приказом Минтруда России № 766н от 09.10.2021 [Электронный ресурс]: https://www.consultant.ru/document/cons_-doc_LAW_405210/b70581156098b5db26651feb5214b3d7a11fed55/ (Дата обращения: 26.09.2023).

3. Единые типовые нормы выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств, утвержденные Приказом Минтруда России № 767н от 29.10.2021 [Электронный ресурс]: https:-//normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=419981 (Дата обращения: 26.09.2023).

4. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» (в действующей редакции) [Электронный ресурс]: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (Дата обращения: 26.09.2023).

5. Методика проведения специальной оценки условий труда (утверждена Приказом Минтруда России от 24.01.2014 № 33н, в действующей редакции) [Электронный ресурс]: https://-www.consultant.ru/document/consdoc_LAW_158398/ (Дата обращения: 26.09.2023).

6. Приказ Роструда от 21.03.2019 № 77 «Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда» [Электронный ресурс]: https://www.consultant.ru/-document/cons_doc_LAW_322223/ (Дата обращения: 26.09.2023).

7. Санитарные правила СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 10 июля 2001 г., в действующей редакции) [Электронный ресурс] : https://base.garant.ru/12124738/ (Дата обращения: 26.09.2023).

8. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.12.2020 № 40 «Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс]: https://base.garant.ru/400151942/ (Дата обращения: 26.09.2023).

9. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР) [Электронный ресурс]: https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informa-tsi-onnyy-blok/sprav (Дата обращения: 26.09.2023).

УДК 331.45

М. Ю. Кисарова

Национальный исследовательский университет ИТМО,
г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр-кт, д. 49, литер А, Россия

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены условия труда и опасности, возникающие на предприятии полиграфической промышленности.

В ходе оценки была выявлена необходимость в проведении мероприятий для снижения профессиональных рисков для печатника офсетной печати и машиниста резальных машин.

В статье предлагается решение, способствующее исключению или минимизации профессиональных рисков, а также созданию безопасных условий труда.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе трудовой деятельности на предприятии полиграфической промышленности на работников оказывают влияние различные вредные (опасные) факторы производственной среды и трудового процесса.

Для обеспечения безопасности работников при проведении полиграфических работ работодателю необходимо создать и ввести в функционирование на предприятии систему управления охраной труда (далее – СУОТ) [1, 2].

СУОТ создается в целях исключения или минимизации профессиональных рисков в области охраны труда и управления указанными рисками. При этом СУОТ разрабатывается с учетом проведенных на предприятии специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) и оценки профессиональных рисков [3].

Управление профессиональными рисками – это комплекс мероприятий, который включает в себя разработку следующих документов:

- перечень (реестр) опасностей;
- раздел Положения о СУОТ работодателя, описывающий используемый метод (методы) оценки уровня риска;
- документ, подтверждающий проведение оценки уровней рисков, с указанием установленных уровней по каждому риску;
- документ, содержащий перечень мер по исключению, снижению или контролю уровней рисков [4].

Объектами информации для выявления опасностей на предприятии являются: территория предприятия, рабочие места, производственное оборудование, приспособления и инструменты, обеспеченность СИЗ, инфраструктура предприятия, транспортные и пешеходные дорожки, коридоры, средства освещения, другие места в организации, где персонал обязан выполнять свои функции [5].

Источниками информации для выявления опасностей могут выступать:

- нормативные правовые акты по охране труда;
- результаты специальной оценки условий труда;
- результаты аттестации (оценки травмоопасности) рабочих мест;
- результаты анализа чек-листов, анкет, бланков, опросных листов и т. д.;
- результаты аудита (опроса) сотрудников
- результаты производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (пр офилактических) мероприятий;
- результаты санитарно-эпидемиологической оценки выпускаемой продукции
- результаты государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- опыт практической деятельности.
- технические акты, справочная и научно-техническая литература, локальные нормативные акты и др.
- результаты наблюдения за технологическим процессом, производственной средой, рабочим местом, работой подрядных организаций, внешними факторами [6].

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является предприятие полиграфической промышленности, осуществляющее офсетную печать. Основными опасными и вредными производственными факторами, которые могут влиять на работников предприятия, являются движущиеся машины и механизмы, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования, инструмента; опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте, вредные вещества в воздухе рабочей зоны, недостаточная освещенность рабочей зоны, пожаровзрывоопасность.

Идентификация опасностей проводилась с помощью матричного метода оценивания степени риска и СОУТ.

Матричный метод включает в себя следующие шаги идентификации и оценки рисков:

- идентификация и оценка опасных событий, травмы или профзаболеваний;

- определение вероятности их возникновения;
- определение последствий опасных событий, травм или профзаболеваний;
- подготовка мероприятий, которые могут сократить неблагоприятные последствия или уменьшить вероятность возникновения опасных ситуаций [7, 8].

2 ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Было рассмотрено предприятие полиграфической промышленности, осуществляюще е офсетную печать. В ходе проведения специальной оценки условий труда были оценены 24 рабочих места, из которых 18 рабочих мест с допустимыми условиями труда, а 6 - с вредными условиями труда.

Специальная оценка условий труда показала, что на сотрудников, которые относятся к отрасли производства полиграфической продукции, воздействуют такие вредные (опасные) факторы, как химический фактор, общая вибрация, локальная вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, шум и тяжесть трудового процесса. В таблице 1 отражена оценка уровня профессионального риска по результатам СОУТ.

Таблица 1 - Оценка уровня профессионального риска по результатам СОУТ.

Наименование фактора СОУТ	Фактор риска (опасное событие)
Химический	Опасность отравления или заболевания органов дыхания.
Аэрозоли ПФД	Опасность заболевания органов дыхания.
Шум	Опасность ухудшения слуха и травматизма.
Вибрация общая	Опасность ухудшения состояния сердечно сосудистой и скелетно-мышечной систем и травматизма.
Тяжесть трудового процесса	Болезни опорно-двигательного аппарата.
Вибрация локальная	Опасность ухудшения состояния сердечно сосудистой и скелетно-мышечной систем и травматизма.

По результатам проведения СОУТ были составлены сводная ведомость и карты специальной оценки условий труда, в которых отражены рекомендации по улучшению условий труда для работников с вредными условиями труда: усовершенствовать систему вентиляции, применять средства индивидуальной защиты органов дыхания в целях снижения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Помимо специальной оценки условий труда на предприятии была проведена оценка профессиональных рисков, которая выявила опасности, возникающие в ходе работы сотрудников.

Список должностей, которые были рассмотрены в процессе оценки профессиональных рисков, указан в таблице 2.

Таблица 2 – Список должностей, рассмотренных в процессе оценки профессиональных рисков.

Подразделение	Должность
Администрация	Генеральный директор
	Директор
	Главный бухгалтер
	Бухгалтер
Печатное	Печатник офсетной печати
	Машинист резальных машин
Переплет	Машинист листоподборочной машины
	Машинист резальных машин
	Переплетчик
Основное	Подсобный рабочий
	Экспедитор
	Менеджер
Копировка	Копировщица
	Оператор выводных устройств

По результатам СОУТ и оценки профессиональных рисков вредный (опасный) класс условий труда был присвоен печатнику офсетной печати и машинисту резальных машин, остальным рабочим местам был присвоен допустимый класс условий труда.

С помощью матричного метода были идентифицированы опасности на рабочих местах работников. Для каждой опасности была определена вероятность наступления опасного события, выраженная в баллах P, а также уровень последствий наступления опасного события, выраженный в баллах L. Уровень профессионального риска Ro был определен по формуле: $Ro = P \times L$.

Ниже представлен перечень идентифицированных опасностей на рабочих местах печатника офсетной печати и машиниста резальных машин (таблица 3).

Таблица 3 – Перечень идентифицированных опасностей на рабочих местах печатника офсетной печати и машиниста резальных машин.

Идентифицированная опасность	P	L	Ro
Опасность поражения электрическим током	1	1	3
Опасность перенапряжения зрительного анализатора	1	1	1
Опасность, связанная с допуском работников, не прошедших подготовку по охране труда	1	3	3
Опасность психических нагрузок, стрессов (психоэмоциональные перегрузки)	1	3	3

Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	2	3	6
Опасность захвата частей тела, ударов	2	3	6
Психофизическая нагрузка (насилие от враждебно-настроенных работников/третьих лиц)	1	3	3
Падение при спотыкании или поскальзывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	1	3	3
Повреждение органов дыхания частицами пыли	2	3	6
События, связанные с возможностью не услышать звуковой сигнал об опасности	2	3	6
Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме	2	3	6
Воздействие общей вибрации на тело работника	2	3	6
Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	3	3	9

По результатам оценки профессиональных рисков были созданы карты идентификации опасностей и оценки уровней профессиональных рисков на каждом рабочем месте. Было выявлено, что уровень профессионального риска на предприятии полиграфической промышленности серьезный (контролируемый).

Рассмотрим мероприятия для снижения уровней профессиональных рисков для печатника офсетной печати и машиниста резальных машин (таблица 4). Для остальных должностей подобные мероприятия были составлены аналогичным способом.

Таблица 4 – Мероприятия для снижения уровней профессиональных рисков для печатника офсетной печати и машиниста резальных машин.

Идентифицированная опасность	**Мероприятия**
Опасность поражения электрическим током	Осуществление защиты электрооборудования, электропроводки (в том числе заземления) от механических воздействий, грызунов и насекомых, проникновения растворителей, выполнение соединений проводов и кабелей в соединительных коробках, внутри корпусов электротехнических изделий, аппаратов, машин.
Опасность перенапряжения зрительного анализатора	Соблюдение регламентированных перерывов
Опасность, связанная с допуском работников, не прошедших подготовку по охране труда	Контроль сроков проведения инструктажей по охране труда
Опасность психических нагрузок, стрессов (Психоэмоциональные перегрузки)	Оперативное разрешение конфликтов; Соблюдение эргономических характеристик рабочего места; Обеспечение четкого распределения задач и ролей
Монотонность труда при выполнении однообразных действий или непрерывной и устойчивой концентрации внимания в условиях дефицита сенсорных нагрузок	Сочетание решения умственно сложных задач с монотонной деятельностью
Опасность захвата частей тела, ударов	Наличие и соответствие нормативным требованиям сигнальной окраски и знаков безопасности. Наличие на пульте управления сигнализаторов нарушения нормального функционирования производственного оборудования, приспособлений и инструментов, а также средств аварийной остановки. Наличие и соответствие требованиям охраны труда производственного оборудования, инструмента и приспособлений
Психофизическая нагрузка (Насилие от	Обучение сотрудников методам выхода из конфликтных ситуаций

враждебно-настроенных работников/третьих лиц)	
Падение при спотыкании или поскальзывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Своевременная уборка покрытий (поверхностей), подверженных воздействию факторов природы (снег, дождь, грязь); Своевременный уход за напольной поверхностью (Предотвращение попадания жирных и маслянистых веществ)
Повреждение органов дыхания частицами пыли	Применение средств коллективной защиты, направленных на экранирование, изоляцию работника от воздействия факторов, в том числе вентиляции
События, связанные с возможностью не услышать звуковой сигнал об опасности	Применение рациональных архитектурно-планировочных решений производственных зданий, помещений, а также расстановки технологического оборудования, машин и организации рабочих мест
Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме	Оптимальная логистика, организация небольшого промежуточного склада, наиболее коротких удобных путей переноса груза
Воздействие общей вибрации на тело работника	Организация обязательных перерывов в работе (ограничение длительного непрерывного воздействия вибрации)
Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Удаление воздуха из помещений системами вентиляции способом, исключающим прохождение его через зону дыхания работающих на постоянных рабочих местах; Организация первичного и периодического обучения работников безопасным методам и приемам выполнения работ, проведение соответствующих стажировок, инструктажей и проверок знаний по охране труда

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были проанализированы результаты СОУТ и оценки профессиональных рисков, которые показали, что на работников предприятия полиграфической промышленности влияют вредные (опасные) факторы производственной среды и трудового процесса. Было выявлено 6 рабочих мест с вредными (опасными) условиями труда.

В результате проведенного анализа были выделены основные опасности, возникающие на рабочих местах.

На основе полученных данных были предложены мероприятия, способствующие снижению профессиональных рисков на предприятии. Данные мероприятия позволят исключить или минимизировать профессиональные риски, а также создать безопасные условия работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 30 декабря 2001 года № 197 «Трудовой кодекс Российской Федерации» (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023).
2. ГОСТ 12.0.230-2007. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования.
3. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда».
4. Приказ Роструда от 21.03.2019 N 77 «Об утверждении Методических рекомендаций по проверке создания и обеспечения функционирования системы управления охраной труда».
5. ГОСТ 12.0.230.4-2018. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Методы идентификации опасностей на различных этапах выполнения работ.
6. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.
7. ГОСТ 12.0.230.5-2018. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ.
8. Приказ Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

УДК 331.453; 331.458

Д.В. Козырева, А.В. Меньшиков

Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, Санкт-Петербург, Россия

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНСТРУКЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

АННОТАЦИЯ.

В статье проведен анализ инструкций по охране труда в подразделениях пожарной охраны. При исследовании выявлены основные этапы процесса разработки, включая сбор и анализ информации о специфических опасностях и рисках, связанных с пожарной деятельностью. Также выделены ключевые меры безопасности, которые должны быть предусмотрены в инструкции для обеспечения безопасности служащих пожарных подразделений. По результатам исследования высказаны предложения, направленные на необходимость постоянного обновления и пересмотра инструкции для соответствия изменяющимся условиям работы и новым требованиям в области охраны труда.

1.ВВЕДЕНИЕ

Инструкция по охране труда является неотъемлемой частью процесса обеспечения безопасности на рабочем месте. Она носит системный характер и представляет собой набор правил, рекомендаций, разработанных с целью установления порядка и условий работы, предупреждения возможных опасностей и минимизации рисков для здоровья и жизни работников.

Охрана труда является одним из основных аспектов деятельности любого подразделения, включая подразделения пожарной охраны. В связи с особыми условиями работы и наличием опасностей, необходимо уделять особое внимание особенностям разработки инструкции.

Подразделения пожарной охраны отличаются специфическими задачами и условиями работы, связанными с высоким уровнем опасности и необходимостью оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации. В связи с этим, разработка инструкции по охране труда для пожарных является сложным и ответственным процессом, требующим глубокого анализа всех потенциальных опасностей и принятия, соответствующих мер по обеспечению безопасности персонала.

2.Анализ особенностей и методы разработки эффективной инструкции по охране труда в подразделениях пожарной охраны

Разработка инструкции по охране труда для подразделений пожарной охраны имеет ряд особенностей, которые следует учитывать при её составлении. Первоначально необходимо провести анализ условий труда и идентифицировать потенциальные опасности, с которыми сталкиваются пожарные конкретных подразделений. Для этого можно использовать различные методы: наблюдение за процессом выполнения работ, анализ производственных процессов, обследование рабочих мест и другие.

После анализа условий труда необходимо определить требуемые мероприятия по предотвращению или минимизации возможных рисков для здоровья и жизни работников. Это может быть введение дополнительного оборудования, проведение дополнительных тренировок и учений, разработка особых процедур и инструкций.

Важным этапом разработки инструкции является учет специфики оборудования пожарного. Они выполняют нелегкий и опасный труд, поэтому в инструкции необходимо предусмотреть рекомендации по правильному использованию средств защиты, таких как респираторы, самоспасатели, противогазы, шлем и боевая одежда пожарного. Также следует обратить внимание на правила безопасности при работе с огнем, химическими веществами и другими опасными материалами.[1]

Не менее важным аспектом является обучение пожарных. Пожарные должны быть полностью подготовлены к выполнению своих обязанностей и знать меры безопасности. В инструкции должны быть четко прописаны требования к обучению пожарных, а также указана ответственность руководителя подразделения за его проведение.

Разработка инструкции по охране труда для подразделений пожарной охраны также требует учета законодательных и правовых актов, регулирующих данную сферу. Инструкция должна быть подготовлена в соответствии с требованиями законодательства и актуальными стандартами безопасности.

Она должна учитывать особенности работы пожарных, предусматривать меры по обеспечению их безопасности. Только такая инструкция сможет эффективно способствовать защите жизни и здоровья пожарных при выполнении своих служебных обязанностей.

Разработка инструкции по охране труда для подразделений пожарной охраны имеет ряд особенностей, которые следует учитывать при её составлении. Первоначально необходимо обратиться к Приказу Минтруда России от 11.12.2020 № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны», он служит основой для разработки инструкций по

охране труда, которые утверждаются локальным нормативным актом работодателя и хранятся у начальника соответствующего подразделения. Работодатель также имеет право устанавливать дополнительные требования безопасности.[1]

Данный приказ содержит большое количество требования охраны труда, например: при ликвидации горения, при эксплуатации помещений, при проведении разведки пожара, при эксплуатации помещения для приготовления (разогрева) и приема пищи, при эксплуатации учебной башни и т.д..

Следующий документ Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 772н (с изм. от 17.03.2022) «Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем». Он содержит основные требования к порядку разработки и содержанию правил по охране труда. К тому же перечень инструкций по охране труда определяет работодатель в соответствии со спецификой своей деятельности и инструкции по охране труда должны поддерживаться в актуальном состоянии. [2]

Рассмотрим несколько действующих инструкций в подразделении пожарной охраны: ИОТ № 001-2021, ИОТ № 029-2021, ИОТ № 040-2021, ИОТ № 065-2021, ИОТ № 079-2021, ИОТ № 106-2021, ИОТ № 112-2021, ИОТ № 132-2021, ИОТ № 194-2021. Это не полный перечень инструкций, обеспечивающих безопасность труда и сохранение жизни и здоровья. Они предназначены для организации безопасной работы в разных условиях и установлению основных требований по охране труда при работе с пожарной техникой и оборудованием.

Проанализировав нормативные правовые акты, можно выявить особенности разработки инструкции по охране труда в подразделениях пожарной охраны.

