

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**ПРОИЗВОДСТВО.
ТЕХНОЛОГИЯ.
ЭКОЛОГИЯ.
(ПРОТЭК'25)**

**INDUSTRY. TECHNOLOGY. ENVIRONMENT.
(ITE'25)**

Сборник трудов
Всероссийской молодёжной научно-технической конференции
с международным участием

Выпуск 26

Москва
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

ПРОИЗВОДСТВО. ТЕХНОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ.
(ПРОТЭК'25)

INDUSTRY. TECHNOLOGY. ENVIRONMENT.
(ITE'25)

Сборник трудов
Всероссийской молодёжной научно-технической конференции
с международным участием
(г. Москва, 30 сентября – 02 октября 2025 г.)

Выпуск 26

Под редакцией Е. В. Бутримовой, Л. Э. Шварцбурга

Москва
2025

УДК 504.06:621
ББК 20.1
П 80

Рецензент – Пимушкин Я. И., к.т.н., доцент кафедры измерительных информационных систем и технологий ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

П 80 Производство. Технология. Экология – ПРОТЭК'25: сборник трудов Всероссийской молодёжной научно-технической конференции с международным участием (г. Москва, 30 сентября – 02 октября 2025 г.) / под ред. доц. Е. В. Бутримовой, проф. Л. Э. Шварцбурга. – Москва : ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025. – 365 с.: ил.

ISBN 978-5-7028-0843-7

Сборник включает работы студентов, аспирантов, молодых учёных и исследователей российских вузов и вузов ближнего зарубежья, посвящённые вопросам обеспечения безопасности в различных областях хозяйственной деятельности.

Все работы представлены в виде докладов на всероссийской молодёжной научно-технической конференции с международным участием «Производство. Технология. Экология. – ПРОТЭК'25».

Данный выпуск является 26 выпуском серии «Производство. Технология. Экология. – ПРОТЭК».

УДК 504.06:621
ББК 20.1

ISBN 978-5-7028-0843-7

© ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2025

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ И НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ
Всероссийской молодёжной научно-технической конференции
с международным участием «Производство. Технология. Экология –
ПРОТЭК'25»**

Председатель:

Капитанов А.В. – и.о. проректора по научной работе ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», д.т.н., профессор.

Сопредседатели:

Бильчук М.В. – и.о. проректора по образовательной деятельности и молодёжной политике ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», к.т.н., доцент;

Шварцбург Л.Э. – заведующий кафедрой инженерной экологии и безопасности жизнедеятельности ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», д.т.н., профессор.

Члены оргкомитета:

Аксёнов В.А. – заведующий кафедрой Российского университета транспорта (МИИТ), д.т.н., профессор;

Алиев О.Т. – доцент кафедры «Техносферная безопасность», Ташкентский государственный транспортный университет, к.т.н., доцент (г. Ташкент, Республика Узбекистан);

Бутримова Е.В. – доцент кафедры ИНЭБ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», к.т.н., доцент;

Енек М. – профессор Зеленогурского университета, д.т.н. (г. Зелёна Гура, Республика Польша);

Заборовский Т. – профессор Познаньского технического университета, д.т.н., профессор, почётный доктор (г. Познань, Республика Польша);

Завьялов А.М. – профессор кафедры, д.т.н., Российской университет транспорта (МИИТ);

Иванова Н.А. – доцент кафедры ИНЭБ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», к.т.н., доцент;

Кулизаде Д.И. – старший преподаватель кафедры ИНЭБ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Рябов С.А. – доцент кафедры ИНЭБ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», к.т.н., доцент;

Стешаньчик А. – научный сотрудник Познаньского технического университета (г. Познань, Республика Польша);

Ягольницер О.В. – доцент кафедры ИНЭБ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», к.т.н., доцент.

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ!

Ежегодная научно-техническая конференция «Производство. Технология. Экология – ПРОТЭК» проводится с 1996 года. За это время в ней приняли участие сотни молодых исследователей из университетов и научных организаций России, ближнего и дальнего зарубежья.

В этом году на Конференции представлено 68 докладов исследователей из восьми стран: Российской Федерации, Азербайджанской Республики, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Польша, Республики Таджикистан, Республики Узбекистан и Туркменистана. В работе Конференции приняли участие студенты и исследователи 11 организаций. Все доклады посвящены вопросам обеспечения безопасности окружающей среды и человека в различных областях хозяйственной деятельности.

Уверены, что Конференция будет способствовать развитию творческого потенциала молодёжи, создаст условия для повышения её мобильности, сыграет свою роль в создании единого образовательного пространства, интеграции достижений университетов в области науки и образования, в подготовке кадров для каждой из стран-участников, а также для роста взаимопонимания и взаимоуважения среди молодёжи.

Желаем участникам конференции ПРОТЭК'25 плодотворной работы, активного сотрудничества и внедрения новых знаний в их выпускные работы и в дальнейшей научной и практической деятельности.

Оргкомитет Конференции ПРОТЭК'25

Секция 1.

*Человеко- и природозащитные
техника и технологии*

ВЛИЯНИЕ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ АВТОТРАНСПОРТА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Абдувахитов Ш. Р.

Научный руководитель: д.т.н., доц. Абдазимов Ш. Х.

АО «Узбекистон темир йуллари»,

Ташкентский государственный транспортный университет,

г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье рассматривается проблема загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта, которая в условиях роста урбанизации приобретает глобальный характер. Проведён анализ состава выхлопов, включающих углекислый и угарный газы, оксиды азота и серы, углеводороды, тяжёлые металлы и мелкодисперсные частицы. Отмечено, что именно автотранспорт является основным источником загрязнения воздуха в городах, формируя до 70 % выбросов вредных веществ.

Особое внимание уделено влиянию токсичных компонентов выхлопных газов на здоровье населения. Установлено, что длительное воздействие загрязнённой атмосферы повышает риск развития хронических заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем, способствует росту онкологических заболеваний и негативно отражается на иммунитете.

Представленные материалы могут быть полезны для специалистов в области экологии, медицины, транспорта и государственного управления.

Ключевые слова: выхлопные газы, загрязнение воздуха, автотранспорт, экология, здоровье человека, парниковый эффект, кислотные дожди.

В современном мире проблема загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами стала одной из наиболее острых экологических и медицинских угроз. Ускоренная урбанизация, рост численности населения и интенсивное развитие автомобильного транспорта приводят к постоянному увеличению объёмов выбросов. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 90 % жителей планеты дышат воздухом, качество которого не соответствует установленным санитарным нормам. Загрязнённая атмосфера ежегодно становится причиной преждевременной смерти миллионов людей, а также оказывает разрушительное воздействие на природные экосистемы.

Основным источником выбросов в городской среде является автотранспорт, на долю которого в крупных мегаполисах приходится до 70 % всех вредных примесей. При этом выхлопные газы представляют собой сложную смесь, включающую углекислый и угарный газы, оксиды азота и серы, летучие органические соединения, тяжёлые металлы и мелкодисперсные

частицы. Подобные вещества оказывают комплексное воздействие: они изменяют состав и свойства атмосферы, вызывают парниковый эффект и климатические колебания, формируют кислотные дожди и смог.

Наряду с экологическими последствиями, проблема имеет выраженное социально-медицинское значение. Токсичные компоненты выхлопов негативно влияют на здоровье человека, способствуя развитию заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, снижению иммунитета и росту онкологической заболеваемости. Особенно высока уязвимость детского организма, что подчёркивает необходимость разработки эффективных мер профилактики.

Таким образом, исследование состава выхлопных газов, их воздействия на природу и человека, а также поиск путей снижения выбросов являются важнейшими задачами современной науки и практики. Решение этих вопросов требует междисциплинарного подхода, объединяющего экологию, медицину, химию и транспортные технологии.

Выхлопные газы являются результатом сгорания топлива в двигателе автомобиля. Автомобили – это один из основных источников их появления. Однако известны и другие, например:

- промышленные предприятия;
- сельскохозяйственная техника (тракторы, комбайны и т. д.);
- водный транспорт (корабли, лодки и другие водные суда с двигателями внутреннего сгорания);
- авиация (самолеты, вертолеты);
- домашние отопительные системы (котлы и печи, работающие на твердом или жидкоком топливе).

Вред выхлопных газов для здоровья человека обусловлен большим количеством содержащихся в них опасных соединений. В состав выхлопных газов входят такие вредные вещества, как: углекислый и угарный газ, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды и твердые частицы, различные примеси, включая металлы (свинец, медь и т. д.).

На рис. 1 представлен загрязнение окружающей среды выхлопными газами.



Рис. 1. Загрязнение окружающей среды выхлопными газами

Сегодня особенно остро стоит вопрос влияния выхлопных газов на здоровье человека, а также на окружающий мир. Опасные примеси являются основными источниками загрязнения воздуха. Под их воздействием в природе возникают такие негативные явления, как: климатические изменения, кислотные дожди и т. д. Кроме того, человек также подвергается опасности. Выхлопы могут привести к проблемам в области дыхательных путей, спровоцировать аллергию, привести к множеству серьезных заболеваний.

Несмотря на то, что источников выхлопных газов много, главной причиной загрязнения остаются транспортные средства. Еще в начале 70-х годов прошлого века ученые обнаружили, что на долю машин приходится 13 % от общего объема загрязнений. Сегодня этот уровень вырос в несколько раз и достигает уже 50 %, а в крупных городах и промышленных районах может составлять 70 % и даже выше.

Загрязнение окружающей среды выхлопными газами автомобилей привело к появлению ряда экологических проблем:

1. Отравление растительности – особенно этому подвержены растения, находящиеся вблизи оживленных дорог и крупных парковок. Вредные соединения оседают на листьях, стеблях, цветах. Выглядит такая растительность вяло, быстро погибает. Если это плодовые деревья или кустарники, то они становятся негодными для употребления в пищу.

2. Кислотные дожди – высокая концентрация выхлопных газов в воздухе также сказывается на составе осадков (дождей, снега, тумана). В них отмечается высокое содержание кислот, что приводит к следующим негативным последствиям: снижение урожайности, ухудшение плодородности почвы из-за вымывания важных минералов и питательных веществ, снижение pH водоемов (из-за этого погибают многие водные организмы), разрушение строительных материалов.

3. Климатические изменения – выхлопные газы содержат CO₂, который является основным парниковым газом, способствующим глобальному потеплению. Увеличение концентрации этого вещества в атмосфере приводит к усилению парникового эффекта.

На рис. 2 представлена общая схема загрязнения воздуха.

Люди, проживающие в городах с большим количеством транспорта и промышленных объектов, вынуждены ежедневно дышать воздухом, загрязненным выхлопами. Конечно, это не может не сказатьсь на состоянии здоровья.

Чем опасны выхлопные газы автомобиля для здоровья:

1. Респираторные заболевания – длительное воздействие на организм мелких частиц PM_{2,5} и PM₁₀ может привести не только к развитию, но и обострению различных патологических состояний, в том числе: бронхиту, астме, хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и других заболеваний дыхательных путей.

2. Сердечно-сосудистые заболевания – выхлопы повышают риск развития ишемической болезни сердца, инфаркта миокарда, инсульта.

3. Ухудшение общего самочувствия – жители мегаполисов и крупных городов часто испытывают головные боли, головокружение, нарушение сна, а иногда и депрессию.

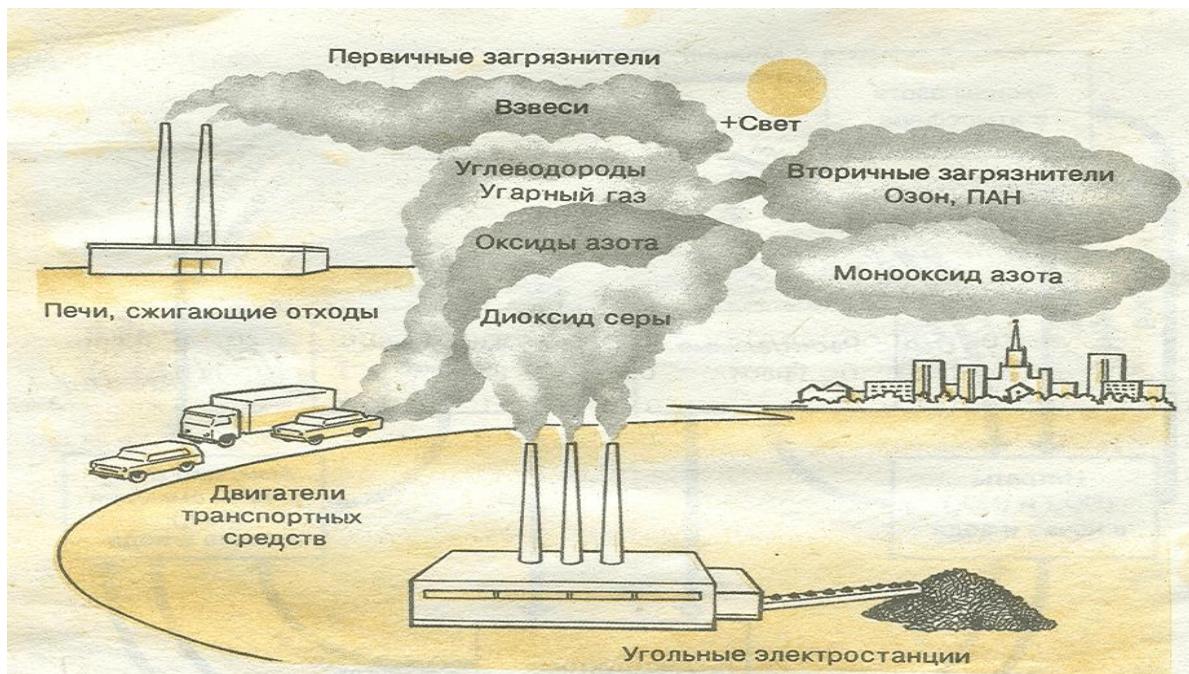


Рис. 2. Загрязнение воздуха

Отдельно следует отметить, что в выхлопе содержится угарный газ. Это вещество без цвета и запаха, которое может связываться с гемоглобином в крови, образуя карбоксигемоглобин. Это препятствует транспортировке кислорода внутри организма. У человека могут развиваться следующие симптомы: головная боль, усталость, слабость, головокружение. При высоких концентрациях угарного газа возможна потеря сознания, и даже смерть.

Кроме того, выхлопные газы содержат много канцерогенов. Они являются одной из главных причин раковых заболеваний. Защитить себя от вредных веществ выхлопных газов на улице сложно, однако дома вполне можно создать здоровый микроклимат. Один из эффективных способов – установка приточная вентиляция для квартиры или офиса. Поступающий с улицы воздух будет очищаться в несколких этапа при помощи следующих фильтров:

- базовый фильтр, убирает крупные частицы пыли;
- улавливает мельчайшие частицы, PM_{2.5};
- нейтрализует выхлопы и запахи.

Проведённый анализ показал, что выхлопные газы являются одним из наиболее значимых факторов антропогенного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Автотранспорт остаётся главным источником загрязнения воздуха в городах, формируя до 70 % всех выбросов. При этом в их состав входят не только углекислый и угарный газы, но и сложные токсичные

соединения – оксиды азота и серы, канцерогенные углеводороды, твёрдые частицы. Эти вещества запускают целый ряд негативных процессов: от глобальных климатических изменений и образования кислотных дождей до деградации экосистем и ухудшения качества жизни населения.

Медицинские аспекты проблемы имеют особое значение. Доказано, что длительное воздействие загрязнённого воздуха повышает риск развития хронических заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем, способствует росту онкологической заболеваемости. Особенно уязвимы дети, пожилые люди и лица с ослабленным иммунитетом. Таким образом, выхлопные газы не только ухудшают экологическую ситуацию, но и прямо угрожают общественному здоровью, снижая продолжительность жизни.

Опыт развитых стран показывает, что смягчить последствия можно за счёт комплексного подхода. Ключевыми направлениями являются развитие электротранспорта и гибридных технологий, внедрение систем очистки выхлопов, ужесточение экологических стандартов топлива, а также расширение общественного транспорта. Важную роль играет и повышение экологической культуры населения.

В перспективе только сочетание научно-технических решений и системных мер государственного регулирования позволит существенно сократить объём выхлопных газов и минимизировать их воздействие. Решение данной проблемы имеет стратегическое значение, так как связано не только с охраной окружающей среды, но и с обеспечением здоровья и безопасности будущих поколений.

Список литературы:

1. Эргашев А., Эргашев Т. Основы экологии. – Ташкент, 2008.
2. Грищенко Э.А., Горбунова Л.Н., Кутузова В.П.. Промышленная экология: учебное пособие. – Красноярск: ИПТС. КГТУ, 2007. – 743 с.
3. Tursunov X. T. Ekologiya. O quvqo llanma. Saodat RIA. – Toshkent, 2007.
4. Ibragimov N.I. va boshqalar. Ekologiya. O'quv qo'llanma. – Toshkent, 2007.
5. Tursunov X.T., Raximova T.U. Ekologiya. O'quvqo'llanma. – Chinor ENK (ekologik nashriyot kompaniyasi), 2006.
6. Андреева Т.А. Экология в вопросах и ответах. – М.: Проспект, 2006. – 179 с.
7. Национальный доклад «О состоянии окружающей природной среды и использования природных ресурсов в Республике Узбекистан»: учебное пособие. – Ташкент: Госкомприрода, 2006.
8. Николайкин Н.И. и др. Экология. – М.: Дрофа, 2005. – 622 с.
9. Qudratov O. Sanoat ekologiyasi. O'quvqo'llanma. – Toshkent, 2005.
10. Nig'matov A. O'zbekiston Respublikasining ekologiya huquqi. Darslik. – Toshkent, 2004.
11. Гарин В.М. и др. Экология для технических вузов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 384 с.

12. Галактионова Н.А. Промышленная экология. Часть 2: учеб. пособие. – Москва, 2002.
13. Kimsanboev H.X., O'lmasboeva R.Sh., Xalilov Q.X. Umumiyl va qishloq xo'jaligi entimologiyasi. – O'qituvchi. – Toshkent, 2002.
14. Светкова Л.И., Алексеев М.И., Усанов Б.П. и др. Экология: учебник. – Москва: изд-во АСВ, С-Пб: Химиздат, 2001.

Информация об авторе:

Абдувахитов Шерзод Равшан угли – гл. спец. по инженерным сооружениям туннеля «Камчик» при департаменте контроля безопасности и охраны труда АО «УТЙ», соискатель, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Абдазимов Шавкат Хакимович – д.т.н. (DSc), доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ЦИАНИРОВАНИИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ануфренка И. Л.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Белоусова В. П.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены производственные и экологические риски технологического процесса цианирования стали. Проведено исследование и оценка значимых факторов, влияющих на данный технологический процесс. Предложены рекомендации по минимизации рисков.

Ключевые слова: цианирование, риски, безопасность.

Цианирование связано с использованием высокотоксичных веществ и высокотемпературных процессов, что создает значительные производственные и экологические риски. Для минимизации этих рисков необходимо детально проанализировать их природу, выявить источники опасности и определить возможные последствия [1].

Производственные риски

Производственные риски связаны с воздействием на работников, оборудование и технологическую среду. Основные производственные риски включают:

Химические риски

1. Токсичность цианидов: цианиды натрия (NaCN) и калия (KCN), используемые в процессе, выделяют смертельно опасный газ – синильную кислоту (HCN), особенно при контакте с водой или кислотами.

2. Химические реакции: неконтролируемое взаимодействие цианидов с кислотами и влагой может привести к взрывам, выделению HCN или другим токсичным соединениям.

3. Аварии с разливом: разлив цианистого раствора может стать причиной отравления сотрудников и загрязнения рабочего пространства.

Температурные риски

1. Работа с высокими температурами (800–950 °C): возможность получения ожогов при работе с печами, жидкими расплавами или горячими деталями, повышенная пожароопасность, особенно при неисправности печей.

2. Температурные деформации оборудования: постепенное разрушение печей и ёмкостей из-за воздействия высоких температур.

Риски, связанные с оборудованием

1. Неисправности оборудования: повреждение резервуаров, печей, систем вентиляции может привести к утечке цианидов или выбросу токсичных газов.

2. Отсутствие автоматизации: ручное управление увеличивает вероятность ошибок персонала.

3. Износ защитных систем: неправильная работа вытяжных систем способствует накоплению HCN в рабочей зоне.

Фактор человеческой ошибки

1. Недостаточная квалификация персонала: неправильное выполнение операций (дозирование цианидов, загрузка деталей) может привести к утечкам или выбросам.

2. Нарушение регламентов: пренебрежение средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Несоблюдение времени и температуры обработки.

3. Стресс и усталость работников: длительное нахождение в зоне с повышенной опасностью повышает вероятность ошибок.

Экологические риски

Экологические риски связаны с негативным воздействием цианидов на окружающую среду (вода, почва, воздух). Рассмотрим основные аспекты.

Загрязнение воздуха

1. Выделение синильной кислоты (HCN): неконтролируемые выбросы HCN в атмосферу из-за неисправности вентиляции или утечки в системе обработки газов. Накопление газа в закрытых производственных помещениях.

2. Эмиссия продуктов горения: горение цианистых соединений может выделять токсичные вещества.

Загрязнение воды

1. Сброс сточных вод с содержанием цианидов: при отсутствии систем нейтрализации цианиды могут попадать в водоёмы, отравляя экосистему. Высокая токсичность даже при минимальной концентрации: 0,05 мг/л цианида смертельно опасны для водных организмов.

2. Проникновение цианидов в подземные воды: в случае аварии или неправильной утилизации растворы могут просачиваться в почву и достигать водоносных горизонтов.

Загрязнение почвы

1. Разлив цианистых растворов: загрязнение почвы токсичными веществами делает её непригодной для сельского хозяйства. Длительный срок разложения цианидов в естественных условиях.

2. Сложности утилизации твёрдых отходов: используемые в процессе твёрдые цианистые смеси или шлаки требуют безопасной переработки.

Сценарии производственных и экологических рисков

На основе проведенного анализа можно выделить несколько типичных сценариев рисков (табл. 1).

Для эффективного управления рисками при цианировании изделий необходимо исследовать основные факторы, которые определяют вероятность возникновения аварийных ситуаций, а также оценить их влияние на производственные и экологические последствия [2, 3].

Таблица 1
Сценарии производственных и экологических рисков

Сценарий риска	Вероятность	Последствия	Область риска
Утечка цианистого раствора из резервуара	Средняя	Отравление сотрудников, загрязнение почвы	Производственный, экологический
Взаимодействие с кислотами	Низкая	Выделение HCN, угроза жизни сотрудников	Производственный
Поломка системы вентиляции	Средняя	Накопление HCN в воздухе, отравление сотрудников	Производственный
Сброс сточных вод без нейтрализации	Средняя	Загрязнение водоемов, гибель флоры и фауны	Экологический
Накопление отходов без переработки	Высокая	Загрязнение почвы, длительное восстановление экосистемы	Экологический

Этот этап позволяет выделить критически значимые аспекты процесса, требующие особого контроля и оптимизации.

Производственные риски определяются внутренними процессами, характеристиками оборудования, технологическими параметрами и уровнем подготовки персонала.

Основные факторы, влияющие на уровень рисков, включают:

Химические факторы

1. Состав используемых веществ: присутствие высокотоксичных цианидов натрия (NaCN) и калия (KCN) усиливает опасность для персонала при утечке или разливе. Реакции цианидов с водой или кислотами выделяют синильную кислоту (HCN), что повышает риск острых отравлений.

2. Концентрация цианидов: высокая концентрация увеличивает вероятность токсического воздействия при малейших нарушениях технологии.

Технологические факторы

1. Температурный режим: несоблюдение температурного диапазона (800–950 °C) может привести к неконтролируемым химическим реакциям. Перегрев или недостаточный нагрев влияют на качество упрочнения и могут вызывать повреждение оборудования.

2. Плотность загрузки деталей: чрезмерная загрузка деталей в печь или ванну может привести к неравномерности процесса и выделению избыточного количества токсичных газов.

Оборудование

1. Износ оборудования: состояние печей, герметичность ванн для жидкого цианирования и надёжность вентиляции напрямую влияют на уровень производственных рисков.

2. Неисправности системы вентиляции: неэффективное удаление паров и газов увеличивает вероятность их накопления в рабочей зоне.

Фактор человеческой ошибки

1. Недостаточная квалификация персонала: ошибки в дозировании реагентов, температурном режиме или времени обработки являются основной причиной аварийных ситуаций.

2. Отказ от использования средств индивидуальной защиты (СИЗ): пренебрежение масками, защитной одеждой и очками увеличивает вероятность отравлений и травм.

Организационные факторы

Несоблюдение регламентов:

1. Нарушение графика технического обслуживания оборудования.

2. Отсутствие регулярного контроля концентрации токсичных веществ в воздухе.

Рекомендации по минимизации рисков

1. Совершенствование технологического процесса: использование автоматизированных систем управления для исключения человеческого фактора. Регулярная калибровка и проверка оборудования.

2. Меры по снижению экологических рисков: установка систем нейтрализации отходов. Мониторинг воздуха, воды и почвы на предмет наличия цианидов.

3. Обучение персонала: регулярные тренировки по предотвращению и ликвидации аварий. Обеспечение сотрудников необходимыми СИЗ.

4. Создание системы реагирования на аварии: наличие плана эвакуации. Использование аварийных комплектов для нейтрализации утечек.

Заключение

Цианирование – эффективный метод упрочнения, но сопряжен с высокими производственными и экологическими рисками из-за использования высокотоксичных цианидов. Ключевыми источниками опасности являются износ оборудования, человеческий фактор и недостатки в системах очистки и утилизации. Для безопасного применения необходимы строгий контроль технологических параметров, современное оборудование с системами защиты, комплексная утилизация отходов и постоянное обучение персонала.

Список литературы:

1. Шептулин С.Н. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: учебник / С.Н. Шептулин. – М.: Высшая школа, 2011. – 240 с.
2. Гудков А.Г. Методы оценки экологической безопасности производств: монография / А.Г. Гудков. – М.: Экономика, 2020. – 280 с.
3. Юровский А.Ю. Утилизация и обезвреживание отходов, содержащих цианиды: учеб. пособие / А.Ю. Юровский. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – 196 с.

Информация об авторе:

Ануфренка Иван Львович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Белоусова Виктория Павловна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ ПЛАСТОВЫХ ВОД НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Атаева Б. Х., Атаев Х.

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт,
г. Ашгабат, Туркменистан

Аннотация. Пластовые воды представляют собой неотъемлемую часть процессов разработки нефтяных и газовых месторождений. Их химический состав отличается высокой минерализацией и присутствием токсичных компонентов, что делает необходимым тщательное изучение их воздействия на окружающую среду. В данной статье рассматриваются химические свойства пластовых вод, экологические последствия их неправильной утилизации, методы очистки и аспекты, связанные с подготовкой специалистов по охране окружающей среды и промышленной безопасности.

Ключевые слова: пластовые воды, минеральные соли, методы очистки.

В условиях возрастающей техногенной нагрузки на окружающую среду особую актуальность приобретает изучение воздействия добывающей промышленности на экосистемы. Пластовые воды, извлекаемые вместе с нефтью, становятся значимым источником загрязнения окружающей среды при отсутствии должного контроля. Для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития нефтегазовой отрасли необходимы квалифицированные кадры, обладающие знаниями в области химии, экологии и методов защиты окружающей среды. Образование в этой сфере должно учитывать особенности обращения с пластовыми водами и их влияния на экологическое равновесие [1, 3].

Пластовые воды – это подземные воды, находящиеся в нефтегазоносных пластах. Их химический состав определяется геологическим возрастом пород, температурой, глубиной залегания и взаимодействием с нефтяной средой. Основные компоненты пластовых вод включают ионы натрия, калия, кальция, магния; хлориды, сульфаты, карбонаты; тяжёлые металлы: барий, ванадий, никель, свинец; органические вещества: остаточные углеводороды, фенолы, смолы; растворённые газы: метан, сероводород, диоксид углерода [2].

Минерализация пластовых вод может достигать 250–300 г/л. Присутствие сероводорода и токсичных элементов делает такие воды опасными как для экосистем, так и для здоровья работников на производстве.

Нарушения технологии утилизации пластовых вод могут вызывать следующие последствия: засоление почв и деградация растительности; загрязнение поверхностных и подземных водоёмов; нарушение структуры почв и снижение их плодородия; токсическое воздействие на животных и

микроорганизмы; выброс вредных веществ в атмосферу, включая сероводород и углеводороды.

Особую опасность представляют утечки из трубопроводов, аварийные проливы и несанкционированные сбросы в открытые водоёмы. Учитывая это, важным элементом подготовки специалистов является изучение механизмов контроля и предотвращения таких рисков.

Самым распространенным и трудно восстановимым объектом, на который оказывается негативное влияние при добыче нефти, является почва. Почвенный покров – основной элемент ландшафта – первым принимает на себя «экологический удар». В связи с механическим нарушением и нередко химическим загрязнением происходит постепенная деградация почв, которая стала одной из основных экологических проблем нефтегазового комплекса. Почвенный покров, являясь неотъемлемым компонентом природной среды, участвует в жизни биогеоценозов и биосфера в целом. Он связывает воедино круговорот биофильных элементов, является мощным аккумулятивным и сорбционным барьером. Особые свойства и функции почв проявляются в их плодородии, саморазвитии и способности проявлять устойчивость к различным антропогенным воздействиям [3].

Пластовые воды, добываемые с нефтью и образующие с ней дисперсную систему, содержат, как правило, значительное количество растворимых минеральных солей. По химическому составу пластовые воды делят на хлоркальцевые, состоящие в основном из смеси растворов хлорида натрия, магния и кальция, и щелочные. Последние, в свою очередь, можно разделить на хлориднощелочные и хлоридно-сульфатщелочные. Своебразный солевой и микроэлементный состав пластовых минерализованных вод резко изменяет состояние экосистем, приводит к деградации биоценозов, причем скорость трансформации почвенного комплекса много выше, чем при разливах нефти, а самоочищение идет медленнее. Заметная потеря продуктивности загрязненных земель и быстрая деградация ландшафта определяют необходимость изучения процессов, которые обуславливают их трансформацию [2].

Утрата плодородия почвы вследствие ее засоления и осолонцевания, то есть, насыщения почвенного поглощающего комплекса обменным натрием, является основной причиной гибели растений при таком загрязнении.

Результаты многочисленных исследований минерального состава пластовых вод показывают, что основную долю растворенных веществ составляют хлориды натрия, магния и кальция. Кроме них (в зависимости от месторождения) могут присутствовать йодистые и бромистые соли щелочных и щелочноземельных металлов, сульфиды натрия, железа, кальция, соли ванадия мышьяка, германия и других. Но в отличие от хлоридов, содержание которых исчисляется процентами и десятками процентов от общего количества растворенного вещества, содержание остальных солей исчисляется сотыми, тысячными и еще меньшими долями процентов. Доминирование в химическом составе пластовых вод ионов Cl^- и Na^+ делает эти химические элементы важными индикаторами техногенной нагрузки на экосистемы [5].

Техногенное засоление почв на нефтяных месторождениях явление довольно частое, оно вызвано изливающимися на поверхность техногенными потоками, отличающимися высокой минерализацией вод с преобладанием в солевом комплексе хлорида натрия. Засоление обусловливает резкое изменение свойств почв и вызывает обеднение или перерождение растительного покрова. В первую очередь, это касается солонцеватых почв. Почвенные коллоиды, насыщенные натрием, подвергаются пептизации, почвенные агрегаты распадаются, и физические свойства почвы меняются. Наиболее очевидны изменения плотности, агрегатного и механического состава почв. При нарушении равновесия в системе (пластовой воде), соли выпадают в осадок и забивают поры в продуктивных пластах и препятствуют проникновению воды в капиллярные каналы пластов, способствуют процессам солеотложения и коррозии трубопроводов и оборудования [4, 5].

Поступление пластовых вод в грунтовые воды приводит к росту минерализации, увеличению доли хлоридов в их составе, а также расширяет зону воздействия пластовых вод за пределы видимых нарушений. На всех этапах необходимо проводить контроль состава среды с помощью лабораторных анализов с установлением точных концентраций основных компонентов. В настоящее время стандартным является шестикомпонентный анализ. Карбонат-ион (CO_3^{2-}) во всех пробах воды отсутствует. Также были определены физические свойства и гидрогохимические показатели воды [2].

Существуют различные технологии обращения с пластовыми водами, среди которых наиболее распространёнными являются: закачка обратно в пласт (реинжекция) – наиболее экологически безопасный способ, позволяющий поддерживать пластовое давление и исключить попадание воды в окружающую среду. Физико-химические методы очистки: отстаивание и фильтрация; коагуляция и флотация; ионный обмен, сорбция; мембранные технологии (обратный осмос). Биологическая очистка – применяется при низкой минерализации, использует бактерии для разложения органических веществ. Испарительные и геотермальные установки – применяются в регионах с высокой температурой и малым количеством осадков. Эффективность методов зависит от состава воды, объёмов и климатических условий. Важной задачей образования является умение выбирать и обосновывать наиболее подходящую технологию [2, 3].

Современные вызовы требуют комплексного подхода в образовании. Программа подготовки экологов и специалистов по промышленной безопасности должна включать: изучение химии природных и сточных вод; освоение методов отбора и анализа проб (спектрофотометрия, хроматография, ионометрия); моделирование процессов фильтрации и очистки; правовые аспекты (экологическое законодательство, ГОСТы, СанПиН); практика на реальных объектах нефтедобычи.

Формирование профессиональных компетенций включает знание потенциальных опасностей пластовых вод, норм по обращению с ними, а также мер по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду.

Пластовые воды являются важным объектом экологического контроля при разработке нефтяных месторождений. Их химическая сложность и потенциальная опасность требуют ответственного и научно обоснованного подхода к утилизации и очистке. Образование специалистов в этой сфере должно быть ориентировано на развитие практических навыков, аналитического мышления и способности принимать экологически обоснованные решения. Только при наличии компетентных кадров возможно обеспечение экологической безопасности и устойчивого развития нефтяной отрасли.

Список литературы:

1. Васильев А.А. Экология нефти и газа / А.А. Васильев. – М.: Недра, 2019. – 312 с.
2. Кузнецова Л.А. Пластовые воды нефтяных месторождений: состав и методы очистки / Л.А. Кузнецова, Н.П. Беляев. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 256 с.
3. Литвиненко В.И. Эколого-технологические основы комплексного использования пластовых вод нефтяных месторождений: учеб. для вузов / Цхадая Н.Д., Волков В.Н. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2001. – 59 с.
4. Иванов С.В. Оценка экологических рисков при обращении с пластовыми водами / С.В. Иванов // Экологический вестник. – 2022. – № 3. – С. 45–52.
5. ГОСТ 17.1.1.04–83. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране вод от загрязнений // СПС «КонсультантПлюс».

Информация об авторах:

Атаева Бягуль Халмухаммедовна – старший преподаватель, соискатель учёной степени кандидата технических наук, Туркменский государственный архитектурно-строительный институт;

Атаев Халлымырат – к.х.н., директор института химии академии наук Туркменистана.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОЦИКЛОНРОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ АТМОСФЕРНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Воронова Е. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ягольницер О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема очистки атмосферных сточных вод от твердых примесей и нефтепродуктов с использованием технологии гидроциклонации в условиях неравномерности выпадения осадков.

Ключевые слова: атмосферные сточные воды, очистка сточных вод, гидроциклонация.

Сточные воды – использованная пресная вода, изменившая свой состав из-за бытовой или промышленной деятельности и нуждающаяся в очистке.

Сточные воды содержат разнообразные загрязняющие вещества, которые могут представлять опасность и быть токсичными.

Все сточные воды поступают в канализационную систему, откуда они направляются на очистные сооружения или сбрасываются в специально отведенные для этого места.

Сточные воды, образующиеся на территории промышленных предприятий, классифицируются по источнику их возникновения на 3 вида: атмосферные, производственные и хозяйствственно-бытовые (рис. 1).

Вода, стекающая с поверхности после дождей, таяния снега, называется атмосферными сточными водами и может быть загрязнена различными веществами.

Эти воды также называют поверхностными. Их эффективное отведение важно для предотвращения затопления и заболачивания городских и промышленных территорий. Особенностью поверхностных сточных вод является их непредсказуемое поступление в канализационную систему. В период дождей и весеннего таяния снега происходит значительное поступление стоков в ливневую канализацию, в то время как в период сухой погоды поверхностные стоки могут полностью отсутствовать.

Выбор очистки сточных вод определяется характером загрязнения. Часто применяют комбинированные подходы для достижения лучших результатов. Основные методы очистки сточных вод представлены в табл. 1.

Механические методы очистки сточных вод позволяют удалять загрязнения из воды, используя только физические процессы. Это достигается с помощью специального оборудования и сооружений, которые применяют процеживание, фильтрацию, гравитацию и центрифугирование.