Первое, что следует отметить, это высокий уровень риска для жизни и здоровья работников. Пожарные-спасатели часто сталкиваются с экстремальными ситуациями, где каждая минута может иметь значение. Они вынуждены работать в условиях повышенного давления, крайних температур и иногда непредсказуемого поведения объектов возгорания. В связи с этим необходимо разработать особые инструкции по обеспечению их безопасности.

Второе, что нужно учесть при анализе, это специфические требования к личной защите пожарных. Пожарные могут быть оснащены экипировкой различных производителей и обладающей различными защитными свойствами. Кроме того, пожарные подразделения могут укомплектовываться разными образцами пожарной техники.

Третья особенность заключается в необходимости постоянного обучения и проведения тренировок персонала. Боевая работа на пожаре требует определенных навыков и знаний, чтобы эффективно действовать в экстремальных условиях. Пожарные должны регулярно проходить обучение по требованиям пожарной безопасности и и оказанию первой помощи.

Также необходимо проводить учения и тренировки для поддержания навыков работы в команде.

Четвертая особенность связана с потенциальными последствиями стресса и психологического давления на пожарных. Пожарные-спасатели часто сталкиваются с травматическими ситуациями, видят страдания и гибель людей. Это может привести к появлению посттравматического стрессового расстройства и других психологических проблем. Поэтому важно предусмотреть меры поддержки психологического благополучия работников, включая консультации и тренинги.

Анализ показывает, что эти особенности требуют особого внимания при разработке инструкции. Сотрудники должны быть обеспечены соответствующей защитной экипировкой, проходить регулярное обучение и тренироваться для боевой работы в экстремальных условиях. Руководителям подразделений пожарной охраны также следует уделять особое внимание поддержке психологического благополучия своих подчиненных. Только так можно гарантировать безопасность и эффективность деятельности подразделений пожарной охраны.

Для разработки эффективной инструкции рассмотрим основные методы, которые могут быть использованы при создании такой инструкции.

Первым методом при разработке инструкции по охране труда является проведение анализа и изучение специфических особенностей боевой работы в подразделениях пожарной охраны. Это поможет определить потенциальные опасности и риски, с которыми сталкиваются сотрудники, и установить необходимые мероприятия для их предотвращения. Для этого можно провести аудит мест боевой работы по тушению пожаров, изучить статистику происшествий и аварийных ситуаций, а также проконсультироваться со специалистами в области охраны труда.

Второй метод – это разработка четкой структуры инструкции. Инструкция должна быть логично структурирована и содержать информацию о всех аспектах безопасности при выполнении своих обязанностей пожарными. Рекомендуется разделить инструкцию на несколько основных разделов, включающих общие принципы охраны труда, правила и положения по предотвращению и ликвидаций пожаров и аварийных ситуаций, использованию спасательного оборудования.

Так инструкция по охране труда должна содержать:

а) общие требования охраны труда;

б) требования охраны труда перед началом боевой работы;

в) требования охраны труда во время тушения пожаров и спасению людей;

г) требования охраны труда в нештатных ситуациях;

д) требования охраны труда по окончании боевой работы.[2]

Третий метод – это ознакомление пожарных с инструкцией по охране труда, обучение их правильным действиям и проведение с ними тренировок. Инструкция по охране труда должна быть доступной для всех пожарных подразделения пожарной охраны и регулярно обновляться по мере необходимости. Это поможет повысить уровень готовности к возможным аварийным ситуациям и уменьшить риск травм и профессиональных заболеваний.

Однако разработка эффективной инструкции по охране труда в подразделениях пожарной охраны – это длительный и сложный процесс, требующий участия специалистов в области охраны труда и пожарной безопасности. Поэтому рекомендуется привлечь профессиональных консультантов, которые помогут провести анализ потребностей, разработать инструкцию согласно специфике боевой работы подразделений пожарной охраны и обеспечить ее последующую актуализацию.

Без нее угроза возникновения пожаров, аварийных ситуаций и профессиональных заболеваний значительно повышается. Поэтому разработка такой инструкции должна быть осуществлена с применением вышеупомянутых методов, чтобы обеспечить максимальную безопасность и здоровье сотрудников подразделений пожарной охраны.

Заключение

В заключении данной статьи предлагаются особенности разработки инструкции по охране труда в подразделениях пожарной охраны.

1. Стоит учитывать специфику работы пожарных. При разработке инструкции необходимо ссылаться на особенности деятельности пожарных, такие как работа с опасными и взрывоопасными веществами, использование специального оборудования и техники, а также возможные риски при выполнении служебных задач.

2. Включить все необходимые разделы. Инструкция должна содержать полный перечень правил и требований по охране труда, которые применимы к сотрудникам подразделений пожарной охраны принимающих участие в тушение пожаров.

3. Обновлять регулярно инструкцию, учитывать изменения в нормативных правовых актах и правовых актах по охране труда и вносить в нее соответствующие изменения. Регулярное обновление инструкции поможет сохранить ее актуальность состоянии.

4. На постоянной основе проводить систематический анализ рисков, с которыми сталкиваются пожарные при выполнении своих задач. На основе полученных данных разработать меры по предупреждению и устранению этих рисков и включить их в инструкцию.

5. Обеспечить доступность инструкции. Инструкция по охране труда должна быть доступна всем пожарным подразделения пожарной охраны.

6. Провести обучение пожарных. Организовать систематическое обучение сотрудников подразделений пожарной охраны, принимающим непосредственное участие в тушении пожаров, правилам и требованиям по охране труда, содержащимся в инструкции. При проведении обучения использовать различные формы: лекции, тренинги, практические занятия. Проверять уровень усвоения материала и вносить необходимые корректировки в программы обучения.

7. Осуществлять взаимодействие со специалистами в области охраны труда. На постоянной основе привлекать специалистов в области охраны труда для консультаций и аудита инструкции по охране труда. Регулярное сотрудничество поможет выявить и устранить недостатки в разработке инструкции и повысить ее эффективность.

Внедрение данных рекомендаций в разработку инструкции по охране труда в подразделениях пожарной охраны способствует повышению безопасности работы пожарных, снижает риски профессионального заболевания и травматизма, а также повышает эффективность деятельности подразделений пожарной охраны в целом.

Список использованных источников

1. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 881н "Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 N 61779).

2. Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 772н (с изм. от 17.03.2022) "Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем" (Зарегистрировано в Минюсте России 26.11.2021 N 66015)

УДК 349.2

В.А. Комка

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», г. Санкт-Петербург, Московский пр., 149, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ОБУЧЕНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

В данной работе автором были рассмотрены возможные меры формирования безопасных условий труда преподавателей высших учебных заведений, осуществляющих обучение с применением дистанционных технологий. В статье, опираясь на авторитетные источники, были выявлены заболевания развивающиеся на фоне оказания образовательных услуг в дистанционном формате. Автор предложил нововведения в инструкции по охране труда на всех стадия работы преподавателей, учел методы профилактики заболеваний, развивающихся от подобного вида преподавательской деятельности и рекомендации по сохранению общего оптимального состояния здоровья.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Введение

Пандемия Covid – 19 затронула различные стороны жизни общества, оказала значительное влияние на образ жизни большинства населения всего мира. Российскую Федерацию это бедствие так же не обошло стороной. Мы увидели совершенно другую реальность во многих ее аспектах, в том числе и совершенно другой подход к системе образования на всех уровнях. Рост заболеваемости показал органам власти необходимость обезопасить население от дальнейшего распространения вируса. В связи с чем был издан Указ Президента РФ от 02.04.2020 № 239 "О мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории Российской Федерации в связи с распространением новой короновирусной инфекции (COVID-19)".

Так как жизнь в государстве не может стоять на месте, тогда федеральные органы исполнительной власти предприняли действия по продолжению функционирования организаций. Примером адаптации в современным реалиях может служить Приказ Министерства Просвещения России №104 от 17.03.2020 года «О переходе на дистанционное обучение». Такие решения требуют и своевременного изменения законодательства. В частности, в сфере охраны труда.

1.2. Актуальность

Актуальность данной проблематики заключается в важности установления безопасных условий труда преподавателей для нормального функционирования жизни сотрудника и противодействия дальнейшего развития профессиональных заболеваний. В период распространения вируса и постковидное время дистанционная работа стала неотъемлемой частью современных трудовых отношений, в связи с чем возникает острая необходимость обезопасить преподавателей от рисков, связанных с долгим взаимодействием с техникой, вызывающей серьезные проблемы со здоровьем, как в физическом, так и психологическом плане. Далее в работе будут представлены меры для обеспечения оптимальных условий труда.

1.3. Изложение содержания реферата

Основной задачей охраны труда является снижение рисков травматизма, развития профессиональных заболеваний и уменьшение количества несчастных случаев на работе. Из этого возникает необходимость формировать безопасные условия для работников образовательных организаций – преподавателей. Трудовой кодекс, в редакции от 01 сентября 2023 г., в статье 209 дает следующие определение безопасных условий труда — это условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни воздействия таких факторов не превышают установленных нормативов.

Для начала формирование безопасных условий труда необходимо определить, что при проведении дистанционных занятий, может нанести вред преподавателю. В первую очередь можно выделить вред здоровью, причиняемый долгой работой за компьютером. На это указывает различные медицинские исследования и статьи. Там выделяют следующие нарушения здоровья:

- ухудшение зрения
- боль в глазах
- боли в спине и суставах
- головные боли

Для борьбы с данными проблемами в Постановлении Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02 декабря 2020 г. № 40 «Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»» были закреплены положения, которые сотрудник

обязан соблюдать при работе с персональными электронными вычислительными машинами.

Опираясь на гигиенические нормы в инструкциях по охране труда образовательными организациями, должны быть закреплены правила, которые необходимо выполнять до работы, во время, так и после нее.

Укажем же положения в инструкции, которые необходимо соблюдать преподавателям перед началом работы на персональным компьютером:

1) Осмотреть рабочее место, убедиться внешним осмотром в отсутствии механических повреждений шнуров электропитания и корпусов оборудования, в отсутствии оголенных участков проводов;
2) Установить оптимальное значение визуальных параметров компьютера (яркость, внешняя освещенность экрана). Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк;
3) Установить качественное освещение рабочей зоны. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м2, защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов;
4) Проверить качества работы аудио приборов (колонки, гарнитуры) и внешне и внутренние микрофоны. Уровень шума не должен превышать 50 дБа;
5) Обеспечить удобную рабочую поверхность. Площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров должна составлять не менее 6 $м^2$;
6) Правильно организовать специальное место для осуществления образования с применением дистанционных технологий – вебинарная комната. Проверить работают ли презентация или другие файлы, чат с обучающимися,
7) В случае обнаружении поломок или неполадок, необходимо их устранить и только после этого приступить к работе.

Перейдем к требованиям охраны труда во время работы в дистанционном формате. Здесь необходимо учесть ряд особенностей, по мимо таких общих моментов, как выполнять работу согласно своим должностным обязанностям и не допускать посторонних к своему рабочему месту. Этими положениями можно считать:

1) Не допускать натягивания, скручивания, перегиба и пережима шнуров электропитания оборудования, проводов и кабелей;
2) Не допускать попадании влаги, различными способами, на средства исполнения своих должностных обязанностей – персональный компьютер, колонки, либо наушники;
3) Занять правильную рабочую позу: сидеть глубоко на стуле, ровно держать корпус и голову, ноги должны быть согнуты в тазобедренном и коленном суставах, ступни должны упираться в пол, предплечье свободно лежат на столе. Это поможет снять утомляемость в процессе выполнения своих обязанностей;
4) Соблюдать регламентированные перерывы при работе с компьютером. Продолжительность непрерывной работы с персональным компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Через каждый час работы следует делать перерыв продолжительностью 15 – 20 минут;
5) Во время регламентированных перерывов следует выполнять комплексы упражнений для глаз или организовывать физкультурные паузы на все группы мышц;
6) При работе с электронными ресурсами необходимо выставить соответствующие приближение экрана и размер шрифта.

Так же при формировании безопасных условий труда преподавателей должное внимание надо уделить и правила после завершения работа. В этом разделе важно учесть перечень дел, которые преподаватель должен после завершения работы. К таким правилам можно отнести:

1) По окончании работы следует осмотреть и выключить оборудование, привести в порядок рабочее место;
2) Проверить персональный компьютер на наличие технических неполадок и неисправностей;
3) После окончания работы, рекомендуется сделать физические упражнения для предотвращения развития заболеваний позвоночника и упадка зрения.

Теперь необходимо рассмотреть такой аспект как психологическая нагрузка, которая также непосредственно влияет на состояние организма преподавателя. Это вред проявляется в развевающейся эмоциональном выгорании, стрессе, утомляемость, повышенной реакции на раздражители, бессоннице. Для этого в инструктажах по охране труда необходимо учесть некоторые меры, помогающие восстановить психоэмоциональное состояние преподавателя после трудового дня за компьютером. Эти меры носят больше рекомендательный характер, но это не делает их менее важными для сохранения хорошего

самочувствия сотрудника образовательной организации. К этим мерам можно отнести:

1) Утренняя зарядка на все группы мышц;
2) Каждодневные прогулке на улице;
3) Опора при дистанционном обучение, преимущественно, на литературу, а не на интернет-источники.

2. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоге вышесказанного, можно сделать вывод о необходимости закрепления новых положений в инструкциях по охране труда преподавателей, осуществляющих обучение с применением дистанционных технологий. В инструктажах важно уделить внимание сохранению оптимального физиологического и психологического состояния преподавателей. Приведенные источники свидетельствуют о реальном вреде, который может нанести долгая работа в рассматриваемом формате, в связи с чем были выработаны важные меры на всех стадиях работы за персональным компьютером и рекомендации для поддержания общего состояния преподавателей. Предложенные инструкции можно внедрить в организации, в случаях перехода на дистанционных формат или же при существовании таких институтов, которые оказывают образовательные услуги в подобного рода формате.

3. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ. И ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru
2. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 26.07.2019) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru
3. Указ Президента РФ от 02.04.2020 № 239 "О мерах по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории Российской Федерации в связи с распространением новой короновирусной инфекции (COVID-19)". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru
4. Приказ Министерства Просвещения России №104 от 17.03.2020 года «О переходе на дистанционное обучение». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pravo.gov.ru
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 03.06.2003 N 118 (ред. от 21.06.2016) О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sudact.ru/
6. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2.542-96 (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 14.07.1996 N 14). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sudact.ru/
7. Алехин А.Н., Кораблина Е.П., Фролова Н.Д. Психогенные факторы дистанционного образования / Психологическая газета. – 2022 – 09 авг. – с. 10
8. Берюкова Н.В., Нестерова Н.В., Уваров А.А. Влияние дистанционного обучения на здоровье преподавателей, студентов и школьников // Инновационная траектория развития современной науке: становление, развитие, прогнозы.: III Международная практическая конференция., г. Петрозаводск, 03 сентября 2020 г./ сборник статей, 2020- с. 150-154.
9. Григорьев Г.П., Рудакова О.А. Актуальные проблемы дистанционного обучения: психологический аспект// Вестник Крымского государственного университета им. В.И. Вернадского: науч. жур. – 2021
10. Гурылева Е.В., Карникова О.П., Влияние дистанционно формы обучения на здоровья преподавателя ВУЗа// Вестник Самарского университета: науч.жур.- 2022. С. 130-135
11. Санько, А.М. Функции преподавателей вузов в современных условиях/ А.М. Санько //Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. - 2019. -Т. 25.- № 1. -С. 57-62.

УДК 654.924.56

Д.А. Коробова

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2-я Бауманская ул., д.5, стр.1, Москва 105005, Россия

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКА АВАРИЙ НА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

АННОТАЦИЯ

В данной научной статье рассматриваются подходы к снижению риска аварий на пожаровзрывоопасных объектах. Представлен анализ системы интеллектуального видеонаблюдения и цифровой системы управления промышленной безопасностью для снижения вероятности возникновения аварий. Приводится описание функциональных возможностей этих систем. Показан анализ риска возникновения аварий до и после реализации предложенных технических решений. Сделан вывод о достижении снижения риска не менее чем в 10 раз.

1. ВВЕДЕНИЕ

Пожаровзрывоопасные объекты представляют серьезные угрозы для безопасности и окружающей среды. Соблюдение строгих мер по снижению риска аварий на таких объектах имеет первостепенное значение.

По статистике аварии на пожаровзрывоопасных объектах вызваны ошибками персонала, работающего с оборудованием, на котором обращаются взрывчатые, легковоспламеняющиеся, горючие и токсичные вещества.

Для исключения ошибок действий персонала на пожаровзрывоопасных объектах можно использовать различные технические решения и системы, которые обеспечивают автоматизацию, мониторинг и контроль процессов. Рассмотрим некоторые из них.

1. Системы автоматизации процессов.

Внедрение систем автоматизации, таких как системы управления процессами, и системы автоматического управления, которые минимизируют вмешательство операторов в управление процессами и предотвращают человеческие ошибки.

Данный метод является высокоэффективным по снижению риска возникновения аварий, но требует больших затрат, полную замену ручного оборудования. Более того, внедрение системы автоматизации приведет к остановке производства.

2. Системы управления доступом и авторизации.

Установка систем контроля доступа, которые ограничивают доступ к определенным областям и оборудованию только авторизованному персоналу.

Для применения данного технического решения должна быть установлена система автоматизации.

3. Системы автоматического мониторинга и управления рисками.

Установка систем автоматического мониторинга рисков, которые оценивают проведение технологического процесса и предупреждают об угрозах.

Данный метод может осуществляться посредством внедрения системы интеллектуального видеонаблюдения без остановки производства и замены оборудования.

4. Эффективная система управления безопасностью.

Разработка и внедрение системы управления безопасностью, которая включает планирование, контроль и постоянное улучшение мероприятий по снижению риска, помогает обеспечить систематический подход к безопасности на объекте.

Данное техническое решение позволит контролировать процессы управления в области техносферной безопасности.

5. Системы тревожной сигнализации и оповещения.

Разработка систем тревожной сигнализации, которые предупреждают операторов о возможных аварийных ситуациях.

Данное техническое решение эффективно для раннего обнаружения аварии, но не способно снизить вероятность ее возникновения.

6. Системы автоматической записи данных.

Установка систем записи данных, которые регистрируют все события и параметры процесса для последующего анализа и выявления ошибок.

Такие системы не могут обеспечить моментальное снижение риска аварий, так как они направлены на анализ ошибок персонала.

Таким образом, для быстрого снижения риска возникновения аварий на пожаровзрывоопасных объектах без остановки производственного процесса предлагается внедрение системы интеллектуального видеонаблюдения и эффективной системы управления безопасностью.

Для определения эффективности внедрения указанных систем необходимо провести анализ рисков. Он включает в себя идентификацию потенциальных опасностей, оценку вероятности их возникновения и оценку возможных последствий. На основе данной информации разрабатывается план управления рисками, который включает в себя конкретные мероприятия по их снижению.

1 АНАЛИЗ РИСКОВ

В качестве примера рассмотрим процесс ведения технологического процесса со взрывчатыми веществами (ВВ) и материалами (ВМ). При проведении технологических процессов возможны

два сценария, связанных с инициированием ВВ/ВМ (табл.1).

Таблица 1 – Сценарии аварий при проведении технологического процесса с ВВ/ВМ

№ сценария	Название сценария	Содержание сценария
1.	Детонация	Детонация ВВ/ВМ в оборудовании → взрыв → барическое поражение персонала/площадки → пожар на территории площадки и термическое поражение персонала/площадки
2.	Горение ВВ без перехода в детонацию	Возгорание ВВ/ВМ в оборудовании → разрастание очага возгорания ВВ → пожар ВВ в помещении → термическое воздействие на персонал и строительные конструкции здания + интоксикация продуктами сгорания

На рис. 1 представлено «Дерево отказов» для анализа аварий, происходящих при ведении технологического процесса» [4].

Верхнее нежелательное событие (ВНС): «Инициирование ВВ/ВМ»

Инициирующие базовые случайные события (БС):

Р1 – дефект изготовления оборудования;

Р2 – дефект материала оборудования;

Р3 – механические повреждения оборудования;

Р4 – коррозия элементов оборудования;

Р5 – возникновение источника зажигания:

Р5.1 – неисправность АСУ;

Р5.2 – неисправность подвижных частей технического устройства;

Р5.3 – нарушение правил пожаробезопасности;

Р5.4 – отсутствие своевременной ликвидации пожара;

Р6 – ошибки персонала:

Р6.1 – нарушение правил ведения техпроцесса;

Р6.2 – использование спецодежды, не соответствующей требованиям;

Р7 – падение изделий, содержащих твердое ракетное топливо.

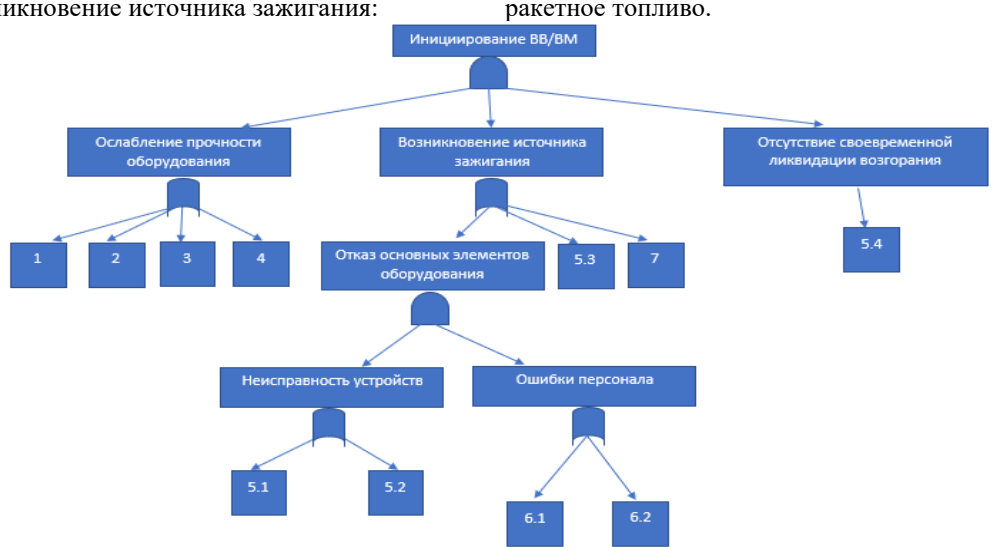


Рисунок 1 – Дерево отказов, моделирующее развитие возможной аварии «Инициирование ВВ/ВМ» при ведении технологического процесса

Для выполнения частотного анализа приняты следующие условные значения интенсивностей и вероятностей базовых опасных событий:

Р1 (дефект изготовления оборудования) = Р2 (дефект материала оборудования) = Р3 (механические повреждения оборудования) = Р4 (коррозия оборудования) = $5 \cdot 10^{-3}$ – [5];

Р5.1 (неисправность АСУ) = $5 \cdot 10^{-3}$ – [метод подбора аналога];

Р5.2 (неисправность подвижных частей технического устройства;) = $5 \cdot 10^{-3}$ – [метод подбора аналога];

Р5.3 (нарушение правил пожаробезопасности) = $1 \cdot 10^{-2}$ – [метод подбора аналога];

Р5.4 (отсутствие своевременной ликвидации пожара) = $5 \cdot 10^{-2}$ – [метод подбора аналога];

Р6.1 (нарушение правил ведения техпроцесса) = $1 \cdot 10^{-2}$ – [метод подбора аналога];

Р6.2 (использование спецодежды, не соответствующей требованиям) = $1 \cdot 10^{-2}$ – [метод подбора аналога];

Р7 (падение изделий, содержащих твердое ракетное топливо) = $1 \cdot 10^{-2}$ – [метод подбора аналога].

Принимая метод логических переключений, определяем значение интенсивности (частоты) появления верхнего нежелательного события:

$F_{ВНС} = (P1 + P2 + P3 + P4) \cdot [(P\ 5.1 + P\ 5.2) \cdot (P6.1 + P6.2) + (P\ 5.3 + P7)] \cdot P5.4 = 4{,}6 \cdot 10^{-5}$.

Дерево событий возможных аварий представлено на рис. 2 [6].

Взрыв

Рисунок 2 – «Дерево событий» для ВВ/ВМ

Перемножив значение частоты появления ВНС на значения дерева событий, получим вероятности возникновения аварий, 1/год (табл. 2)

Таблица 2 – Значения вероятности аварий при технологическом процессе с ВВ/ВМ

№ сценария	Название сценария	Значение вероятности реализации, 1/год
1.	Детонация	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$
2.	Горение ВВ без перехода в детонацию	$2{,}9 \cdot 10^{-5}$

2 ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СНИЖЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИИ

Предлагается обеспечить снижение вероятности возникновения риска аварий и связанных с ними угроз в десять раз в результате внедрения системы интеллектуального видеонаблюдения (СИВ) и цифровой системы управления промышленной безопасностью (ЦСУПБ).

СИВ представляет собой комплекс программных и технических средств, позволяющий получать оперативную видеоинформацию, анализ отклонения и нарушения инцидентов, а также реализовывать оперативное реагирование инцидентов [7].

СИВ должна решить задачи:

- контроль опасных и особо опасных операций в соответствии с требованиями действующего законодательства,
- снижение рисков нарушения требований в области промышленной безопасности (ПБ) и охраны труда (ОТ).

СИВ имеет следующие модули.

1. Модуль распознавания лиц: определение личности человека по антропометрическим чертам его лица.
2. Модуль детектора дыма: обнаружение дыма в области, видимой камерой.
3. Модуль детектора огня: обнаружение огня в области, видимой камерой.
4. Модуль обнаружения захламления или перекрытия выходов в помещении: детектирование факта оставленных объектов на полу помещения при отсутствии в кадре сотрудников.
5. Модуль обнаружения средств индивидуальной защиты: распознавание, фиксация наличия респиратора, каски. Если оптическая схема не позволяет увидеть какой-либо СИЗ, данный СИЗ должен быть отмечен как невидимый в кадре, а не отсутствующий.
6. Модуль фиксации ГРЗ автомобиля (при отсутствии ГРЗ считывать QR-код размещённый на кузове автомобиля) во время выполнения разгрузочно-погрузочных работ: распознавание автомобильных номеров по видеоизображению.
7. Модуль обнаружения человека: модуль предназначен для обнаружения человека в поле зрения камеры.
8. Подсчет количества людей: определяет количество работников в зоне проведения операции или во всем помещении, где проводятся опасные и особо опасные операции.

СИВ производит сплошную видеозапись и хранение видеозаписи в течение не менее 60 дней для обеспечения возможности отсроченного анализа происходящих событий, в том числе для проведения анализа качества выполняемых работ в процессе проведения внутренних проверок, учитываемых в ЦСУПБ.

ЦСУПБ – совокупное название программных продуктов (информационных систем), внедряемых на предприятии для контроля процессов управления в области техносферной безопасности.

ЦСУПБ должна обеспечивать сбор, хранение, обработку, анализ и визуализацию данных, необходимых для принятия решений при управлении процессами в области ПБ и ОТ, планирование и контроль мероприятий, анализ рисков, формирование регламентированной отчётности, информационное сопровождение бизнес-процессов в области управления безопасностью предприятия.

При внедрении ЦСУПБ в рамках текущего проекта достигается усиление степени контроля требований промышленной безопасности и охраны труда.

3 АНАЛИЗ ПРЕДЛОЖЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Для контроля технологического процесса с ВВ/ВМ необходимы следующие функциональные модули СИЗ:

– детекция огня и дыма;
– детекция человека;
– наличие спецодежды, СИЗ;

– подсчет количества людей.

СИВ и ЦСУПБ являются мерами воздействия на уровень риска возникновения аварии при проведении опасных и особо опасных операций, а также мерами дополнительного контроля требований промышленной безопасности и охране труда в зданиях. На основании возможностей функциональных модулей СИВ для проводимых в здании опасных и особо опасных операций, а также с учетом требований промышленной безопасности, охраны труда и пожарной безопасности, сформированы модели влияния внедряемых технических решений на вероятности возникновения инициирующих опасных событий в рамках технологических процессов, приводящих к потенциальной аварии на объекте.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕННОЙ СИСТЕМЫ

Перечень опасных инициирующих событий, интенсивность и вероятность которых будет снижена за счет внедряемых технических решений СИВ и ЦСУПБ, приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Вероятности событий

Опасное событие, тип нарушения	Условные значения интенсивностей и вероятностей	
	До внед-рения	После внед-рения
Возможные ошибки персонала		
Нарушение ведения техпроцесса персоналом	$1{\cdot}10^{-2}$	$1{\cdot}10^{-3}$
Использование спецодежды, не соответствующей требованиям норм и правил	$1{\cdot}10^{-2}$	$1{\cdot}10^{-3}$
Отсутствие своевременной ликвидации очага возгорания	$5{\cdot}10^{-2}$	$5{\cdot}10^{-3}$
Нарушение правил пожаровзрывобезопасности	$1{\cdot}10^{-2}$	$1{\cdot}10^{-3}$

Определяем значение интенсивности (частоты) появления верхнего нежелательного события по дереву отказов (рис. 1) с учетом снижения вероятности опасных событий:

$F_{ВНС} = (P1 + P2 + P3 + P4) \cdot [(P\,5.1 + P\,5.2) \cdot (P6.1 + P6.2) + (P\,5.3 + P7)] \cdot P5.4 = 2{,}3{\cdot}10^{-5}$.

Перемножив значение частоты появления ВНС на значения дерева событий (рис. 2), получим вероятности возникновения аварий, 1/год (табл. 4)

Таблица 4 – Значения вероятности аварий после внедрения технических решений

№ сценария	Название сценария	Значение вероятности реализации, 1/год
1.	Детонация	$8{,}5{\cdot}10^{-7}$
2.	Горение ВВ без перехода в детонацию	$1{,}5{\cdot}10^{-6}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате внедрения системы интеллектуального видеонаблюдения и цифровой системы управления промышленной безопасностью достигается повышение контроля за технологическим процессом с ВВ/ВМ.

За счет снижения значений интенсивностей и вероятностей инициирующих базовых событий итоговые показатели риска аварии, выражаемые в значении интенсивности (частоты) появления верхнего нежелательного события и (или) значении частоты реализации аварии (1/год), будут снижены не менее чем в 10 раз (табл. 5).

Таблица 5 – Сравнение значений вероятностей аварий до и после внедрения технических решений

№ сценария	Значение вероятности реализации до внедрения, 1/год	Значение вероятности реализации после внедрения, 1/год
1.	$1{,}7{\cdot}10^{-5}$	$8{,}5{\cdot}10^{-7}$
2.	$2{,}9{\cdot}10^{-5}$	$1{,}5{\cdot}10^{-6}$

Таким образом, достигнуто снижение вероятности возникновения аварий при технологическом процессе с ВВ/ВМ не менее, чем в 10 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 3 ноября 2022 г. N 387. – Текст : электронный // КонсультантПлюс. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_433652/ (дата обращения: 18.09.2023).

2. Статья 66. «Размещение взрывопожароопасных объектов». Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон РФ от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ. – Текст : электронный // КонсультантПлюс. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/d24a01f2b7d14198f6da3de32d13fd5174d83160/ (дата обращения: 18.09.2023).

3. СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. – Введ. 2009-05-01. – М : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 10 с.

4. Приказ Ростехнадзора от 26.12.2018 N 647 Об утверждении Руководства по безопасности Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа.

5. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика анализа риска в газовой промышленности – Текст : электронный / В.С. Сафонов // НУМЦ Минприроды России, Москва, 1996 г., 208 с. – URL : https://www.geokniga.org/books/24174 (дата обращения: 18.09.2023).

6. ГОСТ Р 58771-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 17.12.2019 N 1405-ст).

7. Рыжова В.А., Ярышев С.Н., Коротаев В.В. Интеллектуальные системы видеонаблюдения – Текст : электронный / В.А. Рыжова // Учебное пособие, университет ИТМО, Санкт-Петербург, 2021 г. – 107 с. – URL : https://books.ifmo.ru/file/pdf/2680.pdf (дата обращения: 18.09.2023).

УДК 331.465

Д.Н. Курочкина

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ им. Н.В. Парахина, Орёл, Россия

ПРОБЛЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассказано о проблеме производственного травматизма и профзаболеваемости в Орловской области, приведены примеры несчастных случаев со смертельным исходом на предприятиях Орловской области.

1. ПРОБЛЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА И ПРОФЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Производственный травматизм в России действительно является серьезной проблемой. Каждый год тысячи работников получают травмы на производстве, многие из них с тяжелыми последствиями и даже погибают более одного млн. человек.

По уровню летального производственного травматизма на тысячу человек Россия занимает одно из первых мест в мире. Наряду с этим ущерб от производственного травматизма каждый год превышает почти 500 млрд. рублей. По сведениям Всемирной Организации Здравоохранения, смертность от несчастных случаев занимает третье место после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Есть несколько факторов, которые способствуют производственным травмам. Во-первых, недостаточное внимание требованиям безопасности со стороны работодателей. Некоторые организации уделяют малое внимание вопросам качественного обучения и инструкциям по охране труда, не оснащают рабочие места необходимыми средствами защиты. Во-вторых, устаревшее оборудование и низкое качество технического обслуживания также являются причинами производственных травм. Необходимо внедрение современных технологий и нового более безопасного оборудования. В-третьих, важным фактором является недостаточный контроль со стороны государства и низкие штрафы за нарушение требований безопасности. Необходимо ужесточить наказания для организаций, которые не соблюдают нормы безопасности, а также проводить регулярные проверки и аудиты на предприятиях.

Анализ несчастных случаев на производстве – это исследование и распределение несчастных случаев на производстве по видам производств, травмирующим факторам и причинам их возникновения в целях выявления общих тенденций и принятия предупреждающих мер.

Установленный порядок статистического наблюдения за несчастными случаями позволяет качественно проводить анализ производственного травматизма. Основой всех организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности труда в организации является комплексный анализ потенциального риска по различным факторам.

2. ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМАТИЗМА

Для выработки оптимальных профилактических мер работодатель должен иметь количественную информацию о степени производственного риска в своей организации в целях сравнения ее с другими организациями (в том числе с учетом средних данных по группам родственных организаций, отраслей и в государстве в целом), т.е. осуществлять количественные (статистические) исследования (анализ), при проведении которых необходимо:

В последние годы, производители вводят в строй новые технологии и сложную технику. Это заставляет уделять более пристальное внимание вопросам охраны и безопасности труда. В Орловской области эти задачи стараются решать на должном уровне.

Знание предпосылок, способствующих реализации производственных рисков, помогает выбирать более выгодное направление развития организации производственной безопасности. Следовательно, предваряя исследования и разработки в сфере охраны труда, важно иметь их обоснование, исходя из результатов анализа статистики производственного травматизма и профзаболеваемости.

Динамика производственного травматизма на предприятиях Орловской области имеет положительную тенденцию. Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве, как и количество пострадавших при несчастных случаях со смертельным исходом, неуклонно уменьшается с 2010 года и по настоящее время. Если в 2010 году, число зарегистрированных пострадавших составляло 386 человек, то в 2018 году эта цифра снизилась до 145 человек, т.е. – в 2,7 раза. Почти в 3,4 раза сократилось количество жертв несчастных случаев на производстве.

3.СТАТИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

В течение 2013 года произошло 17 несчастных случаев на производстве со смертельным исходом и 38 случаев с получением тяжелых травм. В 2014 году в Орловской области было зафиксировано 39 несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями, а в 2015 году - 41 несчастный случай. В 2018 году было зафиксировано всего 30 несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями, что существенно меньше, чем в предыдущих годах.

Приведем примеры несчастных случаев со смертельным исходом на предприятиях Орловской области:

- ООО «Орловский лидер» – поражение электрическим током;
- АОНП «Успенское» – травмирование упавшим кормораздатчиком
- ИП «Поздняков Валерий Владимирович» – несовместимые с жизнью травмы при ремонте автомобиля.

Примеры несчастных случаев, которые относятся к категории тяжелых по степени тяжести, на предприятиях в Орловской области:

- АО «ГМС «Ливгидромаш» – травма руки при неправильной работе на прессе;
-АО«Орелстройиндустрия» ПАО «Орелстрой» – защемление между оборудованием из-за неисправности;
- АО «Заря» – попадание под борону из-за нарушений техники безопасности.