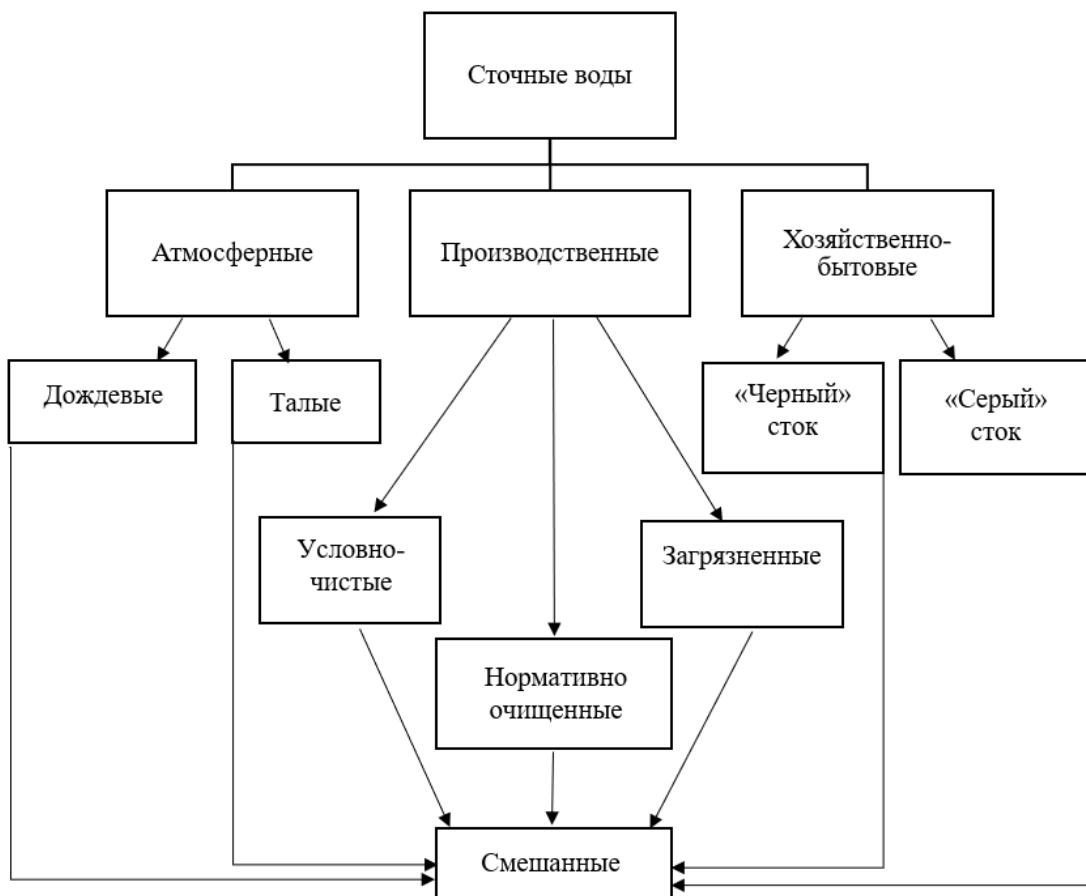


Рис. 1. Классификация сточных вод по происхождению

Таблица 1

Методы очистки сточных вод

Методы	Сущность
Механические	Предназначены для удаления нерастворимых частиц
Физико-химические	Сочетают несколько методов удаления загрязнений
Химические	Применяются для удаления различных кислот и щелочей из сточных вод
Биологические	В процессе очистки используются микроорганизмы, поглощающие химические вещества

Для эффективной очистки производственных сточных вод от суспензий применяются гидроциклоны (рис. 2). Разделение происходит благодаря вращающемуся потоку жидкости, в котором центробежные силы, многократно (в сотни раз) превосходящие гравитационные, осаждают твердые частицы.

Рассмотрим два альтернативных подхода к очистке атмосферных сточных вод с помощью гидроциклонирования: очистка только от твердых примесей и очистка от твердых примесей и нефтепродуктов.

Система очистки атмосферных сточных вод, представленная на рис. 3, создана для извлечения твердых примесей из воды перед ее дальнейшей обработкой или сбросом в окружающую среду. В качестве главного

компонента здесь используется гидроциклон, который с помощью центробежных сил эффективно разделяет частицы разного размера и плотности.

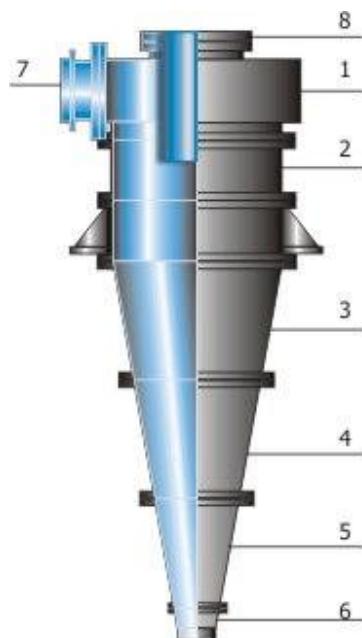


Рис. 2. Общее устройство гидроциклона:

1 – приемная камера; 2 – цилиндр; 3 – конус опорный; 4 – конус промежуточный;
5 – конус нижний; 6 – песковая насадка; 7 – питательный патрубок; 8 – сливной патрубок

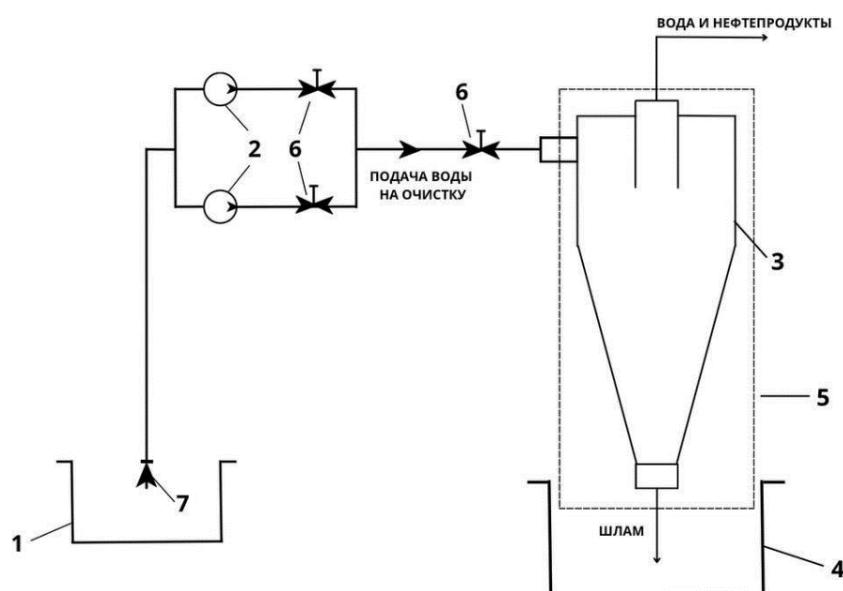


Рис. 3. Схема системы очистки атмосферных сточных вод от твердых примесей:

1 – накопительная емкость; 2 – насос; 3 – гидроциклон для очистки от твердых примесей;
4 – бункер для шлама; 5 – блок гидроциклонов для очистки от твердых примесей; 6 – вентиль запорный; 7 – клапан обратный

Система очистки с двойным выходным патрубком (рис. 4) предназначена для удаления твердых примесей и нефтепродуктов из атмосферных стоков.

В основе ее работы лежит гравитационное разделение фаз, усиленное за счет использования конструкции с двумя выходными патрубками. Загрязненная вода проходит через сепаратор. Благодаря разнице в плотности, нефтепродукты отделяются от воды, всплывают и удаляются через верхний отвод. Очищенная вода отводится через нижний патрубок.

Размер двойного патрубка определяется экспериментально.

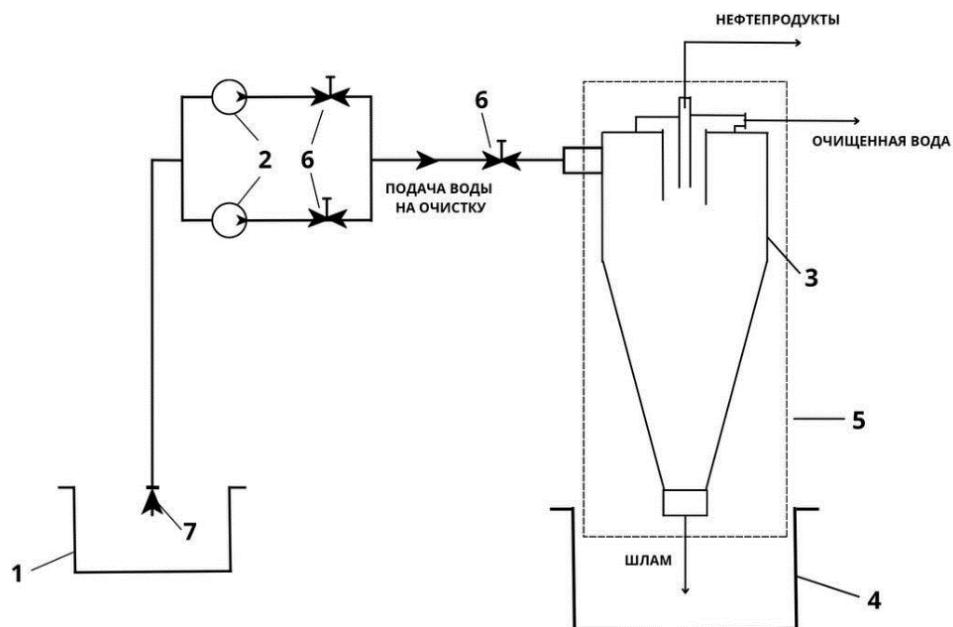


Рис. 4. Схема системы очистки атмосферных сточных вод с двойным выходным патрубком:

1 – накопительная емкость; 2 – перекачивающий насос; 3 – гидроциклон для очистки от твердых примесей; 4 – бункер для шлама; 5 – блок гидроциклонов для очистки от твердых примесей; 6 – вентиль запорный; 7 – клапан обратный

Конструкция системы очистки, включающей гидроциклоны, расположенные последовательно (рис. 5), опирается на технологию центробежного разделения для отделения нефтепродуктов от воды в атмосферных стоках. В первом гидроциклоне формируется вихревой поток, в котором под воздействием центробежной силы происходит разделение компонентов: вода, имеющая большую плотность, отталкивается к стенкам, в то время как менее плотная нефть сосредотачивается в центре. Этот гидроциклон служит для начальной фильтрации. Затем жидкость поступает в следующий гидроциклон, схожий по устройству, но с возможностью настройки параметров, таких как диаметр, для улучшения эффективности удаления остаточных нефтепродуктов.

Последовательное использование двух гидроциклонов обеспечивает более высокую степень очистки, чем использование одного.

Система с двойным выходным патрубком отличается простотой и экономичностью, но уступает в эффективности при удалении мелких эмульсий нефтепродуктов. Вторая система обеспечивает более высокую степень очистки, особенно при наличии эмульгированных нефтепродуктов, однако требует более сложной конструкции и значительных энергозатрат.

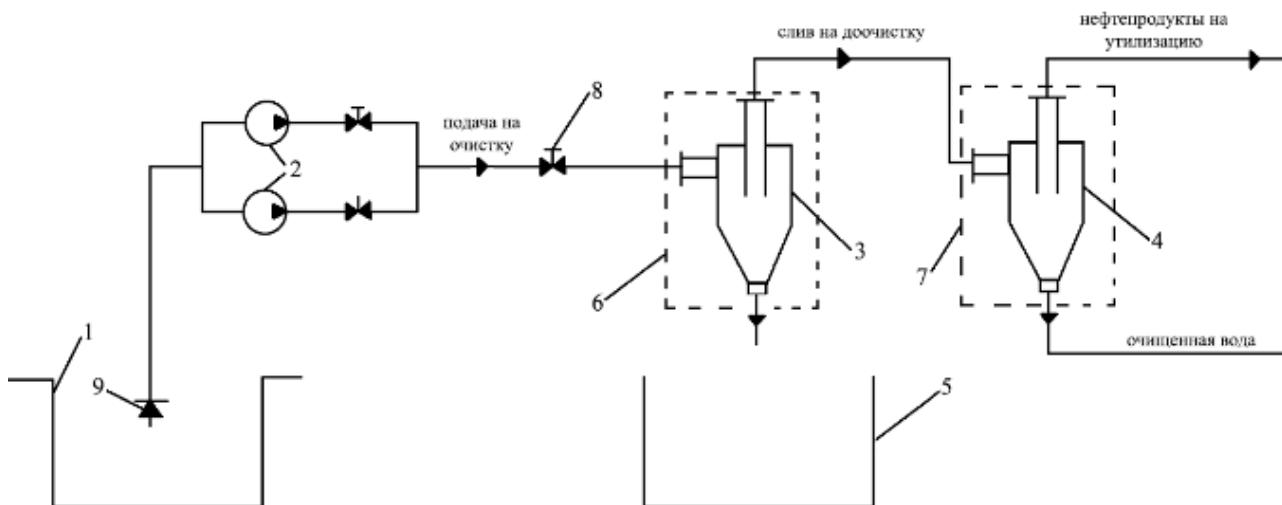


Рис. 5. Схема системы очистки атмосферных сточных вод с последовательно соединенными гидроциклонами:

1 – накопительная емкость; 2 – перекачивающий насос; 3 – гидроциклон для очистки от твердых примесей; 4 – гидроциклон для очистки от нефтепродуктов; 5 – бункер для шлама; 6 – блок гидроциклонов для очистки от твердых примесей; 7 – блок гидроциклонов для очистки от нефтепродуктов; 8 – вентиль запорный; 9 – клапан обратный

Рациональным вариантом является система очистки с последовательно соединенными гидроциклонами, потому что в системе очистки с двойным выходным патрубком большое количество воды уходит вместе с нефтепродуктами.

Список литературы:

- ГОСТ 16887-71. Разделение жидких неоднородных систем методами фильтрования и центрифугирования. Термины и определения // СПС «КонсультантПлюс».
- Будыкина Т.А., Емельянов С.Г. Процессы и аппараты защиты гидросфера: учеб. пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 288 с.
- Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты гидросфера: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 188 с.
- Кривошеин Д.А. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие для вузов / Д.А. Кривошеин [и др.]. – Москва: Высш. шк., 2008. – 344 с.
- Стрелков А.К., Теплых С.Ю. Охрана окружающей среды и экология гидросферы: учебник. – М.: Изд-во АСВ, 2015. – 240 с.

Информация об авторе:

Воронова Евгения Александровна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ягольницер Ольга Владимировна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ

Донцова С. Е.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрена основная опасность работников, управляющих транспортным средством – дорожно-транспортное происшествие. Также рассмотрены внутренние и внешние методы минимизации риска проявления опасности. Также предложен вариант отработки риска на примере конкретного ДТП.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, транспортное средство, работник, безопасность, риск.

В современном мире существует огромное множество профессий, среди которых особую роль занимает профессия водитель, а также иные профессии, связанные с управлением транспортной техникой. Помимо транспортной техники существует уборочная техника, которая способствует поддержанию чистоты на различных территориях, управление которой возлагается на водителей и механизаторов. Обеспечение безопасности работников, чьи должностные инструкции входит управление каким-либо транспортным средством или специализированной техникой, является важной задачей, которая требует комплексного подхода с различных сторон влияния.

Помимо работников, которые управляют какой-либо техникой, есть и иные работники, которые могут передвигаться на транспортной технике, не управляя ей. К таким передвижениям относится командировка на транспорте организации или поездки в ведомства для передачи документов.

Дороги являются потенциально опасными зонами, а несчастные случаи, произошедшие на них, могут иметь серьезные последствия. Возможные варианты таких дорожно-транспортных происшествий представлены на рисунке 1.

У работников, чья деятельность связана с управлением транспортным средством, существует риск попадания в дорожно-транспортное происшествие. Если рассматривать причины ДТП, то можно выделить две основные группы: работник организации не соблюдал правила дорожного движения и правила безопасности, а также человек, не являющийся работником организации, не соблюдал правила дорожного движения и правила безопасности.

В срезе несчастных случаев, связанных с производством, причины ДТП известны после получения всех необходимых документов по запросу в государственную автомобильную инспекцию или в следственный комитет.

В зависимости от определения степени тяжести причинения вреда пострадавшим определяется отнесение дела к административному или уголовному.

ВАРИАНТЫ ДТП С РАБОТНИКАМИ ОРГАНИЗАЦИИ

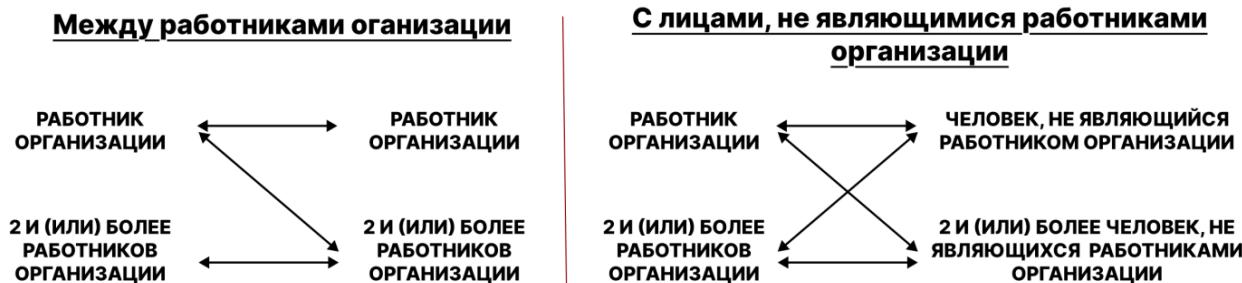


Рис. 1. Варианты ДТП с работниками организации

Если классифицировать последствия по признаку: последствия для здоровья человека, то можно выделить следующие виды ДТП, представленные на рисунке 2.

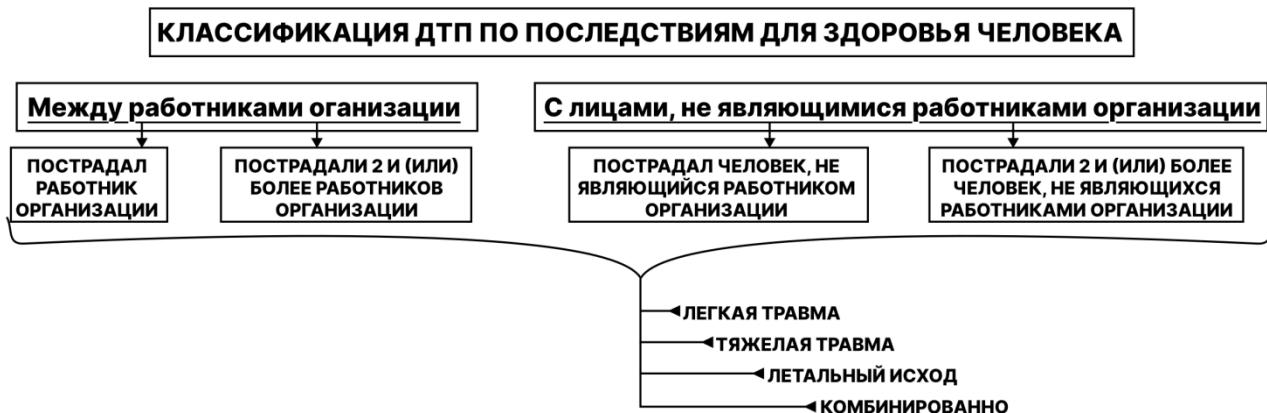


Рис. 2. Варианты ДТП с работниками организации

Минимизация вероятности наступления риска попадания работников организаций в ДТП является важным аспектом повышения безопасности для сотрудников. Воздействовать на данный аспект необходимо как внутри организации, так и на уровне организации безопасности дорожного движения.

Если рассматривать снижение риска наступления опасности со стороны организации, то можно выделить несколько основных вариаций решения проблемы.

Основным методом повышения уровня безопасности является обучение. Работники, занятые управлением транспортным средством до устройства должны обладать навыками и должны иметь документ, подтверждающий их компетентность в вопросах и навыках управления транспортом. Такими документами являются водительские удостоверения, механизаторские

удостоверения или удостоверения, дающие право владельцу управлять конкретной техникой. Однако стоит проводить периодические обучения по вопросам дорожного движения и безопасности в целом. Также не стоит пренебрегать сезонными инструктажами по вопросам безопасного дорожного движения, предрейсовыми инструктажами. Такие инструктажи постоянно напоминают работникам о важности соблюдения установленных правил. Для вновь принятых работников необходимо также проводить стажировку с наставником, чьи опыт и навыки будут мотивировать новичков на безопасный труд.

Средства индивидуальной защиты являются неотъемлемой частью в вопросах снижения рисков наступления опасности. Работодателю необходимо тщательно подходить к вопросам обеспечения средств защиты работников. Так как нормы выдачи средств индивидуальной защиты основываются на применении результатов оценки профессиональных рисков и результатов специальной оценки условий труда, то стоит не забывать про пересмотр рисков, действующих на работников, как в установленный график, так и после несчастных случаев. Это поможет обнаружить слабые места в системе управления охраной труда и повысить уровень безопасности в организации.

Использование технических средств организации должно происходить только при своевременном техническом осмотре. Исправность транспорта является важной составляющей не только его безотказного функционирования, но и безопасного труда работника, управляющего данным транспортом.

Помимо вышеупомянутого метода снижения уровня опасности до начала работы, необходимо следить и за состоянием здоровья работника. Проведение предрейсовых осмотров способствуют выявлению проблем со здоровьем, что является предупреждением травматизма во время работы.

Также необходимо оптимизировать маршруты и учитывать погодные условия. Просмотр статистики заторов и изменение маршрута способствуют уменьшению количества объектов слежения за время передвижения, что увеличит время до наступления усталости работника.

В соответствии с трудовым кодексом каждый работодатель обязан предоставить работнику перерыв на отдых и обед. Каждая организация должна выстраивать режимы труда и отдыха с учетом специфики деятельности, классов условий труда и иных факторов, которые способны негативно повлиять на труд работника.

Помимо изложенных методов, не стоит забывать о нормировании безопасности со стороны организации безопасности дорожного движения в целом. Так как внутри организации мы можем оказать влияние на осознанность безопасности движения работник при управлении транспортным средством, но не можем повлиять на иных участников, которые не являются работниками организации.

Рассмотрим вариант регулирования безопасности движения по автомобильным дорогам, основываясь на полученном опыте в ДТП, которое также является несчастным случаем, связанным с производством.

Само дорожно-транспортное происшествие произошло при следующих обстоятельствах: производилась промывка определенной части автомобильной дороги посредством тихоходного транспортного средства трактора «Беларус» под управлением тракториста. Трактор двигался по крайней правой полосе и производил поливание дороги. Тем временем автомобиль внедорожный Танк-500 под управлением лица, не являющегося работником организации, совершил маневр обгон и, не заметив тихоходную технику, столкнулся с трактором. Не смотря на сигнальный маячок, расположенный как над прицепом-бочкой, так и на крыше самого трактора, а также дорожных знаков, отражающих вид транспортного средства, ограничения скорости и указания стороны объезда транспорта, водитель, управляющий транспортным средством Танк-500 не смог заметить тихоходную технику, так как для обгона он перестраивался вправо и не видел перед началом маневра тихоходное транспортное средство. Схема расположения транспортных средств до столкновения указана на рисунке 3.



Рис. 3. Схема рассматриваемого ДТП

Для снижения риска опасности дорожно-транспортных происшествий необходимо использовать предиктивный подход создания систем контроля и регулирования безопасности. Использование предупреждающих мер способствует снижению риска или исключению проявления опасности.

Основываясь на уже существующих системах, можно разработать систему оповещения по скоростному режиму каждой полосы движения транспорта. Так, дополнив табло контроля скорости, относящегося к знакам обратной связи, можно получить систему, указывающую на особенности движения в каком-либо ряду проезжей части.

Само табло контроля скорости представляет собой радар контроля скорости движения автомобиля и двухцветный дисплей, отражающий измеренную скорость на учетном участке сбора данных (рис. 4).

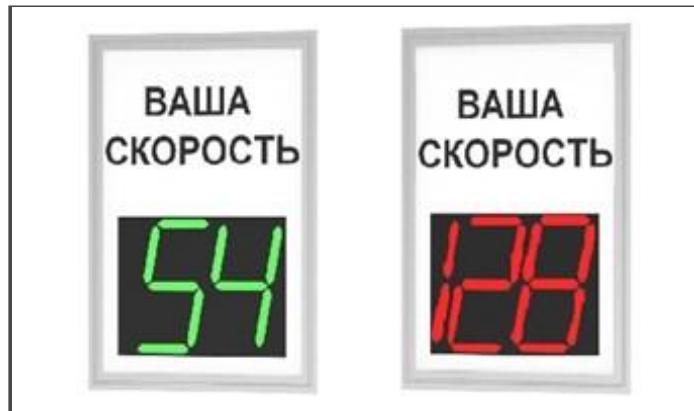


Рис. 4. Табло контроля скорости

Для повышения осведомленности участников дорожного движения об отличающейся скорости от средней скорости потока движения в одну сторону необходимо дополнить табло индикаторами, имеющими определенные значения и разбить на секции. Также необходимо добавить устройство счета средней скорости потока и устройство сравнения скоростей. Стоит отметить, что сравнивать необходимо скорость рассматриваемого транспорта со средней скоростью потока, рассчитанной без учета скорости данного транспорта. Часть алгоритма контроля безопасности, а именно сравнительного аспекта аппарата, показана на рисунке 5.

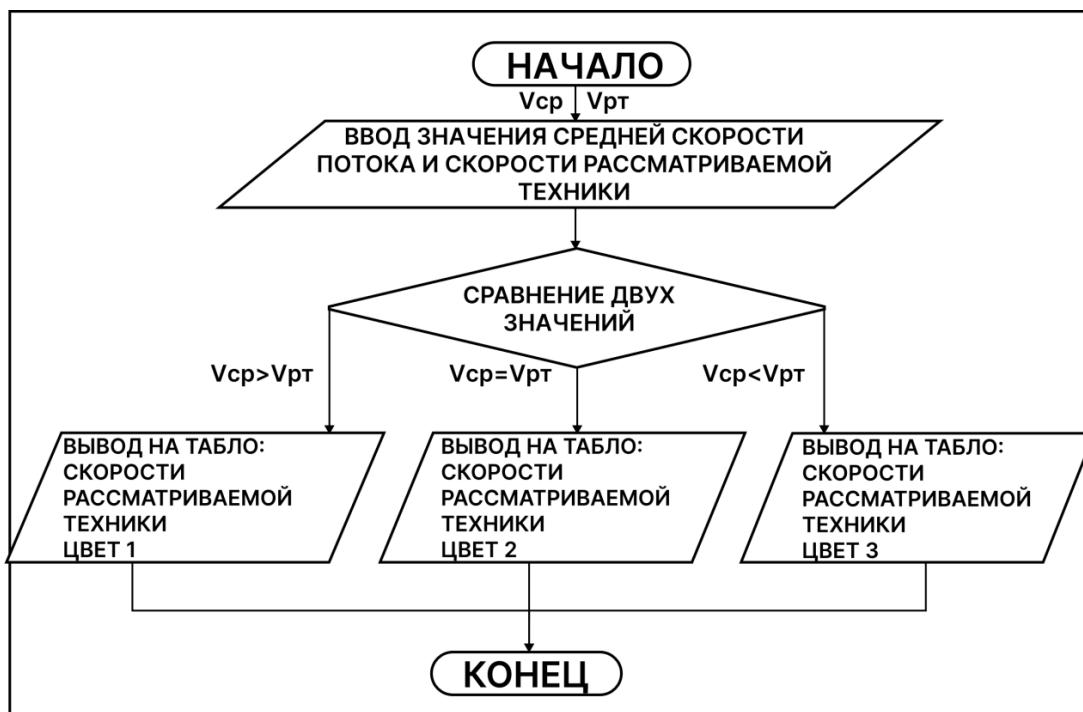


Рис. 5. Алгоритм сравнения в рассматриваемом примере

Секции должны отображать следующие важные составляющие: цвет, отражающий определенную ситуацию на дороге, а также индикатор, который отображает отличную скорость от потока движения машин (рис. 6).



Рис. 6. Предлагаемые секции на табло

Цвет, который отображается, зависит от сравнения скоростей. Предпочтительнее выбирать цвет в зависимости от длины его волны и результатов сравнения скоростей. Для скорости рассматриваемой машины, меньшей скорости движения потока, лучше выбрать цвет с наибольшей длиной волны, чтобы участники дорожного движения раньше увидели сигнал и были готовы снижать свою скорость. Для скорости рассматриваемой машины, большей скорости движения потока, можно выбрать цвет со средней длиной волны, а для равных скоростей выбирать цвет с наименьшей длиной волны.

Индикатор отображает информацию о наличии впереди транспортного средства со скоростью, отличной от скорости движения потока. Цвет индикатора соответствует отображаемому на табло цвету. То есть при наличии тихоходного транспортного средства впереди на табло, расположенном над данной полосой движения, замигает индикатор.

Так при перестройках водители смогут понять, какая дорожная ситуация на той или иной полосе движения.

Список литературы:

1. Постановление Правительства РФ «О правилах дорожного движения» от 23.10.1993 № 1090 // СПС «КонсультантПлюс».
2. Приказ Минтранса РФ «Об утверждении порядка прохождения профессионального отбора и профессионального обучения работниками, принимаемыми на работу, непосредственно связанную с движением транспортных средств автомобильного транспорта

и городского наземного электрического транспорта» от 29.07.2020 № 264 // СПС «КонсультантПлюс».

3. Приказ Минтранса РФ «Об утверждении Правил обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» от 30.04.2021 № 145 // СПС «КонсультантПлюс».
4. Постановление Правительства РФ «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» от 24.12.2021 № 2464 // СПС «КонсультантПлюс».
5. Приказ Минздрава РФ «Об утверждении порядка и периодичности проведения предсменных, предрейсовых, послесменных, послерейсовых медицинских осмотров, медицинских осмотров в течение рабочего дня (смены) и перечня включаемых в них исследований» от 30.05.2023 № 266Н // СПС «КонсультантПлюс».
6. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.03.2025) // СПС «КонсультантПлюс».

Информация об авторе:

Донцова Светлана Евгеньевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

МУСОР В СТИЛЬ: ЭКО-ТВОРЧЕСТВО В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Елисеева Е. С.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Шварцбург Л. Э.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрено как образовывающиеся отходы и тенденция к развитию экологии стали влиять на моду и мир в целом, стали генератором новых идей в сфере дизайна. Проведен эксперимент, в результате которого описан вариант переработки различного мусора, доступный каждому человеку в домашних условиях. По результатам описанного эксперимента установлена альтернатива привычному избавлению от отходов, выявлены преимущества повторного их использования.

Ключевые слова: переработка, отходы, аксессуары, мусор, экология, мода.

В современном мире большое внимание уделяется поиску новых решений для сокращения отходов. На пути к этому экология стала глобальным трендом, который коснулся и индустрии моды, заставив её искать новые пути развития, основанные на минимизации вреда природе и привлечении внимания к разумному потреблению. Повторное использование различных материалов, образовавшихся в процессе жизнедеятельности, помогает создавать новую уникальную продукцию с минимальным вредным воздействием на окружающую среду, а также создает еще один вариант экологичной переработки.

Яркими примерами такого подхода являются бренды, специализирующиеся исключительно на переработке старых тканей, пластика, макулатуры в создании новой одежды и аксессуаров. Это выгодно для крупных компаний не только с экологической точки зрения, но и экономической. Ресайклинг помогает сократить расходы на производство, поскольку сырье получается дешевле, чем покупка нового материала [1].

Данные суждения заставляют задуматься и потребителя. Среднестатистический россиянин, по данным Росприроднадзора, ежедневно производит 0,9 кг мусора. Это около 325 кг в год. Среди них примерно 20 % – бумага и картон, 17 % – стекло, а отходов пластмасс количеством на душу населения от 7,80 до 16,17 (в среднем 11,71) кг в год. Вместо того чтобы отправлять этот мусор на свалку, каждый из нас может подойти к вопросу переработки также креативно, как многие дизайнеры и эко-бизнесмены по всему миру. Один из таких способов был рассмотрен лично мной при создании модного аксессуара из отходов производства, найденных дома [2, 3].

На начальном этапе я выяснила, какой продукт нужен именно мне. Определившись, что создаваться будет именно сумка, необходимо было разработать концепцию и подобрать материалы (рис. 1). Мною были использованы: проволока (средней толщины, чтобы иметь возможность самостоятельно придавать форму), упаковочная полиэтиленовая пленка, пластиковая бутылка. В дополнении к этому также понадобились: суперклей, нитки и иголка, спички, ножницы, синтепон.



Рис. 1. Основные компоненты для изготовления сумки

Шаги изготовления:

1. Подготовка основы.

Найденная проволока послужила каркасом для будущей сумки. Несколько прутков, сгибаемых под желаемую форму, соединяют друг с другом перекручивая концы так, чтобы сцепление было прочным, но концы не торчали наружу. При желании проволоку можно покрасить в цвет стенок сумки для меньшей заметности.

2. Изготовление дна и стенок.

Дно и стенки сумки создавались из упаковочной пленки, сложенной в несколько слоев для большей плотности и прочности. Чтобы прикрепить материал к металлическому каркасу, использовались нитки. Пленка нашивалась на проволоку таким образом, чтобы была возможность добавить внутрь синтепон для придания мягкости и только потом закреплялась полностью.

3. Создание ручек сумки.

Упаковочная пленка также послужила материалом для создания ручек моего аксессуара. Нарезанные полосы были переплетены в широкую косу, а затем прикреплены на клей на внутреннюю часть сумки. Ручки получились достаточно крепкие и эластичные, а также их легкость и воздушность хорошо подходила к дизайну.

4. Украшение.

Финальным этапом стало оформление изделия. Для этого понадобился самый популярный отход – пластиковая бутылка. Используя ножницы, нарезаем бутылку на фигуры различных форм и размеров. Далее на огне аккуратно подплавляем края наших фигур. От нагревания пластик принимает причудливые формы, превращаясь в изысканные лепестки, добавляя уникальности изделию. Эти «лепестки» с помощью клея прикрепляются к лицевой стороне сумки, формируя желаемый рельеф и рисунок.

Таким образом, у меня получилось создать собственную сумку из бытового мусора, которая при некоторой доработке может стать повседневным аксессуаром (рис. 2).

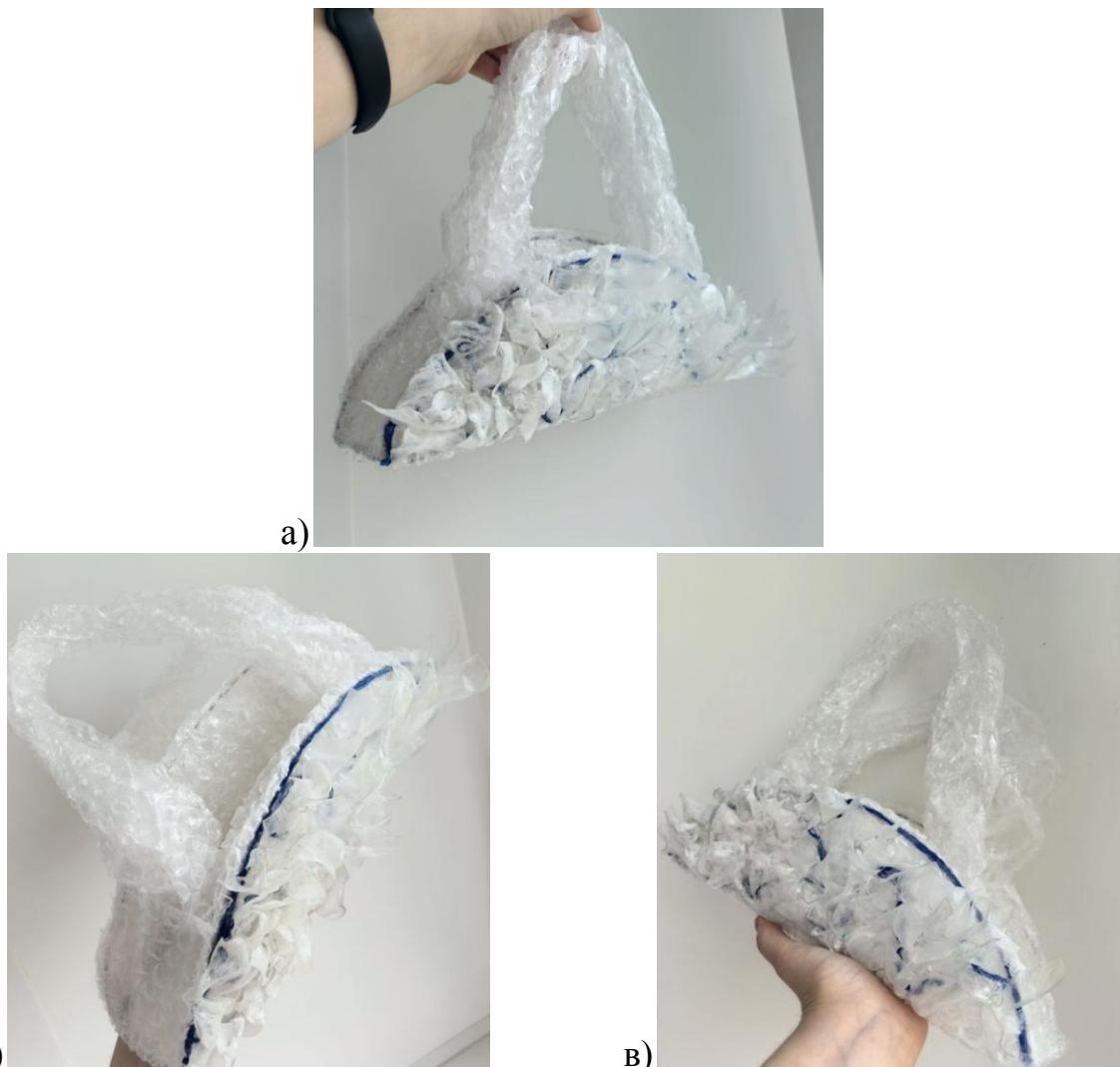


Рис. 2. Итоговый вариант сумки

Из данного эксперимента следует, что, создавая собственные вещи из бытового мусора, вы можете стать частью движения по защите окружающей среды и уменьшить свое негативное воздействие на природу. Использование бытовых отходов для создания полезных предметов – практичный способ внести вклад в сохранение окружающей среды и одновременно обогатить интерьер собственного жилища уникальными элементами декора, а свой гардероб уникальными элементами одежды, а возможно в дальнейшем построить на этом бизнес или сделать прорыв в индустрии моды. Превращение мусора во что-то ценное помогает развивать творческое мышление, экономит ресурсы и сокращает количество отходов, отправляемых на свалку. Такой подход способствует формированию осознанного отношения к потреблению и экологичной культуре жизни.

Переработка отходов дома – это простой и доступный способ поддержать экологически устойчивое развитие нашей планеты и огромный шаг на пути к экологическому будущему для нашей страны.

Список литературы:

1. Елисеева Е.С. Ресайклинг: развитие современного искусства и бизнеса // Производство. Технология. Экология – ПРОТЭК'24: сборник трудов Всероссийской молодёжной научно-технической конференции с международным участием / под ред. Е.В. Бутримовой, Л.Э. Шварцбурга. – Москва: ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», 2024. – С. 214–217.
2. Россию поставили на пятое место по количеству загрязняемых отходов пластмасс / Plastinfo [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://plastinfo.ru/information/news/54130_10.10.2024/ (дата обращения: 10.10.2024).
3. Сколько мусора производит типичный россиянин / Т-Ж [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://t-j.ru/garbage/#two> (дата обращения: 25.07.2025).

Информация об авторе:

Елисеева Елена Сергеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Шварцбург Леонид Эфраимович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ИНЭБ, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

Заборовский Т.

Познаньский технологический университет, г. Познань, Польша

Аннотация. В данной работе представлен анализ влияния динамики процесса сверления на формообразование тела и другие явления, происходящие в нём. Силы резания играют существенную роль в этом процессе, приводя к погрешностям в процессе сверления. Представлены выводы.

Ключевые слова: динамика процесса, характеристики, бурение.

Введение

В процессе сверления сопротивление возникает под воздействием сил резания, тепла и вибраций, возникающих в процессе самого технологического процесса [1]. Это приводит к неравномерному резанию материала вследствие распределения парциальных сил резания, возникающих при резании, и неравномерного срезания слоя материала. Выделяющееся тепло изменяет твёрдость материала и структуру обработанной поверхности. Для изучения этого процесса было проведено исследование, представленное в данной статье [4].

Анализ процесса бурения

Сопротивление обрабатываемого материала резанию преодолевается силами резания, действующими на режущие кромки инструмента. В процессе сверления силы резания распределяются по режущим кромкам сверла. Составляющие силы резания сосредоточены в точке А на режущих кромках спирального сверла и распределены по осям x, y, z (рис. 1). Если спиральное сверло имеет симметричные режущие кромки, радиальные силы F_p и F'_p компенсируют друг друга. Силы резания F_c , F'_c действуют приблизительно на плечо $d/4$ и создают крутящий момент M_k , который передается на шпиндель станка.

$$M_k = 2F_c d/4 - 2F_p d_o/2 \text{ [Nm]} \quad (1)$$

Составляющие силы резания F_f и F'_f складываются и образуют осевую силу F_o , преодолеваемую механизмом подачи. Крутящий момент рассчитывается следующим образом (рис. 1).

В целом, с увеличением подачи увеличиваются M_k и F_o . Интенсивность изменения $M_k =$ функции (подачи) и $F_o =$ функции (подачи) аналогична токению. Влияние подачи на крутящий момент больше, чем на осевую силу.

Сила резания динамическая, она непостоянна и изменяется во времени. Её изменение связано с отделением элементов стружки от основного материала. Процесс резания характеризуется тем, что вся механическая энергия, затрачиваемая на отделение стружки, практически преобразуется в тепло.

В процессе обработки режущая часть инструмента движется относительно заготовки со скоростью резания v_c и под действием силы резания F срезает с заготовки определённый слой толщиной a_p , пропорциональный подаче.

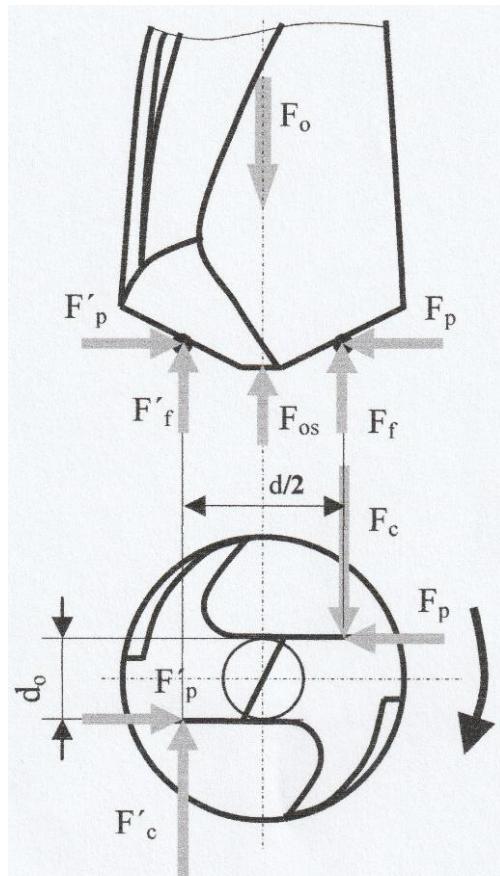


Рис. 1. Силы резания при сверлении

В зоне резания (рис. 2) срезаемый слой преобразуется в стружку. В этой области первичная пластическая деформация происходит по всему сечению срезаемого слоя, т.е. по всему сечению стружки.

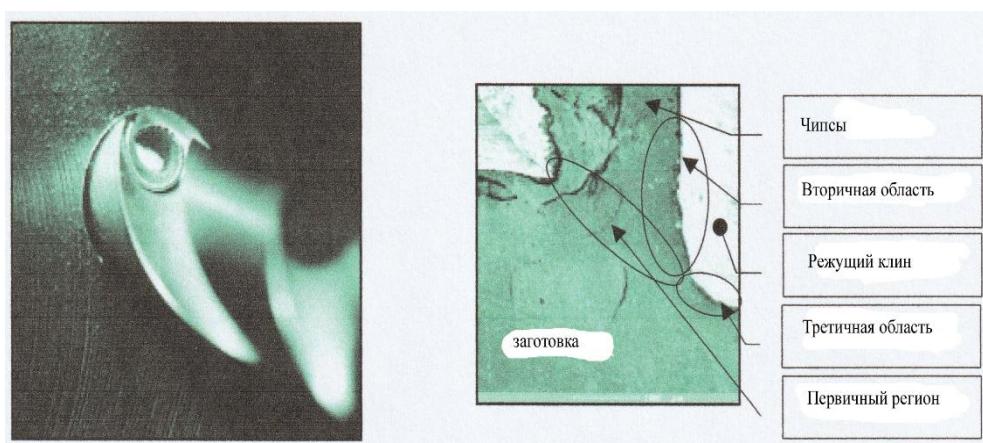


Рис. 2. Зона резания [31]:

а – сверление спиральным сверлом, взаимодействие заготовки и режущего инструмента;
б – элементы зоны резания и области пластической деформации в зоне резания

Толщина стружки h_c всегда больше толщины срезаемого слоя h , стружка уплотняется (сжимается). Отношение $K = h_c/h$ называется сжатием стружки. Чем больше значение K , тем сильнее деформируется стружка и тем больше силы резания. Далее стружка деформируется трением о переднюю поверхность режущей части инструмента в так называемой зоне вторичной пластической деформации. Для отделения стружки необходимо затратить механическую энергию, или, определённую мощность:

$$P = F_c v_c \quad [\text{J/min}], \quad (2)$$

где F_c – основная составляющая силы резания, [N];

v_c – скорость резания, [м/мин]

или мы можем записать уравнение (2) в виде:

$$P = F_c v_c / 60 \quad [\text{W}]. \quad (3)$$

Практически вся механическая энергия, затрачиваемая при обработке на снятие стружки, преобразуется в тепло. Общее количество тепла, выделяемого при обработке за единицу времени, определяется соотношением:

$$Q_c = F_c \cdot v_c \quad [\text{J/min}] \quad (4)$$

Основными источниками тепла при стружкоотводе являются первичная пластическая деформация в зоне стружкообразования, трение стружки о переднюю поверхность режущей части инструмента, трение задней поверхности режущей части инструмента об обрабатываемую (иногда и режущую) поверхность, а также упругие деформации. Общее количество тепла, выделяющегося при обработке, определяется суммой:

$$Q_c = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad [\text{J}] \quad (5)$$

где Q_1 – теплота пластической деформации в зоне стружкообразования, [J];

Q_2 – теплота трения стружки о переднюю поверхность режущей части инструмента, [J];

Q_3 – теплота трения задней поверхности режущей части инструмента об обрабатываемую (режущую) поверхность, [J];

Q_4 – теплота упругой деформации, [J].

При обработке пластичных материалов количество тепла Q_4 пренебрежимо мало, но при обработке хрупких материалов, например чугуна или бронзы, доля тепла Q_4 в общем количестве тепла Q_c за время обработки может быть значительной. При обработке хрупких материалов [3,4] величина пластической деформации срезаемого слоя, которая обычно ограничивается областью, прилегающей к передней поверхности инструмента, весьма мала, и поэтому составляющая Q_1 здесь также будет мала. Если образуется рыхлая стружка, то площадь контакта стружки с передней поверхностью режущей части инструмента очень узкая, так что составляющая Q_2 также обычно достигает меньших значений, чем для стали. Тогда основным источником тепла при обработке хрупких материалов будет трение в третичной зоне (тепло Q_3) и работа упругих деформаций (тепло Q_4). Поскольку при упругой деформации

выделяется значительно меньше тепла, чем при пластической, средняя температура резания при обработке чугуна будет ниже, чем при обработке стали при тех же условиях. Тепло Q_1 , выделяющееся в зоне стружкообразования, в основном рассеивается стружкой. Это количество тепла обозначается как q_1 . Меньшая часть тепла, выделяемого при пластической деформации в зоне стружкообразования, рассеивается заготовкой. Это количество тепла обозначается как q_2 . Стружка также рассеивает часть тепла q_3 , выделяющегося при контакте стружки с торцом инструмента. Общее количество тепла, рассеиваемого стружкой, составляет:

$$q_T = q_1 + q_3 [J] \quad (6)$$

Режущая часть инструмента рассеивает часть тепла q_4 , выделяющегося при трении стружки о переднюю поверхность режущей части инструмента, и часть тепла от трения о заднюю поверхность режущей части инструмента q_5 . Общее количество тепла, рассеиваемое режущей частью инструмента, при этом равно:

$$q_N = q_4 + q_5 [J] \quad (7)$$

Теплопроводность поверхностного слоя режущих пластин оказывает большое влияние на величину тепловыделения q_4 . Чем ниже теплопроводность поверхностного слоя, тем меньшее количество тепла q_4 отводится режущей частью инструмента и тем меньше интенсивность стружкообразования передней поверхности режущей части инструмента. Слои, образованные нитридами, карбидами или оксидами металлов без чистого металлического компонента, как правило, действуют как изолирующий слой. Этот эффект также умножается на их антифрикционное действие, которое также ограничивает количество тепла, выделяемого при трении в контактной поверхности стружки с передней поверхностью режущей части инструмента. Это тепло отводится режущей частью инструмента к корпусу инструмента. Часть тепла q_6 , выделяемого при трении задней поверхности режущей части инструмента об обрабатываемую (режущую) поверхность, отводится заготовкой. Если исходить из уравнения (5), то теоретически количество тепла, выделяемого при стружкоотделении в единицу времени, увеличивается. Если предположить, что глубина резания a_p и подача f постоянны, а сила резания не зависит от скорости резания, то средняя температура резания должна расти приблизительно линейно до достижения температуры плавления обрабатываемого материала. Фактически, рост средней температуры резания происходит быстро в начале, т.е. при более низких скоростях резания, близко к теоретической кривой, но с увеличением скорости резания рост температуры замедляется. Замедление роста средней температуры резания является следствием влияния ряда факторов, действующих при увеличении скорости резания, в первую очередь, снижения начальной прочности обрабатываемого материала, что является следствием воздействия высоких температур, изменения теплоотвода из зоны резания и непосредственного влияния скорости резания на величину первичной пластической деформации. Конечно, рост

температуры резания не ограничен. При обработке определенного материала режущей части инструмента температура резания может расти до предела термостойкости этого материала. Этот предел достигается при определенной критической скорости резания $v_{c,crit.t.}$. Теоретическая критическая скорость резания меньше фактической критической скорости резания $v_{c,krit.s.}$. Разница характеризует влияние фактора скорости. Влияние скорости обработки тем больше, чем ближе температура резания к температуре плавления обрабатываемого материала.

С увеличением скорости резания угол плоскости сдвига Φ_1 увеличивается до Φ_1' . В результате уменьшается первичная пластическая деформация, т.е. сжатие стружки $K' < K$. С уменьшением коэффициента сжатия стружки длина поверхности контакта стружки с передней поверхностью режущей части инструмента уменьшается $l' < l$, но скорость отвода стружки по передней поверхности режущей части инструмента увеличивается. По сравнению со случаем обычной обработки, с увеличением скорости резания нормальная сила N и сила трения T уменьшаются. Одновременно увеличивается скорость отвода стружки по передней поверхности режущей части инструмента, что вызывает увеличение тепла Q_2 в единицу времени, которое выделяется в области вторичной пластической деформации за счет трения. В этом случае справедливо следующее:

$$Q_2 = T v_t \text{ [J/min]} \quad (8)$$

Это приводит к повышению средней температуры резания и увеличению интенсивности износа режущей части инструмента, что является неблагоприятным эффектом. Увеличение силы резания, с одной стороны, приводит к снижению силы T в контакте стружки с торцом режущей части инструмента, но одновременно вызывает увеличение скорости движения стружки v_t . Хотя из уравнения (8) невозможно однозначно продемонстрировать преобладающее влияние того или иного фактора, можно предположить в целом благоприятный эффект влияния скорости резания на замедление роста температуры резания за счёт ограничения первичной пластической деформации. Если оценивать обрабатываемость стали по уровню силы резания F_c , то величина силы резания F_c увеличивается с ростом прочности обрабатываемой стали. Кроме того, с ростом прочности уменьшается длина контактной площадки между стружкой и торцом режущей части инструмента [4,5]. Это приводит к концентрации напряжений и нагружению режущей части инструмента у главной режущей кромки, что приводит к механическому разрушению. С увеличением скорости резания сокращается время отвода тепла q_2 к заготовке, а, следовательно, увеличивается доля тепла q_1 , отводимого стружкой. Доля тепла, отводимого стружкой, в общем количестве тепла Q_c увеличивается с ростом скорости резания. При этом уменьшается доля тепла, отводимого режущей частью инструмента и заготовкой. С увеличением скорости резания увеличивается доля тепла, отводимого стружкой, а доля тепла, отводимого заготовкой и режущей частью инструмента, уменьшается.

При применении высоких скоростей резания заготовка относительно более холодная, имеет меньшие тепловые деформации (следовательно, более точная), с более благоприятным характером остаточных напряжений на обработанной поверхности. Преобладающая часть тепла, возникающего при резании, отводится стружкой. Для пластичных материалов характерно, что от 60 до 90 % общего количества тепла Q_c отводится стружкой. Для чугунов этот показатель составляет от 35 до 60 % общего количества тепла. Доля тепла, рассеиваемого инструментом, находится в диапазоне от 0,5 до 30 % в зависимости от свойств обрабатываемого материала и условий резания. Заготовка рассеивает от 5 до 50 % общего количества тепла, выделяющегося при резании. Часть тепла рассеивается в атмосферу. Увеличение доли тепла в стружке q_t с ростом скорости резания при одновременном снижении доли тепла, рассеиваемого режущей частью инструмента q_b , не означает снижения средней температуры резания, определяющей интенсивность износа режущей части инструмента. Согласно уравнениям (5) и (8), количество тепла Q_1 и Q_2 , выделяемого в первичной и вторичной областях пластической деформации, увеличивается с ростом скорости резания, а, следовательно, увеличивается не только средняя температура контактных поверхностей между стружкой и передней поверхностью режущей части инструмента, а также между задней поверхностью режущей части инструмента и обрабатываемой (иногда режущей) поверхностью, но и температура обрабатываемого материала в плоскости сдвига, а, следовательно, и температура стружки. Таким образом, обработка на высоких скоростях резания приводит к увеличению тепловой нагрузки на режущую часть инструмента, хотя средняя температура резания растет медленнее по сравнению с ростом скорости v_1 , т.е. количества тепла, выделяемого в зоне контакта стружки и передней поверхности режущей части инструмента, согласно уравнению (8). С ростом скорости резания увеличивается также количество тепла, выделяемого в зоне первичной пластической деформации, согласно уравнению (5), и, следовательно, увеличивается температура в этой зоне. При определенной скорости резания прочность обрабатываемого материала снижается, что отражается в уменьшении силы резания. Это замедляет рост средней температуры резания, величина которой, согласно уравнению (8), зависит от количества тепла, выделяющегося в зоне вторичной пластической деформации. Высокая температура в зоне первичной пластической деформации при высокоскоростной обработке действует аналогично предварительному нагреву обрабатываемого материала, например, плазмой или лазером. Эти методы часто публиковались как способы улучшения обрабатываемости этих материалов. Все вышеперечисленные эффекты приводят к значительному повышению производительности процесса резания, а, следовательно, к повышению производительности, улучшению целостности обработанной поверхности и точности заготовки, ограничению возможности возникновения вибрации и т.д. С другой стороны, применение высоких скоростей резания закономерно приводит к повышению температуры резания. Однако это обстоятельство во

многих случаях принципиально ограничивает возможности практического применения метода HSC. В данном случае ограничивающим фактором является материал режущей части инструмента, а точнее, предел его термостойкости. Материал режущей части инструмента для высокоскоростной обработки (HSC) должен отвечать основному требованию: даже при высоких скоростях резания, т.е. при высоких температурах резания, он должен сохранять достаточный запас твёрдости по отношению к твёрдости обрабатываемого материала при температурах, существующих в зоне резания между стружкой и передней поверхностью режущей части инструмента. По мнению ряда авторов [1, 2, 3, 4] необходимо обеспечить соотношение твёрдости режущей части инструмента H_{ct} к твёрдости обрабатываемого материала H_w :

$$H_{ct} / H_w = 1,3-1,5 \quad (9)$$

Краткое содержание

Все изменения также вызывают изменения в процессе резки, и это отражается в измененных условиях разрезания (подача, скорость резки), изменения в технологии бурения (например, погружаемое на бурение), которые особенно выражены в процессе резки твердых материалов. Все эти факты расширили область знаний об исследуемых материалах и, таким образом, созданы теоретическая база для применения вопроса на практике. Из данных, перечисленных в этом понятно, что публикация не является окончательным решением заданной проблемы из-за разработки. Полученные знания являются дополнением и расширением существующая информация и опыт.

Список литературы:

1. Abušinov A.-Kvasnlčka I.-Zima L.: Teoretické základy pro efektívni obrábění austenitických ocelí. In: *Obrábění austenitických ocelí*, Dům techniky Česká Třebová, 1980. – S. 1–66.
2. Beneš V. a Kol.: *Náuka o materiálu II.*, ES ČVUT Praha, 1989.
3. Feľdštejn E.L: *Obrabatyvajemost' stalej*. Moskva, Mašgiz, 1953. – 255 s.
4. Jurko J., Zaborowski T. *VRŤANIE-proces rezania*. PAN, Politechnika Poznańska, 2008. – 149 s. ISBN-13-978-83-925108-2-6.
5. Jurko J.: *Stainless steels machining*. In: BALTECHMAŠ, 11–13.04.2002, MGTU Stankin, Kaliningrad, 2002. – S. 33–36.

Информация об авторе:

Заборовский Тадеуш – д.т.н., проф, почетный доктор, профессор, Познаньский технический университет (г. Познань, Польша).

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЫБРОСЫ И МЕТОДЫ ИХ ОЧИСТКИ

Ильяшенко А. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены промышленные выбросы их классификация, основные компоненты и влияние на окружающую среду. Приведены наиболее часто используемые методы очистки в соответствии с компонентами промышленных выбросов.

Ключевые слова: промышленные выбросы, очистка, источники выбросов, состав выбросов, методы очистки.

В производственной среде выбросы в атмосферу неизбежны. Их состав и наносимый ущерб зависит от специализации предприятия, его расположения по отношению к розам ветров, имеющегося оборудования, используемого технологического процесса и т.д. В связи с этим существует необходимость исследования состава промышленных выбросов, а также систематическое обслуживание и улучшение имеющихся средств борьбы с вредностью выбросов и создание новых средств очистки.

На рис. 1 приведены источники промышленных выбросов.

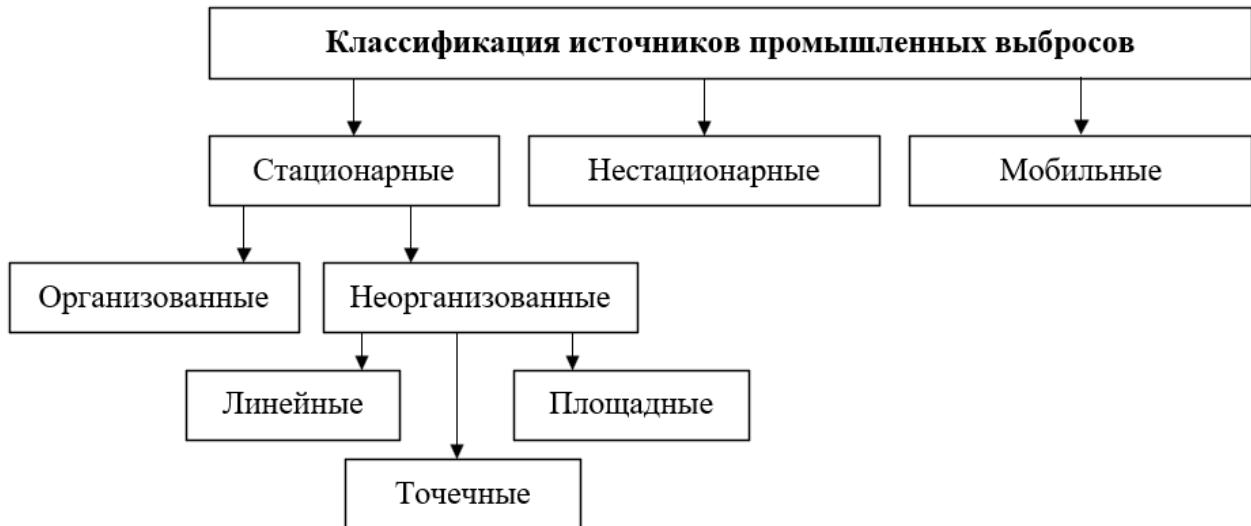


Рис. 1. Классификация источников промышленных выбросов

К стационарным источникам относятся объекты с постоянным местом расположения, в том числе промышленные предприятия. Нестационарные источники можно передвигать с помощью других технических средств. К мобильным относится транспорт и другие объекты, способные менять местоположение без дополнительных средств.

Большинство источников загрязнения являются организованными (поступают в атмосферу через воздуховоды, дефлекторы и т.д.).

Защита чистоты атмосферного воздуха преимущественно обеспечивается технологическими мерами. Вместе с тем, важное значение сохраняют санитарные методы. Среди них выделяются две основные области (рис. 2).



Рис. 2. Основные области санитарных методов очистки воздуха

Ниже приведена таблица, в которой кратко рассмотрены основные компоненты выбросов, их источники, ПДК и влияние на окружающую среду (табл. 1).

Таблица 1
Состав промышленных выбросов и влияние на ОС

Компонент выброса	Основные источники	ПДК в выбросах среднесуточная	Влияние на окружающую среду
Оксиды серы (SO₂, SO₃)	Тепловые электростанции, металлургические предприятия	0,05 мг/м ³	Кислотные дожди, повреждение растительности
Оксиды азота (NO, NO₂)	Двигатели внутреннего сгорания, тепловые установки	0,04 мг/м ³	Образование смога, кислотные дожди
Углеводороды	Нефтеперерабатывающая промышленность, химическая промышленность	Расчет по формуле, утверждённой приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273	Парниковый эффект, фотохимический смог
Твердые частицы (пыль, дым)	Добыча полезных ископаемых, строительство	0,035 и 0,06 г/м ³	Загрязнение почв, вред здоровью
Озон (O₃)	Фотохимические реакции	30 мкг/м ³	Токсичное действие для живых организмов
Хлорфторуглероды	Холодильная техника, аэрозоли	2·106 мкг/м ³	Разрушение озонового слоя
Тяжелые металлы (Pb, Hg, Cd)	Металлургия, химическая промышленность	Pb от 0,001 до 10 мг/м ³ Hg от 0,0003 до 0,5 мг/м ³ Cd от 0,003 до 6 мг/м ³	Токсичное накопление в экосистемах

Каждый из компонентов выбросов несет определенный вред для окружающей среды и человека. Так, например, сернистый газ (SO_2), взаимодействуя с влагой в атмосфере, образует серную кислоту(H_2SO_4), которая выпадает в виде кислотных дождей. Это приводит к разрушению почв, гибели растений и животных, а также к коррозии металлических конструкций и повреждению зданий. Диоксид азота (NO_2), взаимодействуя с другими загрязнителями и солнечным светом, образует фотохимический смог, который ухудшает видимость и оказывает негативное воздействие на дыхательную систему человека. Некоторые углеводороды, такие как метан (CH_4), который является парниковым газом, способствует глобальному потеплению. Твердые частицы, попадая в почву и воду, ухудшают их качество. Мелкие частицы, проникая в дыхательные пути, вызывают хронические респираторные заболевания, астму и сердечно-сосудистые патологии. Поэтому для минимизации этого вреда необходимо применение эффективных методов очистки воздуха.

Также рассмотрим наиболее применяемые в настоящее время методы очистки промышленных выбросов (рис. 3).

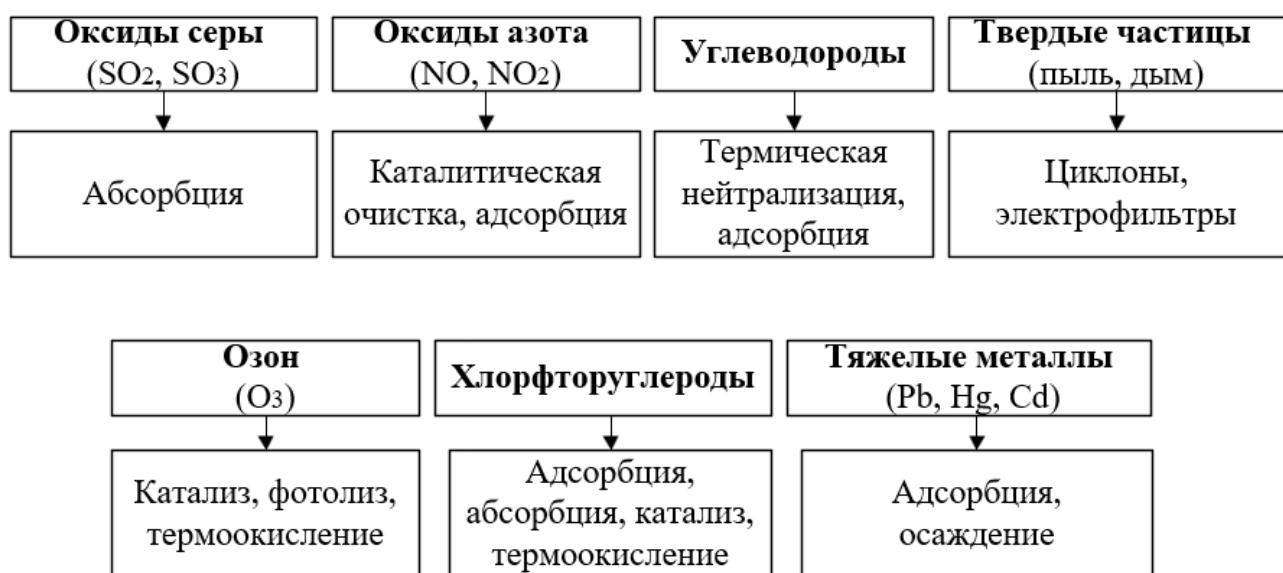


Рис. 3. Схема соответствия выбросов методам очистки

Основные очистные сооружения, используемые в настоящее время, которые могут обеспечить данные методы очистки – циклоны, фильтры, скрубберы, каталитические нейтрализаторы.

Из них циклоны предназначены для удаления твёрдых фракций из воздушного потока за счёт действия центробежных сил, фильтры задерживают пыль фильтрующим материалом при прохождении через него загрязнённого потока воздуха, в скрубберах загрязнённый воздух проходит через поток мелкодисперсных капель воды, которые обволакивают частицы загрязнений и под действием силы тяжести оседают и стекают в специальный отстойник

в виде шлама, а нейтрализаторы за счет химических реакций на поверхности катализатора превращают вредные вещества в более безопасные соединения или полностью разлагают их.

Однако следует учитывать, что очистные сооружения требуют обслуживания и модернизации, чтобы поддерживать соответствующий уровень значений выбросов и не наносить вред человеку и окружающей его среде.

Список литературы:

1. Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н., Пастухова Л.Г. Охрана воздушного бассейна: учебник / Ю.И. Толстова, Р.Н. Шумилов, Л.Г. Пастухова. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. – 122 с.
2. ОАО «НИИ АТМОСФЕРА» Методическое пособие по аналитическому контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: методическое пособие. – С-Пб: 2012. – 57 с.
3. Рязанцева Л.Т. Экспертиза проектов: курс лекций: учеб. пособие / Л.Т. Рязанцева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. – 220 с.
4. Приказ Минприроды России «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» № 273 от 06.06.2017 – Текст: электронный // КонтурНорматив: [сайт]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=310516>.

Информация об авторе:

Ильяшенко Анна Алексеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА СОСТАВИТЕЛЕЙ ПОЕЗДОВ

Камилов Х. М.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье рассматриваются условия труда составителей поездов, работающих на нестационарных рабочих местах железнодорожного транспорта. Особое внимание уделено конструктивным элементам подвижного состава (лестницы, подножки и поручни), влияющим на безопасность и эргономику трудового процесса. Приводится анализ способов захвата поручня и их биомеханических характеристик, выявлены недостатки существующих конструкций, снижающие эффективность и повышающие утомляемость работников.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, нестационарные рабочие места, составитель поездов, поручни, лестницы, подножки.

Железнодорожный транспорт является неотъемлемой и стратегически важной отраслью экономической инфраструктуры любой страны. Наблюдаемый в последние годы устойчивый экономический рост и рост международного товарооборота приводят к значительному увеличению потребности в железнодорожном транспорте и спроса на грузоперевозки. Роль специалистов, осуществляющих трудовую деятельность на нестационарных рабочих местах, имеет особое значение в эффективной организации грузовых и пассажирских перевозок через эту систему, обеспечении безопасности движения поездов и гарантировании бесперебойной работы транспортных операций. Деятельность работников, занятых на данном типе рабочих мест, рассматривается как основной человеческий фактор, необходимый для бесперебойной работы системы железнодорожного транспорта, соответствия технологических процессов и соблюдения требований безопасности [1].

Согласно основным понятиям, приведенным в Положении «О порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда и травмоопасности оборудования» утвержденном постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 15 сентября 2014 года № 263 «О дальнейшем совершенствовании мер по охране труда работников» нестационарные рабочие места – это рабочие места в территориально изменяющихся рабочих зонах, при этом рабочей зоной считается часть рабочего места, оснащенная необходимыми средствами производства, где один или несколько работников выполняют работу или операцию, сходные по характеру. Соответственно, служба

составителей поездов играет чрезвычайно важную роль в организации процесса перевозок железнодорожным транспортом и обеспечении безопасности движения поездов [2].

Работа составителя поезда связана с влиянием ряда профессиональных факторов (неблагоприятные метеорологические условия, шум, вибрация, низкая освещенность, физическая нагрузка, психическое напряжение и др.). Трудовая деятельность составителя поезда, осуществляемая в ходе трудового процесса, относится к тяжелому труду. Они преодолевают значительные расстояния (включая вес одежды и оборудования зимой) при формировании поездов стоя в течение смены, многократно поднимаясь и спускаясь по ступеням вагонов высотой 0,7–1,0 метра в течение смены. Помимо динамической работы, в их трудовой деятельности также существует большая статическая нагрузка. Это включает в себя удержание веса тела в вертикальном положении, удерживая ручку при выполнении маневровых работ на лестнице вагона, и применение силы при разъединении автосцепок. В большинстве случаев ему приходится опираться на ступеньку вагонной лестницы и висеть, держась руками за поручень. Ситуация еще более усложняется при часто встречающемся на практике углу наклона вагонной лестницы. В этом случае основной вес тела составителя поезда, спецодежды, сигналов и средств связи удерживается в вагоне с помощью его рук. Во время подачи сигнала (с помощью радио, флагка или свистка) он выполняет эту задачу только одной рукой (рис. 1).

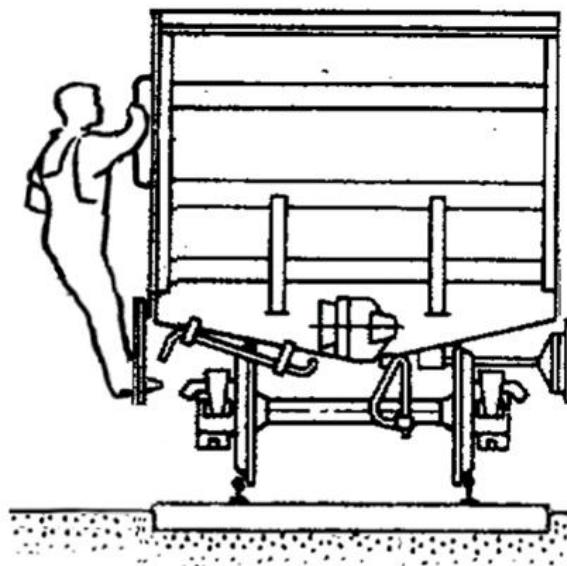


Рис. 1. Положение составителя поезда при ведении трудового процесса

Известно, что заводы-изготовители подвижного состава для железных дорог производят их в установленном порядке на основе конструкторской документации в соответствии с ОСТ 24.050.67-87 «Лестницы, подножки и поручни грузовых вагонов. Размеры и общие технические требования» [3]. Согласно ОСТ 24.050.67-87, конструкции лестниц, подножек и поручней

вагонов должны разрабатываться таким образом, чтобы обеспечить безопасные условия труда обслуживающего персонала при маневровых, погрузочно-разгрузочных работах, техническом обслуживании и ремонте вагонов. Стандарт также определяет обязательную номенклатуру этих конструктивных элементов для основных типов вагонов, их назначение и расположение.

В настоящее время многие вагоны, эксплуатируемые в железнодорожной сети, имеют конструктивные недостатки, влияющие на безопасность труда составителей поездов (неудобные для захвата поручни, слишком высокие ступеньки в вагонах, а также их расположение в непосредственной близости от колес). Согласно ОСТ 24.050.67-87, вагонный поручень, используемый составителем поезда, имеет литую круглую форму и состоит из рабочей части одинакового диаметра по всей длине (рис. 2) [3].



Рис. 2. Положение составителя поезда, удерживающего ручку вагона

При использовании поручней важно правильно их держать. Существует несколько классификаций способов захвата. Согласно классификации Бюссе [4], эти способы делятся на 6 основных категорий по сходству с механизмами. В проведенных исследованиях [5] было предложено 9 видов захвата. Существуют также научные работы, в которых использованы 12 и более видов захвата. В самом простом случае все захваты делятся на две группы: силовые и точностные [6].

С практической точки зрения, удобная классификация была предложена И. Матевым и С. Банковым, и в соответствии с этой классификацией различаются следующие виды захватов (рис. 3).

Приведенные способы захвата не охватывают полностью все возможные способы удержания поручня. В экспериментах по удержанию и использованию различных предметов было отмечено, что кулачный захват литых круглых поручня [6] не обеспечивает надежного и удобного удержания рукой, особенно неэффективен в предотвращении скольжения руки во влажных, холодных условиях или при ношении перчаток, а также создает риск ожогов кожи рук в жарких условиях. Это снижает эффективность профессиональной деятельности и усиливает утомляемость.

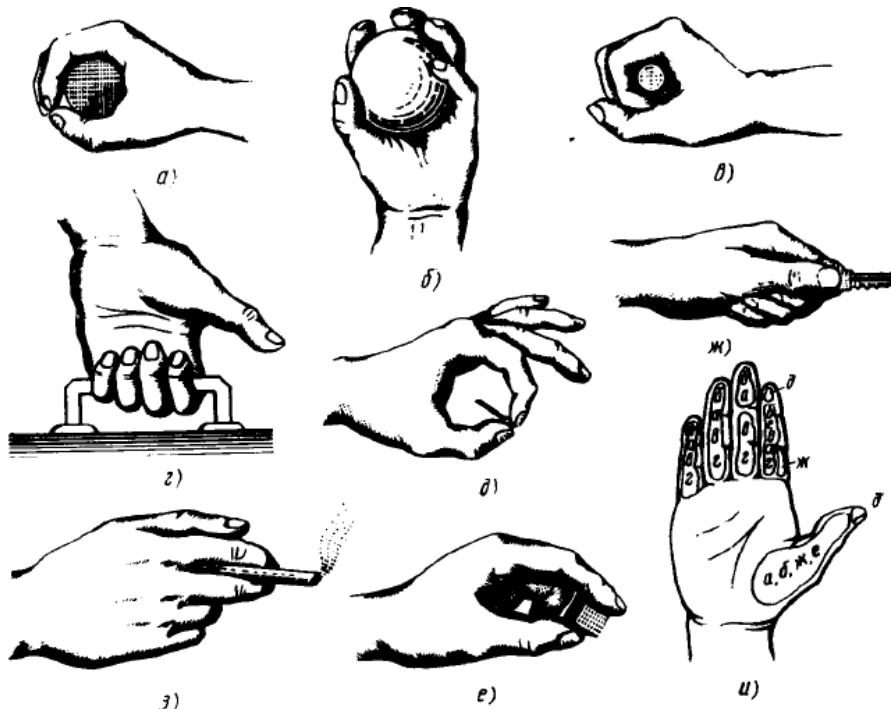


Рис. 3. Виды захватов:

а – цилиндрический; б – сферический; в – захват в кулак; г – захват крючок; д – концевой; е – пальмарный; ж – ключевой; з – ножничный; и – зоны контакта кисти при различных типах захватов

Планирование рабочего места согласно ГОСТ 12.2.049-80 «Производственное оборудование. Общие эргономические требования» [7] должно освобождать работника от отдельных действий, быть удобным и учитывать его антропометрические данные. Однако даже в самых простых случаях удержание вагонной поручня может создавать неудобства для составителя поезда. Тем не менее, на этапах проектирования и производства нового подвижного состава остается без внимания разработка рабочего места на основе законов эргономической биомеханики с целью обеспечения полного соответствия условий труда составителей поездов требованиям санитарно-гигиенических правил и норм. Поэтому при проектировании поручня, используемых в трудовой деятельности составителей поездов, особое внимание следует уделять их конструктивной форме, а также обеспечению возможности использования в условиях высоких температур.

Список литературы:

1. Камилов Х.М. Оценка воздействия аэрозолей с фиброгенным действием на работников, работающих на нестационарных рабочих местах на железнодорожном транспорте / Х.М. Камилов // Журнал транспорта. – 2025. – Т. 2. – Вып. 1 (март).
2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 15 сентября 2014 года № 263 «О дальнейшем совершенствовании мер по охране труда работников».