По различным видам деятельности несчастные случаи расположились в таком порядке:

- обрабатывающие производства – 9 несчастных случаев (2 смертельных+7 тяжелых);
- транспортные происшествия – 8 несчастных случаев (3 смертельных и 8 тяжелых);
- сельское хозяйство – 7 несчастных случаев (3 смертельных и 4 тяжелых);
- государственное управление – 5 несчастных случаев (1 смертельный и 4 тяжелых);
- строительство – 2 несчастных случая (1 смертельный и 1 тяжелый).

Причинами несчастных случаев послужило следующее:

- неправильная организация производства на предприятии
- нарушение правил дорожного движения
- нарушение технологического порядка работы
- конструктивные недостатки и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудование;
-неудовлетворительное техническое состояние сооружений и оборудования;
- нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств;
- недостаточная квалификация сотрудников.

Одним из самых опасных отраслей по сей день остается сельское хозяйство. Наш регион наиболее развит в сельском хозяйстве, поэтому несчастные случаи именно в этой отрасли нередки, не смотря на общую тенденцию к снижению производственного травматизма. Это происходит из-за особой специфики работы, а именно вынужденную сезонность работ, удаленность от инфраструктуры, неблагоприятные погодные условия и так далее.

К сожалению, в данном секторе не наблюдается тенденции к снижению производственного травматизма. И каждый год количество несчастных случаев колеблется. В 2011 было зарегистрировано 17 несчастных случаев, в 2012 – 9, а в 2013 снова пошел рост, несчастных случаев стало 11. В 2020 году сельское хозяйство занимало одну из первых строчек в списке опасных профессий.

Остается добавить, что в 2019 году в Орловской области травм на производствах всех сфер деятельности было меньше, чем годом ранее. По данным Орловского регионального отделения Фонда социального страхования Российской Федерации, в 2019 году на производстве травмировано 183 работника, что на 4,7% меньше, чем в предыдущем году. О том же сообщает информационный портал Орловской области.

По сравнению с 2018 годом, смертельный травматизм по всем отраслям уменьшился в 1,7 раза, а тяжелый - на 8%. Снижение показателей произошло благодаря конструктивному взаимодействию органов государственной власти и местного самоуправления, работодателей и профсоюзов.

В период за 2008-2013 годы на предприятиях Орловской области зарегистрировано 11 случаев хронических профессиональных заболеваний. В 2010 году зарегистрировано 2 подтвержденных случая профессиональных заболеваний. Профессиональная заболеваемость на территории Орловской области ежегодно регистрируется на уровне ниже среднероссийских показателей.

Статистика профзаболеваемости по Орловской области за последние 10 лет по данным Росстата составляет единичные случаи. Острые профессиональные заболевания и отравления на предприятиях Орловской области в течение последних семи лет не регистрируются.

ВЫВОД

Несмотря на то, что производственный травматизм в нашей области сокращается, необходимо дополнительно принимать меры по его дальнейшей минимизации. Наибольшее количество несчастных случаев приходится на обрабатывающие производства, что связанно с недостаточной организацией производства.

Уровень профессионального травматизма в сельском хозяйстве остается неизменно высоким.

Профессиональная заболеваемость на территории Орловской области ежегодно регистрируется на уровне ниже среднероссийских показателей и за последние годы составляет

единичные случаи, в основном, также в обрабатывающем производстве.

Для решения проблемы производственного травматизма необходимо совместное усилие работодателей, работников, государства и общественности. Работодатели должны быть заинтересованы в создании безопасных условий труда, обеспечивать качественное обучение и контроль за соблюдением требований безопасности. Государство, в свою очередь, должно ужесточить нормативные акты и контроль за их соблюдением. А сам работник должен осознавать важность безопасности, в частности, на производстве и поддерживать меры для предотвращения травматизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Кулакова, Е. В. Проблемы производственного травматизма и профзаболеваний в сельском хозяйстве / Е. В. Кулакова, О. А. Усова // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов / Редколлегия: В.В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. Том Выпуск 7. – Горки, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. – С. 23-26. – EDN ZGFMSK.

2.Влияние неблагоприятных производственных факторов на травматизм и заболеваемость работников строительной отрасли / И. В. Алибекова, Е. В. Кулакова, Т. Т. Каверзнева, Т. А. Шендакова // Проблемы анализа риска. – 2020. – Т. 17, № 6. – С. 92-101. – DOI 10.32686/1812-5220-2020-17-6-92-101. – EDN UZGJYN.

3. Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: КолосС, 2006. – 432 с.

4. Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: КолосС, 2003. – 152 с.

5. Е.В. Халин. Безопасность производства. Технологии, способы, устройства. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. – 372 с.

УДК 534.83

П. Ю. Лелюх

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, ул. ул. Заки Валиди, 32

ВЫБОР И ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

АННОТАЦИЯ

Целью работы является оптимизация расположения звукопоглощающих панелей в производственном помещении фармацевтического предприятия с целью уменьшения необходимой площади облицовки. Гипотеза заключается в возможности более эффективной работы звукопоглотителей при разбиении облицовки на отдельные участки. Представлены результаты расчетов эффективности звукопоглощающей облицовки помещения и рассмотрены варианты оптимизации расположения звукопоглотителей при помощи программного комплекса *ANSYS*. Выделен способ облицовки, обеспечивающий максимальную эффективность. Обоснован выбор материала звукопоглощающих панелей с учетом особенностей технологических процессов отрасли.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение.

В настоящее время Фармацевтика – одна из важнейших отраслей химического производства, занимающаяся разработкой, исследованием и производством лекарственных средств. Развитие фармацевтической отрасли в России имеет большое значение для экономики страны и благополучия населения, а для успешного развития любого производства необходимы человеческие ресурсы, что в свою очередь требует создания безопасных рабочих мест и условий труда.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, на конец 2021 года 25,1% сотрудников фармацевтических производств в Российской Федерации было занято на работах с вредными и/или опасными условиями труда. Одним из наиболее значимых вредных факторов для работников фармацевтических производств является высокий уровень шума. В ходе анализа протоколов проведения специальной оценки условий труда, предоставленных предприятием данной отрасли, установлено, что наиболее сильно подвержены воздействию шума дражировщики. Тогда как допустимый эквивалентный уровень звука не должен превышать 80 дБА, на данных рабочих местах уровень звука может достигать значений свыше 95 дБА, что в свою очередь может крайне негативно отражаться на здоровье персонала. У работников, регулярно подвергающихся воздействию шума, может наблюдаться повышенная раздражительность, утомляемость, тревожность, нарушение сна, нарушение координации движений, гул или звон в ушах. При продолжительном воздействии высокого уровня шума у человека может развиваться нейросенсорная тугоухость, а в худших случаях и потеря слуха [4]. Кроме того, в шумной обстановке работникам сложнее взаимодействовать друг с другом и вовремя среагировать при возникновении опасной ситуации или несчастного случая.

1.2 Актуальность

Для защиты персонала от воздействия шума, как правило, применяются СИЗ, а также конструктивные решения, такие как облицовка помещения звукопоглощающими панелями. Однако, полная облицовка цеха или участка не всегда экономически выгодна, а на предприятиях, производящих фармацевтическую продукцию, возможность облицовки пористыми материалами ограничена санитарными требованиями, так как их дезинфекция затруднена или невозможна. Кроме того, в воздухе рабочей зоны на многих участках производства присутствует пыль таблеточных смесей, которая может забиваться в поры звукопоглотителей, а также способна к образованию взрывоопасного облака при чрезмерном скоплении в помещении. Таким образом, для снижения воздействия шума на работников фармацевтических производств необходим подбор звукопоглотителей, легко поддающихся чистке и дезинфекции, а также выполненных из негорючих материалов.

1.3. Цель работы

Для более эффективного снижения шума выбор и оптимизация расположения звукопоглощающих панелей без снижения эффективности звукопоглощения.

1.4 Задачи

1. Подобрать материалы звукопоглощающей облицовки нена из негорючих материалов.
2. Рассчитать достигнутое снижение уровня звукового давления. Провести уточняющий расчет с помощью метода конечных элементов для разных вариантов расположения облицовочных панелей.
3. Выявить наиболее оптимальное расположение звукопоглащающих панелей без снижения эффективности звукопоглощения.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для облицовки помещения первоначально рассматривались три различных типа панелей с высокими коэффициентами звукопоглощения: щиты Бекеши, супертонкое стекловолокно толщиной и минеральная плита из базальтового волокна с перфорированным экраном из оцинкованной стали. Первый вариант не обеспечивает достаточного снижения звукового давления на высоких частотах, а также, как правило, выполняется из горючих материалов, которые, к тому же, сложны для санитарной обработки поверхностей. Стекловолокно же помимо звукопоглощающих имеет высокие теплоизоляционные свойства. В процессе

дражирования таблеток используется горячее сырье, из-за чего температура воздуха на рабочих местах может доходить до 29 °С. Следовательно, использование облицовки, повышающей теплоизоляцию помещения, только усугубит неблагоприятные параметры микроклимата. Таким образом, оптимальным вариантом для данного помещения будет являться минеральная базальтовая плита. Данный тип звукопоглощающих плит не горюч и более прост в уходе и дезинфекции за счет наличия чехла и стальной облицовки.

Для вариантов полной облицовки стен и потолка (225,3 м^2) и частичной сплошной облицовки выбранными звукопоглотителями было рассчитано максимальное снижение уровня звукового давления по методике [3]. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета уровня звукового давления с разной площадью звукопоглощающей облицовки

Доля покрытия	Достигнутый уровень звукового давления, дБ							
	Частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
50%	75,86	79,01	74,47	77,12	80,81	77,44	75,51	74,62
60%	75,41	78,46	73,04	75,30	79,06	75,99	74,40	73,88
70%	74,98	77,94	71,72	73,56	77,37	74,59	73,32	73,14
80%	74,58	77,45	70,48	71,86	75,70	73,22	72,26	72,42
90%	74,18	76,98	69,30	70,13	74,01	71,85	71,20	71,69
100%	73,8	76,5	68,16	68,35	72,25	70,47	70,15	70,97

Как видно из таблицы 1, минимально возможная площадь облицовки, при которой расчетные значения уровня звукового давления соответствуют нормативным, составляет 60%. Доля покрытия 50% не способна обеспечить необходимые нормативные значения, однако данная проблема может быть решена при помощи оптимизационной задачи. В исследовании [2] показан эффективный метод частичной облицовки стен звукопоглощающим материалом, позволяющий сократить расходы на облицовку в 2-4 раза. Аналогичные расчеты проведены для рассматриваемого помещения дражировки фармацевтического предприятия, согласно методическим указаниям [1,5]. Рассмотрено 4 варианта расположения панелей на 50% доступных поверхностей: у шумного оборудования, полосами по стенам и потолку, по углам, в шахматном порядке. Результаты для частоты 1000 Гц представлены на рисунке 1.

Аналогичным образом рассчитаны данные для других частот. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета.

Вариант расчета	Достигнутый уровень звукового давления							
	Частоты, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Без облицовки	85,67	89,21	88,35	88,59	93.65	91,34	90,91	91,99
Полная облицовка	63,66	66,38	68,02	68,21	72.10	70,32	69,99	70,82
рядом с оборудованием	71,08	74,08	74,88	75,09	79.37	77,41	77,05	77,96
полосами по помещению	70,19	73,16	74,06	74,26	78.50	76,57	76,21	77,11
углы помещения	70,73	73,71	74,55	74,75	79.02	77,07	76,71	77,62
шахматный порядок	68,89	71,81	72,85	73,05	77.22	75,32	74,96	75,85

Как видно из таблицы 2 и рисунка 1, оптимальным вариантом будет расположение звукопоглощающих панелей в шахматном порядке: достигнутый уровень звукового давления при таком покрытии 50% поверхности стен и потолка находится на одном уровне со значениями для сплошного покрытия 70% поверхности.

Таким образом, способ расположения звукопоглощающих панелей в помещении играет большую роль – подобрав оптимальный вариант, можно сократить площадь облицовки в несколько раз без потери эффективности панелей, тем самым сокращая финансовые и трудовые затраты на облицовку.

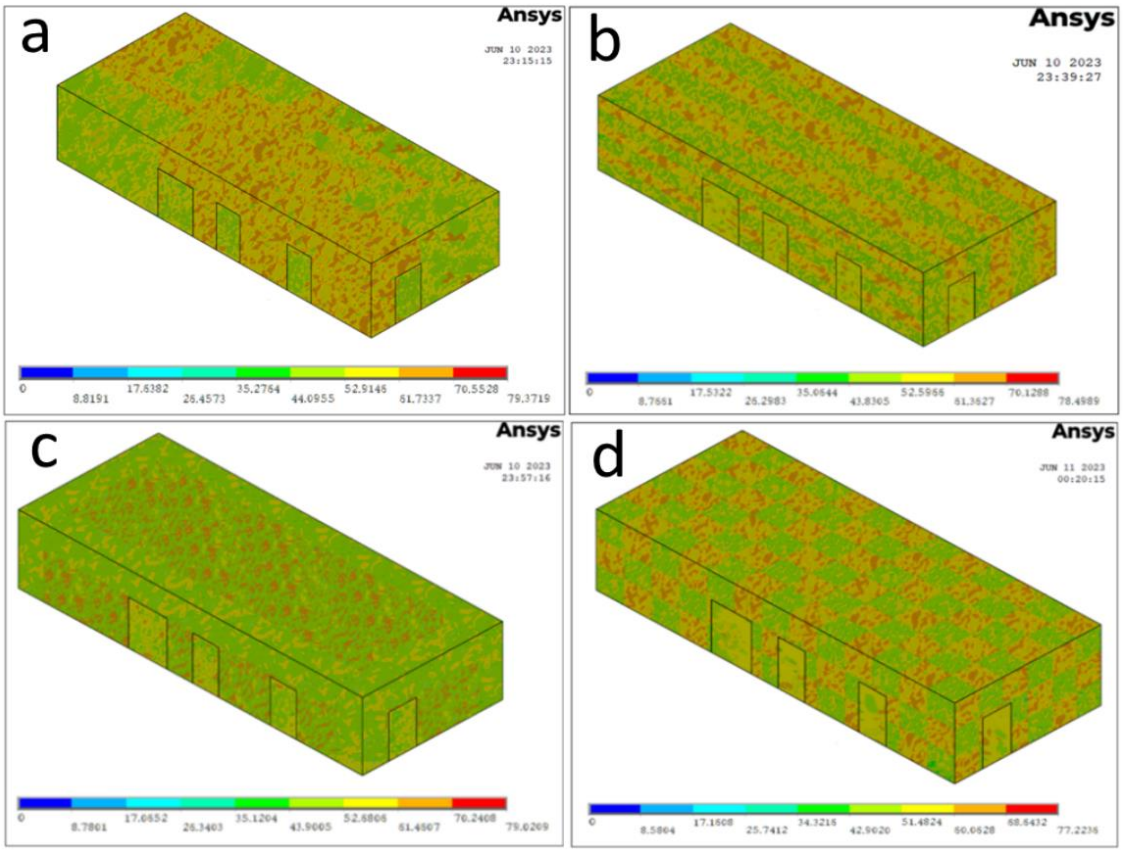


Рисунок 1 – Уровень звукового давления при облицовке 50% поверхностей стен и потолка помещения: a) расположение звукопоглощающих панелей у оборудования; b) расположение панелей полосами; c) расположение панелей по углам; d) расположение панелей в шахматном порядке

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ansys, Inc. Acoustic Analysis Guide. USA, 2021. 162 p.

2. Lau S. F. Optimization of Sound Absorbers Number and Placement in an Enclosed Room by Finite Element Simulation // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2017. Т. 914. №. 1. Pp. 1-10.

3. Ефремов, И.В., Горшенина Е.Л. Расчет звукопоглощающих облицовок: методические указания. Оренбург: ОГУ, 2011. 14 с.

4. Зинкин В.Н., Сливина Л.П. Риск развития нейросенсорной тугоухости у работников авиаремонтных заводов, подвергающихся воздействию шума // Безопасность труда в промышленности. 2018. № 1. С. 66-72.

5. Кудин М.В. Решение задач акустики в программном комплексе *ANSYS*: Электронное методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. 27 с.

УДК 331.452

А.Л. Любимова, И.А. Барабошкин, М.А. Подрезова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет им. Императрицы Екатерины II»,
Санкт-Петербург (Российская Федерация)

БИОЛОГИЧЕСКОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА

АННОТАЦИЯ

На каждом рабочем месте на исполняющего трудовую деятельность работника в различной степени воздействуют факторы производственной среды. В настоящее время критерием безопасности условий труда являются результаты проведения специальной оценки условий труда (СОУТ). По ее результатам определяется один из 4 классов условий труда, каждый из которых характеризуется своими особенностями. При оптимальных условиях труда не возникает никаких функциональных нарушений или утомления при выполнении трудовой деятельности. При допустимых восстановление организма происходит до начала следующего рабочего дня или смены.

ВВЕДЕНИЕ

Вредные условия труда, разделяющиеся на 4 подкласса, характеризуются различными степенями выраженности отклонений:

- при первом подклассе организму необходимо более длительное время восстановления, чем до начала следующего рабочего дня или смены, а также повышается риск повреждения здоровья;
- при втором происходят стойкие функциональные нарушения и развивается профессиональное заболевание без потери профессиональной трудоспособности;
- при третьем наблюдается потеря профессиональной трудоспособности;
- при четвертом развивается тяжелая форма профессионального заболевания.

Опасные условия труда характеризуются угрозой для жизни работника, а также высокой вероятностью развития острого профессионального заболевания.

Недостатком данной системы является её усредненный характер, то есть отсутствие индивидуального подхода к работнику, выполняющего деятельность на рабочем месте. В таком случае не учитывается степень влияния факторов производственной среды на конкретного человека, что может привести к ситуации, когда, например, с законодательной точки зрения допустимые условия труда не будут являться таковыми для работника, потому что его организм не будет успешно сопротивляться влиянию фактора [1].