3. ОСТ 24.050.67-87. Лестницы, подножки и поручни грузовых вагонов. Размеры и общие технические требования. – М.: Изд-во Стандартов, 1987.
4. Бюиссе С. Позы и движения // Физиология труда. – М.: Медицина, 1973. – С. 37–124.
5. Roebuck J.A., Kroemer K.H.E., Thomson W.G. Engineering antropometry methods. – New York, 1973. – 459 p.
6. Kottke F.J., Stillwell G.K., Lehmann J.F. Krugen's handbook of physical medicine and rehabilitation. – Philadelphia: W.B. Sanders, 1982. – 1023 p.
7. ГОСТ 12.2.061-81. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам (Введ. 01.07.82). – М.: Изд-во Стандартов, 1981.
8. Апштейн З.В., Шейнфинкель В.М. Исследование функции схвата здоровой кисти // Протезирование и протезостроение. – 1965. – Вып. 15. – С. 45–50.
9. Аруин А.С. Биомеханические основы индивидуальной защиты человека в условиях профессиональной деятельности // Здоровье и функциональные возможности человека. – М.: Институт биофизики, 1985. – С. 24.
10. Аруин А.С., Зациорский В.М. Биомеханические свойства скелетных мышц и сухожилий. – М.: ГЦОЛИФК, 1980. – 63 с.
11. Аруин А.С., Зациорский В.М. Эргономическая биомеханика мануальных действий. – Москва, 1984. – 91 с. Деп. в ВИНИТИ 06.08.84, № 5684.
12. Аруин А.С., Зациорский В.М. Эргономическая биомеханика рабочих действий ногами. – Москва, 1985. – 23 с. Деп. в ВИНИТИ 27.06.85, № 4650.

Информация об авторе:

Камилов Хасан Мирзахитович – PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗДОРОВЬЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ РАБОТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Камилов Х. М.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье рассматривается влияние климата на труд железнодорожников, работающих на открытом воздухе. Описаны факторы жаркого климата и их физиолого-гигиеническое воздействие, а также последствия холода – обморожения, снижение чувствительности и работоспособности. Отмечена необходимость комплексных мер защиты и адаптации работников.

Ключевые слова: климат, терморегуляция, тепловое истощение, обморожение, производительность труда, безопасность труда.

Климат определяет течение многих природных процессов и создает ряд важных факторов, влияющих на условия труда железнодорожников, работающих на открытом воздухе. Изучение непосредственного влияния погоды на человека входит в сферу прямого интереса физиологии, гигиены и клинической медицины. Специалистами этих направлений разработан ряд классификаций погоды по ее влиянию на тепловое состояние человека, работающего на открытом воздухе. Кроме того, они создали методику физиолого-гигиенической характеристики климата. Эта методика учитывает комплексное воздействие погодных условий на организм, а также повторяемость погоды [1].

Трудовая деятельность работников железнодорожного транспорта, работающих на открытом воздухе в условиях жаркого климата, связана с серьезными факторами риска с точки зрения физиологии человека, гигиены труда и охраны труда. Жаркий климат обычно характеризуется средней дневной температурой воздуха от +28 до +35 °C и выше, относительной влажностью 40–70 % и высокой солнечной радиацией. На железнодорожном транспорте в летние месяцы, особенно в пустынных и степных зонах, в середине лета на открытых железнодорожных путях, станциях и площадках технического обслуживания температура воздуха вблизи асфальтовых, балластных или металлических поверхностей может подниматься до +50 °C [2].

Основные негативные факторы в жарком климате:

- высокая температура воздуха – увеличивает нагрузку на систему терморегуляции;

- солнечная радиация – ультрафиолетовое излучение и инфракрасный тепловой поток непосредственно воздействуют на тело;
- низкая или средняя относительная влажность – приводит к обезвоживанию, ускоряя испарение влаги через кожу;
- скорость ветра – влияет на теплообмен, но даже сильный ветер при высоких температурах не снижает теплового стресса;
- теплопоглощающие металлические и бетонные поверхности – дополнительно повышают окружающую температуру.

Известно, что поддержание теплового баланса организма является основной задачей при работе в жарком климате, и этот процесс осуществляется посредством следующих физиологических механизмов:

- потоотделение с поверхности кожи – выделение тепла путем испарения (эвапорация);
- расширение сосудов кожи – передача тепла посредством конвекции и радиации.

Если температура окружающей среды приближается к внутренней температуре тела ($\approx 37^{\circ}\text{C}$) или превышает ее, механизмы теплоотдачи нарушаются. В результате:

- тепловой стресс – чрезмерное напряжение адаптационных ресурсов организма;
- нарушение водно-солевого обмена – потеря натрия и калия с потом;
- тепловой удар (heat stroke) – повышение центральной температуры тела выше 40°C .
- тепловое истощение – общая слабость, мышечные спазмы, головокружение.

Работники железных дорог, работающие на открытом воздухе (дорожные мастера, составители поездов, бригады по ремонту рельсов, работники сигнализации и связи), сталкиваются со следующими рисками:

- инфракрасное излучение, отраженное от металлических поверхностей – дополнительная тепловая нагрузка;
- горячие рельсы и железнодорожные конструкции – опасность термических ожогов;
- тяжелый физический труд – дополнительная нагрузка на сердечно-сосудистую систему;
- работа в средствах защиты (специальная одежда, каска) – ограничивает кожное дыхание и затрудняет теплоотдачу.

При работе в условиях жаркого климата или высокотемпературного производства увеличивается тепловая нагрузка на организм человека, что может вызвать ряд заболеваний и патологических состояний. С точки зрения научной гигиены и физиологии, в результате длительного воздействия высокой температуры и физической нагрузки истощаются ресурсы организма, через кожу теряется большое количество натрия и других электролитов, нарушается ионный баланс в мышечных клетках. Высокая температура увеличивает

частоту сердечных сокращений, расширяет кровеносные сосуды и увеличивает объем кровообращения, что усугубляет симптомы гипертонии и ишемической болезни сердца. В таких условиях наблюдаются сильная слабость, головная боль, тошнота, холодный пот, повышение температуры тела до 38–39 °С, болезненные спазмы в мышцах ног, рук и живота. Если температура тела поднимается до 40 °С и выше, система терморегуляции выходит из строя. В результате возникают головокружение, помутнение сознания или потеря сознания, сухость кожи, учащенное сердцебиение и учащенное дыхание. Такой острый тепловой удар может привести к поражению центральной нервной системы, коматозному состоянию или даже смерти. Вследствие этого у человека, работающего в условиях жаркого климата, повышается вероятность снижения трудоспособности, потери сознания и развития других осложнений, представляющих серьезную угрозу для здоровья [3].

Кроме того, ряд исследователей [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11] показали, что реакции человека на холод в основном заключаются в сужении кровеносных сосудов пальцев рук и ног, кожи носа и лица, а также мышц. Вязкость крови увеличивается, в результате чего ее общее количество уменьшается, и замедляется ее приток к периферическим участкам тела в единицу времени. Это приводит к снижению температуры кожи тела, особенно конечностей, и сопровождается неприятными субъективными ощущениями. Когда температура поверхности кожи опускается ниже +3 °С, ощущается холод, а когда температура рук падает до +15 °С, а ног до +17 °С, возникает мучительное ощущение, которое при +4–12 °С переходит в окоченение. Незначительные, но длительные и регулярно повторяющиеся переохлаждения (работа голыми руками в неотапливаемом помещении или на открытом воздухе, ношение влажной обуви и т. д.) приводят к ознобу (воспалению кожи, сопровождающемуся зудом и жжением); сильные и продолжительные переохлаждения вызывают локальное повреждение поверхностных тканей – обморожение – из-за оттока крови из периферических кровеносных сосудов в глубокие ткани и органы.

Длительное воздействие холода не только изменяет двигательную реакцию человека, но и нарушает его способность координировать и выполнять точные движения. При значительном охлаждении рук у работающих снижается тактильная чувствительность пальцев и устойчивость мышц кисти к статическим напряжениям. В результате снижается работоспособность, а болевые ощущения в кистях и стопах, вызванные холодом, часто препятствуют продолжению работы. Воздействие холодной среды может вызвать стрессовые реакции в организме человека из-за психологических и эмоциональных факторов. Степень этих изменений зависит от скорости и степени охлаждения организма. Чем выше влажность воздуха и скорость движения, тем быстрее охлаждается тело.

В связи с этим воздействие климатических условий на человека необходимо рассматривать в увязке с изменениями в функционировании наиболее важных для работника систем. К ним относятся высшая нервная

деятельность, зрительный, слуховой и двигательный анализаторы. В этом случае функционирование этих физиологических систем следует рассматривать как неотъемлемую часть системы обеспечения безопасности труда. Несмотря на то, что эти воздействия чрезвычайно индивидуальны и изменчивы, они ярко выражены и в конечном итоге могут стать основной причиной травмы сотрудника в опасной зоне.

Физиолого-гигиеническая характеристика климата основана на двух основных аспектах: во-первых, на оценке влияния различных метеорологических факторов, то есть определённой погоды, на тепловое состояние человека, и, во-вторых, на учёте степени повторяемости различных погодных комплексов, вызывающих тот или иной тип теплового состояния человека на данной территории. Применение такого подхода позволило нормировать допустимые сроки работы на открытом воздухе, потребность в отапливаемых помещениях в зимний период, сроки ношения спецодежды и требования к ним [12].

Безусловно, обеспечение нормального состояния человеческого организма в жарких или холодных условиях является важнейшей задачей. Однако природа действует на человека не только низкой или высокой температурой, но и комплексом природных факторов [13]. При обеспечении безопасности труда работников железнодорожного транспорта нельзя не учитывать действие на человека туманов, снежных бурь, гололедиц, грозовых явлений, ураганов, града и др., приводящих к снижению уровня зрительной информации и ее восприятия, что может непосредственно привести к травмам работника. Особенно важно учитывать влияние этих факторов при движении на высоких скоростях в сложных геометрических условиях на железнодорожных станциях и перегонах, а также в условиях неблагоприятного ночного освещения [14].

Согласно Международным стандартам гигиены труда (СанПиН, ISO 7243, ISO 7933), нагрузка труда в условиях высоких и низких температур оценивается на основе показателя WBGT (Wet Bulb Globe Temperature). Поэтому, когда температура превышает или падает ниже установленной нормы в зависимости от вида деятельности, важно установить время работы и отдыха сотрудников на основе строгих нормативов, организовать режим питья воды (200–250 мл каждые 15–20 минут), использовать защитную одежду или зонты от высоких и низких температур и другие организационные и технические меры для сотрудников железнодорожного транспорта, работающих на открытом воздухе, гигиена труда, физиологическая адаптация и меры безопасности. Научные исследования показывают, что снижение температурной нагрузки не только сохраняет здоровье работника, но и может повысить производительность труда на 15–20 %. Поэтому необходимо комплексное внедрение технических, организационных и индивидуальных средств защиты, подходящих для жаркого и холодного климата.

Список литературы:

1. Кандор И.С., Делика Д.М., Ратнер Е.М. Физиологические принципы санитарно-клинического районирования территории СССР. – Москва, 1974.
2. Гербарт-Гейбович А.А., Кандор И.С., Чубуков Л.А. Погода, климат и человек // Вопросы географии. Климат и человек: сборник научн. трудов № 89. – М.: Мысль, 1972. – С. 5–16.
3. Лиопо Т.Н., Цаценко Г.В. Климатические условия и тепловое состояние человека. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971.
4. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 248 с.
5. Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. – М.: Гидрометеоиздат, 1975.
6. Конради Г.П., Солоним А.Д., Фарфель В.С. Общие основы физиологии труда. – М.-Л.: Биомедгиз, 1934. – 672 с.
7. Короленко ЦП. Психофизиология человека в экстремальных условиях. –Л.: Медицина, 1978. – 272 с.
8. Лопатина Е.Б., Чубуков Л.А., Шварева Ю.Н. Природно-климатическая дифференциация территории СССР по условиям жизнедеятельности человека // Вопросы географии. Климат и человек: сборник научн. трудов № 89. – М.: Мысль, 1972.
9. Руководство по железнодорожной медицине в 3-х томах / Под ред. Сибилева В.М., Коршунова Ю.Н., Цфасмана А.З. – М.: Медицина, 1990. – 91 с.
10. Руководство по физиологии труда / Под ред. В.М. Сибилева и др. Том 1. – М.: Транспорт, 1990. – 280 с.
11. Троян П. Экологическая биоклиматология. – М.: Высшая школа, 1988. – 205 с.
12. Гигиена и физиология труда на железнодорожном транспорте / Под ред. А.А. Прохорова. – М.: Транспорт, 1973. – 264 с.
13. Киселева Л.В., Васильев С.В., Гаранина Т.В. Климатология и метеорология на железнодорожном транспорте. – М.: УМК МПС России, 2002. – 189 с.
14. Болотин В.И. Видимость – важнейший фактор безопасного труда // Путь и путевое хозяйство. – 1998. – № 9. – С. 33–35.

Информация об авторе:

Камилов Хасан Мирзахитович – PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

МЕРЫ ПО КОНТРОЛЮ И СНИЖЕНИЮ ШУМА В МОСКВЕ

Колотилина А. Д.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются меры по контролю и снижению шумового загрязнения в Москве как важного фактора, влияющего на здоровье населения и качество городской среды. Анализируются основные направления борьбы с шумом: строительство шумозащитных экранов, развитие зелёных насаждений, модернизация общественного транспорта, совершенствование градостроительных решений и ужесточение нормативно-правовой базы. Особое внимание уделено проблемам жилой застройки и использованию звукоизоляционных материалов. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода, объединяющего инженерные, правовые и социальные меры для создания комфортной и экологически безопасной городской среды.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, Москва, акустическая безопасность, шумозащитные экраны, зелёные насаждения, общественный транспорт, градостроительство, звукоизоляция, нормативно-правовое регулирование, экологическая безопасность.

Меры по контролю и снижению шума в мегаполисе, таком как Москва, представляют собой комплексную задачу, требующую участия органов государственной власти, муниципальных структур, экологических служб и самих горожан. Шумовое загрязнение постепенно становится одним из наиболее актуальных вопросов, влияющих на качество городской среды и здоровье населения. Для успешного контроля над уровнем шума необходимо ориентироваться на целую совокупность факторов, включая урбанистическое планирование, развитие транспортной системы и нормативно-правовую базу, регламентирующую акустическую безопасность.

Важнейшим направлением работы в данной сфере является совершенствование инфраструктуры городского транспорта. Чем больше транзитных магистралей, шумных развязок и пересечений, тем выше общий акустический фон. Это означает, что улучшение дорожной сети и использование современных технологий могут существенно снизить уровень шума от автотранспорта. Одним из эффективных методов является установка шумозащитных экранов, которые способны локализовать звуковые волны, исходящие от проезжей части. Нередко такие экраны сочетаются с зелёными насаждениями, что способствует дополнительному поглощению шума и обогащению среды кислородом. Сочетание инженерных решений и природных элементов даёт заметный эффект, который положительно сказывается на микроклимате городской среды.

Не менее важным фактором снижения шума в Москве становится модернизация общественного транспорта. Развитие метрополитена и внедрение подвижного состава на электротяге могут способствовать уменьшению числа единиц личного автотранспорта в городе, а значит – снижению уровня шума. Кроме того, строгое соблюдение режимов работы транспорта, особенно в ночное время, оказывает прямое влияние на комфорт жителей. Подобные меры должны подкрепляться формированием общественного сознания о ценности акустического благополучия. Информация о негативных последствиях повышенного уровня шума, просветительские программы и вовлечение горожан в общественные инициативы стимулируют более ответственное отношение к шуму и создают предпосылки для более комплексного решения проблемы. Сравнительный анализ различных подходов к снижению шума в Москве представлен в таблице 1.

Таблица 1

Подходы к снижению шума в г. Москве

Подход к снижению шума	Преимущества	Ограничения
Строительство шумозащитных экранов	Значительно снижает уровень шума у жилых кварталов	Затраты на инфраструктуру, необходимость периодического обслуживания
Развитие зелёных насаждений вдоль дорог	Природное поглощение шума, улучшение экологической обстановки	Ограниченность доступных площадей в мегаполисе
Модернизация общественного транспорта	Сокращение объёмов личного автотранспорта, снижение выбросов	Зависимость от бюджетных ассигнований, длительные сроки реализации
Ужесточение нормативно-правовых актов	Создаёт правовую базу для контроля и штрафов	Зависимость от соблюдения законов, необходимость усиленного надзора

Ниже представлена блок-схема подходов к снижению шума в г. Москве (рис. 1).

Серьёзным вызовом при решении проблемы шума является застройка и обустройство крупных жилых массивов. Некоторые участки города нуждаются в реконструкции или реновации, так как старый жилой фонд плохо приспособлен к современным акустическим требованиям. При строительстве или капитальном ремонте зданий имеет смысл использовать специальные звукоизоляционные материалы, а также продуманные конструктивные решения. Оптимизация планировки дворовых территорий, установка многослойных стеклопакетов и звукоизолирующих элементов в вентиляционных системах могут дать значительное снижение уровня шума внутри жилых помещений. Однако подобные меры часто требуют крупных финансовых затрат, что затрудняет их масштабное внедрение без государственной или муниципальной поддержки.

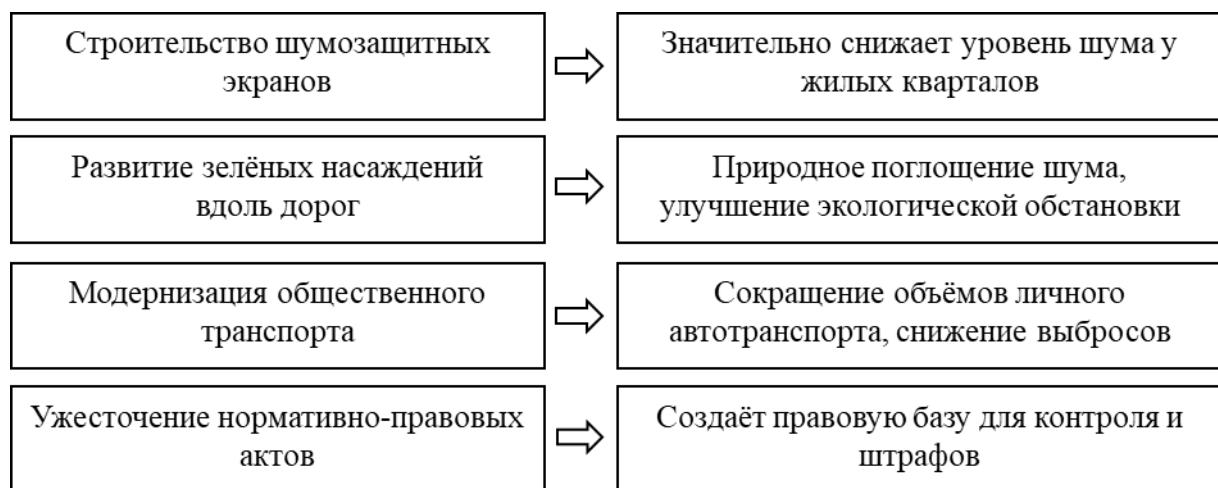


Рис. 1. Блок-схема подводящих к снижению уровня шума в г. Москве

Дополнительный сравнительный анализ можно отразить в виде таблицы 2, показывающей разницу в подходах к проектированию городских кварталов.

Таблица 2

Сравнительный анализ

Критерий	Традиционная застройка	Застройка с учётом акустических норм
Используемые материалы	Стандартные строительные материалы	Специальные звукоизолирующие панели и окна
Инженерные решения	Обычные системы вентиляции, дворовые пространства	Умные системы вентиляции, продуманные планировки дворов
Уровень шума внутри помещений	Может превышать нормативные показатели	Гарантийное снижение шума за счёт конструктивных мер
Влияние на здоровье жителей	Повышенная утомляемость, риск неврологических нарушений	Более комфортная среда, снижение стресса и заболеваний

При анализе мер по контролю шума в Москве следует учитывать взаимодействие различных служб и ведомств, а также участие гражданского общества. Комплексный подход подразумевает не только инженерные и архитектурные решения, но и правовое регулирование, усиление контроля за нарушителями, способными существенно увеличивать уровень шумового загрязнения (например, при использовании громкой звуковой аппаратуры). Важную роль играет освещение темы в средствах массовой информации.

Выводы свидетельствуют о том, что шумовое загрязнение в столице представляет комплексную проблему, решение которой требует рационального комбинирования различных инструментов: развития городской инфраструктуры, правильного проектирования жилых и общественных

пространств, ужесточения нормативной базы и привлечения общественного внимания к данному вопросу. Каждый из рассмотренных подходов – будь то шумозащитные экраны, озеленение, модернизация транспорта или новый формат застройки – имеет свои преимущества и ограничения. Лишь в совокупности они могут обеспечить долгосрочный эффект, проявляющийся в снижении уровня шума, повышении комфорта проживания и улучшении здоровья населения Москвы. При этом любые меры должны реализовываться последовательно и на основании анализа реальных потребностей разных районов, с учётом их специфики, градостроительных планов и приоритетов в области здоровья граждан. Такой комплексный и системный подход способен обеспечить городу благоприятные условия для жизни и социально-экономического развития.

Список литературы:

1. Жидкова А.Г., Литвинов С.В. Методы уменьшения шумового загрязнения в городах // Обществознание и социальная психология. – 2022. – № 3-2 (33). – С. 101–106.
2. Филиппов Р.А., Леонов Ю.А. Методы снижения шумового загрязнения в современных городах // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении. Сборник научных статей Всероссийской конференции. Под общей редакцией В.И. Аверченкова. – Брянск, 2022. – С. 42–45.
3. Чернышев А.В. Проблема шумового загрязнения Алексеевского района города Москвы и пути её решения // Актуальные проблемы техногенной и экологической безопасности и пути их решения. Материалы ежегодной научно-практической конференции студентов факультета экологии и техносферной безопасности Российского государственного социального университета. – 2018. – С. 155–165.

Информация об авторе:

Колотилина Александра Дмитриевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКЕ

Коноплев П. Д.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Белоусова В. П.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены требования к планировке участка электродуговой сварки и организации рабочего места сварщика. Приведен анализ правовой базы, регламентирующей безопасность сварочных работ (ГОСТ, СНиП, СанПиН, ПУЭ). Выяснены потенциальные производственные риски на участке сварки.

Ключевые слова: электродуговая сварка, сварочный участок, рабочее место сварщика, электробезопасность, охрана труда, производственные риски.

Электродуговая сварка (ЭДС) является одним из наиболее распространённых способов соединения металлов в машиностроении, строительстве и других отраслях промышленности. Данный процесс сопровождается воздействием опасных факторов: высокой температурой, интенсивным излучением, выделением сварочных аэрозолей, повышенным уровнем шума, а также риском поражения электрическим током. В связи с этим организация участка сварочных работ и рабочего места сварщика требует строгого соблюдения нормативных требований в области охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности и санитарно-гигиенических норм.

1. Требования к планировке участка электродуговой сварки

1.1. Размещение рабочих мест

Сварочные места рекомендуется располагать в специально выделенных производственных помещениях или на открытых площадках под навесами. Согласно ГОСТ 12.3.003-86 [1], расстояние между соседними местами должно составлять не менее 2,5 м, а от рабочего места до стены не менее 1 м. Это необходимо для обеспечения свободного доступа к оборудованию, безопасного перемещения персонала и исключения перекрещивания сварочных кабелей.

Источники питания должны располагаться вне зоны воздействия сварочных аэрозолей, а также доступ к электроустановкам свободный для обслуживания и экстренной остановки.

1.2. Требования к освещению

Не менее 300 лк на рабочей поверхности (СНиП 23-05-95) [6], освещение равномерное, без резких теней и бликов. В местах местных освещений устанавливаются дополнительные светильники с защитными кожухами, не мешающие работе сварщика и не создающие отражений на сварочной дуге.

1.3. Требования к ограждениям

Защитные экраны изготавливаются из негорючих материалов, высота которых должна составлять 1,8–2,0 м. Также защитные экраны должны поглощать ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, а также предотвращать соседние мета и персонал от ослепляющего света и брызг расплавленного металла.

Разделение постов используются для обеспечения безопасности, концентрации сварщика на рабочем процессе и обеспечивают минимизацию перекрёстного загрязнения аэрозолями.

1.4. Требования к пожарной безопасности

Удаление горючих материалов должно производиться на расстоянии не менее 5 м от сварочного рабочего места. Легко воспламеняемые жидкости и горючие жидкости запрещены на участке. Каждое рабочее место должно быть оборудовано огнетушителем, ящиком с песком и асбестовым полотном, также разработан план действий при возгорании.

Столы и полы из негорючих или трудно воспламеняемых материалов такие как металл или плитка [2].

На рис. 1 представлена схема расположения рабочих мест.

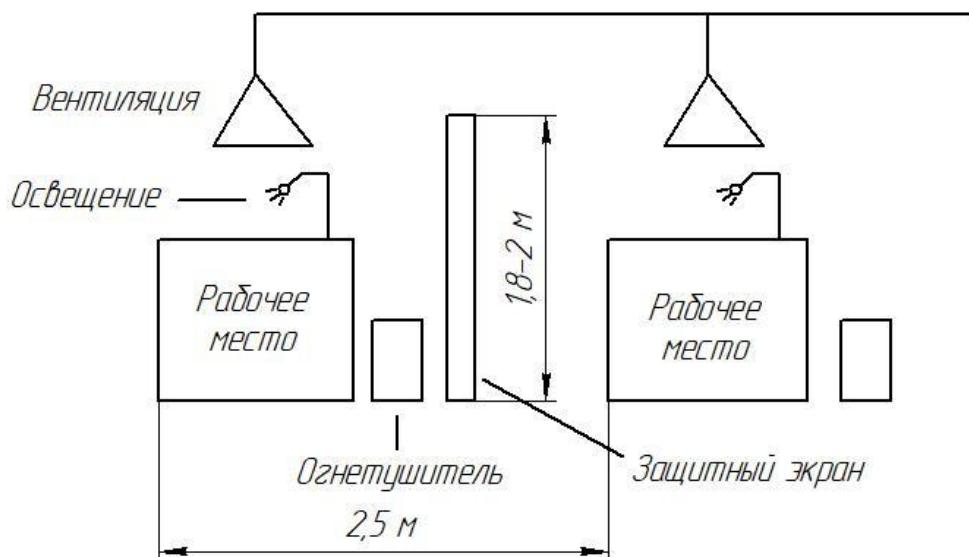


Рис. 1. Требования к расположению рабочего места электродугового участка сварки

2. Потенциальные производственные риски при выполнении сварочных работ методом ЭДС

Несмотря на эффективность и универсальность, данный процесс сопровождается рядом опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к травмам, профессиональным заболеваниям, возгораниям и другим чрезвычайным ситуациям. Анализ потенциальных рисков необходим для разработки эффективных мер по их предотвращению и обеспечению безопасных условий труда.

2.1. Воздействие электрического тока

Одним из главных рисков при электродуговой сварке является поражение электрическим током. В процессе сварки используется напряжение, которое может быть опасным для жизни при нарушении правил эксплуатации оборудования.

Основные причины поражения:

- повреждение изоляции сварочных кабелей;
- контакт с токоведущими частями оборудования;
- недостаточное или отсутствующее заземление;
- высокая влажность на рабочем месте.

2.2. Термические ожоги и воспламенение

Температура сварочной дуги может достигать 6000 °С. Расплавленный металл и искры, разлетающиеся при сварке, представляют серьёзную опасность:

- возможны ожоги открытых участков тела;
- воспламенение одежды и горючих материалов поблизости;
- перегрев оборудования и кабелей [3].

2.3. Вдыхание вредных газов и аэрозолей

При сварке происходит термическое разложение покрытия электродов, заготовок и основного металла, что сопровождается выделением вредных веществ:

- оксиды азота (NO_x), угарный газ (CO), озон (O₃);
- металлические пары (например, соединения марганца, хрома, свинца, кадмия);
- продукты сгорания загрязнений (масла, краски и пр.) [4].

2.4. Взрыво- и пожароопасность

Сварочные работы зачастую проводятся вблизи горючих материалов, в том числе в резервуарах, цистернах, вентиляционных каналах. Потенциальные опасности включают:

- воспламенение легко возгораемых веществ от искр и капель металла;
- взрыв горючих газов или паров при недостаточной вентиляции;
- перегрев оборудования и электрических цепей.

2.5. Механические травмы

Сварщики работают с тяжёлыми металлическими конструкциями, инструментом, оборудованием. Наиболее вероятные травмы:

- падение предметов;
- травмы при перемещении заготовок;
- повреждения при резке и зачистке швов [5].

3. Практические рекомендации для соответствия с нормативами

1. Провести оценку профессиональных рисков и оформить её результаты.

2. Обновить (или разработать) инструкции по охране труда именно для видов сварки, выполняемых на предприятии, опираясь на Приказ № 884н.

3. Проверить соответствие участка требованиям по расстояниям, экранам, освещению (СНиП/ГОСТ).

4. Обеспечить проект вентиляции/местных отсосов и замер концентраций вредностей (по СанПиН).

5. Провести проверку систем заземления и защитных устройств по ПУЭ; вести журнал проверок.

6. Организовать регулярное обучение, инструктаж и медосмотры сварщиков (ТК РФ и Правила 884н).

7. Подготовить план мероприятий по пожарной безопасности и обеспечить наличие первичных средств у каждого поста.

Заключение

Таким образом, планировка участка электродуговой сварки и организация рабочего места сварщика должны соответствовать требованиям нормативно-правовой базы: ГОСТов, СНиПов, СанПиНов и ПУЭ. Соблюдение данных требований позволяет минимизировать воздействие опасных факторов, повысить эффективность сварочного процесса и обеспечить безопасность персонала. Проведённый анализ производственных рисков при выполнении электродуговой сварки показал наличие широкого спектра потенциальных опасностей: от поражения электрическим током и термических ожогов до отравлений вредными веществами и психофизиологических перегрузок.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.3.003-86. Работы сварочные. Требования безопасности. – Введ. 01.01.1987. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 28 с.
2. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – Введ. 01.07.2003. – М.: ГУГПС МВД России, 2003. – 92 с.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд. – Введ. 01.01.2003. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 656 с.
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к аэроионам воздуха производственных и общественных помещений. – Введ. 01.01.1997. – М.: Минздрав РФ, 1997. – 24 с.
5. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 02.07.2021). – М.: Проспект, 2021. – 352 с.
6. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 01.01.1996. – М.: Госстрой России, 1995. – 48 с.

Информация об авторе:

Коноплев Павел Дмитриевич – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Белоусова Виктория Павловна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ГИБРИДНЫХ ФОРМ ЗАНЯТОСТИ

Короткова Д.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ермолаева Н. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются современные вызовы психофизиологической безопасности работников в условиях цифровизации экономики и распространения гибридных форм занятости. Выделены ключевые факторы риска: рост когнитивных нагрузок, увеличение экранного времени, феномен «always online», нарушение баланса между трудом и отдыхом.

Ключевые слова: цифровизация, гибридная занятость, психофизиологическая безопасность, когнитивные нагрузки, always online, профессиональное выгорание, цифровая гигиена.

Цифровизация затрагивает все сферы деятельности человека и формирует новые условия организации труда. Согласно данным Росстата (2023), около 20 % работников в России хотя бы частично выполняют свои обязанности в удалённом или гибридном формате. В мировом масштабе этот показатель достигает 27–30 % сотрудников (по данным OECD, 2024).

Параллельно растут показатели профессиональных рисков. Так, исследования НИУ ВШЭ (2024) показали, что среднее экранное время российских офисных сотрудников составляет 8,5 часа в день, что значительно превышает гигиенические нормы. Более того, 63 % работников на удалёнке отмечают трудности в разграничении рабочего и личного времени (SuperJob, 2023).

Международная организация здравоохранения (ВОЗ, 2021) официально признала профессиональное выгорание одной из ключевых угроз для здоровья работников. Цифровизация усиливает масштабы проблемы: круглосуточная доступность («always online»), многозадачность в цифровой среде и рост когнитивных нагрузок провоцируют хронический стресс и эмоциональное истощение.

Таким образом, переход к цифровым и гибридным форматам занятости, с одной стороны, открывает новые возможности, а с другой – формирует новые вызовы психофизиологической безопасности, требующие системного анализа и профилактики.

Новые психофизиологические вызовы

Анализ новых форм занятости позволяет выделить ряд ключевых факторов риска, возникающих в условиях цифровизации. Они связаны как с изменением организации рабочего времени, так и с особенностями взаимодействия в цифровой среде. В совокупности данные факторы формируют специфический механизм воздействия на психофизиологическое состояние работников, который представлен на рис. 1.

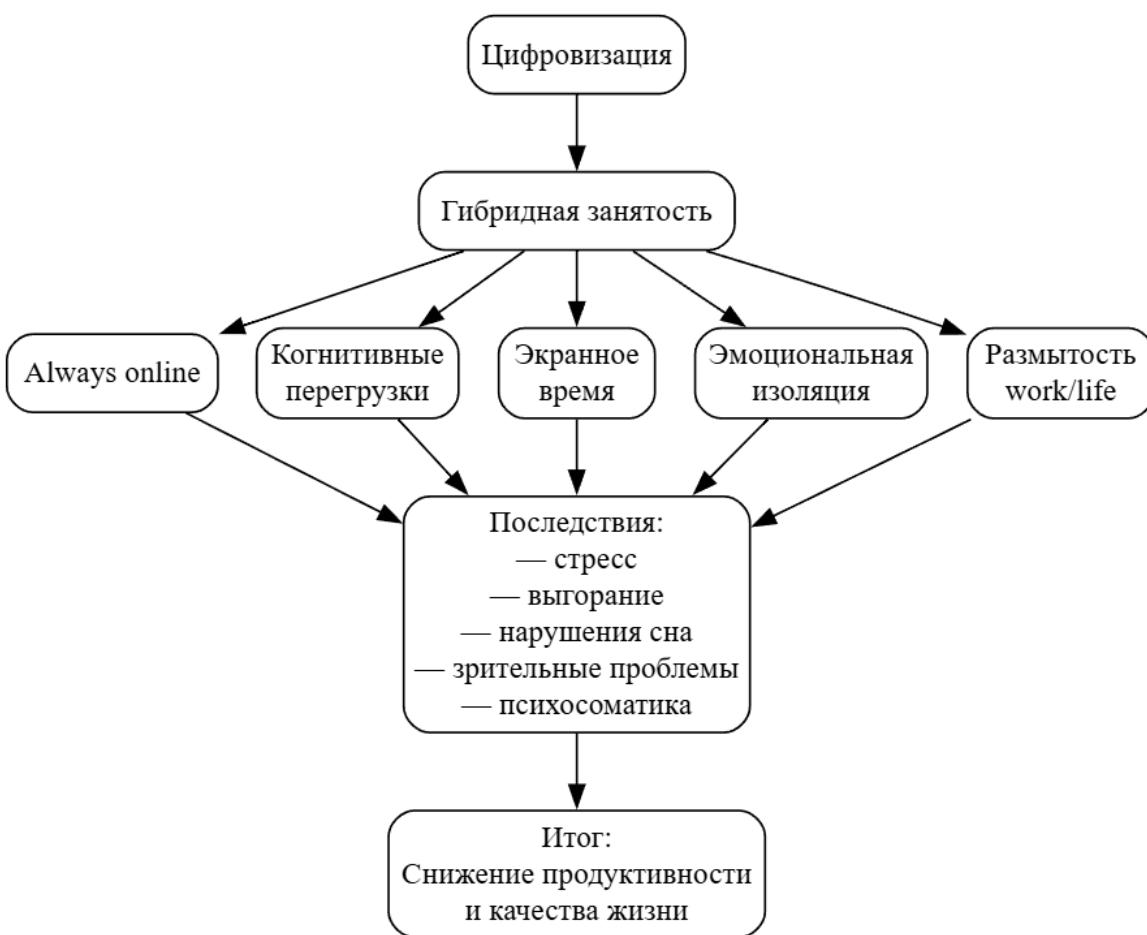


Рис. 1. Влияние цифровой среды на психофизиологическую безопасность работников

1. *Рост когнитивных нагрузок.* Цифровые технологии ускорили обмен информацией и расширили доступ к данным. Однако постоянное переключение между мессенджерами, электронными письмами, онлайн-совещаниями и документами приводит к когнитивному перенапряжению. Это снижает концентрацию, ухудшает память и вызывает «цифровую усталость».

2. *Феномен «always online».* Многие сотрудники остаются доступными 24/7 – в мессенджерах, корпоративных чатах, по электронной почте. Отсутствие временных границ создаёт хроническое чувство тревоги, а также формирует синдром эмоционального выгорания.

3. *Увеличение экранного времени.* Средняя продолжительность работы за компьютером и смартфоном при гибридной занятости превышает 8–10 часов в

день. Это приводит к зрительным нарушениям, головным болям, ухудшению сна и снижению работоспособности.

4. *Стирание границ между работой и личной жизнью.* Удалённые и гибридные форматы способствуют тому, что работники выполняют задачи в вечернее время или выходные дни. Отсутствие чёткой регламентации режима труда усиливает риск стрессовых расстройств.

5. *Эмоциональная изоляция.* При удалённой работе снижается уровень социального взаимодействия, что может вызывать чувство одиночества и эмоциональной нестабильности. Для молодых специалистов это особенно критично, так как замедляет адаптацию в коллективе.

Направления профилактики

1. Цифровая гигиена: формирование правил использования гаджетов, отключение уведомлений в нерабочее время, ограничение экранного времени, применение техники «Pomodoro».

2. Рационализация режимов труда: чёткая регламентация рабочих часов и обязательные перерывы каждые 1–2 часа.

3. Использование информационных технологий: фитнес-трекеры, приложения для контроля сна и уровня стресса.

4. Организационные меры: корпоративные тренинги по стресс-менеджменту, психологическая поддержка сотрудников, внедрение «зелёных стандартов офисов».

5. Образовательные инициативы: повышение осведомлённости студентов и молодых специалистов о рисках цифровой среды.

Заключение

Гибридные форматы работы и цифровизация создают новые вызовы психофизиологической безопасности работников. Основные риски связаны с когнитивными перегрузками, круглосуточной доступностью, ростом экранного времени и эмоциональной изоляцией. Эти факторы требуют комплексного подхода к профилактике, включающего цифровую гигиену, организационные и технические меры, а также развитие культуры здоровья.

Обеспечение психофизиологической безопасности в условиях цифровизации становится стратегической задачей, влияющей не только на сохранение здоровья работников, но и на повышение эффективности организаций в целом.

Список литературы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» (с изм. на 30.12.2020 г., ред., действ. с 01.01.2021 г.) // КонсультантПлюс. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 13.09.2025).
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ (ТК РФ) (с изм. на 30.04.2021 г., ред., действ. с 01.05.2021 г.) // КонсультантПлюс. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 13.09.2025).

3. ГОСТ 12.2.032–78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // ФГИС «Стандартинформ». – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://protect.gost.ru/> (дата обращения: 21.11.2023).
4. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация (Р 2.2.2006-05) // ФГИС «Стандартинформ». – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://protect.gost.ru/> (дата обращения: 13.09.2025).
5. Деева О.С. Причины профессионального стресса и методы его профилактики // Ученые записки Тамбовского отделения РоСМУ. – 2019. – № 14. – С. 6–10.
6. Ким Б. Понятие стресса в профессиональной деятельности // Наука без границ. – 2020. – № 6 (11). – С. 1–5.
7. Печеркина А.А., Борисов Г.И. Технологии сохранения и самосохранения профессионального здоровья // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – № 6. – С. 16–19.

Информация об авторе:

Короткова Дарья – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ермолаева Наталья Вадимовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ЗЕЛЁНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ: ОТ УГЛЯ К СОЛНЦУ

Косточкин И. Н.

Научный руководитель: ст. преп. Певцов Б. Г.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается переход от традиционных ископаемых источников энергии, таких как уголь, к возобновляемым источникам, включая солнечную и ветряную энергетику, в контексте производственных процессов. Обсуждаются преимущества внедрения зеленых технологий для повышения энергоэффективности и снижения углеродного следа предприятий. Приведены примеры успешных практик компаний, реализующих устойчивые энергетические решения, а также анализируются вызовы и барьеры на пути к экологически чистому производству. Статья подчеркивает значимость перехода к зеленой энергетике для достижения глобальных целей по устойчивому развитию и охране окружающей среды.

Ключевые слова: зеленая энергетика, производственные процессы, уголь, солнечная энергия, устойчивое развитие, экология.

История индустриализации неразрывно связана с освоением ископаемого топлива, и уголь, в особенности, стал движущей силой промышленных революций, питая машины и заводы, трансформируя ландшафты и создавая основы современного мира. На протяжении веков уголь был символом прогресса, его добыча и сжигание легли в основу индустриального взлета, позволяя человечеству достигать невиданных ранее масштабов производства. Например, один килограмм угля может высвободить около 24 мегаджоулей энергии, что делало его крайне мощным источником, но ценой этого становилось выделение значительного количества CO₂. Исторически, именно уголь сделал возможным массовое производство стали, развитие железных дорог. Однако, эта эпоха прогресса имела и свою тёмную сторону: выбросы от сжигания угля привели к первым серьёзным проблемам с загрязнением воздуха в промышленных центрах, а научные открытия XX века начали раскрывать масштабы воздействия CO₂ на климат [1].

Сегодня, когда человечество находится на пороге новой, «зелёной» индустриальной революции, исторические уроки служат напоминанием о последствиях слепой зависимости от невозобновляемых ресурсов. В данной статье исследуется переход от традиционных ископаемых источников энергии, таких как уголь, к возобновляемым источникам, включая солнечную и ветряную энергетику, в контексте производственных процессов. Этот переход – не просто следование трендам, а фундаментальная трансформация, диктуемая

как экономическими реалиями, так и насущной необходимостью сохранения планеты.

Внедрение зелёных технологий, таких как солнечная и ветряная энергетика, в производственные процессы предлагает не просто альтернативу, а качественно иной подход к энергетике, характеризующийся повышением энергоэффективности и снижением углеродного следа предприятий.

Солнечные и ветряные электростанции не производят прямых выбросов диоксида серы и оксидов азота, которые являются основными виновниками кислотных дождей и смога. Это напрямую приводит к улучшению качества воздуха, снижению числа респираторных заболеваний и сохранению зданий и памятников от разрушительного воздействия кислот [3].

В отличие от угольных ТЭС, которые выбрасывают в атмосферу огромное количество сажи и золы, солнечные и ветряные установки не генерируют подобных загрязнителей. Это способствует снижению уровня мелкодисперсных частиц (PM2.5), представляющих особую опасность для здоровья человека.

Тепловые электростанции, работающие на угле, требуют огромного количества воды для охлаждения. Солнечная фотоэлектрическая энергия практически не использует воду в процессе генерации, а концентрированная солнечная тепловая энергия использует её значительно меньше, чем угольные станции. Ветряные турбины практически не требуют воды. Это снимает нагрузку с водных ресурсов, особенно актуальную в регионах, испытывающих дефицит воды.

Сброс нагретой воды с электростанций в водоемы приводит к нарушению терморегуляции экосистем, снижению содержания кислорода и гибели водных организмов. ВИЭ, особенно фотоэлектрические солнечные установки и ветряные турбины, не оказывают такого воздействия.

Добыча угля зачастую требует масштабных земляных работ, уничтожения лесов и изменения ландшафтов, что ведет к потере естественных мест обитания для многих видов растений и животных. Переход на солнечную и ветровую энергетику, особенно при грамотном планировании размещения объектов, может снизить этот негативный эффект. Например, солнечные панели могут размещаться на крышах зданий или на уже нарушенных землях, а ветряные турбины занимают относительно небольшую площадь земли, позволяя сохранить остальную территорию для сельского хозяйства или естественной растительности.

Использование угля и его транспортировка, а также добыча нефти и газа, связаны с риском аварийных разливов, которые могут нанести катастрофический урон водным экосистемам и биоразнообразию. ВИЭ лишены этого риска. Современные проекты солнечных и ветряных электростанций всё чаще учитывают миграционные пути птиц и других животных, а также места обитания редких видов. Это позволяет минимизировать прямое воздействие, например, за счет изменения конструкции турбин или мест их размещения.

Самое главное при использовании ветровой или солнечной энергетики происходит уменьшение негативного воздействия на климат. Сжигание угля

является одним из основных источников антропогенных выбросов CO₂, парникового газа, ответственного за глобальное потепление. Переход на солнечную и ветровую энергетику, которая практически не производит выбросов CO₂ в процессе эксплуатации, является критически важным для ограничения роста средней глобальной температуры. Интересный факт: один киловатт-час электроэнергии, произведенный из угля, может сопровождаться выбросом до 1 килограмма CO₂, в то время как солнечная и ветровая энергия практически не имеют таких выбросов. Уменьшение концентрации парниковых газов в атмосфере помогает снизить частоту и интенсивность экстремальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения, ураганы и лесные пожары, которые становятся всё более разрушительными из-за изменения климата.

Солнечная энергетика прошла долгий путь от лабораторных экспериментов до повсеместного применения. Если первые солнечные батареи были дорогими и имели низкий КПД (менее 10 %), то современные технологии позволяют достигать эффективности свыше 20–25 %, а стоимость солнечных панелей за последние десятилетия упала в десятки раз. Производство, скажем, алюминия или цемента – чрезвычайно энергоёмкие процессы, традиционно зависящие от ископаемого топлива. Интеграция солнечных ферм на территории таких предприятий или использование солнечной энергии для нагрева воды и воздуха в менее энергоёмких процессах, таких как сушка или обслуживание, может значительно сократить потребление угля [4]. На рис. 1 представлена доля ветровой и солнечной энергетики в производстве электроэнергии.

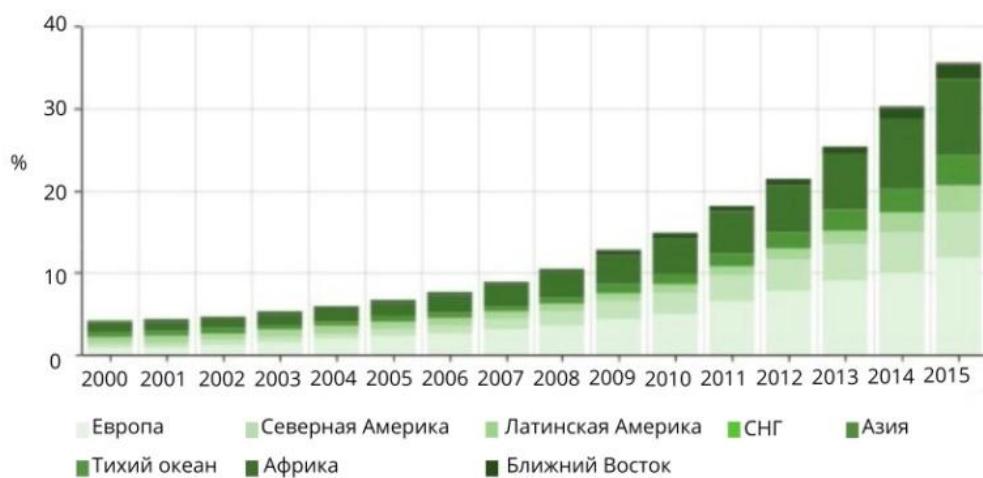


Рис. 1. Доля ветровой и солнечной энергетики в производстве электроэнергии

Современные ветряные турбины – это гигантские конструкции, лопасти которых могут достигать 100 метров в длину, а высота башни – более 150 метров. Одна такая турбина способна обеспечить энергией сотни домохозяйств. Для крупных производственных комплексов, особенно расположенных в регионах с постоянными ветрами, установка собственных ветряных парков может стать ключевым элементом энергетической стратегии. Например, производители бумаги или металлов, чьи производственные циклы требуют

стабильного, но крупномасштабного потребления энергии, могут эффективно использовать энергию ветра, снижая свою зависимость от угольных электростанций.

Преимущества внедрения этих зелёных технологий выходят далеко за рамки простого снижения расходов. Переход на возобновляемые источники энергии означает прямое сокращение выбросов CO₂. Например, замещение 1 тонны угля (примерно 2,5 тонны CO₂) на солнечную или ветровую энергию приносит ощутимую пользу. Предприятия, использующие уголь, часто выбрасывают десятки тысяч тонн CO₂ в год; переход на «чистую» энергию может снизить этот показатель до нуля. Хотя первоначальные инвестиции могут быть существенными, стоимость производства энергии из возобновляемых источников постоянно снижается. После окупаемости, энергия солнца и ветра становится практически бесплатной, что обеспечивает долгосрочную стабильность производственных затрат и защищает от волатильности цен на ископаемое топливо. Собственные солнечные и ветряные установки позволяют предприятиям меньше зависеть от централизованных энергосетей и поставщиков ископаемого топлива, что особенно важно в условиях геополитической нестабильности. Компании, демонстрирующие приверженность устойчивому развитию, получают конкурентные преимущества, повышая свою привлекательность для инвесторов, потребителей и талантливых сотрудников. Кроме того, всё более строгие экологические нормы делают такой переход не просто желательным, а необходимым для выживания на рынке [2].

Переход от традиционных ископаемых источников энергии к возобновляемым в производственных процессах – это не просто смена поставщика энергии, а стратегическая переориентация, направленная на обеспечение устойчивого, эффективного и ответственного будущего для промышленности. Это шаг, основанный на исторических уроках и направленный на создание новой, «зелёной» парадигмы производства.

Множество компаний по всему миру демонстрируют, что переход к «зелёной» энергетике не только возможен, но и выгоден. Например, компания Tesla, хотя она и известна своими электромобилями, но компания также является крупным игроком в сфере солнечной энергетики и хранения энергии – аккумуляторы Powerwall и Powerpack. Их интеграция производства электромобилей, солнечных панелей и систем хранения энергии создает экосистему, направленную на полное обеспечение энергией из возобновляемых источников. Или же компания Google, они поставили перед собой амбициозную цель – работать исключительно на возобновляемой энергии. Начиная с 2017 года, компания достигла этой цели, заключая долгосрочные контракты на покупку энергии от солнечных и ветряных электростанций, соразмерной их потреблению. Сейчас Google является одним из крупнейших корпоративных покупателей возобновляемой энергии в мире. Их стратегия заключается не только в потреблении, но и в инвестировании в новые проекты, стимулируя таким образом развитие отрасли.

Несмотря на вдохновляющие примеры, путь к полной декарбонизации производства сопряжен с рядом трудностей. Строительство солнечных или ветряных электростанций, модернизация производственных линий для интеграции новых источников энергии требуют значительных капиталовложений. Для малых и средних предприятий это может стать существенным барьером. Также, существующая электросетевая инфраструктура не всегда готова к масштабному подключению децентрализованных источников возобновляемой энергии. Требуется модернизация сетей для обеспечения стабильности и надежности энергоснабжения. Несмотря на эти вызовы, значимость перехода к зеленой энергетике для достижения глобальных целей по устойчивому развитию и охране окружающей среды остаётся неоспоримой [5].

Переход к возобновляемым источникам энергии является краеугольным камнем в борьбе с изменением климата, в снижении загрязнения воздуха и воды, в сохранении биоразнообразия. Он способствует созданию новых рабочих мест в «зелёных» отраслях, повышает энергетическую безопасность стран и укрепляет экономическую стабильность, снижая зависимость от волатильности цен на ископаемое топливо. Инвестиции в зелёную энергетику – это инвестиции в здоровое будущее планеты и устойчивое процветание человечества.

Список литературы:

1. Шилин А.А., Шереметьев В.В. Возобновляемые источники энергии: учебник. – М.: Изд-во Юрайт, 2020.
2. Князева А.Н. Инновационные аспекты использования возобновляемых источников энергии в производственных комплексах // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова – 2019. – С. 101–110.
3. Трусов С.А. Солнечная энергетика в российской промышленности: проблемы и перспективы // Энергетическая политика. – 2022. – С. 67–75.
4. Смирнов А.А., Петров И.С. Снижение углеродного следа промышленных предприятий за счет использования солнечной энергетики // Экология промышленности. – 2022. – С. 34–41.
5. Белоусов Ю.Н., Бойко Н.И. Энергоэффективные технологии в промышленности. – М.: Изд-во Инфра-М, 2019.

Информация об авторе:

Косточкин Игорь Николаевич – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Певцов Борис Георгиевич – старший преподаватель, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ В РФ: МАСШТАБЫ, ИСТОЧНИКИ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

Макрицкая Д.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проблема загрязнения нефтепродуктами в России, анализируются основные источники и масштабы загрязнения, а также негативные экологические, экономические и социальные последствия. Оцениваются существующие меры по предотвращению и ликвидации загрязнений, а также предлагаются рекомендации по совершенствованию стратегии управления этой проблемой.

Ключевые слова: загрязнение нефтепродуктами, ЗНП, Россия, нефтяная промышленность, экологический ущерб, разливы нефти, ликвидация загрязнений, экологическая политика, управление рисками.

Россия, являясь крупным производителем и экспортёром нефти, сталкивается с серьёзной проблемой загрязнения окружающей среды нефтепродуктами (ЗНП). Разливы нефти и другие утечки загрязняют почву, водные ресурсы и атмосферу, что приводит к негативным последствиям для экосистем, здоровья людей и экономики страны.

Загрязнение нефтепродуктами (ЗНП) – это попадание в окружающую среду (почву, водные объекты, атмосферу) нефти и продуктов её переработки (бензина, керосина, дизельного топлива, мазута, смазочных масел и др.) в концентрациях, превышающих установленные нормативные значения, что оказывает негативное воздействие на экосистемы, здоровье человека и хозяйственную деятельность.

Основные источники ЗНП можно разделить на следующие категории:

- *Аварии на трубопроводах:* износ трубопроводной инфраструктуры и несоблюдение правил эксплуатации приводят к частым утечкам нефти.
- *Добыча нефти:* утечки при бурении, эксплуатации скважин и хранении нефти являются серьёзными источниками загрязнения.
- *Транспортировка нефти:* разливы при транспортировке нефти железнодорожным, автомобильным и морским транспортом, а также утечки из неftenаливных судов.
- *Переработка нефти:* аварии на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) и неконтролируемые выбросы загрязняющих веществ.
- *Автомобильный транспорт:* выбросы отработанных масел и топлива, утечки из автомобилей.

- *Несанкционированные сливы:* незаконные сливы отработанных нефтепродуктов и отходов.

Точные данные об объёмах ЗНП в России труднодоступны из-за недостаточной прозрачности и проблем с мониторингом. Тем не менее, экспертные оценки позволяют составить представление об объёмах загрязнения, как показано в таблице 1.

Таблица 1

Оценка объёмов загрязнения нефтепродуктами в России по источникам

Источник загрязнения	Ориентировочный объём (тыс. тонн в год)
Аварии на магистральных трубопроводах	300–1000
Добыча нефти	200–500
Транспортировка нефти	100–300
Переработка нефти	50–150
Автотранспорт и прочие источники	100–200

Загрязнение нефтепродуктами приводит к целому ряду негативных последствий, затрагивающих как природные экосистемы, так и жизнедеятельность человека (рис. 1). В почве нефтепродукты ухудшают её физико-химические свойства, снижают плодородие и приводят к гибели растительности, оставаясь опасными загрязнителями на долгие годы. Водные объекты страдают от образования нефтяной пленки, которая препятствует газообмену, а токсичные компоненты нефти вызывают гибель водной флоры и фауны, нарушая пищевые цепочки и приводя к деградации всей водной экосистемы; загрязнение грунтовых вод делает их непригодными для питья. В атмосферу выделяются летучие органические соединения, которые ухудшают качество воздуха и вызывают неприятные запахи. Совокупное воздействие этих факторов ставит под угрозу биоразнообразие, приводя к сокращению популяций и даже вымиранию видов. Для здоровья человека это чревато отравлениями при употреблении загрязненных продуктов, повышенным риском онкологических и респираторных заболеваний, проблемами с кожей, а также возможным негативным воздействием на репродуктивную систему.

В России предпринимаются определённые усилия по предотвращению и ликвидации ЗНП:

- *Законодательство:* действует ряд федеральных законов и нормативных актов, регулирующих деятельность в области охраны окружающей среды и обращения с отходами.
- *Контроль и надзор:* государственные органы осуществляют контроль за соблюдением экологических требований предприятиями нефтегазовой отрасли.
- *Ликвидация разливов:* проводятся работы по сбору нефти с поверхности воды и почвы, применяются методы биоремедиации для очистки загрязненных территорий.

- Мониторинг окружающей среды: осуществляется мониторинг состояния водных ресурсов, почвы и воздуха для выявления загрязнений.



Рис. 1. Последствия загрязнения нефтепродуктами

Проблема загрязнения нефтепродуктами в России является одной из наиболее острых экологических проблем, требующих немедленного решения. Комплексный подход, объединяющий усилия государства, бизнеса и общества, позволит сократить масштабы загрязнения, минимизировать его негативные последствия и обеспечить устойчивое развитие страны в долгосрочной перспективе. Дальнейшие исследования и разработки в области экологических технологий и методов ликвидации разливов нефтепродуктов также играют важную роль в решении этой проблемы.

Список литературы:

1. Баканов С.А. Оценка экологических рисков в нефтегазовой отрасли и управление ими. – М.: Научный мир, 2018.
2. Методические указания к практическим занятиям / Сост.: А.В. Стриженок, А.В. Иванов. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2020.
3. Дгебуадзе Ю.Ю., Ковалева Н.В. и др. Биологические основы ликвидации нефтяных загрязнений. – М.: Наука, 2010.
4. Иванов А.А., Петров В.В. Экология и безопасность в нефтегазовой отрасли. – М.: Альфа-Пресс, 2015.

Информация об авторе:

Макрицкая Дарья – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ НА СВАРОЧНОМ УЧАСТКЕ

Малаховский В. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Белоусова В. П.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена анализу современных методов защиты рабочих на сварочном участке, направленных на снижение воздействия вредных факторов: сварочного аэрозоля, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, шума и вибрации. Рассмотрены инновационные средства индивидуальной и коллективной защиты, автоматизация процессов, а также перспективные технологии мониторинга условий труда. Предложены рекомендации по внедрению комплексного подхода к обеспечению безопасности сварочных работ.

Ключевые слова: сварочные работы, защита рабочих, инновационные методы, средства индивидуальной защиты, автоматизация, мониторинг условий труда.

Сварочные работы сопровождаются воздействием комплекса вредных и опасных производственных факторов: выделением сварочного аэрозоля, содержащего токсичные металлы и газы, интенсивным УФ- и ИК-излучением, высоким уровнем шума и вибрации [1]. Традиционные методы защиты часто оказываются недостаточно эффективными, что приводит к профессиональным заболеваниям: бронхиальной астме, дерматитам, нарушениям зрения и слуха [2]. Внедрение инновационных методов защиты позволяет значительно снизить риски и улучшить условия труда сварщиков.

На рис. 1 представлена классификация современных средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Современные сварочные маски с активным затемнением и системой вентиляции оснащены автоматическими светофильтрами, которые затемняются только в момент возникновения дуги, что снижает нагрузку на глаза. Встроенные системы подачи очищенного воздуха предотвращают вдыхание вредных аэрозолей. Пример маски хамелеона с автоматической подачей воздуха представлен на рис. 2.

Одежда из огнестойких материалов предусматривает использование тканей с повышенной термостойкостью и влагоотведением, сочетается с интегрированными датчиками, отслеживающими температуру тела и уровень УФ-излучения. При превышении допустимых значений система оповещает работника.

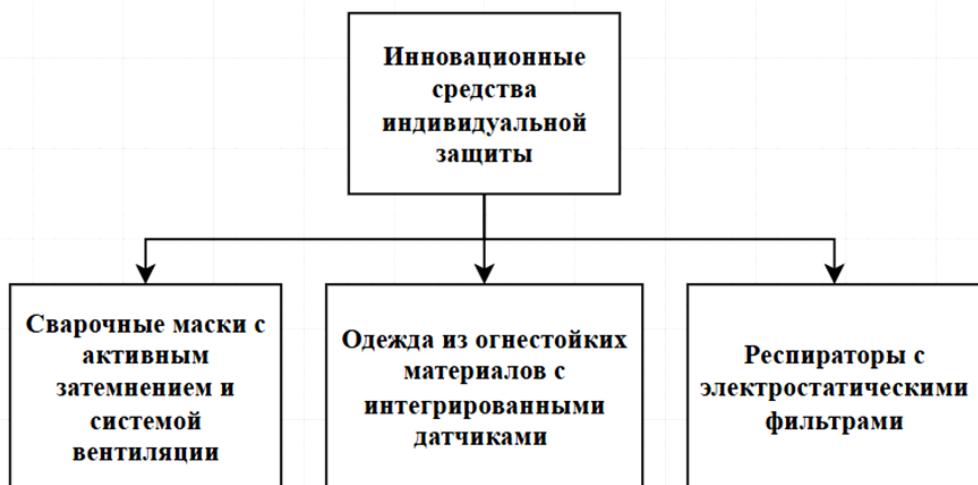


Рис. 1. Инновационные средства индивидуальной защиты (СИЗ)



Рис. 2. Пример маски хамелеона с автоматической подачей воздуха

Фильтры нового поколения задерживают частицы размером до 0,1 мкм, включая наночастицы сварочного дыма. Некоторые модели оснащены Bluetooth-модулями для передачи данных о качестве воздуха в систему мониторинга.

Внедрение роботизированных сварочных комплексов позволяет исключить человека из зоны непосредственного воздействия вредных факторов. Современные роботы-сварщики программируются для работы в замкнутых пространствах с локальной вытяжной вентиляцией. Дистанционное управление и мониторинг обеспечиваются через облачные платформы.

Современные технологии безопасной сварки кардинально трансформируют традиционные подходы к сварочным процессам, создавая принципиально новые стандарты промышленной безопасности [5]. На передний план выходят роботизированные комплексы и дистанционные методы, которые не просто минимизируют, а во многих случаях полностью

исключают присутствие человека в опасной зоне. Классификация современных технологий обеспечения безопасности на сварочном участке приведена на рис. 3.

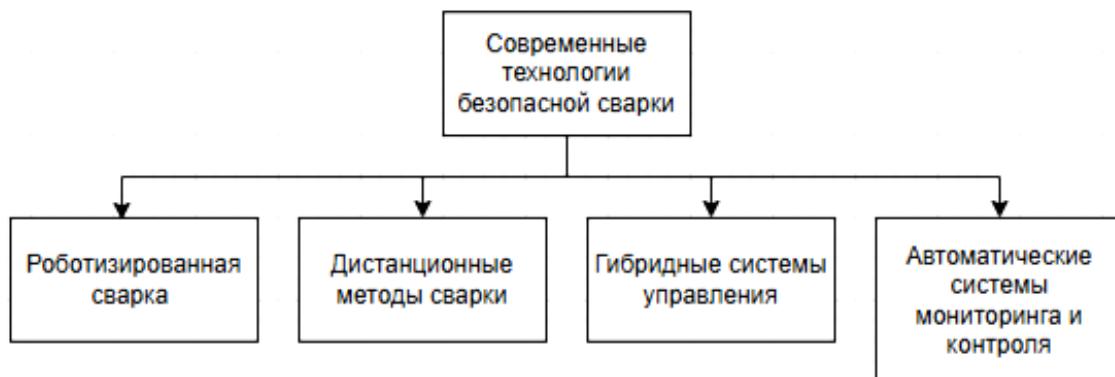


Рис. 3. Современные технологии обеспечения безопасности на сварочном участке

Роботизированные сварочные системы представляют собой интеллектуальные технологические комплексы, оснащенные многоуровневой системой безопасности. Этими машинами оснащаются прецизионными сервоприводами, позволяющими выполнять швы с микронной точностью, при этом полностью контролируя все параметры процесса. Встроенные системы технического зрения с алгоритмами машинного обучения непрерывно анализируют качество сварного шва, автоматически корректируя параметры в реальном времени.

Дистанционные технологии совершили настоящую революцию в работе с особо опасными объектами. Современные системы телеприсутствия позволяют оператору, находясь в безопасном помещении, не просто наблюдать за процессом, а полноценно управлять им через системы тактильной обратной связи. Виртуальные пульты управления с 3D-визуализацией создают эффект полного погружения, передавая оператору все нюансы технологического процесса [3].

Гибридные системы нового поколения стирают границы между автоматикой и ручным трудом. Коллaborативные роботы, оснащенные чувствительными сенсорами, могут работать в непосредственной близости от человека, мгновенно останавливаясь при любом нештатном сближении. Системы дополненной реальности проецируют на сварочную маску оператора всю необходимую техническую информацию, позволяя контролировать процесс без отвлечения от работы. Пример роботизированного процесса сварке приведен на рис. 4.

Цифровые системы мониторинга создают «безопасный кокон» вокруг сварочного процесса. Сетевые датчики в режиме реального времени отслеживают десятки параметров – от содержания вредных газов в воздухе до температуры металла. Искусственный интеллект анализирует эти данные, прогнозируя возможные опасные ситуации за несколько минут до их возникновения.

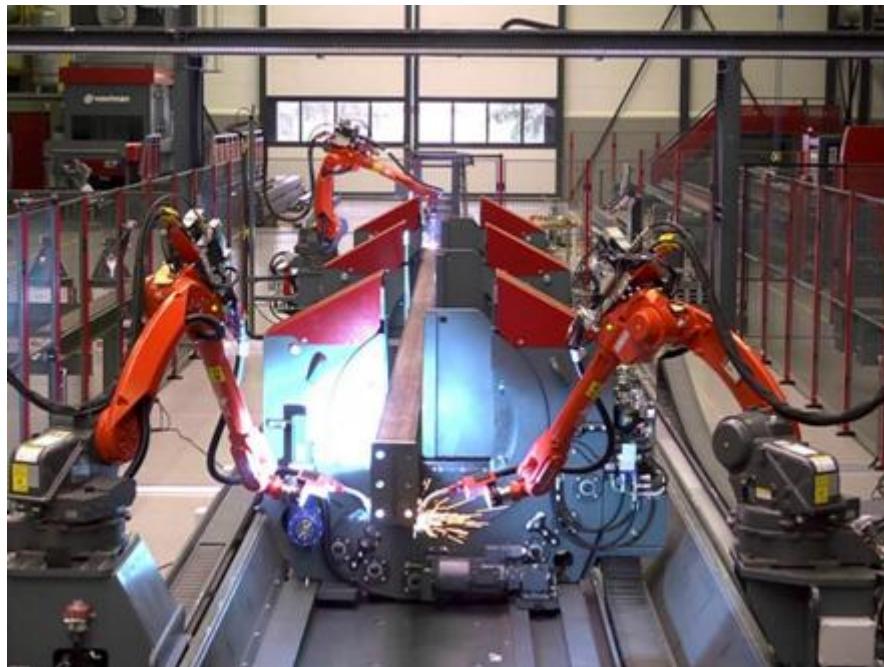


Рис. 4. Пример роботизированной сварочной системы

Внедрение инновационных методов защиты на сварочных участках позволяет значительно снизить профессиональные риски и улучшить условия труда. Комплексный подход, включающий современные СИЗ, автоматизацию, роботизацию и системы мониторинга, обеспечивает не только безопасность, но и повышение производительности труда.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.3.003-86. ССБТ. Работы сварочные. Требования безопасности // СПС «КонсультантПлюс».
2. РД 03-417-01. Правила безопасности при выполнении сварочных работ // СПС «КонсультантПлюс».
3. Гладков Э.А., Бродягин В.Н., Перковский Р.А. Автоматизация сварочных процессов: учебник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 421 с.
4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».
5. Куликов О.Н. Охрана труда в сварочном производстве. – СПб.: Академия, 2023. – 219 с.

Информация об авторе:

Малаховский Виктор Викторович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Белоусова Виктория Павловна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СИСТЕМА ВОЗДУХООЧИСТКИ ПРОЦЕССОВ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Марченко А. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Система воздухоочистки является важной составляющей производственного процесса на машиностроительных предприятиях. Она играет решающую роль в обеспечении безопасности и комфорта работников, а также в поддержании качества производства. В ее задачу входит обеспечение отвода источников загрязнения атмосферы от источников их выделения с последующей очисткой до установленных нормативных показателей и снижение негативного влияния на окружающую среду как отдельных технологических процессов, так производства в целом.

Ключевые слова: металлобработка, воздухоочистка, негативное воздействие, циклонный фильтр, мокрые пылеуловители, скруббер Вентури.

Общеизвестным является тот факт, что в механических цехах предприятий в процессах металлообработки образуется большое количество твердых и жидкых аэрозолей (пыли, стружки, минеральных масел в составе смазочно-охлаждающих жидкостей, керосина и пр.). Так, например, образование абразивных частиц – это естественный процесс, который происходит не только при шлифовании и полировке, но и при обычной резке металла углошлифовальной машиной. Массовые выбросы выделяемых аэрозолей в данных процессах определяются такими факторами как: физико-химические характеристики материала, форма и размер обрабатываемого изделия, вида и режима обработки. Улавливание и отвод загрязняющих компонентов от источников выделения, как правило, производится с использованием местных отсосов различного типа в зависимости от характера технологической операции. Например, индивидуальные отсосы-приставки с последующей фильтрацией пыли или встроенные отсасывающие устройства заточных и шлифовальных станков, подъемно-наклонные панели, наклонно-щелевые отсосы при пламенной резке [1].

В зонах резки и сварки металла возможно образование летучих фтористых соединений, оксидов марганца, железа и других веществ, опасных для человека. Загрязненный данными компонентами воздух на улицу напрямую, как правило, не выводится, поэтому вытяжка цеха металлообработки должна быть рассчитана исходя из требований обеспечения очистки потока до нормативных показателей, которые строго регламентированы для вентиляционных выбросов в соответствии с ГОСТами, СанПиНами, и другой

нормативно-правовой документации в области экологического законодательства [2].

Достичь необходимых уровней по нормативам выбросов и предельно-допустимым концентрациям возможно за счет использования методов промышленной очистки воздуха, включая различные газоочистные установки, которые применяются как на разных технологических процессах, так и для объединенных газовых потоков от нескольких источников выделения. Промышленные системы очистки воздуха представляют собой комплекс оборудования, который включает в себя вентиляторы, циклоны, фильтры, скруббера и прочие элементы.

Очистка воздушных масс от твердых аэрозольных частиц чаще всего выполняется циклонами. В них за счет центробежной силы, возникающей в вихревом потоке воздуха, крупнодисперсные частицы загрязнения прижимаются к боковым стенкам установки и затем опускаются в бункер-накопитель [1]. Циклоны довольно просты в своем исполнении, легко обслуживаются и имеют невысокую стоимость. Возможно использование как одиночных, так и групповых конструкций (батарейные циклоны). В последнем случае они применяются в качестве предварительной ступени очистки от крупно- и среднедисперсной пыли.

Выбор и расчет данных аппаратов производится с учетом объемного или массового расхода пылегазового потока, а также физико-химических свойств твердых аэрозолей и внешних параметров.

Довольно часто в системах очистки воздуха процессов металлообработки используют аппараты разработки НИИОГАЗа. Установки марки ЦН представляют собой конический цилиндр, в котором загрязненный газовоздушный поток тангенциально подается в верхнюю часть корпуса, в котором за счет конструкции выхлопного патрубка поток приобретает вращательное движение (рис. 1). Частицы пыли при этом отлетают к стенкам корпуса и в результате удара о них теряют свою кинетическую энергию и меняют траекторию движения. Далее, под действием гравитационных сил, они опадают в бункер-накопитель, а очищенный газ перемещается в верхнюю часть установки и через выходной патрубок подается на следующую ступень очистки или возвращается в производственное помещение [3].

На производствах с высокой производительностью для улавливания пыли применяют рукавные фильтры, которые способны наиболее эффективно очищать большие объемы воздуха за значительно меньший промежуток времени и с большей эффективностью (порядка 99,9 %). Конструкция корпуса такого аппарата позволяет отделять загрязнения самых разных видов, за счет размещенных внутри находятся специальных каналов с рукавами из ткани или другого фильтрационного материала, благодаря которому воздух и очищается. Однако общий принцип работы остается одинаков – воздушные массы проходят через тканевые фильтры-рукава, на которых осаждаются частички пыли. Очищенный воздух уходит обратно, а осевшие частицы в процессе регенерации рукавов собираются внизу аппарата в специальном контейнере.

Прекрасно справляется с мелкодисперсной пылью или же нежелательными примесями в воздухе мокрое пылеулавливание, которое основано на оседании пыли на поверхность жидкости (воды, водных растворов щелочей или солей).

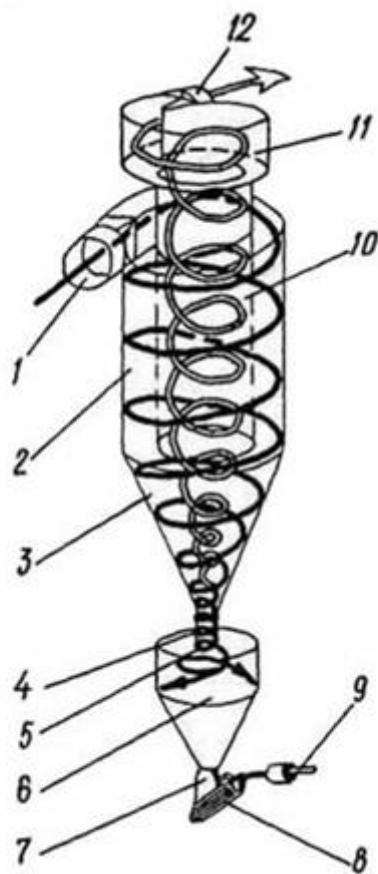


Рис. 1. Схема циклонного пылеуловителя:

- 1 – входной патрубок;
- 2 – корпус циклона;
- 3 – конус;
- 4 – пылеотводящий патрубок;
- 5 – пылеотводящее отверстие;
- 6 – пылесборный бункер;
- 7 – пылеспускной патрубок;
- 8 – клапан рылевого затвора;
- 9 – рычаг клапана;
- 10 – выхлопная труба;
- 11 – улитка;
- 12 – выхлопной патрубок

В данном методе очистки одновременно с пылеулавливанием за счет абсорбционных процессов извлекаются и газовые составляющие выбросов. Аппараты – мокрые пылеуловители просты в использовании, недороги и при этом сохраняют высокую эффективность. Они прекрасно справляются с работой при высоких температурах и при возможности самовозгорания газов или пыли, остающихся во время производства. При этом все твердые аэрозоли, улавливаемые в аппарате, уходят в шламовые воды, значительное количество которых и необходимость их очистки удлиняет и удорожает процесс. Кроме того возможно появление коррозий на оборудовании при работе с агрессивными газами.

Одним из наиболее эффективных аппаратов мокрого пылеулавливания является скоростной скруббер Вентури. Это инжекторный очиститель воздуха, с отличной эффективностью (до 100 %) в задержании широкого спектра

загрязнителей. Сорбция примесей в нем происходит в турбулентном микротумане, образующемся в трубе Вентуриза счет столкновения частиц высокоскоростного загрязненного потока и капель абсорбента. Особенно высокую результативность демонстрируют пылегазоуловители Вентури в отношении склонных к слипанию компонентов. Принцип работы сводится к тому, что запыленный воздух подается в конфузор, продвигаясь по которому к сужающемуся диаметру в горловине, он разгоняется до 30–200 м/с согласно уравнению Бернулли. Чем больше перепад площади поперечного сечения на входе и выходе конфузора, тем выше скорость газового потока. В полость конфузора по форсункам подается техническая вода или раствор абсорбирующего реагента. Возникающие завихрения в быстро движущемся газовом потоке диспергируют распыленную форсунками жидкость на микроскопические капли, обволакивающие пылевые частицы, вызывая их слипание, или абсорбирующевые газообразные компоненты [4].

Правильный выбор установки очистки базируется на многих факторах. В первую очередь, необходимо определить, какая требуется степень очистки воздуха грубая, средняя или тонкая. Далее необходимо изучить дисперсный состав пылевых частиц, свойства пыли (абразивность, слипаемость, смачиваемость, удельное электрическое сопротивление и пр.), а также температуру отходящего потока. Рассмотреть другие не менее важные характеристики: производительность, энергоемкость, скорость очистки воздуха, пылеёмкость.

Технологически грамотное обоснование, расчет тепловых и материальных потоков обеспечивает работоспособность установки и срок ее эксплуатации, она позволяет минимизировать воздействие вредных веществ на здоровье работников и окружающую среду, а также позволяет соответствовать нормам безопасности технологических процессов металлобработки. Кроме того правильно организованная система воздухоочистки способствует повышению их эффективности и качества.