Сердечно-сосудистая система (ССС) человека является маркером, определяющим соответствие выполняемой нагрузки функциональным и адаптационным возможностям организма. Любая деятельность, как умственная, так и физическая, требует определенных ресурсов, которые необходимы для её успешной реализации. В том случае, когда требования деятельности соответствуют возможностям организма, частота сердечных сокращений (ЧСС) остаётся в пределах нормы для данного человека. В противном случае затрачиваются дополнительные ресурсы такие, как кислород и питательные вещества, которые нужны мозгу и мышцам, чтобы справиться с выполняемой задачей, что проявляется в повышении ЧСС. Чем выше ЧСС, тем больше ресурсов необходимо для выполнения деятельности, тем выше физиологическая цена деятельности. Мониторинг ЧСС позволяет не только определить адекватность выполняемой деятельности, но и предотвратить возникновение преждевременной усталости и снижение работоспособности [2, 7, 10].

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе исследован вопрос несовершенства функционирующей системы определения безопасных условий труда путем определения ЧСС работника в ходе выполняемой деятельности, что является показателем его физиологической цены деятельности, и сопоставления полученных данных с результатами СОУТ [3].

Целью представленной работы является совершенствование системы управления охраной труда путем введения биологического мониторинга, обладающего индивидуальным характером [5, 6].

Актуальность исследования обусловлена сохранением работоспособности человека, являющегося основной трудовой единицей предприятия, от которого зависит эффективность предприятия.

В рамках данной работы измерение ЧСС проводилось с помощью фитнес-браслета в течение всей рабочей смены с интервалом в 5 минут у работников со 2 и 3.1 классами условий труда.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В первом случае по результатам СОУТ условий труда помощника машиниста экскаватора являются допустимыми, а машиниста бульдозера - вредными. После смены работниками был составлен почасовой тайминг выполненной деятельности. Полученные данные мониторинга представлены на рисунках 1 и 2.

Рисунок 1 – ЧСС помощника машиниста экскаватора в течение рабочей смены

Рисунок 2 – ЧСС машиниста бульдозера в течение рабочей смены

На 1 рисунке видно превышение нормы ЧСС на протяжении более, чем 50 % смены, а также резкий скачок в середине смены. Согласно таймингу в этот момент работник занимался переносом оборудования весом от 50 до 70 кг, в остальное время - переносом более легкого оборудования.

На 2 рисунке отмечается постоянное значение повышенной ЧСС на протяжении всей смены, независимо от периода выполнения деятельности или перерыва (обеда).

Постоянное повышенное значение ЧСС постепенно приводит к развитию артериальной гипертензии, являющейся одной из наиболее распространенных заболеваний ССС. Независимо от установленного класса условий труда, у обоих работников впоследствии может возникнуть болезнь сердца [4].

ВЫВОДЫ

СОУТ не может учитывать индивидуальные особенности реакций организма на производственные факторы, вследствие чего лишена возможности объективно и достоверно оценивать условия труда в отличие. Этот недостаток может быть устранен путем введения мониторинга индивидуальных показателей работы организма, который дополнительно может предотвратить болезнь, выявив её на ранних стадиях [8, 9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкин А.Ф., Хусаинова Р.Г. Экспериментальные исследования энергетических затрат работников в условиях охлаждающего микроклимата // Записки Горного института. - 2014. - Т. 207. - С. 103

2. Головкова Н. П., Чеботарёв А. Г., Хелковский-Сергеев Н. А., Каледина Н. О. Оценка условий труда, профессионального риска, состояния профессиональной заболеваемости и производственного травматизма рабочих угольной промышленности // ГИАБ. - 2011. - №S7. - С. 9-40

3. Изосимова А.В., Вахитов И.Х., Волков А.Х., Михайлова Е.Г. Особенности изменения частоты сердечных сокращений испытуемых при выполнении мышечной нагрузки с использованием средств индивидуальной защиты / Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. - 2020. - № 3. - С. 117-121.

4. Коршунов Г.И., Черкай З. Н., Мухина Н.В., Гридина Е.Б., Скударнов С.М.

Профессиональные болезни рабочих в горнодобывающей промышленности / ГИАБ. - 2012. - № 2-5. - С. 5-10

5. Пальцев А.И., Гендлер С.Г., Черкай З. Н., Гридина Е.Б., Ковшов С. В. Повышение безопасности и эффективности труда персонала угольных предприятий на основе эффективного мониторинга здоровья и рациональных адресных реабилитационных мероприятий // ГИАБ. - 2012. - №2-5. - С. 37-39

6. Туманов М.В., Иванов Б.А., Шестов А.В., Грибченко С.П. Динамика показателей функционального состояния и работоспособности военнослужащих во время многодневного лыжного марша в экстремальных условиях Арктики / Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 1(155). – С. 307-311.

7. Туманян А.А., Тадевосян Н.Э., Хачунц А.С., Тадевосян И.Г. Динамика показателей вариабельности сердечного ритма при умственной нагрузке у испытуемых различных возрастных групп / Biological Communications. - 2015. - № 3. - С. 87-94.

8. Хохлов С.В., Руденко Г.В. Непрерывная профессионально-прикладная подготовка – магистральный путь сохранения и укрепления здоровья работников горной промышленности // ТиПФК. - 2014. - №2. - С. 38-40

9. Чемезов Е.Н. Принципы обеспечения безопасности горных работ при добыче угля // Записки Горного института. - 2019. - Т. 240. - С. 649-653

10. Щуров А.Г., Туманов М.В., Суворов В.О. Особенности регулирования интенсивности физической нагрузки на занятиях по физической подготовке военнослужащих атомных подводных лодок / Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. - 2017. - № 4. - С. 49-53

УДК 331.453

А. Д. Малинникова, В. О. Карпикова

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана»,
г. Москва, 2-я Бауманская улица, 5, стр. 4, Россия

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ АДСОРБЕРА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен процесс производства пива и его технологическая схема. Установлены стадии, на которых происходит выделение компонентов выбросов, создающих едкий запах. Показаны существующие в Российской Федерации и за рубежом нормативные документы, распространяющиеся на выбросы (включая запахи) в пищевой промышленности. Предложен адсорбер для борьбы с запахом с целью улучшения условий труда.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

Пивоваренная промышленность занимается производством пива методом ферментации. В качестве сырья используется ячмень и другие крахмалсодержащие злаки, из которых впоследствии получают сусло, участвующее в процессе брожения [1].

Процесс производства пива на пивоваренных заводах многостадиен. Каждая стадия технологической цепочки сопровождается выбросом компонентов-загрязнителей, в том числе и ароматических летучих соединений, рассеиваемых на территории производства и прилегающих зонах.

В настоящее время лидерами по объему производства напитка являются Китай, США, Бразилия, Мексика, Германия и Россия. В 2019 году в России насчитывалось 743 пивоваренных завода, а к 2021 возросшее потребление напитка привело к их увеличению [2]. Таким образом, согласно статистике Росстата, производимый объем продукта в период 2019-2021 увеличился с 7,69 до 8,20 млн м3, т. е. на 6,6 % [3]. С увеличением количества производств растут и объемы выбросов, которые оказывают влияние на окружающую среду и состояние людей.

1.2 Актуальность

На сегодняшний день в России насчитывается около 160 пивоваренных заводов большой и средней производственной мощности. Чем больше мощность производства, тем больше его территория, на которой располагаются помещения самого завода, а также стоянки для доставляющего и перевозящего транспорта.

Регулярный выброс технологических сдувок, сопровождающийся навязчивым запахом продуктов брожения, снижает уровень функционального комфорта и психического состояния в целом, являясь нежелательным для работников производства и водителей, порой ожидающих погрузки целыми сутками. Это создает предпосылки для появления новых требований к качеству атмосферного воздуха с учетом ароматической составляющей выброса, делает актуальной разработку простых в исполнении и обслуживании, а также дешевых аппаратов очистки выбросов пивоваренных производств, в том числе от запаха [4].

1.3 Цель

Целью данной работы является улучшение условий труда работников пивоваренного производства путем исключения неприятного запаха из выброса с помощью очистки в адсорбере.

1.4 Задачи

Для достижения цели проведения исследования поставлены следующие задачи:

1) Собрать статистику, подтверждающую актуальность работы;
2) Выявить источник и компоненты выброса, обладающие неприятным запахом;
3) Рассмотреть нормативно-правовую базу по контролю запаха в выбросах на сегодняшний день;
4) Предложить адсорбер как способ защиты от неприятного запаха для работников пивоваренного производства.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На экологических порталах, в учреждениях, занимающихся экологическим мониторингом, в единой дежурно-диспетчерской службе, в средствах массовой информации появляются жалобы на неприятных запах вблизи или непосредственно на территориях пивоваренных производств. Наиболее известной является ситуация, возникшая в 2018-2020 годах на московском пивоваренном комбинате (МПК).

2.1 Устройство пивоваренного завода

Независимо от объема выпускаемой продукции, технологический процесс приготовления пива состоит из основных операций: прием и хранение сырья, очистка и дробление солода, приготовление пивного сусла, приготовление чистой культуры

дрожжей, сбраживание пивного сусла и розлив пива в емкости. Каждой технологической операции отведен цех либо его участок – приемное отделение, склад, варочный участок, цех брожения, цех розлива. Помимо этого, помещения пивоваренного завода делятся на теплые и холодные, поэтому производству требуется котельная и холодильно-компрессорный цех (рис. 1). Также предусмотрено помещение для лаборатории, где осуществляется проверка соответствия качеству [5, 6].

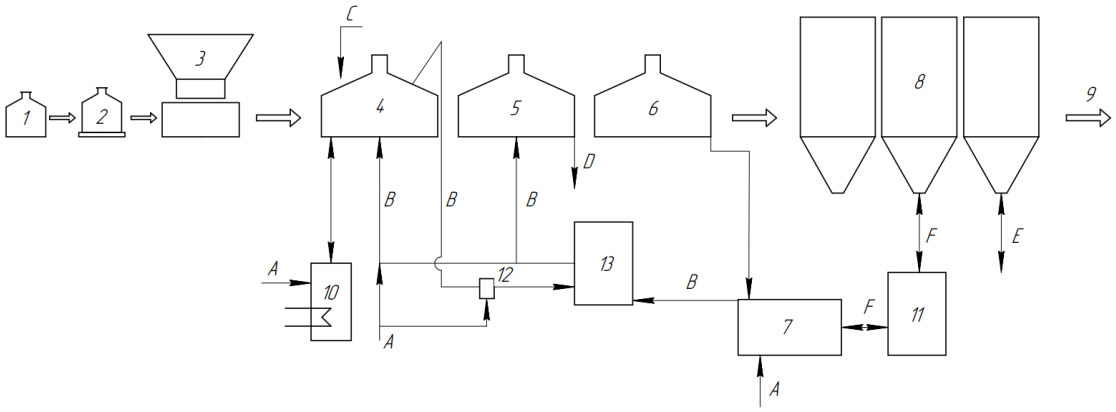


Рисунок 1 – Технологическая схема производства пива:

1 – солод; 2 – весы для солода; 3 – солододробилка; 4 – заторный/сусловарочный котел; 5 – фильтрационный чан; 6 – вирпул; 7 – холодильник для сусла; 8 – бродильные танки; 9 – розлив пива; 10 – выработка пара; 11 – холодильник для производства ледяной воды; 12 – конденсатор испарений; 13 – танк горячей воды;

A – холодная вода; B – горячая вода; C – хмель; D – дробина; E – дрожжи; F – ледяная вода

Источниками запаха на пивоваренном производстве являются цех варки, цех брожения, а также цех розлива.

Проблема неприятного запаха варочного цеха уже решена – современные сусловарочные аппараты в целях экономии тепловой энергии обеспечивают конденсаторами вторичного пара одной или нескольких ступеней. Применяемые технологии, помимо основного назначения, позволяют бороться с запахом, причем компрессия вторичного пара позволяет полностью от него избавиться [1, 7].

Брожение проходит в герметичных танках, откуда по системе трубопровода готовый продукт отправляется на розлив. Таким образом, на этапе брожения запах также не попадает в атмосферу.

После брожения готовый продукт поступает в цех розлива. Розлив сопровождается выделением запаха, вызванным выбросами ацетальдегида (C_2H_4O), формальдегида (CH_2O) и этановой кислоты ($C_2H_4O_2$) [8, 9].

Типовой состав атмосферных выбросов определен по отобранным статистическим данным пивоваренных заводов, расположенных в городах: Клин и Москва. В таблице 1 приведен состав выбросов завода, производственная мощность которого составляет 300 тыс. м^3 в год [4].

Таблица 1 – Источники выделения загрязняющих веществ

Источник	Наименование загрязняющего вещества	Количество загрязняющего вещества от источника, кг/год
Приемное отделение, склад сырья	Пыль зерновая	0,5
Варочный участок	Пыль зерновая	27,8
Цех розлива	Углерод оксид	273,7
	Ацетальдегид (ароматический компонент)	406,4
	Формальдегид (ароматический компонент)	382,1
	Этановая кислота (ароматический компонент)	292,6

2.2 Нормативно-правовое регулирование пивоваренного производства в области охраны окружающей среды

Выбросы цеха розлива содержат ацетальдегид (3 класс опасности), формальдегид (2 класс

опасности), этановую кислоту (3 класс опасности) и оксид углерода (4 класс опасности) [10].

Концентрации компонентов выброса на границе санитарной защитной зоны (СЗЗ) не превышают предельно допустимые концентрации (ПДК), поэтому компоненты выброса, обладающие неприятным запахом, попадают в атмосферу. Цех розлива на крупных и средних производствах работает непрерывно, исключая дни, когда происходит промывка всего оборудования, в связи с этим запах становится весомой проблемой для работников завода и прилегающих территорий, которыми, как правило, являются селитебные зоны [4].

Не только в России, но и в мире не существует однозначного решения данной проблемы. Запах приносит дискомфорт людям, а его восприятие и порог у всех разные. Как и другие выбросы в воздушную среду, пахучие вещества по-разному рассеиваются в зависимости от процессов, происходящих в атмосфере. Перечисленные особенности затрудняют процесс решения проблемы, однако стандарты по запаху существуют. В международной практике наибольшее распространение получили стандарт США ASTM E 679-04 и европейский стандарт EN 13725 [9, 10]. В России же разработан и внесен ГОСТ Р 58578-2019, который соответствует европейскому стандарту EN 13725 [12]. На сегодняшний день ГОСТы Р – национальные стандарты и носят рекомендательный характер.

2.3 Улучшение условий труда работников пивоваренного производства

Согласно приказу Минтруда РФ от 29 октября 2021 г. № 771н в рамках данной проблемы можно предложить следующие решения [13]:

1) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;

2) Модернизация оборудования (его реконструкция, замена), а также технологических процессов на рабочих местах с целью исключения или снижения до допустимых уровней воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;

3) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты (далее - СИЗ), а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.

Обеспечение каждого работника СИЗ и обслуживание этого СИЗ на длительной перспективе экономически и практически нецелесообразно по сравнению с внедрением в систему очистки дополнительного блока очистки от пахучей составляющей выброса.

Для борьбы с запахом можно использовать физико-химические и биологические методы.

Наиболее простым в исполнении и обслуживании, а также дешевым решением может стать дополнительный адсорбционный модуль (рис. 2).

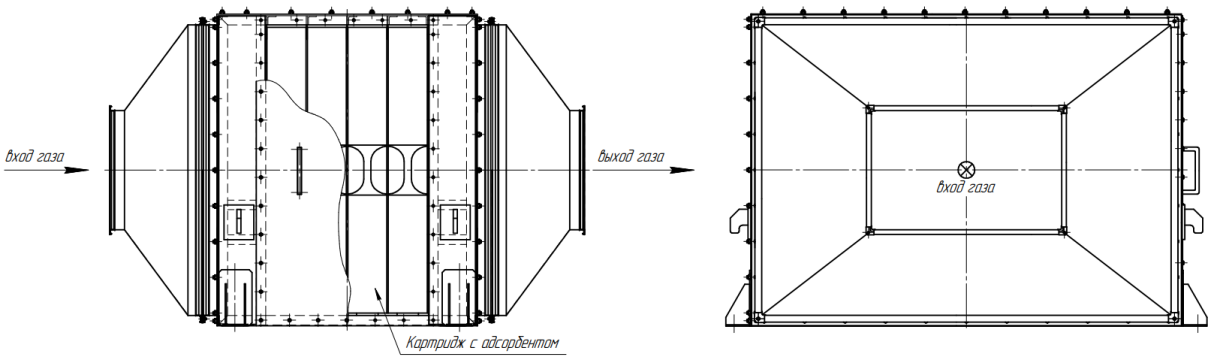
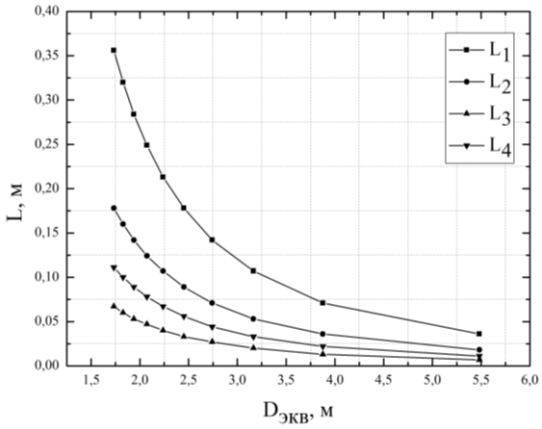


Рисунок 2 – Адсорбционный модуль

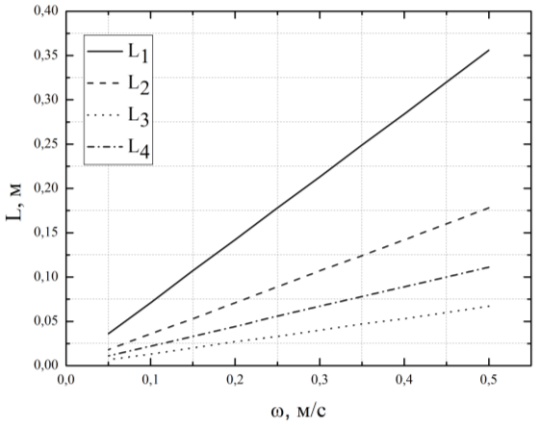
Конструкция адсорбера имеет прямоугольное сечение с одинаковыми по размеру картриджами, наполненными сорбентами. Принцип работы заключается в следующем: газ, поступающий на очистку, входит в аппарат в горизонтальном направлении. Расширяющаяся часть способствует замедлению скорости газа, что улучшает процесс адсорбции на поверхности сорбента. На картриджах газ очищается от примесей и очищенным выходит из аппарата.

Согласно исследованиям, для поглощения ацетальдегида, формальдегида и этановой кислоты могут применятся активные угли, цеолиты и силикагели. Конструкция адсорбера спроектирована и рассчитана для расхода газового

потока V = 4248 м^3/ч, по которому выбран поперечный размер картриджа, также в качестве входных параметров заданы: скорость в трубопроводе, давление на входе/выходе из аппарата и плотность газовой смеси при температуре 20 ℃. По графикам (рис. 3) выбрана оптимальная высота засыпки сорбента, а, следовательно, и высота картриджа.



а)



б)

Рисунок 3 – Зависимость высоты слоя сорбента: а) – от эквивалентного диаметра аппарата в диапазоне 1,7-5,5 м; б) – от скорости фильтрации в диапазоне 0,05-0,5 м/с;L_i – высота слоя i-го сорбента

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбросы пивоваренного производства, сопровождающиеся неприятным запахом, создают неблагоприятные условия для работников. Длительное вдыхание выделяемых компонентов может привести к развитию заболеваний бронхолегочной системы, аллергических реакций, злокачественных опухолей, кожных заболеваний, мутационных процессов, а также воздействовать на психику. Для улучшения условий труда в статье предложено использование аппарата очистки, позволяющего добиться устранения ароматической составляющей выброса. В качестве очистного аппарата рекомендуется использование адсорбера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива // Пер. с нем. – СПб.: Профессия, 2001. – 838 с.
2. TADVISER [Электронный ресурс] // Расширенный поиск // Статья // Пиво (мировой рынок) // URL: https://www.tadviser.ru/ (дата обращения: 27.03.2023).
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // Статистика // Официальная статистика // Предпринимательство // Промышленное производство // URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения: 27.03.2023).
4. Малинникова А.Д., Симакова Е.Н., Навасардян Е.С. Новые подходы к повышению экологической безопасности пищевых производств (на примере очистки выбросов пивоваренного производства) // Безопасность жизнедеятельности. 2023. № 8 (272). С. 33-40.
5. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков // Учеб. для нач. проф. образования. – М.: ИРПО. Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.
6. Агромаш [Электронный ресурс] // URL: https://www.agro-mash.ru/ (дата обращения: 26.11.2022).
7. Olajire A. A. The brewing industry and environmental challenges //Journal of cleaner production. – 2020. – Т. 256. – P. 102817.
8. Данильченко А.С., Короткова Т.Г. Технологические стадии производства пива на Майкопском пивзаводе // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ», 2020. – №. 4. – С. 27-41.
9. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. – М.: Колос, 1998. – 448 с.
10. ASTM E 679-04. Standard practice ford determination of odor and taste thresholds by a forced-choice ascending concentration series method of limits // Publ. 01.04.2004. – 7 p.
11. EN 13725. Air quality – Determination of the odour concentration by dynamic olfactometry» // Publ. 01.07.2003. – 71 p.
12. ГОСТ Р 58578-2019. Правила установления нормативов и контроля выбросов запаха в атмосферу // Ввод. в действие с 01.01.2020. – М. – 20 с.
13. Приказ Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 29.10.2021 № 771Н «Об утверждении примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней».

УДК 614.8.084

Э. А. Мухамадеева

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, ул. ул. Заки Валиди, 32

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

АННОТАЦИЯ

В работе представлены результаты оценки профессиональных рисков водителя автобуса на автотранспортном предприятии. Выявлены преимущества и недостатки трех самых распространённых методов оценки профессиональных рисков. На основе расчета риска опасности травмирования в результате дорожно-транспортного происшествия и сравнительного анализа выбран наиболее доступный и удобный метод, позволяющий выявить и оценить профессиональные риски, которым подвергаются работники автотранспортного предприятия.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение.

В настоящее время можно выделить около 70 разных методов проведения оценки профессиональных рисков. Тем не менее, нет единого установленного метода для определенной промышленности, который мог бы использоваться организациями для оценки. При выборе методики оценивания профессионального риска рекомендуется брать в расчет наличие у выбираемого метода некоторых свойств, таких как соответствие особенностям производственной деятельности работодателя и предоставления возможности выслеживания, воспроизводимости, проверки процесса и полученных результатов.

Задачей данной работы был сравнительный анализ методик оценки профессиональных рисков и выбор наилучшего для автотранспортного предприятия.

1.2 Актуальность

В связи с интенсивностью развития производственных процессов, появлением и развитием новых видов деятельности, охрана труда приобретает все большее значение. В ходе управления автомобильным транспортом используемое в технологическом процессе оборудование, материалы и вещества в основных цехах автотранспортного предприятия обусловливают наличия повышенного риска травмирования и профзаболевания.

1.3. Цель работы

Оценка потенциально опасных и вредных производственных факторов, возникающих на автотранспортном предприятии, и снижение их воздействия на здоровье работников.

1.4 Задачи

1. Проанализировать деятельность автотранспортного предприятия в области охраны труда, статистику аварий и инцидентов на автотранспортных предприятиях.

2. Выявить и оценить профессиональные риски, которым подвергаются работники автотранспортного предприятия существующими и наиболее используемыми методиками оценки профессиональных рисков.

3. Разработать план мероприятий по снижению выявленных профессиональных рисков, и предложить рекомендации по их устранению.

1.5 Методы исследований.

В качестве объекта исследования взяли автотранспортное предприятие, в котором из 20 несчастных случаев за год 14 случаев приходится на дорожно-транспортные происшествия, пострадавшими которых являются водители транспортных средств (автобусов).

Для проведения оценки профессиональных рисков использовали три самых распространённых методов:

- ✓ Матричный метод;
- ✓ Метод Файна-Кинни;
- ✓ Метод «Галстук-бабочка».

Наиболее вероятные из рисков, с которыми могут столкнуться водители автобусов, включают:

1. Несчастные случаи, вследствие попадания в аварию из-за различных факторов, таких как плохие дорожные условия, усталость водителя, рассеянное вождение и халатность других водителей;

2. Профзаболевания. Водители автобусов могут столкнуться с риском для здоровья из-за малоподвижного образа жизни и долгих часов сидения. Подвержены риску развития заболеваний, связанных со стрессом, из-за требований своей работы;

3. Насилие. Водители автобусов могут столкнуться с риском насилия со стороны пассажиров по разным причинам;

5. Экологические риски. Водители автобусов могут подвергаться экологическим рискам, таким как экстремальные погодные условия, загрязнение воздуха и другие опасности, связанные с вождением.

Водитель автобуса на автотранспортном предприятии в большей мере подвергается следующим опасностям:

- ✓ Опасность получения травм вследствие дорожно-транспортного происшествия;
- ✓ Опасность наезда на человека;
- ✓ Опасность опрокидывания транспортного средства;
- ✓ Опасность раздавливания человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами.

Согласно сведениям Министерства труда и социальной защиты РФ к основным видами несчастных случаев на производстве относятся:

- ✓ Падение с высоты (каждый 3-й несчастный случай);
- ✓ Воздействие передвигающихся, разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и устройств (каждый 5-й несчастный случай);
- ✓ Транспортные происшествия (каждый 7-й случай);
- ✓ Падение, разрушение, обвалы предметов, материалов (каждый 8-й случай).

Причем характерными для автотранспортного предприятия являются случаи ДТП, в которых страдают водители транспортных средств и кондукторы.

Проведем оценку профессиональных риска травмирования водителя автобуса в результате дорожно-транспортного происшествия несколькими методами, и сравним полученные результаты.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.

Матричный метод классифицирует уровни профессионального риска, учитывая вероятность возникновения события и тяжесть его последствий.

Матрица создаётся путем составления соотношения вероятности понесенного ущерба и тяжести последствий данного ущерба, а уровень риска рассчитывается перемножением баллов вероятности и тяжести по каждому опасному событию (табл. 1, 2).

Таблица 1

Матрица "5 х 5" № 2

Вероятность опасности	Очень редко	Маловероятно	Может быть	Вероятно	Почти наверняка
Тяжесть	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Катастрофическая (5)	5	10	15	20	25
Значительная (4)	4	8	12	16	20
Средняя (3)	3	6	9	12	15
Низкая (2)	2	4	6	8	10
Незначительная (1)	1	2	3	4	5

Таблица 2

Классификация тяжести последствий и вероятности опасного события

Значение (балл)	Тяжесть последствий	Вероятность
5	Катастрофическая (Смертельные травмы или заболевания, групповые несчастные случаи)	Почти наверняка (Случается систематически, согласно статистическим данным)
4	Значительная (Несчастные случаи с тяжелыми последствиями или угрожающее жизни профессиональное заболевание)	Вероятно (Случается периодически)
3	Средняя (Заболевание или травма, подразумевающие оказание медицинской помощи)	Может быть (Возможно произойдет или уже были случаи)
2	Низкая (Заболевания и травмы, подразумевающие оказание только первой помощи)	Маловероятно (Не должно произойти при обычных условиях)
1	Незначительная (Небольшие повреждения)	Почти невозможно (Не должно произойти, но возможность есть)

Определение значение профессионального риска разбили на несколько этапов: оценка вероятности последствий опасного события, оценка тяжести последствий опасного события и вычисление уровня профриска.

Для оценки уровня рисков вычислили индекс профессионального риска (ИПР) и ранжировали его с учетом тяжести и вероятности последствий опасного события:

$$ИПР = Т \cdot В \quad (1)$$

где Т – тяжесть последствий, В – вероятность наступления.

Опасность получения травм вследствие дорожно-транспортного происшествия влечет смертельные травмы или заболевания, групповые несчастные случаи, т.е. согласно таблицы 2 подразумевает под собой среднюю тяжесть Т5. Согласно статистике и изученным источникам данное событие маловероятно, т.е. согласно таблице 3 вероятность – В3. Тогда индекс профессионального риска согласно

формуле 1 будет равен 15 баллам – класс риска наступления опасности получения травм вследствие дорожно-транспортного происшествия – высокие (С15).

Метод оценки профессиональных рисков Файна-Кинни используется для выявления и приоритизации профессиональных рисков. Проведение оценки данной технологией должно привести к классификации рисков по степени серьезности по нескольким группам от наиболее низкого до самого высокого [3]. Индекс профессионального риска в данном методе рассчитывается по формуле:

$$ИПР = П_с \cdot П_д \cdot В_р \quad (2)$$

где ИПР – индекс профессионального риска, $П_с$ – последствия опасного события, $П_д$ – подверженность, $В_р$ – вероятность опасного события.

О важности последствий опасного события свидетельствует расширение общепринятой шкалы оценки последствия до 100 баллов, а также значения градации, превышающие 10 баллов. Это говорит о том, что вклад размера тяжести происшествия должен быть решающим фактором при оценивании профессиональных рисков [4].

Таблица 4

Показатели вероятности, подверженности и последствий опасности

Вероятность опасного события	Балл	Подверженность опасного события	Балл	Последствия опасного события	Балл
Точно случится	10	Несколько раз в течение рабочего дня, смены	10	Аварии с большой численностью пострадавших и погибших	100
Весьма вероятно	6	Каждый рабочий день, смену	6	Несчастный случай со смертельным исходом, профзаболевание	40
Несвойственно, но, возможно,	3	Каждую неделю	3	Тяжелый несчастный случай с утратой трудоспособности на долговременный период, профзаболевание, инвалидность	15
Маловероятно	1	Каждый месяц	2	Тяжелый несчастный случай с минимальными последствиями, инвалидность	7
Можно себе представить, но невероятно	0,5	Один раз в год	1	Легкий несчастный случай (в том числе групповой) с временной утратой трудоспособности	3
Практически невозможно	0,2	Реже одного раза в год)	0,5	Легкий несчастный случай, при котором необходимо только оказания первой помощи	1
Невозможно	0	Никогда	0		

Каждый из показателей имеет конкретное смысловое значение, которому можно поставить в соответствие некое количество баллов, представленных в таблице 4.

После вычисления итогового значения индекса профессионально риска разрабатываются корректирующие мероприятия по снижению риска возникновения опасных событий. Потребность и неотложность мероприятий по снижению профессиональных риском разрабатывают в зависимости от полученного балльного значения, которые перечислены в таблице 5.

Таблица 5

Уровни профессионального риска

ИПР	Характеристика	Потребность принятия мер
0-20	Отсутствие риска	Мероприятия не требуются
21-70	Умеренный риск	Необходимо проведение мероприятий
71-200	Средний риск	Необходимо планирование и выполнение мероприятий в ближайшие сроки

201-400	Высокий риск	Необходимо проведение экстренных мероприятий
Более 400	Очень высокий риск	Необходима приостановка деятельности, до сутранения всех опасностей

Исходя из таблиц критериев риска проставили следующие оценки:

– Вероятность риска – 3 балла, потому что хотя и большинство несчастных случай с водителем происходят вследствие ДТП, тем не менее случаи неисправностей в автомобилях либо несоблюдение работником правил дорожного движения маловероятны, т.е. событие нехарактерно, но возможно;

– Подверженность – 6 баллов, поскольку водители автомобилей большую часть своего рабочего времени проводят в управлении транспортным средством;

– Последствия оценили в 15 баллов, поскольку из-за дорожно-транспортных происшествий работник подвергается потере трудоспособности на длительный период.

Тогда индекс профессионального риска согласно формуле 2 ИПР = 270 баллов. Таким образом, опасность получение травм вследствие дорожно-транспортного происшествия имеет высокий риск, и требуются неотложные мероприятия и его снижению.

Метод галстука-бабочки – это метод оценки риска, который обеспечивает визуальное представление потенциальных опасностей, их последствий и превентивных мер для их смягчения [5].

Анализ «галстук-бабочка» нередко значительно более прост для понимания, чем анализ дерева событий или дерева неисправностей, а значит, он может стать полезным для обмена информацией при применении более сложных методик [6].

На рисунке 1 изображена диаграмма «Галстук-бабочка» , которая схематично демонстрирует связь источников риска, опасного события и его последствий в результате опасности травмирования водителя автобуса в результате ДТП.

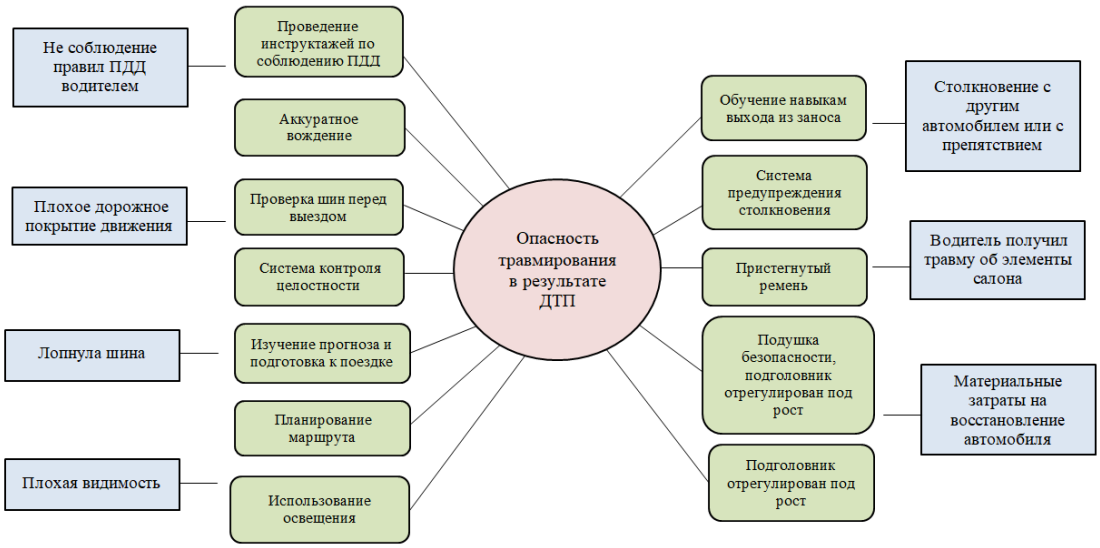


Рис.1 – Диаграмма оценки рисков по методу «галстук-бабочка»

На диаграмме есть центральное событие – «Опасность травмирования в результате ДТП», и два крыла, которые изображают причины и последствия события.

В левом крыле излагаются потенциальные причины или угрозы, которые могут привести к возникновению опасности, а в правом крыле подробно описываются потенциальные последствия или воздействия, которые могут возникнуть в результате события. Средства контроля или превентивные меры, которые могут быть реализованы для снижения риска, показаны выделены зеленым цветом.

3. ВЫВОДЫ.

В целом, хотя метод Файна-Кинни и Матричный метод имеет свои ограничения, он является полезным инструментом для оценки профессиональных рисков и принятия соответствующих мер контроля на рабочем месте. Оба этих метода имеют низкую объективностью. Тем не менее, увеличить данный показатель возможно с помощью привлечения экспертов сторонних организаций (ввиду их опыта), либо используя дисперсионный анализ объективности оценок. При этом метод Файна-Кинни учитывает частотность события или подверженность, помимо вероятности, что дает более понятную и полную картину опасности.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее подходящими методом для оценки профессиональных рисков является метод Файна-Кинни. Данный метод при небольших затратах способен дать более точные и правильные показатели рисков для их минимизации или ликвидации, и тем самым повышении безопасности труда на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов, А. Д. Методы оценки профессиональных рисков / А. Д. Тарасов, З. Н. Монахова // Вестник науки. – 2023. – Т. 4, № 1. – С. 75-80. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50121647_22503487.pdf. – Дата публикации: 17.04.2023

2. Файнбург, Г. З. Метод Файна-Кинни и развитие рискометрии оценки профессионального риска / Г. З. Файнбург // Журнал «БИОТ». Безопасность и охрана труда. – 2022. – № 4. – С.15.