Это определяется по следующим критериям:

- с точки зрения защиты здоровья работников: система воздухоочистки помогает предотвращать попадание вредных веществ в организм работников, что в свою очередь способствует сохранению их здоровья и снижению риска профессиональных заболеваний;
- повышение производительности: благодаря оптимальным условиям воздухоочистки, работники могут работать в комфортных условиях, что способствует повышению их производительности и эффективности труда;
- соответствие нормативным требованиям: система воздухоочистки в процессах металлообработки помогает предотвращать нарушения нормативных требований по охране труда, производственной и экологической безопасности.

Список литературы:

1. Промышленные системы очистки воздуха на предприятиях [Электронный ресурс] – URL: <https://zenitnova.by/info/articles/chto-takoe-sistema-acipatsii-i-gde-ona-primenyaetsya/promyshlennye-sistemy-chistki-vozdukh-na-predpriyatiyah/> (дата обращения 09.09.2025).
2. Очистка газа и воздуха от пыли на производстве: методы, материалы фильтрации, фильтры, выбор [Электронный ресурс] – URL: <https://fakel-f.ru/blog/ochistka-vozduha-ot-pyli> (дата обращения 09.09.2025).
3. Скруббер Вентури: принцип работы, характеристики, преимущества и недостатки [Электронный ресурс] – URL: <https://gas-cleaning.ru/article/skrubber-venturi-princip-raboty-harakteristiki-preimushchestva-i-nedostatki>(дата обращения 09.09.2025).

Информация об авторе:

Марченко Анастасия Владимировна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ПЫЛИ

Митрохина Е. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проанализированы технические характеристики оборудования и особенности технологического процесса формовки. На основе сравнительного анализа различных типов пылеулавливающих систем обоснован выбор вихревого пылеуловителя как оптимального решения для очистки воздуха от мелкодисперсных частиц.

Ключевые слова: встряхивающе-прессовая машина, литейное производство, пылеочистка, вихревой пылеуловитель, экологическая безопасность.

В данной работе будет рассмотрена встряхивающая-прессовая формовочная машина (рис. 1) в литейном цехе. Данное оборудование разработано для создания верхних и нижних полуформ литья посредством встряхивания и последующей прессовки, используя одностороннюю модельную плиту. Подобные установки находят широкое применение в литейных производствах различных масштабов, включая мелкосерийное, серийное и массовое изготовление отливок.



Рис. 1. Встряхивающая-прессовая формовочная машина

Этот вид машины я решила рассматривать в своей работе, так как она имеет хорошие характеристики, и она одна из наиболее распространённых в сфере литейного цеха.

Технические характеристики:

- Оптимизация конструкции машины. Конструкция фюзеляжа с квадратной рамкой позволяет значительно улучшить использование стали.
- Машина применяет метод микровибропрессовки. Это позволяет значительно увеличить давление уплотнения, обеспечивая достижение твёрдости песочницы на уровне НВ 90 и выше. Повышение шероховатости поверхности способствует улучшению качества. Стабильность качества продукции – одна из сильных сторон машины.
- Буферная пружина эффективно уменьшает воздействие машины на фундамент.
- Цилиндр механизма подъёма модели, кривошип, шатун и синхронный вал обеспечивают синхронный разъёмник.
- Часть управления машиной полностью использует пневматические элементы для реализации общих функций. Это обеспечивает простоту в работе и удобство в обслуживании.
- Удобство в работе: видимая форма песка позволяет эффективно повышать производительность.
- Технические параметры.

Наиболее крупными источниками пыле- и газовыделения в атмосферу в литейных цехах являются:

1) При плавке каждой тонны металла в чугунолитейных вагранках открытого типа образуется от 900 до 1200 м³ колошникового газа. Этот газ включает в себя различные загрязняющие вещества, такие как оксиды углерода, серы и азота, масляные пары, мелкодисперсную пыль и другие компоненты.

2) Зоны, предназначенные для хранения и обработки шихты и формовочных смесей, представляют собой участки с повышенным уровнем запыленности. Основным фактором, обуславливающим интенсивное выделение пыли, выступает оборудование, используемое в землеприготовительном отделении, такое как дробильные установки, мельничные комплексы, системы просеивания и конвейерные линии.

3) Зоны выбивки и обработки литья характеризуются значительным образованием пыли. Процессы выбивки, отделения литников и финальной очистки отливок сопровождаются активным выбросом пылевых частиц в атмосферу цеха. Основными генераторами пыли выступают выбивные устройства, очистные барабаны и обдирочно-шлифовальные станки.

Рассмотрев три наиболее крупных источника пыле- и газообразования можно сказать, что количество выбрасываемой пыли (газа) будет зависеть от количества изготавливаемых изделий, вида стали, это будет показывать состав пыли. Так же пыль образуется не только при литейном процессе, но и при разгрузочных работах, это песок, грунт и др.

При подборе аппарата нужно учитывать свойства пыли, чтобы наиболее эффективно происходила очистка воздуха от пыли. Опираясь на результаты проведенного анализа, изображенного в табл. 1, можно подобрать аппарат в зависимости от размера частиц.

Таблица 1
Выбор типа аппарата очистки в зависимости от размера загрязняющих частиц

Размер частиц, мкм	Тип аппарата
40 – 1000	Пылеосадительные камеры, Циклоны диаметром 1–2 м
5 – 1000	Циклоны диаметром 1 м
20 – 100	Скрубберы
0,9 – 100	Тканевые фильтры
0,05 – 100	Волокнистые фильтры
0,01 – 10	Электрофильтры

Проникновение аэрозолей и других опасных соединений из промышленных зданий в воздушное пространство, а также их выброс в атмосферу, обусловлены дефектами в конструкции технологического и транспортного оборудования. В основном это связано с недостаточной герметичностью, отсутствием или малой производительностью систем и устройств, предназначенных для улавливания и локализации пыли.

В зависимости от механизма отделения пылевых частиц от потока воздуха, пылеулавливающие устройства (рис. 2) подразделяются на несколько типов. В соответствии с принципом работы, оборудование для улавливания пыли классифицируется на гравитационное, инерционное, фильтрационное и электрическое [4].



Рис. 2. Схема классификации пылеулавливающего оборудования

Согласно ГОСТ 31826-2012, все устройства, предназначенные для санитарной очистки газов и воздуха от взвешенных дисперсных частиц, делятся на две группы: аппараты для сухой очистки и аппараты для мокрой очистки.

Центробежные пылеулавливающие аппараты, такие как ротационный пылеуловитель (рис. 3) и вихревой пылеуловитель (рис. 4), функционируют за счет центробежной силы. Отличительной чертой этих устройств является наличие лопастного завихрителя.

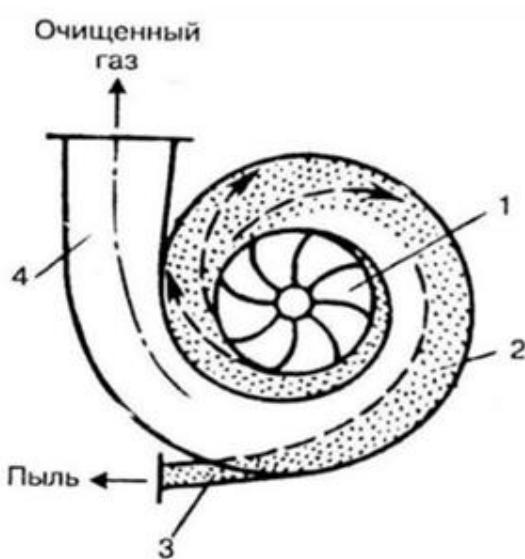


Рис. 3. Ротационный пылеуловитель:

- 1 – подача загрязненного газа;
- 2 – спиралеобразный кожух;
- 3 – пылесборник;
- 4 – патрубок очищенного газа

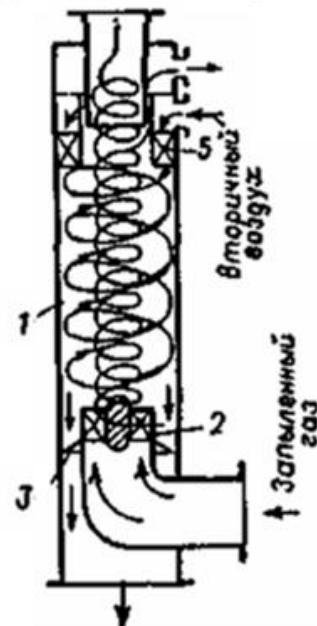


Рис. 4. Вихревой пылеуловитель:

- 1 – камера;
- 2 – лопаточный завихритель;
- 3 – подпорная шайба;
- 4 – сопла;
- 5 – кольцевой лопаточный завихритель

В этом типе уловителей «вторичный воздух» направляется навстречу входящему потоку загрязненного газа, проходя через этот завихритель. Такое взаимодействие придает загрязненному газу вращательное движение, что позволяет отделить частицы пыли.

Циклоны – аппараты для очистки воздуха и отходящих технологических газов от твёрдых загрязнений.

В основе функционирования лежит использование центробежных и инерционных воздействий. Загрязненный воздушный поток, нагнетаемый вентилятором, перемещается по каналам и достигает входного отверстия аппарата со скоростью, достигающей 20 м/с. Форма входного элемента выполнена в виде спирали, что закручивает поток вдоль внутренней поверхности корпуса. В зоне сужения происходит ускорение движения воздуха с частицами пыли, при этом последние, благодаря инерции, перемещаются вниз, в накопительную часть циклонного фильтра. Освобожденный от загрязнений воздух совершает резкий разворот на 180 градусов и направляется в вертикальный выпускной канал, через который удаляется из системы [3].

Таблица 2

Сравнительная характеристика инерционных пылеуловителей

Название циклона	Достоинства	Недостатки	Сравнение
Циклоны	<ul style="list-style-type: none"> • Просты в изготовлении; • Отсутствие движущихся частей; • Пыль улавливается в сухом виде; • Надежны в эксплуатации при высоких давлениях и температурах; • Фракционная эффективность очистки на уровне 80...95 % от частиц пыли размером более 10 мкм. 	<ul style="list-style-type: none"> • Небольшой фракционной эффективностью в области фракций пыли размером до 5...10 мкм. 	<p>Циклон представляет собой вращающийся поток воздуха, поднимающийся вверх, с областью пониженного давления в самой сердцевине. Давление воздуха нарастает по мере удаления от центральной зоны, к краям этого атмосферного явления.</p>
Ротационный пылеуловитель	<ul style="list-style-type: none"> • Простая конструкция без движущихся частей; • Высокая ремонтопригодность; • Низкая стоимость; • Высокая надежность; • Большой ресурс работы с неабразивными средами; • Возможность работы при температуре до 500°C; • Низкие энергозатраты; • Эффективен при высокой концентрации пыли. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ограничения при работе с абразивной пылью (без специального покрытия); • Высокое гидравлическое сопротивление; • Малая эффективность при очистке от частиц менее 5 микрон. 	<p>Ротационный циклон включает в себя спиралевидный корпус или специальный барабан, вращающийся во время очистки. Загрязнённый воздух движется вокруг ротора по спиральной траектории. Центробежная сила заставляет загрязнители оседать на стенках аппарата, откуда затем падают в пылесборник и выводятся через выхлопной патрубок. Отфильтрованный воздух поступает в другую камеру, в которой можно регулировать его давление. Ротационные пылеуловители потребляют достаточно много энергии.</p>

Название циклона	Достоинства	Недостатки	Сравнение
			Они эффективны для улавливания фракций размером более 10 мкм.
Вихревой пылеуловитель	<ul style="list-style-type: none"> • Эффективная очистка за счет закрученного потока; • Возможность работы в сложных условиях (высокие температура, давление, влажность); • Способность удалять абразивные загрязнения; • Компактные размеры. 	<ul style="list-style-type: none"> • Более сложная конструкция; • Более высокая стоимость; • Повышенные требования к обслуживанию; • Высокое гидравлическое сопротивление; • Ограничения по размеру удаляемых частиц. 	<p>Вихревой пылеуловитель характеризуется закручивающимся потоком загрязнённого воздуха. Внутри таких установок скапливаются частички пыли, взвешенные в воздушных массах, но постепенно они будут осаждаться на внутренней поверхности стенок, так как на них оказывается воздействие силы инерции.</p> <p>Отличительная особенность вихревых пылеуловителей – высокая эффективность очистки газа от тончайших фракций (<3–5 мкм), что позволяет им в отдельных случаях конкурировать с фильтрами.</p>

Благодаря табл. 2 можно сделать вывод, что для литейного цеха лучше применить вихревой пылеуловитель, так как он имеют хорошую эффективность очистки газа от мелких частиц (<3–5 мкм). Среди преимуществ можно выделить возможность функционирования в тяжелых средах, например, при повышенных температурах. В литейных мастерских воздух сильно нагревается в результате литейных, формовочных и других производственных операций.

Стоит отметить, что сухие пылеулавливающие устройства демонстрируют высокую эффективность, если основной задачей является удаление только твердых частиц, без необходимости фильтрации химически активных веществ, аэрозольных образований или маслянистых включений. Они представляют собой надежное решение для управления пылевыми загрязнениями на производстве, что помогает обеспечить безопасные условия труда и соответствие экологическим требованиям.

Список литературы:

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания // СПС «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ 31826-2012. Оборудование газоочистной и пылеулавливающее. Фильтры рукавные. Пылеуловители мокрые // СПС «КонсультантПлюс».
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210 с.
4. Ми��атахов М.Н. Процессы и аппараты защиты биосферы. Защита атмосферы: учеб. пособие. – Набережные Челны, 2018. – 99 с.

Информация об авторе:

Митрохина Екатерина Алексеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**Морозов Д. А., Медов Р. О.***Научный руководитель: к.т.н., доц. Ермолаева Н. В.*

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Данная статья посвящена аддитивным технологиям и применению 3D-печати в машиностроении. Кратко описаны основные принципы АТ, проведено сравнение традиционного промышленного производства и производства с использованием аддитивных технологий.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, машиностроение.

Аддитивные технологии (от англ. add – добавлять) – это процесс создания трехмерных физических объектов путем последовательного добавления материала на основе цифровой модели, в отличие от традиционных технологий механообработки, в основе которых лежит принцип «вычитания» «лишнего» материала из заготовки.

Первый прорыв в области аддитивных технологий произошел в 1983 году, когда Чарльз Халл изобрел технологию стереолитографии (SLA), а уже в 1986 году компания 3D Systems выпустила первый коммерческий 3D-принтер. В конце 1980-х машиностроительные компании, такие как BMW, начали экспериментировать с этими методами, используя их преимущественно для быстрого прототипирования. Однако в те годы технологии еще не получили широкого распространения и применялись в основном в научных исследованиях и оборонной промышленности. Переломным моментом стала стандартизация аддитивного производства. В 2009 году был принят стандарт ASTM F2792, а в 2015 году его сменил международный ISO/ASTM 52900:2015. В России аналогичный ГОСТ Р 57558-2017 появился в 2017 году. Эти стандарты закрепили терминологию и принципы 3D-печати, что способствовало ее внедрению в промышленность.

За последние несколько лет аддитивные технологии получили значительное развитие. Улучшение технологий печати, разработка различных методов наращивания детали, адаптация новых материалов для 3D-печати позволили АТ заменить традиционное производство изделий во многих сферах [1]:

- Аэрокосмическая промышленность: АТ используются для создания сложных деталей самолетов, реактивных двигателей и ракет, которые трудно или невозможно произвести традиционными методами. Выращивание лопаток турбокомпрессоров для газотурбинных двигателей на порядок сокращает время производства и экономит массу готовой сборки.

- Автомобильная промышленность: использование 3Dпечати металлом и пластиком позволяет создавать уникальные корпусные детали и компоненты силовой установки и подвески, уменьшая вес и повышая эффективность автомобиля.

- Медицина: аддитивные технологии могут использоваться для создания индивидуальных протезов, имплантатов и других медицинских устройств. В данный момент проводятся исследования по выращиванию синтетических органов и тканей методом 3D-печати.

- Строительство: в последние годы набирает популярность «выращивания» домов с помощью специальных строительных 3D-принтеров, способных «построить» основу жилого дома менее чем за неделю. После чего требуется лишь финишная обработка стен и внутренне обустройство.

- Образование: 3D-печать позволяет создавать модели объектов любой направленности: от машиностроения до медицины. Наглядное изучение этих моделей помогает ученикам и студентам лучше понимать учебный материал.

- Бытовое применение: доступность и разнообразие коммерческих 3D-принтеров используется для создания изделий, облегчающих бытовую жизнь и для мелкого ремонта.

Применение аддитивных технологий позволяет значительно сократить применение материалов, практически полностью убрать производственные отходы, ускорить время внедрения и производства одиночной детали и крупной партии, уменьшить итоговую стоимость изделия [2].

Для создания детали «традиционным» методом требует длительной конструкторской работы по проектированию литьевой оснастки или штамповочной матрицы, проработки приспособлений для каждой операции токарной или фрезерной обработки (рис. 1). Необходимо подготовить один или несколько обрабатывающих центров, приобрести и настроить инструменты, написать управляющие программы. Каждый этап требует длительного времени и согласования, дорогостоящие станки и значительные денежные затраты, высококвалифицированный персонал. Большое количество этапов создает потенциальную опасность появления ошибок.

Организация цеха литья, штамповки и механической обработки также требует выполнения экологических требований к опасным производственным участкам. Необходима установка мощных воздушных фильтров и газоанализаторов для уменьшения вредного воздействия на рабочий персонал этих участков. Сотрудники цехов штамповки, литья и механообработки должны регулярно проходить инструктажи по технике безопасности, использовать СИЗ (наушники, каски, асbestовые варежки и т.д.) из-за высокой опасности этих участков (рис. 2).



Рис. 1. Специализированный токарный станок SKQ-8NC для обработки крупных корпусных деталей. На таких станках проводятся длительные черновые и чистовые операции



Рис. 2. Литейный цех завода «Калужский двигатель». Процесс заливки алюминия в форму заготовки

Традиционные методы обработки деталей приводят к образованию металлической стружки (до 60–70 % от массы изначальной заготовки), поэтому необходимо организовать сбор, сортировку, перемещение и переработку отходов металлообработки, что также требует значительных трат и спецперсонал. Кроме того, при изменении технологических процессов создания

заготовки и механической обработки, ранее используемые приспособления (рис. 3, 4) становятся неактуальными и необходимо переместить их на склад длительного хранения, поскольку разборка данных приспособлений крайне невыгодна, либо совсем невозможна, после чего создаются новые приспособления. Износ инструмента, оснастки и частей станков также требуют организации переработки или утилизации.

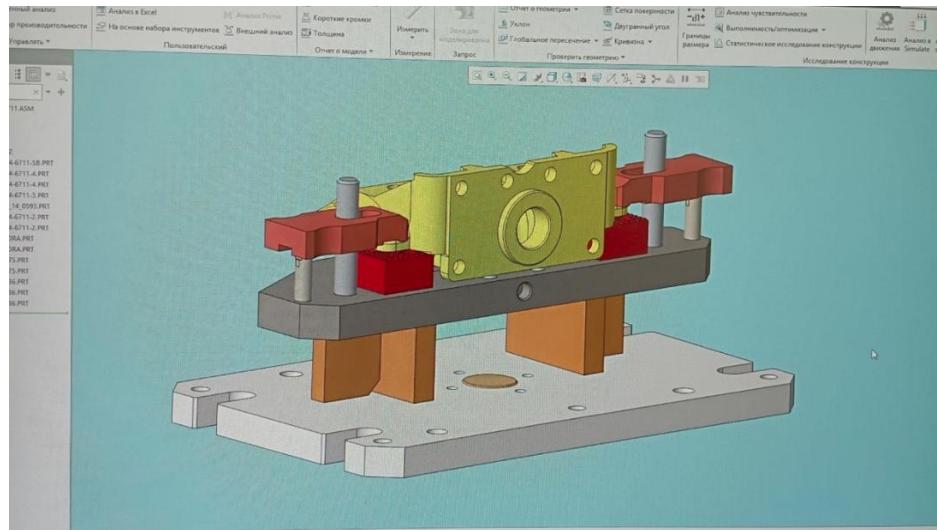


Рис. 3. Визуализация детали, установленной в специальное приспособление для обработки на фрезерном станке в программе CreoPTC



Рис. 4. Одна из корпусных деталей газотурбинного двигателя и приспособление для её размещения на фрезерном станке

Для создания детали аддитивным методом необходима 3D-модель детали, станок аддитивной печати и подходящий по требованиям металлический порошок. Конструкторские изменения вносятся практически без задержки и

доработанные детали идут в производство с минимальной задержкой. Разнообразие установок 3D-печати позволяет изготавливать детали практически любого размера из алюминия, жаропрочной стали, титана и других сплавов. Деталь после печати может требовать финишной обработки, но уже сейчас существуют высокоточные принтеры, способные выдерживать микронную точность детали и минимальную шероховатость (рис. 5). Аддитивные станки дают возможность создавать детали сложных геометрических форм с меньшей массой, чем штампованные и литые детали. Структура детали, выращенной с помощью АТ, значительно более однородна чем в литых деталях, что значительно влияет на прочностные характеристики готового изделия [3].



Рис. 5. Комбинированный обрабатывающий центр, состоящий из высокоскоростного принтера печати металлом и станка фрезерной финишной обработки

Работая инженером-технологом в отделе разработки управляющих программ на заводе «Калужский двигатель», я могу видеть, сколько времени занимают операции токарной и фрезерной обработки деталей и какое количество стружки накапливается в специальных баках в цехах механической обработки. Из-за большой загруженности завода станки работают без остановки и поэтому практически каждый второй день в цеха токарной и фрезерной обработки заезжают грузовики для транспортировки металлической стружки на литьевую производственную площадку. Там стружку разделяют по типу металла и затем могут отправить на переплавку вместе с бракованными литыми и штампованными заготовками и испорченными деталями, которые невозможно восстановить.

Значительная часть управляющих программ, созданием и корректировкой которых занимается наш отдел, направлены на «обдирку» деталей – съём литьевых или штамповочных припусков детали. Эти операции занимают очень много времени и сильно изнашивают инструмент, который приходится часто ремонтировать, производить заново или покупать. Кроме того, значительные конструкторские и производственные мощности нашего завода тратятся на проектировку, производство и корректировку специальных приспособлений для установки детали на станок. После того как в 2022 году завод «КАДВИ»

получил большой заказ от ВПК и значительное финансирование на модернизацию производства руководство предприятия включило аддитивные технологии в перечень перспективных технологий, внедрение которых сильно ускорит и упростит производство военной и гражданской продукции. На данный момент на нашем предприятии действует опытный цех, в котором расположен участок с 3D-принтерами, работающими с различными видами пластиков. Изделия, выращиваемые на этих центрах, используются в опытном производстве, в моделировании различных сборок и изделий. Кроме того, руководство распорядилось найти и обустроить производственную площадку для размещения центров аддитивной печати, приобретение первых таких 3D-принтеров ожидается в 2026 году.

Список литературы:

1. Аддитивное производство и 3D-печать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.iqb.ru/additive-manufacturing-basics/>.
2. Выставка Металлообработка 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/live/v2LOPkuy6TdE>.
3. Аддитивные технологии в цифровом производстве. Металлы, сплавы, композиты: научный журнал // НИТУ МИСиС. – 2024.

Информация об авторах:

Морозов Даниил Андреевич – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; Медов Роман Олегович – аспирант, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Научный руководитель:

Ермолаева Наталья Вадимовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОКРАСОЧНОМ ЦЕХЕ

Морозов Н. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ягольницер О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы экологической и производственной безопасности в условиях работы окрасочного цеха. Проведена оценка рисков для здоровья работников и воздействия на окружающую среду, проанализированы современные подходы к снижению выбросов летучих органических соединений и повышению безопасности технологического процесса. Предложены мероприятия по модернизации оборудования и внедрению экологически ориентированных технологий, позволяющих снизить негативное воздействие на человека и природу.

Ключевые слова: экологическая безопасность, производственная безопасность, окрасочный цех, летучие органические соединения, охрана труда.

Введение

Окрасочные производства относятся к числу наиболее экологически опасных технологических процессов. Использование лакокрасочных материалов (ЛКМ) сопровождается выделением летучих органических соединений (ЛОС), токсичных аэрозолей и продуктов сгорания. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в странах с развитой промышленностью около 18–20 % профессиональных заболеваний связано с воздействием растворителей и красителей. В России, по данным Роспотребнадзора, более 30 % случаев профессиональной заболеваемости приходится на химический фактор, включая вредные выбросы в окрасочных производствах.

По оценкам Европейского агентства по охране окружающей среды, доля выбросов ЛОС от окрасочных производств составляет до 12–15 % от общего объема органических загрязнителей атмосферы. Эти данные указывают на необходимость повышения уровня экологической и производственной безопасности за счет внедрения современных технологий и организационных мероприятий.

Характеристика окрасочного производства

Окрасочный цех представляет собой участок, оснащённый камерами окраски и сушки. Технологический процесс включает несколько стадий:

- подготовка поверхности (обезжикивание, грунтовка);
- нанесение ЛКМ методом распыления;

- сушка покрытия при повышенной температуре.

Основные источники загрязнений связаны с испарением растворителей и образованием аэрозолей при распылении краски. Рабочие места маляров подвергаются воздействию паров толуола, ксилола, ацетона, этилбензола и других токсичных компонентов (табл. 1).

Таблица 1
Воздействие токсичных компонентов

Вещество	Основной эффект	ПДК, мг/м ³
Толуол	Нарушение функций нервной системы	50
Ксилол	Токсическое воздействие на дыхательную систему	50
Ацетон	Раздражающее действие на слизистые оболочки	200
Этилбензол	Гепатотоксическое действие	100

Проблемы и риски

Основные риски эксплуатации окрасочного цеха можно разделить на четыре группы: химические, пожарно-взрывоопасные, экологические и эргономические (табл. 2).

Таблица 2
Категории риска

Категория риска	Характеристика
Химические	Воздействие паров растворителей, превышение ПДК
Пожаро- и взрывоопасные	Накопление паров ЛОС, работа с горючими материалами
Экологические	Выбросы в атмосферу, загрязнение воды и почвы
Эргономические	Высокая нагрузка на организм, неблагоприятный микроклимат

Наиболее опасным фактором остаётся превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) в воздухе рабочей зоны. В ряде случаев концентрации ЛОС в камере окраски превышают нормативные значения в 2–3 раза.

Современные подходы к повышению экологической и производственной безопасности

Технологические решения:

- переход на водорастворимые и порошковые ЛКМ, снижающие выделение токсичных веществ;
- внедрение фильтров адсорбционного и каталитического типа для улавливания ЛОС;

- организация замкнутого цикла вентиляции с рекуперацией воздуха;
- использование роботизированных систем окраски, минимизирующих контакт работников с вредными веществами.

Сравнительный анализ технологий очистки воздуха представлен в таблице 3.

Таблица 3
Сравнение технологий очистки воздуха

Технология	Эффективность очистки, %	Затраты на эксплуатацию	Особенности
Адсорбция (угольные фильтры)	60–80	Средние	Необходима регенерация сорбента
Каталитическое окисление	90–95	Высокие	Высокая степень очистки, энергозатраты
Фотокатализ	85–90	Средние	Новые технологии, требует УФ-излучения
Комбинированные системы	70–95	Оптимальные	Баланс эффективности и затрат

Организационные мероприятия:

- регулярный лабораторный контроль воздуха рабочей зоны;
- внедрение системы менеджмента охраны труда и экологии (ISO 14001 и ISO 45001);
- обучение персонала безопасным приёмам работы и использованию средств индивидуальной защиты;
- разработка инструкций и стандартов для предотвращения аварийных ситуаций.

Экологический и социальный эффект

Внедрение предложенных мероприятий обеспечивает:

- улучшение условий труда работников (снижение концентрации ЛОС в воздухе рабочей зоны на 40–60 %);
- уменьшение профессиональных заболеваний, связанных с воздействием растворителей;
- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 50–70 %;
- соответствие современным нормативным требованиям;
- сокращение расходов предприятия за счет уменьшения штрафов и затрат на вентиляцию.

Экономический эффект от модернизации проявляется в снижении расходов на энергопотребление и продлении срока службы оборудования. Социальный эффект выражается в росте удовлетворенности работников условиями труда и снижении текучести кадров (табл. 4).

Таблица 4

Экологический и экономический эффект

Показатель	До внедрения	После внедрения
Концентрация ЛОС в воздухе, мг/м ³	120–150	50–60
Количество случаев профзаболеваний, %	12	5
Выбросы ЛОС в атмосферу, т/год	25	10
Затраты на энергопотребление, %	100	80

Заключение

Исследование показало, что повышение экологической и производственной безопасности в окрасочном цехе возможно при комплексном применении технических и организационных решений. Зарубежный опыт подтверждает эффективность перехода на экологически ориентированные технологии, включая автоматизацию процессов окраски и использование альтернативных ЛКМ. Рассмотренные меры обеспечивают значительное снижение негативного воздействия на здоровье работников и окружающую среду, а также создают условия для устойчивого развития предприятия. Полученные результаты могут быть использованы при разработке типовых решений в области человеко- и природозащитных технологий.

Список литературы:

1. Золотов Ю.А., Резникова Н.И. Экология и охрана труда в промышленности. – М.: Академия, 2019.
2. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // СПС «КонсультантПлюс».
3. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» // СПС «КонсультантПлюс».
4. ISO 14001:2015. Environmental management systems – Requirements with guidance for use [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/60857.html>.

Информация об авторе:

Морозов Никита Антонович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ягольницер Ольга Владимировна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ОТХОДОВ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Мякотникова М. С.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Шварцбург Л. Э.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины негативного воздействия при реализации технологического процесса токарной обработки на окружающую среду и человека. В ходе исследования были проанализированы потребление и отходы образующихся в процессе токарной обработки и причины возникновения отходов.

Ключевые слова: потребление, отходы, причины возникновения отходов, влияние.

Токарная обработка – это один из основных процессов механической обработки материалов, с помощью которого формируются изделия круглой или цилиндрической формы.

При токарной обработке неизбежно образование отходов, такие как стружка, металлическая пыль, смазочно-охлаждающая жидкость, загрязненная металлическими частицами и остатки обрабатываемого материала. Эти отходы при неправильной утилизации загрязняют воздух, водные ресурсы и почву, а также наносят вред человеческому организму вызывая другие заболевания. Длительное воздействие высоких уровней вибрации и шума может привести к возникновению профессиональных заболеваний.

Также присутствие пыли и аэрозолей, образующихся в процессе токарной обработки, может вызвать аллергические реакции и другие проблемы с дыхательной системой у работников.

Реализация технологических процессов механообработки на токарном станке неразрывно связана с окружающей средой. Эта связь осуществляется через потребление и отходы (рис. 1).

Потребление энергии является неотъемлемой частью при работе любого оборудования. Эта энергия обеспечивает работу электротехнических систем станка и, будучи преобразованной в механическую энергию, формирование сил резания, необходимых для реализации процесса резания.

Добыча полезных ископаемых (нефти, газа и угля), и последующее их сжигание для получения электрической энергии вызывает выделение в атмосферу большого количества углекислого газа и микрочастиц пыли. Также происходит выброс опасных веществ и газов (сернистый ангидрид, оксиды азота и металлы). Они негативно сказываются на воздушной и водной средах, а

также почве, вызывая кислотные дожди, загрязнение рек и смерть растительности.

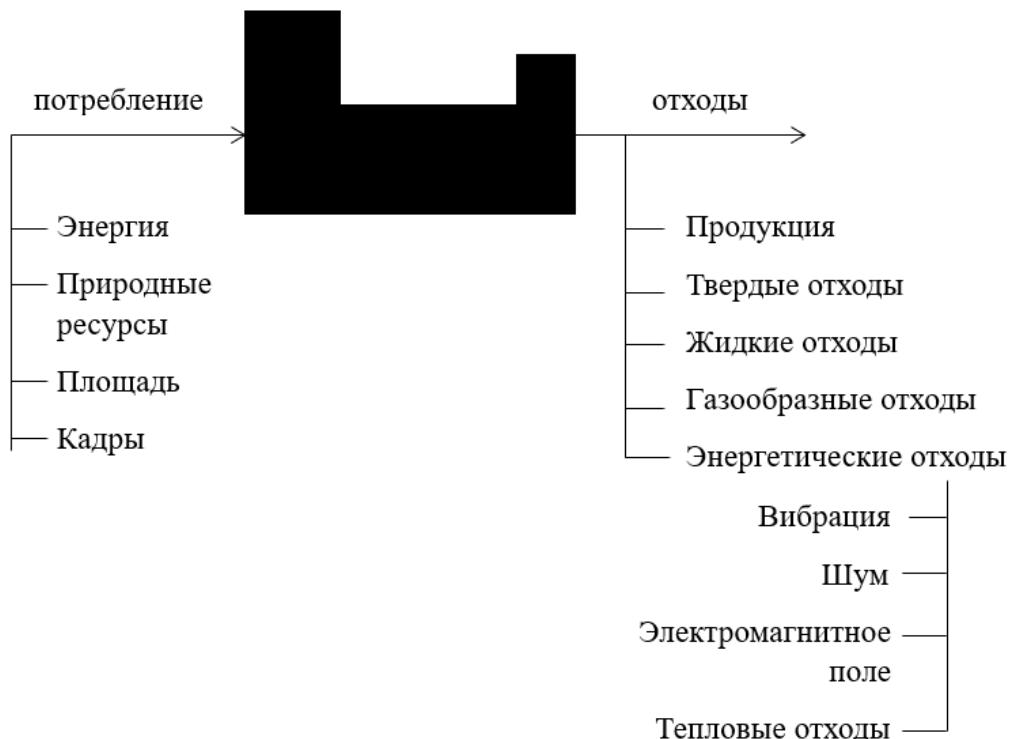


Рис. 1. Взаимодействия технологического процесса токарной обработке с окружающей средой

При токарной обработке используются также природные ресурсы и их производные, такие как металлы, пластмассы, различные породы древесины. Добыча этих материалов оказывает существенное влияние на окружающую среду:

- Вырубка лесов: заготовка древесины для производства заготовок и деталей станков;
- Добыча полезных ископаемых: металлы добываются открытым или подземным способом, что приводит к разрушению ландшафтов и загрязнению воды и воздуха.

Важным аспектом работы токарного станка является использование воды в качестве охлаждающей среды для самого станка и для обрабатываемого материала. Вода используется в качестве основного компонента смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) для обработки металлов, тепловое разложение которой вызывает загрязнения воздушной среды компонентами СОЖ.

Согласно нормативной документации и нормам по размещению оборудования на производственных площадях предприятия, должны быть заложены определенные расстояния между оборудованием. Этот аспект существенно увеличивает площадь, которую занимает предприятие.

Вследствие неэффективного размещения станков и материалов также существенно усложняется логистика предприятия, и увеличиваются транспортные расходы и выбросы, связанные с перемещением материалов и оборудования.

Квалификация и опыт работы персонала, обеспечивающего реализацию технологического процесса токарной обработки, существенно влияет на энергоэффективность оборудования. В качестве примера можно привести работу на холостом ходу или с чрезмерными нагрузками – это значительно увеличивает потребление электрической энергии и снижает производительность станка, вследствие чего происходит дополнительные затраты ресурсов.

Чтобы снизить влияние этого аспекта следует обучать и повышать осведомленность персонала: регулярно проводить инструктажи, курсы повышения квалификации и реализовывать образовательные программы, направленные на правильную эксплуатацию станков, повышение эффективности их работы, повышение степени утилизации отходов и экономии энергии.

Работа токарного станка подразумевает, как указывалось выше, потребление ресурсов, а также и образование отходов.

Основной причиной возникновения отходов является наличия трения (рис. 2).

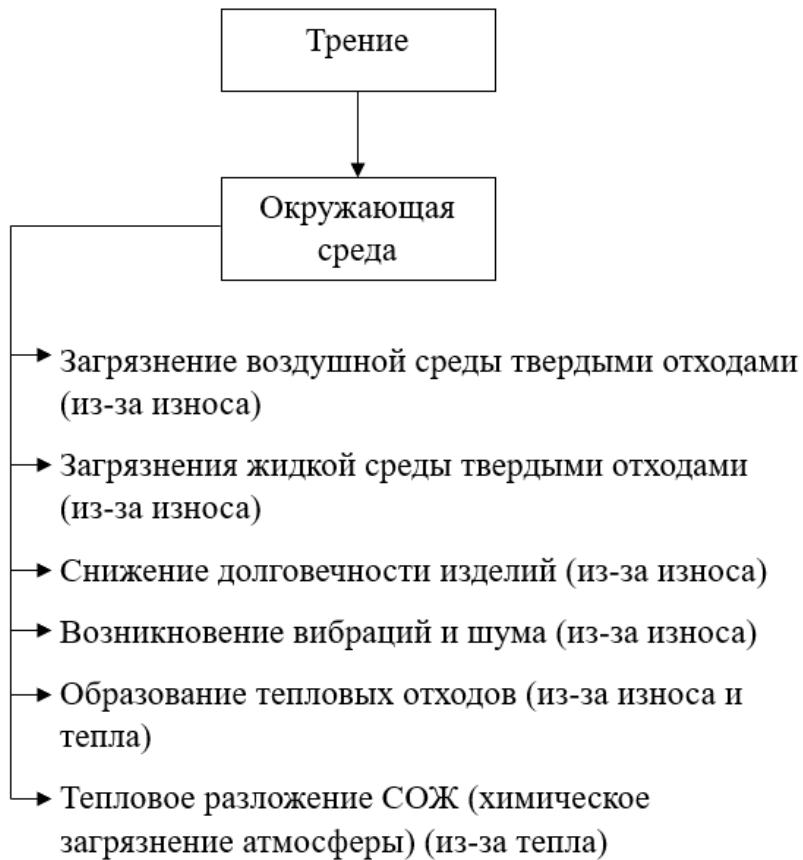


Рис. 2. Негативное влияние трения на окружающую среду

В процессе эксплуатации токарных станков образуются твёрдые отходы. К ним относятся: стружка и взвеси-примеси материалов, образующиеся при обработке деталей; амортизационный лом; шлаки; зола; прочие осадки и пыль.

Кроме того, при реализации технологического процесса токарной обработки образуются жидкие отходы. В первую очередь это относится к СОЖ и необходимости ее утилизации после истечения срока эксплуатации.