3. Картвелишвили, В. М., Свиридова, О. А. Риск-менеджмент. Методы оценки риска: учебное пособие. / В. М. Картвелишвили, О. А. Свиридова; – Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2017. – 120 с.

УДК 331.453; 331.458

В.Ю. Нечаева

Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, Санкт-Петербург, Россия

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ЮРИДИЧЕСКИХ СЛУЖБАХ МЧС.

АННОТАЦИЯ.

В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением у каждого работодателя, осуществляющего производственную деятельность, численность работников которого превышает 50 человек, создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда. Охрана труда в любой юридической службе очень важна. Она должна обеспечивать безопасность сотрудников по определенным критериям.

1.ВВЕДЕНИЕ

1. Проведение регулярных обучающих сессий по безопасности на рабочем месте для всех сотрудников юридической службы.

2. Разработка и внедрение политики безопасности на рабочем месте, включая процедуры эвакуации и меры по предотвращению травм.

3. Обеспечение доступности средств индивидуальной защиты (СИЗ) для сотрудников и контроль их использования.

4. Регулярные инспекции рабочих мест с целью выявления потенциальных опасностей и их устранения.

5. Ведение журнала инцидентов и аварий, а также анализ случаев, чтобы предотвращать повторение подобных событий.

Для разработки плана чаще всего обращаются к специалисту по охране труда, чтобы разработать план для конкретной юридической службы, учитывая специфику и риски, в которой действует юридический отдел.

Также для юридической службы могут быть уникальные требования по охране труда, связанные с особенностями работы. Вот некоторые из них:

1. Оценка правовых рисков:

Юридическая служба должна регулярно оценивать правовые риски, связанные с деятельностью компании, и разрабатывать стратегии для их уменьшения или устранения.

2. Конфиденциальность информации:

Юридическая информация часто является конфиденциальной. Работники юридической службы должны соблюдать строгие меры по защите конфиденциальных данных и документов.

3. Эргономика рабочего места:

Убедитесь, что рабочие места юристов обеспечены эргономичной мебелью и оборудованием, чтобы предотвратить физические нагрузки и травмы.

4. Предупреждение стресса:

Работа в юридической сфере может быть стрессовой. Работодатель должен предоставлять меры для снижения стресса и поддержки психического здоровья сотрудников.

5. Обучение и подготовка:

Обеспечьте регулярное обучение и подготовку юристов в области охраны труда и правилам конфиденциальности.

6. Пожарная безопасность:

В случае юридической библиотеки или хранения документов убедитесь, что соблюдаются стандарты пожарной безопасности и есть доступ к средствам пожаротушения.

7. Защита от насилия и угроз.

Рассмотрите меры для защиты юристов от потенциальных угроз и насилия со стороны клиентов или других лиц.

Эти требования должны быть интегрированы в общую инструкцию по охране труда компании, но адаптированы к конкретным потребностям юридической службы, они помогут создать безопасную и эффективную рабочую среду для сотрудников юридического отдела.

2.Рассмотрение особенностей и методов разработки инструкций по охране труда в юридических службах МЧС России.

Установлено, что правовое регулирование мероприятий по охране труда осуществляется всеми видами нормативно-правовых актов: во-первых, реализуются установленные положения Конституции России, во-вторых, все завершается инструкцией по охране труда на рабочем месте в системе Федеральной противопожарной службе МЧС России. Особенности применения норм трудового права в Федеральной противопожарной службе МЧС России обусловлены контингентом работников, их правовым статусом, а также спецификой выполняемых ими работ.

Условия труда сотрудников ФПС признаны опасными и отнесены к 4 классу. В соответствии с законодательством России опасные условия труда - это такие условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обусловливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности.

Основные правовые нормы отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, направленные на сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, регулируются положениями Трудового кодекса Российской Федерации. Охрана труда в юридической службе МЧС имеет свои особенности, связанные с работой в экстренных ситуациях.

Юридическая служба МЧС России выполняет разнообразные функции, связанные с обеспечением юридической поддержки и соблюдением законности в деятельности ведомства. Вот некоторые из их основных функций:

1. Правовое консультирование.

Предоставление юридических консультаций и заключений внутренним подразделениям МЧС по вопросам, связанным с применением законодательства.

2. Разработка нормативных актов.

Участие в разработке и анализе нормативных документов и приказов, регулирующих деятельность МЧС, для обеспечения их соблюдения законодательства.

3. Представительство интересов в суде.

Представление интересов МЧС в суде в случае судебных разбирательств, а также участие в подготовке исковых заявлений и иных документов.

4. Анализ правовых рисков.

Проведение анализа правовых рисков, связанных с деятельностью МЧС, и разработка мер по их снижению.

5. Соблюдение законности и этики.

Контроль за соблюдением сотрудниками МЧС России законодательства и профессиональной этики, а также обеспечение правопорядка внутри ведомства.

6.Участие в правовом образовании.

Проведение семинаров, тренингов и обучающих мероприятий для сотрудников МЧС по вопросам правовой грамотности и охраны труда.

7. Мониторинг изменений в законодательстве.

Следя за изменениями в законодательстве, которые могут повлиять на работу МЧС, и адаптация деятельности ведомства к новым требованиям.

8. Сотрудничество с другими органами. Взаимодействие с другими правоохранительными и государственными органами для обеспечения совместной работы в экстренных ситуациях.

Эти функции помогают МЧС России эффективно выполнять свою миссию по обеспечению безопасности и защите населения в случае чрезвычайных ситуаций.

Также исходя из специфики деятельности рассматриваемого в данной статье Министерства можно выделить некоторые особенные задачи:

1. Обеспечение сотрудников службы МЧС необходимым снаряжением и средствами индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с их видом деятельности (например, защита от огня, газов и химических веществ).

2. Проведение регулярных тренировок и симуляций для обучения сотрудников действовать в чрезвычайных ситуациях, включая эвакуацию и первую помощь.

3. Установка систем аварийного оповещения и средств связи для обеспечения связи сотрудников в экстренных ситуациях.

4. Проведение анализа рисков и разработка планов действий в случае различных чрезвычайных ситуаций, а также их регулярное обновление.

5. Создание культуры безопасности и мониторинг соблюдения норм безопасности на рабочем месте.

Данные меры помогут обеспечить безопасность сотрудников юридической службы МЧС при выполнении их задач в сложных условиях.

Составление инструкции по охране труда для юридического отдела МЧС имеет свои особенности, учитывая специфику работы данного отдела. Некоторые из особенностей включают:

1. Учет особенностей профессиональной деятельности: Инструкция должна учитывать специфические риски и опасности, связанные с работой в юридическом отделе МЧС. Например, возможность обработки конфиденциальной информации, работа с юридическими документами и т.д. Юридический отдел МЧС может иметь доступ к особенным данным, требующим особой защиты. Инструкция должна учесть необходимость соблюдения конфиденциальности и защиты информации.

2. Учет правовых аспектов: Юридический отдел МЧС занимается решением юридических вопросов и может иметь дело с различными правовыми нормами и процедурами. Инструкция должна учитывать соответствующие правовые требования и обязательства.

3. Сотрудничество с другими подразделениями: Юридический отдел МЧС может взаимодействовать с другими отделами и подразделениями. Инструкция должна учесть сотрудничество и координацию по вопросам охраны труда с другими структурными подразделениями.

4. Особенности рабочей среды: В инструкции следует учесть особенности рабочей среды юридического отдела МЧС, включая организацию рабочих мест, освещение, вентиляцию и другие факторы, которые могут повлиять на безопасность и комфорт сотрудников.

5. Регулярное обновление и адаптация: Инструкция должна быть регулярно обновляемой и адаптированной к изменениям в законодательстве и внутренних процедурах МЧС. Также необходимо учитывать новые технологии и методы работы, которые могут повлиять на охрану труда.

6. Обучение и информирование: Инструкция должна содержать информацию о необходимости обучения и информирования сотрудников юридического отдела МЧС по вопросам охраны труда. Это может включать проведение тренингов, инструктажей и распространение информационных материалов.

7. Контроль и ответственность: Инструкция должна определить механизмы контроля

соблюдения правил охраны труда и назначить ответственных лиц за выполнение этих правил. Также следует предусмотреть процедуры расследования происшествий и непредвиденных ситуаций.

8. Долгие рабочие часы: Юридический отдел МЧС может работать в режиме круглосуточного дежурства или иметь продолжительные рабочие часы. Инструкция должна учесть необходимость организации рабочего времени с учетом отдыха и предотвращения переутомления.

9. Психологические аспекты: Работа в юридическом отделе может быть связана с высоким уровнем стресса, эмоциональной нагрузкой и конфликтами. Инструкция должна предусмотреть меры по поддержке психологического благополучия сотрудников.

3. При составлении инструкции по охране труда юридического отдела МЧС следует обратить внимание на следующие аспекты:

1. Определение специфических рисков: Инструкция должна учесть особенности работы юридического отдела МЧС и определить конкретные риски, связанные с его деятельностью.

2. Разработка процедур безопасности: Инструкция должна предусмотреть процедуры и правила, которые помогут предотвратить возможные опасности и минимизировать риски для сотрудников.

3. Обучение и информирование: Инструкция должна содержать информацию о необходимости обучения и информирования сотрудников по вопросам охраны труда, а также о регулярном проведении инструктажей и тренингов.

4. Контроль и ответственность: Инструкция должна определить механизмы контроля соблюдения правил охраны труда и назначить ответственных лиц за выполнение этих правил.

5. Регулярное обновление: Инструкция должна быть регулярно обновляемой, чтобы отражать изменения в законодательстве, процедурах и технологиях, а также учитывать новые риски и требования охраны труда.

Инструкция по охране труда для юридического отдела МЧС России

1. Введение

-Охрана труда является приоритетной задачей для юридического отдела МЧС России.

- Целью инструкции является обеспечение безопасных условий труда и предотвращение производственных травм и заболеваний.

2. Обязанности руководства

-Руководство юридического отдела МЧС России должно обеспечивать соблюдение требований по охране труда.

- Руководители должны проводить регулярные инструктажи сотрудников по правилам охраны труда.

3. Обязанности сотрудников

- Сотрудники должны соблюдать правила и инструкции по охране труда, предоставленные руководством.

- Сотрудники обязаны немедленно сообщать о любых производственных авариях, травмах или опасных ситуациях руководству или ответственному лицу.

4. Пожарная безопасность

- В юридическом отделе МЧС России должны быть установлены и поддерживаться необходимые средства пожаротушения.

- Сотрудники должны быть обучены правилам пожарной безопасности и знать местоположение пожарных выходов и средств пожаротушения.

5. Электробезопасность

- Правила электробезопасности должны строго соблюдаться всеми сотрудниками.

- Запрещается самостоятельное проведение работ с электрооборудованием без соответствующей подготовки и разрешения.

6. Рабочее место

- Рабочие места должны быть оборудованы эргономической мебелью и обеспечивать комфортные условия для работы.

- Сотрудники должны регулярно делать перерывы для отдыха и физической активности.

7. Личная защита

-При выполнении определенных задач, требующих защиты, сотрудники должны использовать соответствующие средства индивидуальной защиты (ЗИЗ).

- Сотрудники должны быть обучены правильному использованию ЗИЗ и регулярно проверять их состояние.

8. Медицинский осмотр

- Регулярные медицинские осмотры являются обязательными для сотрудников юридического отдела МЧС России.

- Сотрудники должны соблюдать рекомендации врачей и сообщать о любых изменениях своего здоровья.

9. Обучение и инструктаж

- Все новые сотрудники должны пройти обучение правилам охраны труда и производственной безопасности.

- Регулярные инструктажи по охране труда должны проводиться для всех сотрудников.

10. Контроль и исполнение

- Руководство юридического отдела МЧС России должно контролировать исполнение требований по охране труда.

- Нарушения правил охраны труда должны быть немедленно расследованы и приняты меры для предотвращения повторения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Охрана труда является обязательной и неотъемлемой частью работы юридического отдела МЧС России.

Все сотрудники должны активно участвовать в поддержании безопасных условий труда и соблюдении правил охраны труда.

Важно помнить, что инструкция по охране труда юридического отдела МЧС должна быть разработана

с учетом конкретных потребностей и особенностей данного отдела, а также соответствовать действующему законодательству и стандартам охраны труда.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал «Гарант» (дата обращения: 01.10.2023).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] / Информационно-правовой портал «Гарант» (дата обращения: 01.10.2032).

УКД 331.452

Н.Р. Пилипчук

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский Государственный архитектурно-строительный университет,
2-я Красноармейская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, Россия

ПРЕДСМЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ТРЕБОВАНИЙ ЗНАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА ПЕРЕД ДОСТУПОМ НА СТРОИТЕЛЬНУЮ ПЛОЩАДКУ КАК МЕРА УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ

АНОТАЦИЯ

Данная работа относится к методологии в области улучшения безопасных условий труда и управления профессиональными рисками, а именно к уменьшению потенциального воздействия риска и вероятности его наступления путем создания программного-методического модуля, который обеспечит непрерывное обучение и повышение компетенции работников строительной отрасли в области охраны труда, учитывая законы восприятия, языковой барьер и усвоения информации человеком.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Введение

По данным Роструда в 2021 году (Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2021 году) в РФ всего зарегистрировано 5491 несчастных случаев со смертельных исходом. Около 16% несчастных случаев с тяжелыми последствиями приходится на строительную отрасль, связанны они с падением с высоты, воздействием механизмов, транспортными происшествиями, воздействием электрического тока, воздействием дыма и огня, падением и обрушением предметов и земли.

1.2 Актуальность

Анализ причин несчастных случаев на показывает, что зачастую инциденты происходят из-за незнаний и нарушений требований охраны труда. Во время оценки профессиональных рисков, организация использует компенсирующие мероприятия (перечень мер по исключению и снижению уровня рисков). Данный перечень не всегда эффективен, так как работник знакомится с ним при трудоустройстве, во время проведения обучения по охране труда, то есть в начале работы, пока оценка профессиональных рисках не будет проведена заново. Также согласно результатам проверок требований 218 и 219 ТК РФ в части обеспечения установленного порядка обучения, проверки знаний работников по охране труда за 2021 год было выявлено 13,0 таких нарушений, поэтому не все работники получают знаний по охране труда, чтобы корректно снижать риски на своем рабочем месте.

1.3 Цель проведение исследования

Основной целью данной работы является совершенствование управления профессиональными рисками и улучшение безопасности условий труда, что сможет сократить количество несчастных случаев и профессиональных заболеваний за счет повышения компетенции работников в области охраны труда путем введения предсменного контроля перед доступом на строительную площадку

2. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

2.1 Важность управления этими рисками

На строительной площадке выполняется множество видов работ, которые сопровождаются большим количеством профессиональных рисков. Потенциальное наступление риска зависит в большинстве случаев от человеческого фактора, например: неприменение СИЗ, несоблюдение ПДД, нерациональное использование режима труда и отдыха. Примерный перечень опасностей представлен в Приказе Минтруда РФ от 29.10.2021 №776н

Самый важный этап в оценке профессиональных рисков не просто идентифицировать их, а именно создать перечень мероприятиях для их снижения и осведомить о существующих опасностях во время выполнения работ, что имеет важное значение для их эффективного снижения.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДСМЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Что это такое и как отличается от традиционных методов по снижению уровня профессиональных рисков

Предсменный контроль знаний требований охраны труда представляет собой механизм повышения компетенции работника и обучения в области охраны труда при выполнении видов работ, присущих его должности. Так как оценка профессиональных рисков и перечень опасных производственных факторов составляется на конкретную должность, виды выполняемых работ, то предсменный модуль для проверки знаний требований охраны труда будет эффективным решением. Он сможет решить такие проблемы как: языковой барьер и усвоение информации человеком.

Учебные вопросы должны быть созданы с учетом правил безопасности, инструкций по эксплуатации, технологической документации, требований законодательства и других соответствующих нормативных актов. Они должны учитывать различные профессии и способы выполнения технологических операций в строительстве.

Отличие от традиционных мер по снижению уровня рисков заключается в том, что работник проходит экспресс-тестирование-обучение, не отрываясь от производства, каждую смену, то есть опасность рисков и их снижение усваивается с большей эффективностью. Согласно конусу обучения Эдгара Дейла работник с высоким шансом запоминает 30% увиденного (взгляд на рисунок, просмотр видео), а если это сопровождается в виде последствия инцидента, то данный метод становится эффективнее.

4. АЛГОРИТМ ПРОХОЖДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

Тестирование будет проводиться в виде представление двух иллюстраций на видеомодуле, где работник должен выбрать верную (соответствующую безопасному методу выполнению работ). Если он выбрал верную иллюстрацию, то он проходит на строительную площадку, если наоборот – видеомодуль демонстрирует последствия нарушений требований охраны труда и что может к этому привести и закрывает доступ на строительную площадку на 4 часа. Алгоритм прохождения представлен на рисунке 1.

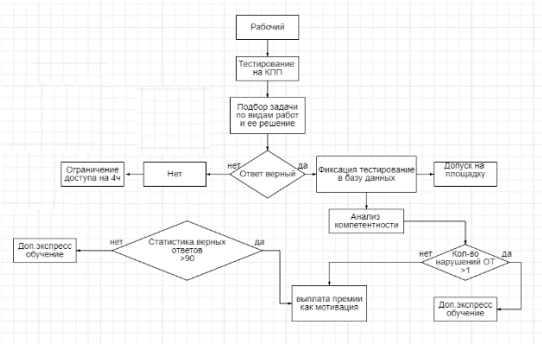


Рисунок 1 -алгоритм прохождение тестирования

Также нужно предусмотреть ограниченное время на тестирование, так как рабочих много, что может быть не более 30 секунд на одного рабочего, где один вариант ответа правильный из двух.

Среднее время прохождения тестирование 20 секунд при выборе правильного ответа. 30 Секунд при выборе неправильного ответа.