К вредным газообразным отходам, образующимся при работе токарных станков, относят масляный туман и продукты теплового разложения СОЖ, которые загрязняют воздух рабочей зоны химическими компонентами, представляющими часто существенную опасность для человека.

При реализации технологических процессов токарной обработки возникают и энергетические отходы это в первую очередь вибрации и шум, тепловые и электромагнитные отходы.

При обработке детали на токарном станке образуется шум. Он является звуковыми волнами, которые возникают в результате динамических нагрузок в зубчатых передачах из-за погрешностей их изготовления; неравномерной нагрузки на подшипники качения; динамических ударов шариков или роликов о неровности поверхности беговых дорожек наружного и внутреннего колец подшипников.

Неравномерность срезания стружки, вибрации режущего инструмента, изменение свойств обрабатываемого материала – все это приводит к возникновению импульсных сил, генерирующих шум. Сам процесс формирования стружки сопровождается ударными и вибрационными явлениями, которые являются источниками шума. Характер шума зависит от вида стружки (сплошная, прерывистая, ломкая). Любые несовершенства в форме или состоянии инструмента, или детали (задиры, трещины, неоднородности материала) усиливают вибрации и шум.

При работе токарного станка образуется вибрация из-за неравномерного распределения массы во вращающихся частях (шпиндель, патрон). Сам процесс резания, особенно при некорректном выборе режимов резания, создает вибрации.

Электромагнитное поле токарного станка образуется из-за работы электродвигателя, электромагнитных компонентов системы управления станком, такие как частотные преобразователи. Проводка и кабели, подключенные к станку, могут излучать электромагнитные волны, особенно при высокой силе тока.

К отходам машиностроительных заводов следует относить и тепловое загрязнение (вторичные энергетические ресурсы), которое образуется в основном в подшипниках, направляющих и других подвижных частях станка в виде тепла образующихся газов, вследствие необходимости нагрева и охлаждения установок и произведенной продукции. Процесс резания – экзотермический, сопровождающийся выделением тепла. Часть тепла уходит с стружкой, часть – нагревает заготовку и инструмент. Работа электродвигателя

сопровождается преобразованием электрической энергии в механическую, при этом часть энергии теряется в виде тепла.

Список литературы:

1. Белов С. В., Безопасность производственных процессов. Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 449 с.
2. Шварцбург Л.Э. Трибоэкология: лекции // Электронная образовательная среда ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://edu.stankin.ru/>.
3. Гогуадзе М.Г. Снижение шума на рабочих местах операторов специальных расточных и осетокарных станков: автореферат [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://viewer.rusneb.ru/ru/000199_000009_010250846?page=1&rotate=0&theme=white (дата обращения: 12.09.2025 г.).
4. Липаев А.А. Отходы в промышленности // Управление техносферой. – 2014. – № 4. – С. 389–402.

Информация об авторе:

Мякотникова Мария Сергеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Шварцбург Леонид Эфраимович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ИНЭБ, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ШУМА В РЕМОНТНОМ ЦЕХЕ

Немченко А. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема обеспечения безопасности труда работников в условиях повышенного шумового воздействия от пескоструйной камеры на примере ремонтного цеха моторвагонного депо «Лобня».

Ключевые слова: производственный шум, средства и методы защиты, пескоструйная камера.

Акустические колебания (шум) – это колебания упругой среды, включающие слышимые и неслышимые звуки. Шум – это апериодические звуки разной интенсивности и частоты, неблагоприятно воспринимаемые человеком.

Производственный шум – это совокупность звуков, вызывающих неприятные ощущения у работников. Он возникает из-за транспорта, оборудования, систем вентиляции, пневмо- и гидроагрегатов, а также из-за вибраций.

Классификация производственного шума основывается на анализе его частотных характеристик, спектрального распределения, временных изменений и причин его появления (рис. 1).

Шум негативно влияет на организм, угнетая центральную нервную систему, нарушая обмен веществ и способствуя сердечно-сосудистым заболеваниям.

При длительном воздействии шума свыше 80 дБ возможно ухудшение слуха, профессиональная тугоухость.

В России профессиональная тугоухость составляет 9–12 % от всех профессиональных заболеваний и занимает третье место.

Организм по-разному реагирует на различные уровни звукового давления (табл. 1).

Допустимый уровень шума на рабочем месте определяется сложностью и интенсивностью выполняемой работы и варьируется в пределах 60–79 дБА. Превышение этих значений связано с риском потери слуха. Например, при шуме 85 дБА у 5 % работников может развиться тугоухость. Этот процент увеличивается с ростом уровня шума: 10 % при 90 дБА, 12 % при 100 дБА и 34 % при 110 дБА.



Рис. 1. Классификация производственного шума

Таблица 1

Уровень звукового давления шума

Уровень звукового давления шума, дБ	Воздействие на человека
30–40 дБ	Привычен для человека, не беспокоит его
40–70 дБ	В условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывает ухудшение самочувствия, при длительном воздействии может быть причиной нервозов
Выше 75 дБ	Может привести к профессиональной «тогоухости»
Свыше 140 дБ	Возможен разрыв барабанных перепонок, контузия
Более 160 дБ	Смерть

Снижение уровня шума на производстве требует применения целого ряда мер, от организационных и технических до медицинских, на всех этапах. Существуют два основных типа методов защиты: коллективные и индивидуальные (рис. 2).

К средствам коллективной защиты относятся: акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические методы (рис. 3).

К средствам индивидуальной защиты относятся: наушники, вкладыши, шлемы (рис. 4).

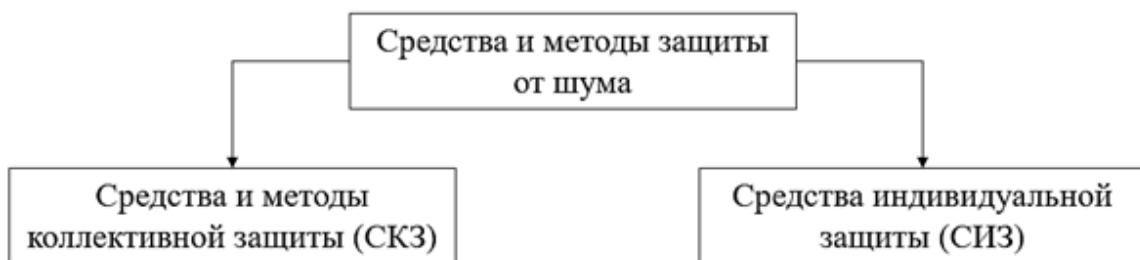


Рис. 2. Способы снижения уровня шума



Рис. 3. Методы коллективной защиты от шума

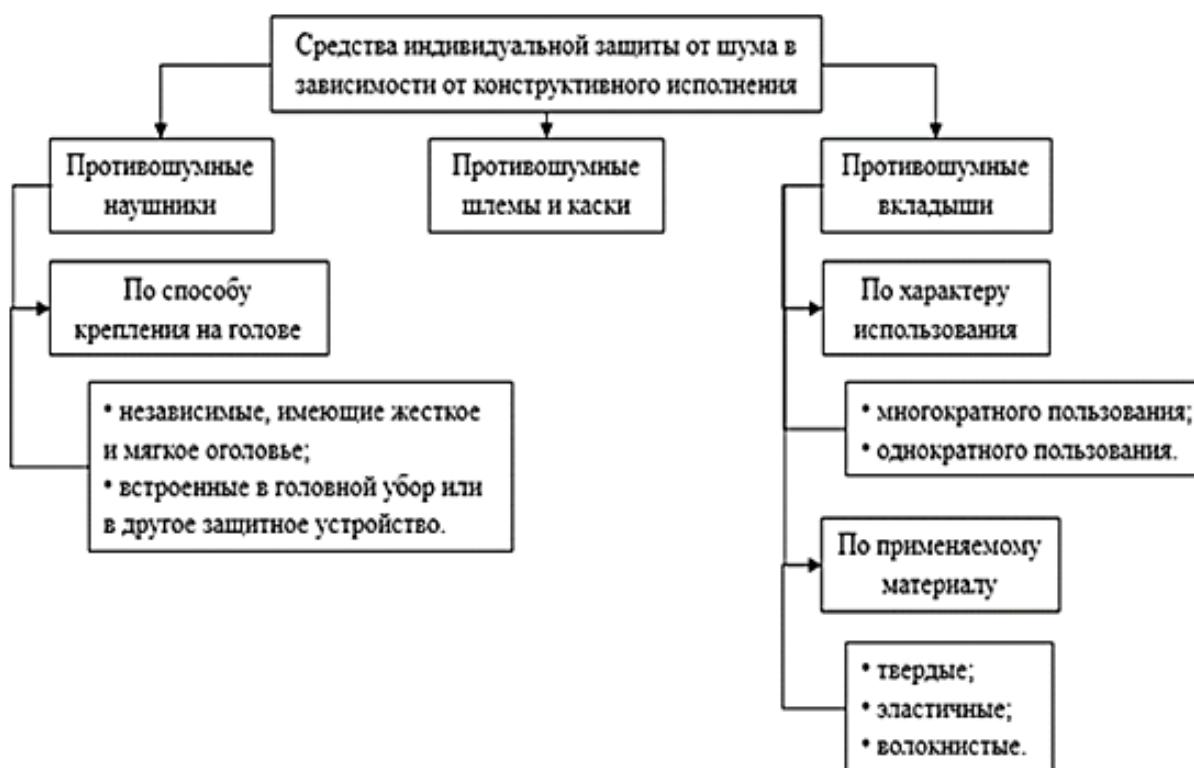


Рис. 4. Средства индивидуальной защиты от шума

В цехе ТР-3 моторвагонного депо «Лобня» расположен участок, специализирующийся на обслуживании и ремонте электрического оборудования. На этом участке выполняются плановые работы по поддержанию в исправном состоянии и восстановлению ключевых узлов электроподвижного состава, включая тяговую и ходовую части, автотормозной системы и кузовных элементов электроподвижного состава (рис. 5).



Рис. 5. Местонахождения участка в цехе ТР-3

Одним из наиболее шумных элементов на участке является пескоструйная камера. Это оборудование предназначено для подготовки поверхностей изделий к покраске и другим видам обработки (удаление ржавчины, заусенцев и т.д.). Однако её работа сопровождается высоким уровнем шума, что может создавать определённые неудобства для сотрудников и окружающих.

Во время работы обрабатываемые детали находятся внутри закрытой, практически герметичной камеры. Руки оператора внутри камеры, при этом защищены специальными перчатками. Это позволяет выполнять обработку изделий в обычном рабочем помещении, не вынося процесс в специально отведенные помещения или площадки (рис. 6).

Для обеспечения безопасности работников рекомендуется применять комплекс защитных мер, включая средства коллективной и индивидуальной защиты. Звукоизолирующий кожух – отличный выбор для коллективной защиты, так как он снижает акустическое воздействие от шумных машин и механизмов. Кожухи изготавливаются из прочных материалов, таких как сталь и дюралюминий, а их внутренние поверхности обрабатываются звукопоглощающими материалами, например, войлоком или шлаковатой, для повышения эффективности.



Рис. 6. Пескоструйная камера

Наушники – самое удобное и эффективное средство индивидуальной защиты. В отличие от шлемов, они не громоздкие и экономически выгодны, а по сравнению со вкладышами обеспечивают высокий уровень шумоподавления.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация // СПС «КонсультантПлюс».
2. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. – М.: Изд-во Юрайт, 2011. – 680 с.
3. Гриценко В.С. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие. – М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2004. – 244 с.
4. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник. – 3-е изд., испр, и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 448 с.
5. Милюхин К.В., Петров В.А. Охрана труда: учеб. пособие. – Чебоксары, 2007. – 301с.

Информация об авторе:

Немченко Анастасия Александровна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ДОРОГ В СЕЙСМИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Нурматов Х. М.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: В данной статье с научной и практической точки зрения проанализированы вопросы прогнозирования состояния дорожной инфраструктуры в сейсмоактивных районах. Показано, что вероятность повреждения дорог и искусственных сооружений во время землетрясения зависит от их конструктивных особенностей, качества использованных в строительстве материалов, уровня технического обслуживания и проведенных антисейсмических мероприятий. В исследовании разработаны научные основы прогнозирования состояния дорог с использованием современных методов, таких как геоинформационные системы, сенсорные технологии, компьютерное моделирование и искусственный интеллект. На примере зарубежного опыта (Япония, США, Китай) проанализированы эффективные системы мониторинга и управления, а также предложены пути их адаптации к условиям Узбекистана. Результаты сейсмического анализа, проведенного на примере железнодорожного линии Ангрен-Пап показали необходимость выделения зон высокого риска и расширения системы мониторинга. В статье даны рекомендации по оценке стратегических транспортных сооружений, использованию международных стандартов, внедрению сенсорных и мониторинговых систем, обновлению карт рисков в целях обеспечения национальной безопасности и экономической стабильности.

Ключевые слова: сейсмический прогноз, мониторинг, искусственные сооружения, дорожная инфраструктура, сейсмическая устойчивость, тектоническая волна, сейсмическая опасность, моделирование, индекс опасности.

Введение. Устойчивое функционирование дорожной инфраструктуры в сейсмически активных районах имеет большое значение для экономики страны, безопасности населения и бесперебойной работы стратегических транспортных сетей. Повреждение дорог и искусственных сооружений в результате землетрясений приводит не только к экономическим потерям, но и к задержкам спасательных работ, проблемам с эвакуацией населения. Из-за землетрясений страны мира несут огромный социальный и экономический ущерб. Мировой опыт показывает, что крупные землетрясения в 1990–2020 годах привели к ущербу транспортным сетям в размере более 500 млрд долларов США. Узбекистан также входит в число регионов с высокой сейсмической активностью. В горных районах, таких как Ангрен-Пап, оползни, обвалы и

процессы разжижения увеличивают риск разрушения дорог. Поэтому точное и оперативное прогнозирование состояния дорог под сейсмическим воздействием является одним из важных направлений национальной безопасности.

Из-за оползней и обвалов в горах повреждаются дороги, останавливается движение автомобильных и железных дорог, в результате чего территория, где произойдёт катастрофа, на несколько дней будет отрезана от остальной части страны. Поэтому анализ сейсмической опасности и прогнозирование состояния дорог имеют большое научное и практическое значение.

Прогнозирование состояния дорог вследствие землетрясения необходимо для определения имеющихся сил и средств, способствующих восстановлению движения транспорта с учетом грунтового слоя, поверхности дороги (дорожного покрытия), искусственных сооружений (мосты, подземные переходы, опорные стены, водопропускные трубы, транспортные сооружения, опорные столбы сети связи и др.), уклонов дороги в зоне бедствия. Информация о дорогах также необходима для внесения временных изменений в режим движения поездов и автомобилей.

При этом оценка поврежденной дороги относится также к верхнему слою земли, поверхностному слою дороги, дорожному покрытию, защитным средствам, искусственным сооружениям, зданиям, другим объектам, относящимся к дорожной инфраструктуре и расположенным вдоль дороги.

Цель. Основная цель исследования – разработка научно обоснованной методики прогнозирования технического состояния дорог и искусственных сооружений в сейсмоактивных районах во время и после землетрясения, создание интегрированной системы оценки, соответствующей условиям Узбекистана, с использованием зарубежного опыта и современных технологий.

Метод исследования. Для оценки и прогнозирования сейсмостойкости дорог применяются следующие научные методы:

- геоинформационные системы (ГИС): создание карт рисков путем объединения данных о трассе дороги, геологическом строении и сейсмической опасности;
- сейсмическое моделирование: определение воздействия сейсмических волн на дорожные сооружения с помощью компьютерных симуляций;
- сенсорные технологии: мониторинг мостов, тоннелей и дорог в режиме реального времени с помощью сейсмических датчиков;
- искусственный интеллект и машинное обучение: анализ исторических и реальных данных для прогнозирования вероятности повреждения;
- расчет индекса сейсмической опасности: оценка уровня сейсмической опасности каждого участка дороги с помощью цифрового показателя.

При прогнозировании состояния дорог, подверженных сейсмическому воздействию, учитываются следующие факторы:

- уровень сейсмической активности – история зарегистрированных на территории землетрясений и их магнитуда;

- геологическое строение – тип грунта (включая горные условия), мощность пласта и риск разжижения;
- конструктивные особенности дорожной инфраструктуры – опоры мостов, опоры, тоннели, системы водоотведения;
- эксплуатационное состояние дороги – железнодорожные пути, асфальтовое или бетонное покрытие, трещины, состояние ремонта;
- температурные и климатические факторы – влажность грунта и сезонные изменения.

Служба управления железнодорожными, автомобильными и городскими дорогами после стихийного бедствия в оперативной форме оценивает состояние транспортных сооружений отдаленных и труднодоступных районов для планирования срочных ремонтных и восстановительных работ, позволяющих восстановить движение транспорта в зоне бедствия, а также для внесения временных изменений в режим движения поездов и автомобилей в зоне бедствия.

Степень повреждения транспортных средств во время землетрясения зависит от состояния их физического износа вследствие воздействия атмосферы, гидросферы, литосферы и техногенных воздействий, а также от степени выполнения специальных требований по строительству и контролю транспортных сооружений в сейсмических районах. Поэтому уровень повреждения дорог оценивается как сейсмостойчивый, малоустойчивый и сейсмостойкий по отношению к сооружениям.

Сила землетрясения оценивается на основе влияния природной среды, техносферы, биосферы и антропосферы на общее воздействие повреждающих факторов тектонических сдвигов, вызывающих разрыв земной коры.

Существует множество примеров повреждения инженерных сооружений из-за оползней, сдвигов, селей, оползней, разжижения земной коры, а также вторичного воздействия сейсмогравитационных воздействий, вызванных землетрясениями [1–10].

Транспортная инфраструктура повреждается или разрушается из-за возникновения вторичных повреждающих факторов землетрясения в сочетании с воздействием сейсмически волн. Вследствие ущерба устойчивости системы работы, обеспечивающей безопасное обслуживание сооружений и дорог, стихийное бедствие может перерасти в техногенные катастрофы, такие как крушение подвижного состава, пожары, загрязнение окружающей среды вредными веществами, вывозимыми с дороги. Поэтому при проектировании новых объектов, укреплении существующих сооружений и восстановлении объектов после катастрофических вибраций необходимо учитывать вышеуказанную ситуацию [11].

Подземные толчки в зоне бедствия могут повторяться в течение длительного времени (от нескольких суток до нескольких месяцев) с дополнительным повреждением сооружений.

Для обеспечения безопасности дорожного движения службы дорожного надзора должны осуществлять постоянный мониторинг транспортной инфраструктуры в зоне землетрясения в период сейсмической активности, в том числе в случае афтершока 6 баллов по шкале MSK-64 [12].

Зарубежный опыт в этой области, например, в Японии на дорогах и мостах установлены сейсмические датчики в режиме реального времени, которые автоматически ограничивают движение во время землетрясения, в США (Калифорния) департамент транспорта обновляет дорожную карту с переоценкой сейсмической опасности каждые 5 лет, в Китае регулярно проводится мониторинг дорог с помощью дронов и спутниковых данных.

При оценке возможных повреждений дорог, вызванных землетрясениями, необходимо учитывать выводы ранее проведенного контроля транспортных сооружений в сейсмических районах, выявленные причины повреждения дорог, эффективность методов антисейсмической защиты при проведении новых строительных работ и повышение сейсмостойкости при капитальном ремонте (реконструкции) транспортной инфраструктуры.

Разрушение моста возможно при землетрясениях магнитудой 9–10 баллов в случае низкой сейсмостойкости конструкции. Степень повреждения дорог рекомендуется оценивать как сейсмонаестойчивую по отношению к сооружениям, с низким уровнем сейсмостойкости и сейсмостойкую [11].

Категорию сейсмонаестойчивых сооружений можно усилить путем их капитального ремонта (реконструкции). Состав и объем капитального ремонта, сейсмических мероприятий определяются с учетом выводов и рекомендаций инженерно-сейсмических исследований, данных обследований, испытаний и расчетов сооружений на сейсмостойкость.

Сейсмостойкие сооружения должны соответствовать указаниям документа, регламентирующего работы по изучению и проектированию транспортных сооружений в сейсмических районах, а также иметь исправленное техническое состояние.

При разработке проекта капитального ремонта и реконструкции сейсмонаестойчивых и малоустойчивых сооружений целесообразно учитывать антисейсмические мероприятия, соответствующие существующим требованиям проектирования в сейсмических районах [11].

Антисейсмические мероприятия, проведенные в процессе строительства, капитального ремонта и реконструкции сейсмонаестойчивых сооружений при оценке возможных повреждений дорог, вызванных землетрясением, не гарантируют, что эти сооружения не будут повреждены при землетрясении силой, превышающей силу землетрясения, учитываемую в процессе строительства, капитального ремонта и реконструкции [11].

При планировании восстановительных работ в зоне бедствия следует учитывать, что для снижения санитарных и аварийных потерь населения необходимо восстанавливать транспортные сооружения по временной схеме в максимально сокращенные сроки [13].

Ремонтно-восстановительные работы на дорогах проводятся в целях восстановления движения транспортных средств по дорожной сети в пострадавших от землетрясения районах. Состав и объем работ определяются в зависимости от требований безопасности движения на восстанавливаемых территориях.

Ремонтно-восстановительные работы включают в себя восстановление спроектированных дорожных знаков, замену поврежденных рельсов, ремонт твердых покрытий на автомобильных дорогах, очистку участка дороги от окатанного камня, восстановление первоначального состояния мостовых пролетов, укрепление поврежденных опор мостов и коммуникационных сетей, восстановление пассажирских платформ, замену электротехнического оборудования подстанций электроснабжения и другие работы.

Результат.

– Анализ сейсмической опасности на примере железнодорожной линии Ангрен-Пап показывает, что на горных участках дорог высока опасность оползней и обвалов. Установлено, что опоры мостов и дорожные покрытия относятся к группе повышенного риска при землетрясениях магнитудой 8–9 баллов.

– Охват сейсмическими датчиками в Узбекистане ограничен, поэтому необходимо расширять систему мониторинга.

– Опыт Японии показал, что автоматическое ограничение движения с помощью датчиков, регулярное обновление карт сейсмической опасности в США, а также мониторинг дронов и спутников в Китае помогают быстро оценить состояние дорог.

– В процессе восстановления транспортного движения после землетрясения подтверждена эффективность временных маршрутов, оперативных ремонтных работ и мер по укреплению стратегических объектов.

Заключение. Прогнозирование состояния дорог в сейсмических районах имеет решающее значение для обеспечения национальной безопасности, экономической стабильности и безопасности населения. Данные дистанционного прогнозирования силы землетрясения и повреждения дорог используются при планировании работ по восстановлению движения транспорта в зоне бедствия, введении временных ограничений веса и скорости транспортных средств для обеспечения безопасности движения и проведения работ по восстановлению сооружений в кратчайшие сроки. Для эффективного выполнения этой работы даются следующие рекомендации:

– оценка всех транспортных сооружений в сейсмических районах по индексу опасности;

– применение международных антисейсмических стандартов на вновь строящихся дорогах и мостах;

– внедрение сенсорных и мониторинговых систем на всех стратегических участках дорог;

- обновление карт сейсмического риска и тестирование плана чрезвычайных ситуаций каждые 5 лет;
- интеграция современных технологий моделирования и искусственного интеллекта в национальную систему мониторинга инфраструктуры.

Прогнозирование состояния дорог в сейсмических районах является неотъемлемой частью национальной безопасности и экономической стабильности. На основе современных сенсоров, технологий моделирования и международного опыта в Узбекистане можно создать эффективную систему снижения сейсмического риска.

Список литературы:

1. Болт Б.А., Хорн У.Л., Макдоналд Г.А., Скотт Р.Ф. Геологические стихии. – М.: Мир, 1978.
2. Бунин Г.Г., Батыров Б.А. Ачинская сейсмодеформация // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. – М.: Наука, 1981.
3. Попова Е.В., Левкович Р.А. Поверхностные нарушения грунтов в эпицентральной зоне // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. – М.: Наука, 1981.
4. Чигарев Н.В., Шивков Ф.С. Геоморфологический обзор поверхностных нарушений // Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. – М.: Наука, 1981.
5. Шестоперов Г.С. Сейсмостойкость мостов. – М.: Транспорт, 1984.
6. Шестоперов Г.С. Повреждения мостов при землетрясениях и их учет при проектировании искусственных сооружений (отечественный опыт). – М.: ВПТИ Трансстрой, 1991.
7. Katayama S. [and others]. Damage caused by the Niigata earthquake and geological features of national highway in the suburbs of Niigata city // Soil and Foundation. – 1966. – Vol. VI. – № 1.
8. McCulloch D.S., Bonilla M.G. Effects of the Earthquake of March 27, 1964 on the Alaska railroad. – Washington: United States Gov. Print. Off., 1970.
9. Nasu N. The Great Indian Earthquake of January 15, 1934 // Bull. of the Earthquake Research Institute. – 1935. – Vol. XIII.
10. Practical Lessons from the Loma Prieta Earthquake. Report from a Symposium of the National Research Council. – Washington: National Academy Press, 1994.
11. Свод правил 270.1325800.2016. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила оценки повреждений дорог при землетрясениях в отдаленных и труднодоступных районах.
12. Сулеймонов С.С., Нурматов Х.М. Проблемы оценки потенциала железнодорожной линии Ангрен-Пап по снижению сейсмического риска // Проблемы архитектуры и строительства (научно-технический журнал). – 2021.

13. Сураймонов С.С., Нурматов Х.М. Виды ущерба, причиненного железнодорожной линии Ангрен-Пап землетрясением, и необходимые этапы мер по борьбе с ним // Ресурсосберегающие технологии на транспорте. Сборник трудов Республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых, 2021.

Информация об авторе:

Нурматов Хасанбай Мирзахмедович – старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность», Ташкентский государственный транспортный университет.

МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА ПРИ РАБОТАХ НА ВЫСОТЕ

Петренко М. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Рябов С. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены основные методы профилактики производственного травматизма при работах на высоте, представлены средства защиты. Также предложены рекомендации по улучшению безопасности.

Ключевые слова: методы профилактики, рекомендации, средства защиты.

Предотвращение травматизма при работах на высоте основывается на комплексном подходе, включающем инженерные решения, организационные меры, применение нормативных требований, обучение и развитие культуры безопасности. Рассмотрим современные методы профилактики, направленные на минимизацию риска падений и других инцидентов [1, 2, 3].

Инженерные методы защиты. К инженерным (техническим) методам относят средства коллективной и индивидуальной защиты (рис. 1).



Рис. 1. Средства индивидуальной защиты при работах на высоте

Средства коллективной защиты (СКЗ) – это ограждения, сетки, платформы безопасности, технические устройства, предотвращающие падение сразу для группы людей [4].

Организационные меры. Значительную роль в профилактике играют меры организационного характера – то есть правильное планирование и управление работами на высоте (рис. 2).

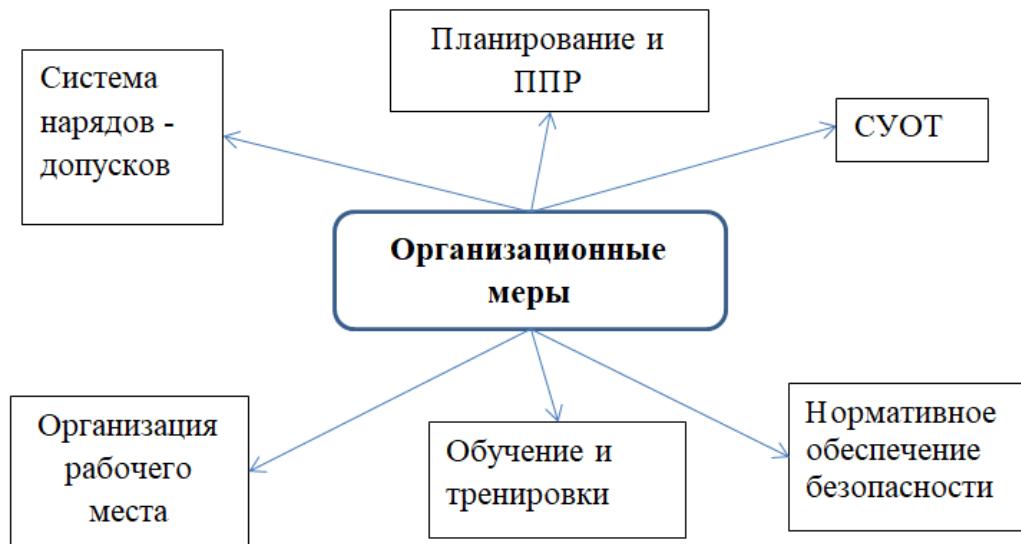


Рис. 2. Организационные меры защиты

- **Система нарядов-допусков.** В соответствии с правилами, работы на высоте относятся к работам повышенной опасности, требующим оформления наряда-допуска. Наряд допуска выдается ответственным лицом и содержит перечень мер безопасности, состав бригады, ответственных и особые условия. Применение нарядов позволяет убедиться, что перед началом работ выполнены все подготовительные меры: проверены крепления, проинструктированы рабочие, опасные факторы учтены. Без наряда люди не должны начинать высотные работы.

- **Планирование и ППР** (план производства работ) – документ, в котором описана технология выполнения высотных работ, схема установки лесов или подъемников, расчет нагрузок, и что важно – меры безопасности на каждом этапе. Наличие детального ППР по работам на высоте предотвращает импровизацию на месте. Каждый рабочий действует по продуманной схеме, рискованные этапы сопровождаются особыми мерами (например, сначала монтируются стационарные линии страховки, только затем поднимаются люди). Инженер по охране труда должен согласовывать ППР, чтобы убедиться: учтены все риски.

- **Система управления охраной труда (СУОТ).** Это более широкий подход: в организации выстроена структура и процессы, обеспечивающие постоянный контроль и улучшение условий труда. В контексте высотных работ СУОТ предусматривает: назначение ответственных за безопасное проведение

таких работ, регулярную оценку рисков, мониторинг соблюдения требований (периодические обходы, аудиты безопасности), учет инцидентов. СУОТ включает также разработку инструкций по охране труда при работе на высоте, их актуализацию. Каждая профессия должна иметь четкую инструкцию, основанную на правилах и специфике предприятия.

- **Организация рабочего места.** К организационным методам относится и правильное оборудование рабочего места на высоте перед началом работ: убрать лишние предметы, которые можно случайно столкнуть вниз; обозначить опасную зону внизу (чтобы люди не ходили под местом работы – выставляются предупреждающие знаки или ограждения на земле); проверить освещение, удобство доступа. Хорошо организованное рабочее место снижает отвлекающие факторы и риск споткнуться или оступиться.

- **Обучение и тренировки.** Качественная подготовка персонала – один из краеугольных камней профилактики травматизма.

- **Нормативное обеспечение безопасности.** Методы профилактики подкреплены нормативными актами и стандартами, которые необходимо соблюдать.

Рекомендации по улучшению безопасности

На основе проведенного анализа травматизма и рассмотренных методов профилактики можно выработать ряд рекомендаций, внедрение которых позволит повысить безопасность работ на высоте на отечественных предприятиях.

1. *Совершенствование нормативной базы и контроля.* Несмотря на наличие подробных правил, необходимо регулярно пересматривать и дополнять нормативные требования с учетом меняющихся условий:

- ужесточение ответственности;
- регулярные обновления правил;
- государственный надзор.

Предприятия должны нести ощутимые санкции за грубые нарушения требований безопасности при работе на высоте. Рекомендуется повышать размеры штрафов и усиливать уголовную ответственность должностных лиц при выявлении систематического игнорирования мер защиты. Страх неотвратимого наказания стимулирует соблюдение правил. Внедрение новых технологий (например, дронов для инспекции высотных конструкций, исключающих подъем человека; систем сенсоров на касках, сигнализирующих об угрозе падения) должно сопровождаться методическими рекомендациями и обновлением стандартов. Министерству труда следует выпускать разъяснения по применению таких технологий в охране труда. Усиление инспекционной деятельности: проведение целевых рейдов на стройках и в других местах.

2. *Внедрение культуры «VisionZero» (нулевого травматизма).* Рекомендация для предприятий – перенимать современную концепцию, предполагающую, что любую травму можно и нужно предотвратить.

3. Улучшение обучения и обмена опытом. Отечественным компаниям следует перенимать лучшие практики подготовки персонала:

– **Использование VR и симуляторов.** Современные технологии позволяют обучать работникам на высоте в виртуальной реальности – это безопасно имитирует пребывание на высоте и отработку действий. Рекомендовано крупным строительным организациям внедрять VR-тренажеры, как это делают некоторые западные корпорации, чтобы дать работникам опыт реагирования на опасность без реального риска.

– **Обмен опытом между предприятиями.** Проводить отраслевые семинары, конференции по безопасности высотных работ, где специалисты разных компаний делятся случаями, нововведениями, статистикой.

– **Повышение квалификации инженеров по охране труда.** Включать в программы обучения новых примеров несчастных случаев, разборов расследований (как случай в Красногорске) и способов предотвращения.

4. Технические инновации и заимствование решений. Лучшие практики HSE (Великобритания). Британские правила Work at Height Regulations 2005 устанавливают иерархию средств: сперва избегать работ на высоте, где можно (например, выполнять монтаж на земле с последующим подъемом конструкции); если избежать нельзя – предотвращать падение (установкой настилов, ограждений); если и это полностью не устраниет риск – смягчать последствия (применением сеток, страховок). Российским компаниям стоит внедрять такую иерархию на практике: перед каждым заданием спрашивать, можно ли выполнить работу по-другому, без подъема человека наверх. Если нет – планировать максимум коллективной защиты, и только потом СИЗ [5, 6].

5. Использование современного оборудования. Рекомендуется инвестировать в высококачественные СИЗ: привязи с автоматической блокировкой, карабины с предохранительными муфтами (чтобы случайно не раскрылись), удобные шлейки, которые рабочие будут охотнее носить. Также важно обеспечить средства связи: портативные радиостанции или гарнитуры, чтобы работники на высоте могли незамедлительно подать сигнал о проблеме (это особенно важно при одиночных работах, например, промышленным альпинистам). В зарубежной практике применяются персональные сигнализаторы падения (датчики, которые при резком ускорении посылают сигнал координатору безопасности).

Список литературы:

1. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» (Зарег. в Минюсте России 15.12.2020 № 61477) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371453/47983d65bd672ae2bd096865866364945d5d25ed/#dst100117 (дата обращения 18.09.2025).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изм. и доп. на 2025 г.). – М.: Проспект, 2025. – 416 с.
3. Приказ Минтруда России от 25 апреля 2024 г. № 237н «О порядке оформления несчастного случая на производстве актом Н-1С» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_477400/.
4. ГОСТ 12.4.089-86. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 12с.
5. ГОСТ 12.4.124-83. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 8 с.
6. Инструкция по охране труда при работе на высоте (актуальная редакция 2024 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arkons.biz/instruktsiya-po-ohrane-truda-pri-rabote-na-vysote-2021/>.

Информация об авторе:

Петренко Максим Владимирович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Рябов Сергей Александрович – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Птицына Д. С.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведены различные источники образования твердых промышленных отходов и возможные пути их применения в качестве вторичного сырья, а также положительные и отрицательные стороны данной технологии переработки отходов.

Ключевые слова: вторичное сырье, твердые отходы, промышленные отходы, утилизация отходов.

Вся продукция, производимая человеком, со временем, так или иначе переходит в категорию отходов. При этом часть продукции, на производство которой затрачено определенное количество энергии и труда, попадает в категорию отходов после разового использования.

Учитывая, что отходы являются как загрязнителями окружающей среды, так и продуктами в цикле вторичного использования, то актуальным становится вопрос рационального управления отходами.

Управление отходами включает в себя организацию их сбора, удаления (транспортировки), переработки и захоронения, а также реализацию мероприятий по уменьшению количества отходов.

Стратегия управления отходами базируется на решении следующих основных задач:

- минимизация количества образующихся отходов производства и, по возможности, предотвращение их образования;
- минимизация количества образующихся отходов потребления, направляемых на объекты захоронения и обезвреживания;
- применение экологически безопасных методов переработки отходов с наименьшими экономическими затратами;
- максимально возможное вовлечение отходов в хозяйственный оборот.

Переход от полигонального захоронения к промышленной переработке является основной тенденцией решения проблемы ТБО в мировой практике [3].

Промышленные отходы или отходы производства – это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства, а также образующиеся в процессе производства попутные вещества, не находящие применения [3].

На предприятиях водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения твердыми отходами являются обрезки труб, резина, бумага, изоляционные и конструкционные материалы, остатки строительных материалов, которые образуются в процессе изготовления и установки систем водоснабжения, водоотведения и отопления в домах, учреждениях и на предприятиях.

На предприятиях пищевой промышленности к отходам относятся остатки пищевой продукции, которые образуются в процессе переработки, упаковки и перевозки продукции.

Различные деревянные отходы, стружка, опилки, металлы, пластмассы, ткани, клеи, краска, растворители и т.д. образуются на лесопилках и предприятиях деревообрабатывающей промышленности, а также мебельных фабриках.

В текстильной промышленности основными отходами являются ткани, нитки, металлы, пластмассы, резины, кожа, мех и т.д.

Во время процессов изготовления бумаги и картона, переработки бумаги и картона, изготовления упаковочных материалов, издания газет и литературы, переплетных работ и т.д. целлюлозная промышленность, а также типографские и издательские предприятия производят такие отходы, как обрывки бумаг, тканей, остатки химических веществ, красок, клеев, металлов и т.д.

Химическое и фармацевтическое производства производят отходы органических и неорганических химикатов, металлов, пластмасс, резины, стекла, масел, лаков, растворителей, пигментов и т.д.

При производстве синтетических каучуков и полимеров образуются отходы, включающие в себя остатки каучуков, пластмасс, сажи, отвердителей, красителей, металлов и т.д.

Овчинно-шубное и кожевенное производства оставляют в качестве твердых отходов обрезки кожи и меха, пряжи, красители, реактивы для обработки и дубления кожи и меха и т.д.

Лом черных и цветных металлов, окалина, формовочные смеси, связующие материалы, шлаки остаются в качестве отходов на металлургической промышленности, металлообрабатывающих и машиностроительных производствах.

Производство строительных материалов и стекла при производстве цемента, гипса, обработке камня и изготовления изделий из камня, абразивов, асбестоцементных изделий, получении и обработки стекла также оставляет большое количество твердых отходов [3].