Пример задачи указан в рисунке 2.

Рисунок 2 – задача связанная с охраной труда при работах на высоте

Иллюстрация последствия неверного ответа на трех языках (Таджикский, русский, узбекский)

Последствия опасности	Иллюстрация	Поражения человека	Способы защиты
Падения с высоты Аз баландӣ афтидан Balandlikdan tushish		Переломы, ушибы, вывихи, смерть, инвалидность Шикастан, кӯфтан, дислокатсия, марг, маъюбӣ Yoriqlar, ko'karishlar, dislokatsiyalar, o'lim, nogironlik	Использование страховочных поясов Истифодаи камарбанди бехатарӣ Xavfsizlik kamarlaridan foydalanish

Рисунок 3 – иллюстрация последствий неверного ответа

Также можно применять фотографии манекенов с учебной базы «Умный Труд», где наглядно во всех красках описываются последствия нарушений требований охраны труда во время выполнения различных видов работ, рисунок приведен ниже.

Рисунок 4 – манекены с последствиями нарушения требований охраны труда на полигоне «Умный Труд»

5. УСПЕШНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДСМЕННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНА ТРУДА

Создание и установка видеоинформационного комплекса началось в 2014 году, на опасных производственных объектах. Это связано с тем, что на особо опасных предприятиях наблюдается высокий уровень травматизма, и внедрение видеоинформационного комплекса, направленного на повышение компетентности сотрудников, способствует снижению этого уровня. На сегодняшний день видеоинформационный комплекс уже внедрен в около 15 компаниях. За это время количество используемых терминалов выросло, как и количество учебных вопросов вместе с количеством ежедневно тестируемых работников. Также западные страны активно создают иллюстративный материал в виде анимации последствий нарушений требований охраны труда на производстве (https://www.ask-ehs.com/).

На предприятиях, где установлен данный комплекс была взята статистика по пострадавшим работникам за два года. Также, перед установкой комплекса была выведена статистика компетентности рабочих. Согласно ней:

Частота травмирования малокомпетентных рабочих в 2 раза выше, чем компетентных рабочих;

Частота травмирования некомпетентных рабочих в 7 раз выше, чем компетентных рабочих;

Согласно данной статистике, основной целью данного видеокомплекса является повышение компетентности, поэтому можно сделать вывод, что именно этот мероприятия по управлению профессиональными рисками может стать очень эффективным и снизит производственный травматизм.

6. Внедрение видео модуля на конкретную строительную площадку

Внедрение данного комплекса на конкретной строительной площадки начинается с арендой дополнительных бытовых помещений, где будет расположен комплекс с предсменным тестированием. Размещать его нужно на конкретной строительной площадке. Объем видео-комплексов зависит от количества самой максимально загруженной смены. Если брать что на все рабочие бригады тестирование должно занимать максимум 15 минут, 30 секунд на одного человека, то согласно моей формуле 1:

$$\frac{900}{x} \leq n_{\text{р}} \cdot 30 + n_{\text{р}} \cdot 5 \quad (1)$$

Где х – количество комплексов, необходимое для максимально пропускной способности человек за 15 минут

900 – это максимальное количество времени на прохождение предсменного тестирования, 900 секунд=15 минут

$n_{\text{р}}$– максимальное количество рабочих за смену

3 – примерное количество секунд необходимое для смены рабочего после и перед тестированием (освобождение модуля, вставка карты-доступа)

Также необходим охранник, который будет контролировать процесс против вандалов

Установка видеокамеры в бытовом помещение, где будет проходить тестирование

7. ЛИЧНЫЙ ОПЫТ УЧАСТИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ

Мною практически был проведен эксперимент на строительной площадке. Я нашел нарушителя требований охраны труда –каменщика. Он занимался кирпичной кладкой рядом с перепадом высот более чем 2 метра в не пристёгнутом страховочном поясе (Рисунок 3).

После выявленных нарушений я продемонстрировал им две иллюстрации в телефоне как правильно выполнять данные работы согласно требованиям охраны труда, оба они выбрали верные варианты. Далее я проиллюстрировал последствия нарушений требований охраны труда, то есть осведомил и профессиональных рисках и как его снизить.

Рисунок 5 – нарушитель охраны труда, беседа и иллюстрирование последствий нарушения требований охраны труда

Далее в течении недели я наблюдал за ним, и к удивлению, он пристегивал пояс к анкеру, что сократило риск падения с высоты к минимуму

8. ВЫВОДЫ

Данный комплекс повышает компетентность работников в области охраны труда, что приводит к снижению профессиональных рисков во время выполнения работ и нахождения на строительной площадке за счет соответствующих комментариев и визуализации причинно-следственной связи нарушения и его последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 776Н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда»
2. Приказ Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 28 декабря 2021 г. № 926 «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков»
3. ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков»
4. ГОСТ 12.0.230.5-2018 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ»
5. OHSAS 18001 «Системы менеджмента профессиональной безопасности и охраны труда»
6. ASK EHS Safety Services and Consultancy
7. Разработка компьютерного видеоинформационного комплекса непрерывного развития компетентности работников угольных предприятий в сфере охраны труда 2020

Седельников Геннадий Евгеньевич

УДК 331.446.4

С.А. Фаустова, О.А. Сороковая, В.А. Петрова

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
ул. Костюкова 46, Белгород, Россия

ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ПО ОХРАНЕ ТРУДА СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

АННОТАЦИЯ

Исследование оценивает готовность студентов по охране труда. Анализируются данные трудоустройства выпускников, требования профессионального стандарта и поведенческие компетенции. Проводится психологическое тестирование студентов. Результаты подчеркивают важность подготовки будущих специалистов и сотрудничество с промышленными предприятиями.

1.ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Цель работы

Целью данной работы является оценка и анализ готовности студентов к профессиональной деятельности специалиста по охране труда, промышленной безопасности.

1.2. Задачи

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проведение анализа статистических данных о трудоустройстве выпускников вузов;
2. Анализ проблем, с которыми сталкиваются студенты после окончания обучения;
3. Оценка психологической составляющей подготовки будущих специалистов и разработка способов и методов повышения готовности выпускников к профессиональной деятельности.

2. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ДАННЫХ

2.1. Сбор статистических данных

На первом этапе работы мы изучили материалы Выборочного наблюдения трудоустройства выпускников Росстата [1]. По этим данным, можно сказать, что многие выпускники (около 30% в среднем по России) к моменту окончания ВУЗа уже имеет опыт трудоустройства, однако по специальности во время обучения опыт работы получают только 15–17% выпускников.

Соответственно, 50% выпускников, не имеющих опыта работы по специальности в период обучения в вузе, меняют направление своей деятельности по окончании вуза, в то время как те, кто имел опыт работы по специальности в период обучения во всего лишь в 20% случаев. При этом практически 90% выпускников трудоустраиваются по специальности.

Однако если посмотреть на статистику по направлениям подготовки – видим, что по направлению «Техносферная безопасность» на первую работу, связанную со специальностью, устраиваются 73%, а 27% выпускников не идут работать по специальности [1].

Соответственно они потом меняют места работы по различным причинам – финансовые, условия труда, коллектив и т. д., но главное — это несоответствие личностных характеристик, профессиональных компетенций и завышенные ожидания от работодателя.

2.2. Модель идеального специалиста по охране труда

Для формирования модели идеального специалиста по охране труда необходимо было проанализировать требования профессионального стандарта, а также запросы работодателей.

Специалист по ОТ и ПБ должен обладать компетенциями, которые подразделяются на основные (стратегия, планирование, лидерство и управление), технические (знание законодательства в области ОТ, управление рисками, расследование происшествий, культура безопасности и стабильность), а также поведенческие компетенции [2]. В них входят производительность (самомотивация, дисциплина, творчество), коммуникация (эффективное общение, способность вдохновлять людей), сотрудничество (самосознание, коммерческое мышление, профессиональная честность).

Необходимые основные и технические компетенции студенты приобретают в процессе освоения образовательной программы, результатом являются оценки в дипломе. С поведенческими компетенциями немного сложнее. Ведь именно эти качества определяют, насколько четко и серьезно работники будут воспринимать слова специалиста по охране труда, что в свою очередь существенно повлияет на процент остаточных знаний у работника после каждого инструктажа, обучения или даже просто диалога о безопасности труда. Это и является одной из задач в практической работе специалиста по охране труда, как основного элемента, который определяет уровень культуры безопасного поведения на предприятии и, как следствие, уровень производственного травматизма [3, 4].

Как оценить уровень производительности, коммуникации, сотрудничества?

Многие компании для выявления профессиональных компетенций, при приёме на работу проводят профессиональный отбор с помощью психологического тестирования. В

частности, такие компании, как Газпром, РЖД, Норникель, ОМК, Сбербанк и т. д.

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Описание программного комплекса «НС-Психотест»

На кафедре безопасности жизнедеятельности БГТУ им. В.Г. Шухова для проведения научных исследований используется компьютерный комплекс для проведения психофизиологических и психологических тестов с регистрацией вегетативных и эмоциональных реакций НС-Психотест, разработанный компанией Нейрософт, который содержит в себе 280 методик оценки профессиональных качеств [5]. Он может применяться в качестве профотбора, исследования индивидуальных способностей личности, управления персоналом, психологического сопровождения на предприятиях и учебных заведениях и др.

Нами проведено тестирование студентов выпускного 4 курса и 2 курса бакалавриата и магистратуры направления «Техносферная безопасность», чтобы выявить, обладают ли выпускники необходимыми навыками необходимыми в профессиональной деятельности специалиста по ОТ.

Мы выбрали основные профессионально важные личностные качества, необходимые для СОТа, которые можно оценить следующими методиками:

- коммуникативные и организаторские способности
- личностные характеристики
- концентрация и устойчивость внимания
- способность к обучению
- память и восприятие
- мышление
- мотивация

Методика КОС – Тест на коммуникативные и организаторские способности: диагностика степени выраженности коммуникативных и организаторских склонностей, позволяющая определить возможность стать лидером или рядовым членом группы.

Методика «16 факторный личностный опросник Кеттелла» предназначена для измерения 16 факторов личности и даёт многогранную информацию о личностных чертах, которые называют конституционными факторами.

Тест Мюнстерберга на восприятие – предназначен для выявления концентрации и устойчивости внимания.

Индивидуально-типологический опросник – предназначен для определения ведущих индивидуально-типологических свойств и стиля межличностного поведения.

Краткий ориентировочный тест Вандерлика даёт информацию об общем уровне интеллектуального развития индивида уровне его осведомлённости и способности к обучению.

Методика Амтхауэра используется для диагностики объема и точности кратковременной словесно-логической памяти.

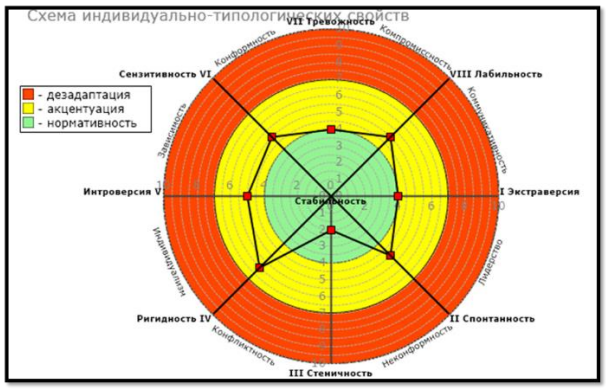


Рисунок 1 – Результат оценки индивидуально-типологических свойств

Тест Герцберга – применяется для определения текущей мотивации человека. Используя данный тест, можно определить структуру мотивации и выделить актуальные на сегодня факторы удовлетворённости и неудовлетворённости трудом.

3.2. Результаты тестирования

Для всех протестированных студентов получены профессиограммы, отражающие основные личностные и поведенческие характеристики и профессионально важные качества.

По итогам исследования можем сказать, что только на 62% студенты готовы к профессиональной деятельности в качестве специалиста по охране труда, 55% имеют проблемы с лидерскими и организационными качествами, у 80% высоки показатели беспечности и безответственности, 50% не наблюдательны.

№	Название	Значение	Интервал	Вес	Соответствие	Группа	Визуализация
	Личностные свойства						
1	Организаторские способности	1,2	Высокий	1	выход за пределы!	Средний	
2	Лидерство	2,7	Средний-Высокий	1	соответствие	Высокий	
3	Коммуникабельность (Общительность)	1,2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
4	Спонтанность (стремление высказать свое мнение)	2,1	Высокий	1	соответствие	Высокий	
5	Нонконформизм (самостоятельность и независимость)	2,7	Средний-Высокий	1	соответствие	Высокий	
6	Социальная чувствительность (Обязательность и исполнительность)	2,7	Высокий	1	соответствие	Высокий	
7	Интернальность (Ответственность и дисциплинированность)	1,8	Высокий	1	выход за пределы!	Средний	
8	Эмоционально-волевая устойчивость (Управление поведением)	1,5	Высокий	1	выход за пределы!	Средний	
9	Сензитивность (соблюдение моральных правил)	0,9	Высокий	1	выход за пределы!	Низкий	
10	Ригидность (последовательность и скрупулезность)	2,4	Высокий	1	соответствие	Высокий	
	Внимание						
11	Наблюдательность	1,09	Высокий	1	выход за пределы!	Средний	
	Мышление						
12	Гибкость мыслительных процессов (Переключаемость)	2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
13	Аналитические способности (Логика)	2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
14	Продуктивность мышления (Уровень интеллекта)	2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
	Память						
15	Оценка памяти	3	Средний-Высокий	1	соответствие	Высокий	
	Мотивация						
16	Ответственность работы (внутренний мотив)	2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
17	Содержание работы (внутренний мотив)	2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
18	Сотрудничество в коллективе (внешние мотивы)	2	Средний-Высокий	1	соответствие	Средний	
19	Достижение личного успеха (внутренний мотив)	3	Средний-Высокий	1	соответствие	Высокий	
	Недопустимые качества						
20	Низкая обучаемость	1,2	Низкий	1	выход за пределы!	Средний	
21	Невнимательность, рассеянность	1	Низкий	1	соответствие	Низкий	
22	Беспечность	3	Низкий	1	выход за пределы!	Высокий	
23	Безответственность	1,5	Низкий	1	выход за пределы!	Средний	

Рисунок 2 – Результаты оценки профессиональных качеств специалиста по охране труда

3.3. Обсуждение результатов

По итогам проведенного исследования мы предлагаем проводить обязательное профессиональное тестирование для студентов при поступлении, в рамках дисциплины «Введение в специальность» и при выпуске из вуза.

Данные тестирования обязательно необходимо применять для разработки индивидуальных траекторий обучения для развития SoftScills и повышения готовности к профессиональной деятельности (в т. ч. используя игровые методы).

Для решения этой проблемы необходим комплексный подход [6].

На данный момент уже реализуются мероприятия, направленные на развитие навыков выпускников. Тесное сотрудничество с различными организациями, в том числе ГИТ, позволяют на практике получать опыт реального СОТа, до получения диплома. Польза такого сотрудничества имеется и для предприятий. Уже сейчас они могут увидеть какие кадры придут к ним через пару лет, создавая кадровый резерв с небольшим опытом, но большим потенциалом.

Однако внимание на SoftSkills абитуриентов было обращено внимание относительно недавно. Сейчас появилось целое направление научных работ по этой тематике. Студенты и молодые учёные погружаются в тему, изобретая новые механизмы, подходящие для использования даже на этапе приемной комиссии. Одной из идей является мобильное приложение с упрощённой программой тестирования, которая будет более применима на практике [7,8].

Чаще всего абитуриент не обладает личными качествами нужными для работы по профессии, поэтому и меняет сферу деятельности после получения диплома. Прохождение таких тестирований, поможет сориентировать будущих первокурсников и помочь подобрать узкую специализацию в выбранном направлении подготовки, в которой он не разочаруется.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На кафедре безопасности жизнедеятельности БГТУ им. В.Г. Шухова уже уделяется большое внимание данной проблеме. Система трудоустройства выпускников, деятельность по профориентации постоянно совершенствуется. Кафедра сотрудничает со многими промышленными предприятиями города, области, с Государственной инспекцией труда в Белгородской области, Управлением по труду и занятости населения Белгородской области, с Центром охраны труда Белгородской области, приглашаются выпускники – действующие специалисты по охране труда, проводятся интересные тренинги и мастер-классы. Имеется возможность в период обучения погрузится в будущую профессию, пообщаться с действующими опытными специалистами, перенять их практические знания и повысить свой уровень компетентности.

Работа выполнена в рамках программы «Приоритет 2030» на базе Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трудоустройство Росстата. [Электронный ресурс] – URL: https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13265 (Дата обращения 04.05.2023)
2. Хомякова В.С. Профессиональная модель специалиста по охране труда – сущность, специфика формирования / Хомякова В.С., Алюшина А.И. // Техносферная безопасность. Современные реалии. Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией Н.Х. Месробян. – 2020. – С. 170–174.
3. Климова Е.В. Оценка и анализ психологических причин в профилактике травматизма / Климова Е.В., Носатова Е.А., Семейкин А.Ю. // Вестник НЦБЖД. – 2021. – №1 (47). – С. 131–141.
4. Божко У.А. Проблема травматизма среди работающих студентов / Божко У.А., Болтенко А.В., Домарев С.Н. // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Материалы конференции. – Белгород – 2021 – С. 2483-2486.
5. НС-Психотест. Кандидат. Нейрософт – [Электронный ресурс] – URL: https://neurosoft.com/ru/catalog/psycho/candidate (Дата обращения 05.05.2023).
6. Шилинскайте И.А. Методика оценки системы профессиональной подготовки персонала организации // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. - № 50. – С. 136–139.
7. Абильтарова Э.Н. Концептуальные основы формирования культуры безопасности профессиональной деятельности у будущих специалистов в области охраны труда // Перспективы науки. – 2023. –№6(165). – С. 163-166.
8. Хайруллина Л.И. Компетенция «Охрана труда» в национальном чемпионате рабочих профессий Worldskills как элемент профессионального образования // Вестник НЦ БЖД. – 2020. – № 2(44). – С. 85-92.