Все перечисленные типы отходов возможно перевести в категорию вторичного сырья для дальнейшего использования и получения новой готовой продукции.

Вторичным сырьем считаются материалы и изделия, которые после первоначального полного их использования (износа) можно применять повторно как исходное сырье [3].

Промышленные отходы являются наиценнейшим вторичным ресурсом, который необходимо максимально использовать в единой технологической цепочке: отходы одного производства являются наиценнейшим сырьем для другого производства. В ряде случаев промышленные отходы являются более качественным сырьем по сравнению с природным [4].

К современным технологиям переработки промышленных отходов относится:

- применение отходов с целью получения сырья для производства строительных материалов, использующих многотоннажные отходы других производств;
- использование отходов для рекультивации ландшафтов, планировки территорий, подсыпке дорог и др.;
- применение отходов в сельском хозяйстве в качестве удобрений или средств мелиорации;
- комплексная переработка сырья и отходов в качестве вторичных ресурсов для производства новых видов продукции по безотходным, экологически чистым технологиям;
- утилизация промышленных отходов [4].

Для последующей переработки в товарную продукцию возможно отбирать из общей массы отходов и использовать следующие компоненты:

- стекло и изделия из него: пивные, винно-водочные и другие бутылки, вне зависимости от цвета и форм; хрусталь; оконное, витринное и дверное стекло, стеклопосуда; другая стеклянная тара и стеклобой;
- дерево и изделия из него: деревянные панели; половая доска; двери и косяки; плиты ДВП; конструкции мебели, садово-парковый спил и отходы древесины;
- отходы полимерной продукции: пластиковые бутылки и банки, пластиковую тару, флаконы из-под шампуней и косметических средств; полиэтиленовые пленки, а также все многообразие одноразовой упаковки;
- алюминиевая упаковочная тара: одноразовые банки; банки для различных газированных и прохладительных напитков; консервные банки; упаковка лакокрасочных и строительных материалов и др.;
- отходы черных металлов: металлоконструкций; металлический лом, части станков, машин и оборудования;
- лом железобетонных конструкций и кирпича: лом стеновых панелей; куски кирпича; шпаклевка и штукатурка; кафель и плитка; а также иной строительный лом, образующийся при разборке домов и перепланировки помещений;
- бумага и отходы из нее: писчая и газетная бумага; упаковочная тара и картон; листовая и рулонная бумага и др.;
- ветошь;
- изделия из кожи и резины [1].

Промышленные отходы используют для специальных технологий их переработки с целью получения исходного сырья и материалов для производства либо прямого получения товарной продукции.

В производстве строительных материалов (щебень, цемент, бетон, кирпич, блоки и др.) широко и эффективно применяют промышленные отходы.

Применяют отходы в строительстве дорог, при засыпке выработок, выравнивании ландшафта, полигонов.

Сами строительные отходы используют для получения вторичного щебня, песчано-гравийной смеси, металлолома и др., которые далее используют для бетонных и железобетонных конструкций, в частности при изготовлении монолитных изделий. Цена этих отходов значительно ниже цены природного щебня.

Переработка вторичного сырья для получения цветных металлов требует в 4 раза меньше капитальных вложений, чем производство первичного сырья. Расходы на сбор и переработку вторичного металла в 25 раз меньше, чем производство металла из руд.

Особенно эффективно применение нанотехнологий для существенного повышения качества изделий из промышленных отходов: значительно повышается прочность изделий при добавке техногенных наночастиц, снижается пористость и увеличивается износостойчивость изделий. Однако применение нанотехнологий имеет существенный недостаток: в настоящее время получение наночастиц даже из мелкодисперсных порошковых отходов в больших объемах является экономически затратным процессом.

Эффективно применение композитных технологий при одновременном использовании двух и более промышленных отходов для достижения наибольшего эколого-экономического эффекта. При этом особенно эффективно использование компьютерных программ искусственного интеллекта.

Таким образом, области производства продукции из отходов и ее применение чрезвычайно широки и в большинстве случаев достаточно экономически эффективны [4].

Однако использование вторичных ресурсов вместе с положительными имеет и отрицательные стороны. Негативные последствия увеличения доли вторичного сырья и замены первичного сырья отходами, проявившиеся в ряде отраслей, свидетельствуют о том, что их применение должно быть оптимальным. С этим столкнулись при переходе на замкнутый пароводяной цикл в теплоэнергетике, в системах оборотного водоснабжения, в производстве картона и других.

Так по мере увеличения доли вторичного сырья в материальных циклах идет накопление примесного вещества, например, в стали, выплавленной из металлолома, накапливаются медь, цинк и кобальт. В целлюлозной массе за счет макулатуры уменьшается доля длинного волокна, что постепенно приводит к снижению прочностных свойств бумаги.

Кроме того, необходимо учитывать расходы энергии на утилизацию материалов. Если увеличение степени утилизации отходов в 2 раза (с 25 до 50 %) требует роста затрат энергии в 2,5 раза, то для такого же увеличения степени утилизации, но с 50 до 75 % необходимо уже затратить энергии в 5 раз больше. Дальнейшее увеличение степени утилизации обходится неизмеримо дороже, поскольку затраты энергии увеличиваются экспоненциально.

Из этого следует вывод о принципиальной недостижимости 100 %-ной утилизации отходов. Речь может идти об оптимальной, экономически целесообразной в данный момент технического развития общества степени утилизации отходов производства и потребления.

Пределы возможного использования вторичных материалов определяются факторами снижения качества выпускаемой продукции и эффективностью производства.

Окончательное решение о целесообразности и объемах использования отходов принимаются на основе анализа следующих данных:

- баланса материалов с учетом как прямого, так и косвенного расхода материалов;
- баланса энергии с учетом как прямого, так и косвенного расхода энергии;
- баланса влияния на окружающую среду с учетом факторов прямого и косвенного воздействия;
- капиталовложений на реализацию применяемого способа;
- производственных расходов на эксплуатацию.

Учитывая указанные данные можно получить объективную оценку преимуществ и недостатков различных способов утилизации отходов и определить пределы их утилизации [2].

Таким образом, вторичное использование твердых отходов имеет ряд как положительных, так и отрицательных сторон, что необходимо учитывать при выборе технологии утилизации твердых отходов и последующей работы с ними.

Список литературы:

1. Гарин В.М. Утилизация твердых отходов в населенных пунктах и на производстве: учеб. пособие / В.М. Гарин, А.Г. Хвостиков. – Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2010. – 118 с.
2. Бобович Б.Б. Переработка промышленных отходов: учебник для вузов. – М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
3. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: Колос, 2000. – 232 с.
4. Хорошавин Л.Б. Основные технологии переработки промышленных и твердых коммунальных отходов: учеб. пособие / Л.Б. Хорошавин, В.А. Беляков, Е.А. Свалов [науч. ред. А. С. Носков]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 220 с.

5. Шубов Л.Я., Ставровский М.Е., Шехирев Д.В. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе): учебник. – М.: ГОУВПО «МГУС», 2006.

Информация об авторе:

Птицына Дарья Сергеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В МАЛЯРНОМ ЦЕХЕ

Скиданенко Е. П.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Еременко О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проведение специальной оценки условий труда (СОУТ) на промышленном предприятии. На примере рабочего места маляра показаны этапы СОУТ, выявленные вредные факторы и их классификация. Приведены гарантии и компенсации для работников, а также рекомендации по улучшению условий труда.

Ключевые слова: СОУТ, охрана труда, вредные факторы, безопасность, малярный участок, гарантии и компенсации.

В современных условиях обеспечения промышленной безопасности и охраны труда особое значение приобретает своевременная и качественная оценка факторов производственной среды. Одним из инструментов, закреплённых в российском законодательстве, является специальная оценка условий труда (СОУТ).

Цель СОУТ – выявление вредных и опасных факторов, определение классов условий труда и разработка мер по их снижению. Для работников это напрямую связано с правом на гарантии и компенсации, а для работодателя – с выполнением требований законодательства и снижением профессиональных рисков.

Процедура СОУТ проводится в строгом соответствии с Федеральным законом № 426-ФЗ и методическими указаниями Минтруда РФ. Она включает несколько последовательных шагов (рис. 1).

Каждый этап имеет важное значение:

- формирование комиссии обеспечивает независимость процедуры;
- идентификация факторов позволяет выявить потенциальные риски;
- измерения фиксируют фактические значения вредных факторов;
- итоговая классификация классов условий труда служит основой для предоставления гарантий и разработки мер по улучшению.

Для примера рассмотрим рабочее место маляра на действующем предприятии, где рабочая смена проводится восемь часов в день. Анализ производственной среды показал наличие ряда факторов, представленных в таблице 1.



Рис. 1. Этапы проведения СОУТ

Таблица 1

Идентифицированные факторы на рабочем месте маляра

Фактор	Класс условий труда
Химический	3.2.
Шум	3.1.
Параметры микроклимата	3.1.
Тяжесть трудового процесса	3.2.
Итоговый класс	3.3.

Оценка указанных факторов была проведена на основании анализа технологического процесса в малярном цехе и применяемых материалов (эмали, лаки, грунтовки, растворители, бензин, клей, герметики и др.). Эти материалы характеризуются выделением летучих органических соединений и аэрозолей, что обуславливает химический фактор.

Шум оценивается, так как оборудование малярного участка (вытяжные системы, компрессоры, насосы, установки вентиляции) создаёт повышенный уровень шума, который может оказывать негативное воздействие на здоровье работников.

Параметры тяжести трудового процесса оцениваются из-за физической нагрузки, связанной с выполнением ручных операций (шлифование, окраска, перемещение деталей и заготовок), что требует значительных энергетических затрат работника.

Наличие класса условий труда 3.3 свидетельствует о значительном воздействии производственных факторов на организм работника. При отсутствии профилактических мер последствия могут проявляться в виде хронической усталости, респираторных заболеваний, нарушений слуха, а в долгосрочной перспективе – профессиональных заболеваний.

В соответствии с результатами СОУТ и установленным классом условий труда 3.3 работникам, занятым на данном рабочем месте, предусмотрен ряд гарантий и компенсаций (табл. 2), направленных на снижение негативного воздействия производственных факторов и сохранение здоровья.

Таблица 2

**Гарантии и компенсации, предоставляемые работнику (работникам),
занятым на данном рабочем месте**

№ п/п	Виды гарантий и компенсаций	Фактическое наличие	По результатам оценки условий труда	
			необходимость в установлении (да, нет)	основание
1.	Повышенная оплата труда работника (работников)	Да	Да	Раздел VI, глава 21, статья 147 ТК РФ
2.	Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск	Да	Да	Раздел V, глава 19, статья 117 ТК РФ
3.	Сокращенная продолжительность рабочего времени	Нет	Да	Раздел IV, глава 15, статья 92 ТК РФ
4.	Молоко или другие равноценные пищевые продукты	Да	Да	Приказ Минтруда России от 12.05.2022 № 291н, прил. 1, раздел «1. Химический фактор», п. 281, 638, 629
5.	Лечебно-профилактическое питание	Нет	Нет	Отсутствует
6.	Право на досрочное назначение страховой пенсии	Да	Да	Постановление Кабинета Министров СССР от 26 января 1991 г № 10, Список № 2, вид производства: «XXXIII. Общие профессии», позиция (тридцатизначный символ) в Списке профессий, должности: 23200000-13450. Маляры, занятые на работах с применением вредных веществ не ниже 3 класса опасности
7.	Проведение медицинских осмотров	Да	Да	Приказ Минздрава России от 28 января 2021 № 29н, прил.1, п. 1.14.2, 1.37.1, 1.50, 4.4, 4.8, 5.1 (1 раз в год; 1 раз в 2 года)

Данные гарантии и компенсации могут частично покрыть негативные производственные факторы, так как для лучшего эффекта надо производить мероприятия по снижению негативного воздействия на работника и для улучшения класса условий труда.

Проведение СОУТ позволяет понять, что грамотная организация процедуры играет ключевую роль в системе охраны труда. Она обеспечивает не только выполнение требований законодательства, но и реальную защиту здоровья работников.

Регулярное проведение СОУТ, внедрение профилактических мер и предоставление компенсаций формируют основу для устойчивого развития предприятия, где безопасность персонала становится приоритетом.

Список литературы:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 197-ФЗ [принят Государственной Думой 30.12.2001 г.]: (с изм. и доп., вступил в силу с 01.09.2025). – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
2. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
3. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 817н от 21 ноября 2023 г.: (Зарег. в Минюсте России 30.11.2023 № 76179). – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

Информация об авторе:

Скиданенко Елизавета Петровна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Еременко Ольга Викторовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЦЕМЕНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Стрекалова К. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Рябов С. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проведен анализ современных природоохранных технологий, внедряемых на цементных предприятиях для снижения негативного воздействия на окружающую среду. На примере завода «Цементум» рассмотрены ключевые направления модернизации: использование альтернативного топлива, укрепление грунта, очистка сточных вод и сокращение водопотребления. Особое вниманиеделено нормативно-правовой базе, регулирующей экологическую безопасность производства.

Ключевые слова: цементное производство, природоохранные технологии, экологическая безопасность, модернизация, альтернативное топливо, очистка сточных вод, нормативные документы.

Цементная промышленность всегда ассоциировалась с пылью, дымом и огромными выбросами CO₂. Она вносит весомый вклад в глобальные выбросы парниковых газов. Но сегодня это не просто проблема, а поле для инноваций. Современные цементные заводы активно превращаются в высокотехнологичные экологические комплексы. Моя цель в данной статье – разобраться, какие природоохранные технологии помогают изменить одну из самых «грязных» отраслей и делают производство цемента менее вредоносным.

Одним из примеров трансформации старого советского завода в современное экологически ориентированное производство является ООО ТК «Гигант», работающий под брендом «Цементум».

Воскресенский цементный завод был запущен в 1913 году, его проектная мощность составляла 80 тыс. тонн цемента в год. В 1972 году Воскресенский цементный завод вошел в объединение «Воскресенскцемент» наряду с заводом «Гигант» и Афанасьевским карьером.

В 2016 году завод был законсервирован в связи с рыночной ситуацией, а в 2023 году вновь запустил свои печи в составе компании «Цементум», поставляет стране высококачественный цемент и активно участвует в социальной жизни региона.

«Цементум» провел комплексную модернизацию производственных мощностей, которая позволила создать на основе этого исторического предприятия современный промышленный кластер, выпускающий продукцию с высокой добавленной стоимостью.

Особый упор был сделан на улучшение экологической обстановки и защиту окружающей среды. На заводе было установлено новейшее обеспыливающее и газоочистное оборудование, построен крытый клинкерный склад, разработана система замкнутого водооборота цеха помола цемента.

На заводе провели комплексную модернизацию производственных мощностей, что позволило создать на основе этого исторического предприятия современный промышленный комплекс.

Особое внимание уделено экологии: установлено новейшее фильтрующее оборудование, построен крытый склад и внедрена система замкнутого водооборота.

Воскресенский цемент использовался в строительстве таких крупных объектов, как Московский метрополитен, МКАД и Волго-Балтийский канал. Также данным цементом обеспечивалась государственная программа «Доступное жильё», по которой строились новые районы Москвы в СВАО, ЗАО, ЮАО.

В настоящее время завод продолжает выпуск следующей продукции (рис. 1): общестроительный и белый цемент, сухие смеси, тампонажные цементы, системы технологий по укреплению грунта, различные железобетонные изделия и сверхпрочный фибробетон.



Рис. 1. Продукция

Масштабная модернизация завода «Цементум», превратившая его из советского промышленного гиганта в современное предприятие, была бы невозможна без строгого следования обновленной и комплексной нормативной базе. Сегодня деятельность завода регулируется не ведомственными инструкциями прошлого, а многоуровневой системой документов, которые можно разделить на три ключевых блока: допуск к работе, качество продукции и экологическая безопасность.

Право на допуск к работам по производству цемента описано в приказе Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации: Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 781н. Данный документ устанавливает свод правил по охране труда при производстве цемента. Документ детально описывает требования безопасности для каждого этапа производства, начиная от приемки и хранения сырья и заканчивая погрузкой готовой продукции.

Продукция под брендом «Цементум» должна быть не только произведена законно, но и соответствовать строгим требованиям к качеству и безопасности, гарантируя надежность возводимых конструкций. Эти требования регулирует ГОСТ 31108-2020 «Цементы общестроительные. Технические условия». Настоящий стандарт распространяется на общестроительные цементы, изготавляемые на основе портландцементного клинкера, и устанавливает требования к цементам и компонентам вещественного состава этих цементов.

Заключительный блок контроля – это контроль экологической безопасности. Он регулируется приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 13 декабря 2023 г. № 826 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий производства цемента». Основной целью данного документа является установление технологических ориентиров (показателей) для цементных заводов, к которым они должны стремиться, чтобы их технология была признана наилучшей доступной (НДТ). Эти показатели являются мерой экологической эффективности производства. Главная задача – снизить негативное воздействие цементной промышленности на окружающую среду через внедрение современных, ресурсо- и энергоэффективных технологий.

Сегодня на заводе «Цементум» меняют не только станки и печи. Здесь всерьёз подходят к защите окружающей среды. Каждое нововведение помогает заводу работать так, чтобы вредить природе как можно меньше. Благодаря этим шагам предприятие не просто выполняет государственные нормы, но и помогает всему региону развиваться экологично.

Для этого на предприятии применяют такие природоохранные технологии, как использование альтернативного топлива, укрепление грунта, очистка сточных вод и сокращение потребления водных ресурсов. Методы, результаты и преимущества данных технологий подробно представлены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Приведены практические результаты внедрения технологий, подтверждают также их эффективность в снижении выбросов СО₂, экономии ресурсов и уменьшении объёмов отходов.

Таблица 1

Использование альтернативного топлива

Технология	Результаты	Преимущества
1. Подготовка АТ (загрязнённая упаковка, старые покрышки, текстиль). 2. Подача и сжигание в печи. 3. Мониторинг выбросов и контроль безопасности.	<ul style="list-style-type: none"> • Использовано более 500 тыс. тонн альтернативного топлива; • Сэкономлено около 200 млн кубометров природного газа; • Снижены выбросы CO₂ на 340 тыс. тонн. 	<ul style="list-style-type: none"> • Позволяет замещать до 90 % невозобновляемых видов топлива (уголь, газ); • Сокращение выбросов CO₂; • Сокращение отходов; • Сокращаются площади полигонов в регионах.

Таблица 2

Технология укрепления грунта

Технология	Результаты	Преимущества
1. Рыхление грунта. 2. Распределение смеси по поверхности грунта. 3. Уплотнение поверхности.	Уменьшение количества диоксида углерода (CO ₂) при строительстве дорог.	<ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие необходимости привозить грунт извне; • Снижение сметы проекта; • Ускорение работ.

Таблица 3

Технология по очистке сточных вод

Технология	Результаты	Преимущества
1. Отстойники, встроенные в растворобетонные узлы. 2. Рециклинговые установки для очистки стоков от мойки бетономешалок. 3. Биологические очистные сооружения для доочистки от органических веществ.	<ul style="list-style-type: none"> • Очистка ливневых и промывочных стоков от взвешенных твердых частиц (цемент, песок, мелкий щебень); • Глубокая очистка высокозагрязненных стоков после мойки вращающихся барабанов бетоновозов. 	<ul style="list-style-type: none"> • Повторное использование очищенных стоков; • Выделение из сточных вод ценных примесей.

Таблица 4

Технология по сокращению потребления водных ресурсов

Технология	Результаты	Преимущества
1. Оборотный цикл водоснабжения. 2. Рециклинг сточных вод. 3. Сбор и использование ливневых стоков.	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение объема забираемой свежей воды из природных источников на 70–85 %; • Повышение устойчивости работы завода в условиях возможных ограничений на водопользование. 	<ul style="list-style-type: none"> • Сокращение водозabora; • Снижение нагрузки на водоёмы; • Экономия средств; • Независимость от внешних источников.

Список литературы:

1. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 781н. «Об утверждении Правил по охране труда при производстве цемента» // КонсультантПлюс: [сайт]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372024/.
2. ГОСТ 31108-2020. Цементы общестроительные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2020. – 10 с.
3. Приказ Минприроды России от 13.12.2023 № 826 «Об утверждении нормативного документа в области охраны окружающей среды «Технологические показатели наилучших доступных технологий производства цемента» // КонсультантПлюс: [сайт]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_466432/.
4. Остроумов С.А. Загрязнение, самоочищение и восстановление водных экосистем / С.А. Остроумов. – М.: МАКС-Пресс, 2005. – 100 с.
5. Кривицкий С.В. Инженерная геоэкология: очистка поверхностных стоков с использованием гидроботанических площадок / С.В. Кривицкий // Экология и промышленность России. – 2007. – С. 4–8.

Информация об авторе:

Стрекалова Ксения Алексеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Рябов Сергей Александрович – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Товмасян С. Г.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ягольницер О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена экологическим последствиям развития искусственного интеллекта. Рассмотрены энергопотребление, водопользование и локальное воздействие дата-центров, а также возможные пути снижения негативного влияния.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дата-центр.

Введение

Развитие и массовое внедрение систем искусственного интеллекта (ИИ) – от облачных языковых моделей до систем распознавания изображений и аналитики привело к резкому росту нагрузки на вычислительную инфраструктуру. Большинство современных ИИ-приложений работают на серверах в «дата-центрах», а построение, обучение и эксплуатация моделей требуют значительных энергетических и материальных ресурсов. Эти нагрузки имеют прямые и косвенные экологические последствия – от выбросов парниковых газов до потребления воды и локальных воздействий на сообщество.

Энергопотребление: масштаб и динамика

Дата-центры – ключевая часть цифровой инфраструктуры. С увеличением вычислительных задач, особенно для обучения больших генеративных моделей, спрос на электроэнергию растёт быстрыми темпами. Потребление электроэнергии дата-центров в США выросло с 58 ТВт·ч в 2014 году до 176 ТВт·ч в 2023 году, их доля в национальном потреблении оценивается в 5 процентов и продолжит расти. Прогнозы МЭА (Международное энергетическое агентство) ожидают, что мировые выбросы от работы дата-центров могут увеличиться заметно в ближайшие десятилетия. На рис. 1. представлен дата-центр компании Amazon.

Электроэнергия, потребляемая дата-центрами, превращается в тепло и в конечном счёте приводит к выбросам CO₂ в зависимости от энергетического микса региона (уголь, газ, возобновляемые источники). Даже если операторы частично закупают зелёную энергию, полная «углеродная стоимость» включает и эмиссии, связанные с производством оборудования и инфраструктуры.



Рис. 1. Дата-центр Amazon

Тренировка и инференс моделей

Влияние ИИ делят на две фазы: тренировка моделей – обычно однократно, но энергозатратно, и инференс – ежедневная эксплуатация модели при ответах на запросы пользователей. По разным оценкам, инференс может составлять значительную, иногда большую долю общего энергопотребления, поскольку миллионы запросов делают модели «горячими» круглосуточно. Для пользователя один запрос к крупной модели может казаться «лёгкой» операцией, но в сумме миллиарды запросов дают заметную нагрузку. Примерные оценки: один запрос к современному ИИ-чату может давать на уровне нескольких граммов CO₂ (или несколько граммов эквивалента углерода) с учётом амортизации затрат на тренировку; оценки различаются от ~2–3 г CO₂ за запрос до десятков граммов в зависимости от модели и инфраструктуры.

Водопотребление и охлаждение

Дата-центры выделяют огромное количество тепла, для его отведения широко используются системы охлаждения, часть которых задействует пресную воду (испарительное охлаждение, градирни и т.д.). В районах с плотной концентрацией «гипермасштабных» дата-центров рост водопотребления вызывает тревогу: ряд крупных объектов способен использовать миллионы галлонов воды в день. В некоторых региональных кейсах (например, проекты в Сиднее) прогнозы потребления до миллиарда литров в год от совокупности объектов вызывали протесты местных сообществ и власти. Одновременно в ряде стран операторы переходят на более закрытые/безводные решения, что снижает воздействие.

Важно подчеркнуть: водопотребление дата-центров сильно варьирует по типу охлаждения и климату региона. Закрытые контуры, холодильные установки без испарения, использование вторичных/рециркулируемых вод и иждивение от дождевой воды – способы снижения чистого потребления пресной воды. Тем не менее, быстрый рост спроса на вычислительные мощности создаёт сопутствующую нагрузку на водные ресурсы в уязвимых регионах. Сравнение систем охлаждения дата-центров представлено на табл. 1.

Таблица 1

Сравнение систем охлаждения дата-центров

Тип системы охлаждения	Расход воды	Преимущества	Недостатки
Испарительное (градирни)	Высокий (миллионы литров в день для крупных центров)	Эффективное охлаждение, относительно недорого	Большое потребление пресной воды, нагрузка на экосистемы
Замкнутый контур	Средний	Меньше расход воды, контролируемый процесс	Более высокая стоимость и энергозатраты
Жидкостное охлаждение серверов	Низкий	Почти не требует воды, высокая эффективность	Сложность внедрения, дороговизна
Альтернативные решения (подземные центры)	Зависит от технологии	Использование природных условий, снижение нагрузки на пресные источники	Ограниченнная применимость, экологические риски в отдельных регионах

Материалы, добыча и утилизация оборудования

Развитие ИИ стимулирует спрос на специализированные процессоры (GPU, TPU), хранилища и сетевое оборудование. Производство серверов и полупроводников связано с добычей металлов (медь, редкоземельные элементы), потреблением воды и энергии на фабриках, а также генерацией отходов при выводе оборудования из эксплуатации. Утилизация и переработка серверов – ещё одна проблема: старое оборудование содержит токсичные компоненты и редко перерабатывается в полном объёме. Жизненный цикл аппаратного обеспечения – от добычи сырья до утилизации даёт заметную добавочную «встроенную» эмиссию, которую нужно учитывать при полном подсчёте экологического следа ИИ-инфраструктуры.

Локальные экологические и социальные воздействия

Резкий рост дата-центров концентрирует нагрузки в отдельных регионах (так называемые «дата-центр-долины»). Локальные проблемы включают:

- Шум от холодильных и генераторных систем (особенно при тестах резервных генераторов). Для некоторых жителей постоянный фоновый шум вызывает нарушения сна, стресс и жалобы на здоровье.
- Загрязнение воздуха при срабатывании резервных дизель-генераторов (эмиссии NOx, PM и др.). Это особенно актуально в моменты отключения электросети и при периодических испытаниях генераторов.
- Нагрузка на локальные водные ресурсы и возможное ухудшение водоснабжения для сельского хозяйства и населения. Примеры конфликтов – одобрение крупных проектов при локальном дефиците воды.

Работа крупных дата-центров нередко вызывает протесты со стороны местного населения. Причины связаны с высоким потреблением воды, шумом от систем охлаждения, а также выбросами от резервных дизель-генераторов. Например, на рис. 2 представлено, как жители США выходили на акции против строительства новых центров обработки данных, указывая на дефицит ресурсов и ухудшение условий жизни.



Рис. 2. Протесты жителей против строительства дата-центров

Числовые оценки и масштаб (выборочные)

Ниже приведены несколько ключевых чисел из недавних отчётов и статей (оценки разнятся, приводятся для иллюстрации порядка величин):

- Электроэнергия: в США дата-центры потребляли приблизительно 176 ТВт·ч в 2023 году (рост с 58 ТВт·ч в 2014). Это порядка нескольких процентов от национального потребления, с прогнозируемым ростом к 2028–2035 гг. в зависимости от сценария.

- Выбросы: МЭА оценивает текущие выбросы от дата-центров в сотни миллионов тонн СО₂-экв/год, с возможностью роста (например, от 180 мегатонн сейчас до 300–500 мегатонн к 2035 году в зависимости от сценария). Это остаётся небольшой долей глобальных выбросов, но одна из самых быстрорастущих категорий.

- Вода: оценки водопотребления сильно различаются по региону и типу центра. Для гипермасштабных объектов приводят цифры до нескольких миллионов галлонов воды в день для отдельных центров; суммарные оценки годового потребления дата-центров в США и мире составляют миллиарды литров. Отдельные проекты в Австралии оценивались в миллионы кубометров совместного потребления.

- Углерод: примерные оценки для одного запроса к чат-модели – порядка 2–10 г СО₂. Это примерно в диапазоне энергопотребления нескольких Вт·ч на запрос.

Актуальность проблемы в России

В России вопрос экологического воздействия центров обработки данных (ЦОД) также становится всё более значимым. По данным СберПро и РБК, энергопотребление отечественных ЦОД к 2028 году может вырасти почти в три раза. Это означает не только рост нагрузки на энергосистему, но и дополнительные вызовы в сфере водопользования, размещения инфраструктуры и утилизации оборудования. Наибольшая концентрация ЦОД сегодня наблюдается в Московском регионе, Санкт-Петербурге и крупных промышленных центрах, где высока плотность потребителей цифровых сервисов. При этом экологическая политика в отношении ЦОД пока находится на стадии формирования: отсутствуют специальные нормативы по водо- и энергопотреблению, а вопросы повторного использования тепла или перехода на возобновляемые источники энергии остаются в зачаточном состоянии. Таким образом, российский опыт подтверждает мировую тенденцию: быстрый рост цифровой экономики должен сопровождаться продуманной экологической стратегией.

Пути снижения воздействия

Во-первых, важен переход на более чистую энергетику. Для работы дата-центров необходимо большое количество электроэнергии, и если она производится за счёт угля или газа, то в атмосферу попадает значительный объём парниковых газов. Использование возобновляемых источников – солнечных, ветровых или гидроэнергетики позволяет существенно уменьшить углеродный след. При этом важно учитывать не только долю «зелёной» энергии, но и то, насколько она реально покрывает работу центров в конкретное время суток.

Во-вторых, необходима оптимизация инфраструктуры. Современные центры обработки данных можно оснащать более эффективными системами охлаждения, например, замкнутыми контурами или жидкостным охлаждением. Это снижает расход пресной воды и уменьшает нагрузку на местные водные ресурсы. Дополнительно возможно использование избыточного тепла от серверов для отопления зданий, что позволит сократить потребление энергии в других сферах.

В-третьих, есть возможность уменьшать нагрузку на окружающую среду за счёт более рациональной организации вычислений. Если вместо чрезмерно «тяжёлых» моделей использовать более компактные и оптимизированные алгоритмы, то для обработки запросов потребуется меньше энергии и оборудования. Это значит, что суммарное энергопотребление и выбросы будут ниже.

Наконец, значительную роль играет политика и планирование. При строительстве дата-центров необходимо учитывать доступность водных и энергетических ресурсов, а также возможное воздействие на здоровье и комфорт местных жителей. Важен регулярный контроль уровня шума, выбросов и качества воды. Также следует разрабатывать правила утилизации и переработки старого оборудования, чтобы снизить количество электронных

отходов. Примеры протестов в разных странах показывают, что без регулирования такие объекты могут становиться источником конфликтов с населением.

Заключение

ИИ приносит огромные социальные и экономические преимущества, но его экологический след – комплексная проблема: рост энергопотребления и водопотребления, эмиссии в зависимости от источников энергии, воздействие на локальные сообщества и вопросы переработки оборудования. Решение требует сочетания технологических инноваций, добросовестной корпоративной практики и местной и международной политики – от регулирования использования воды до стимулов вкладываться в чистую энергию и поддержку исследований по здоровью. Прозрачность данных (по энергопотреблению, водопотреблению и выбросам) и стандарты отчётности помогут обществу принимать осознанные решения при развитии цифровой инфраструктуры.

Список литературы:

1. Савина Н.П., Голышникова Д.Ю., Зульфакарова Л.Ф. Энергопотребление дата-центров и его влияние на экономику устойчивого развития // Экономика и управление: проблемы, решения. – М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2025. – С. 65–72.
2. Энергопотребление отечественных ЦОД увеличится к 2028 году почти в 3 раза. – Текст: электронный // СберПро: [сайт]. – URL: <https://sber.pro/publication/energopotreblenie-otechestvennykh-tsod-uvelichitsya-k-2028-godu-pochti-v-3-raza>.
3. International Energy Agency (IEA). Data Centres and Data Transmission Networks. – Текст: электронный. – URL: <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>.
4. The Guardian. Call to make tech firms report data centre energy use as AI booms. – Текст: электронный. – URL: <https://www.theguardian.com/technology/2025/feb/07/call-to-make-tech-firms-report-data-centre-energy-use-as-ai-booms>.
5. Bloomberg. How AI Demand Is Draining Local Water Supplies. – Текст: электронный. – URL: <https://www.bloomberg.com/graphics/2025-ai-impacts-data-centers-water-data/>.

Информация об авторе:

Товмасян Саак Гегамович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ягольницер Ольга Владимировна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКОВ ОТДЕЛА ОХРАНЫ ТРУДА И РАБОТНИКОВ СТРОИТЕЛЬНОГО МАГАЗИНА

Хорина Д. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проанализирована эффективность системы охраны труда на предприятии, выявлены проблемы коммуникации между отделом охраны труда и сотрудниками. На основе анкетирования и метода матрицы выбора Пью предложены рекомендации по внедрению мобильного приложения для улучшения взаимодействия и повышения безопасности производственных процессов.

Ключевые слова: коммуникация, обратная связь, охрана труда, безопасность.

Обеспечение безопасности сотрудников и покупателей является ключевым аспектом, требующим тесного взаимодействия отдела охраны труда с другими подразделениями [1]. К основным угрозам безопасности относятся травмы, связанные с работой с тяжелыми грузами и использованием строительной техники.

Комплексное взаимодействие между отделом охраны труда и сотрудниками помогает минимизировать травматизм путем своевременного выявления и устранения опасностей.

Для исследования удовлетворенности сотрудников качеством работы службы охраны труда организации был выбран метод анкетирования.

В качестве системы для проведения опроса подобран бесплатный онлайн-инструмент Google Forms, в котором можно создавать анкеты, опросы и формы для сбора информации. В опросе приняли участие 50 человек.

1. Насколько эффективно, по вашему мнению, организована коммуникация по вопросам охраны труда (рис. 1)? (взаимодействие сотрудника отдела охраны труда с непосредственными участниками рабочего процесса).

По результатам опроса больше половины респондентов (60 %) оценили коммуникацию как удовлетворительную. Несмотря на то, что уровень недовольства сотрудников не критический, он сигнализирует о недостаточной эффективности взаимодействия по вопросам обеспечения безопасности труда.



Рис. 1. Диаграмма, отображающая ответы на 1 вопрос

2. Насколько эффективно, по вашему мнению, организована обратная связь по вопросам охраны труда (рис. 2)? (Возможность работников передавать сотруднику отдела охраны труда рекомендации и пожелания по улучшению техники безопасности на рабочем месте).



Рис. 2. Диаграмма, отображающая ответы на 2 вопрос

Результаты опроса показали, что более половины респондентов (62 %) оценили качество коммуникации как удовлетворительное. Хотя лишь 6 % опрошенных указали на плохое качество обратной связи, это всё равно может свидетельствовать о недостаточной эффективности взаимодействия в вопросах обеспечения безопасности труда.

Для устранения выявленных в ходе проверки недостатков системы управления охраной труда необходимо заменить используемый в организации метод коммуникации и обратной связи по вопросам охраны труда на более эффективный.

Для выбора наиболее оптимального способа координации по вопросам охраны труда была использована матрица выбора Пью [2].

Перед началом разработки матрицы Пью необходимо определить критерии оценки, которые будут применяться для анализа и сравнения каждого из рассматриваемых решений:

- скорость передачи данных – насколько быстро информация будет передана в необходимое подразделение;
- простота использования – насколько легко сотрудники могут освоить и применять метод;
- эффективность – насколько хорошо метод справляется с поставленными задачами;
- простота внедрения – насколько легко внедрить метод в организации.

После составления исчерпывающего перечня оценочных критериев необходимо приступить к определению потенциальных решений, которые могут соответствовать этим критериям. Необходимо включить все возможные альтернативы, в том числе используемые для решения данной задачи в организации:

А – Мобильное приложение – в организации есть необходимый ресурс, который используется для распределения задач, связанных с деятельностью подразделений магазина. Однако этот инструмент не задействован для решения вопросов, связанных с охраной труда.

В – Чат-бот – чат на основе искусственного интеллекта, обученный автоматически распределять задачи между подразделениями.

С – Планерки – 5–10 минутные регулярные встречи для обсуждения вопросов охраны труда и предоставления информации об условиях работы.

Д – Групповой чат (используемый метод).

Следующим шагом будет определение стандартного решения, используемого в организации, и оценка каждого варианта по всем критериям относительно стандарта с присвоением баллов: -1 (хуже, чем стандартное решение), S (равноценно стандартному решению) или +1 (лучше, чем стандартное решение) (табл. 1).

После ранжирования каждого варианта по каждому критерию можно произвести взвешенную оценку преимуществ и недостатков для каждого конкретного решения, а также суммарную значимость такого изменения (табл. 2).

Максимальная суммарная значимость у варианта А, следовательно, изменение способа взаимодействия отдела охраны труда с другими подразделениями на коммуникацию через мобильное приложение, принесет наибольшее количество преимуществ.

Таблица 1

Матрица выбора Пью

Характеристики	Степень важности	Альтернативные варианты			
		A	B	C	D
Скорость передачи данных	9	S	S	–	S
Простота использования	3	S	S	S	S
Эффективность	9	+	+	+	S
Простота внедрения	3	S	–	S	S

Таблица 2

Взвешенная оценка матрицы выбора Пью

Характеристики	Степень важности	Альтернативные варианты			
		A	B	C	D
Скорость передачи данных	9	S	S	–	S
Простота использования	3	S	S	S	S
Эффективность	9	+	+	+	S
Простота внедрения	3	S	–	S	S
Вес преимуществ	9	9	9		
Количество совпадений	3	2	2		
Вес недостатков	0	-3	-9		
Суммарная значимость изменения	9	6	0		

Таким образом, необходимо заменить используемый в организации метод коммуникации и обратной связи по вопросам охраны труда на взаимосвязь с помощью мобильного приложения. Это повысит эффективность взаимодействия между отделом охраны труда и сотрудниками, с минимальными затратами ресурсов на внедрение и сохраняя при этом скорость обмена информацией.

Список литературы:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации – Федеральный закон № 197-ФЗ от 30.12.2001 г. (ред. от 26.12.2024) // Контур.Норматив.
2. Pannell R. An Overview of the Pugh Matrix: What Is It and How Does It Work? – LeanScape / Pannell R. [Электронный ресурс] // LeanScape: [сайт]. – URL: <https://leanscape.io/an-overview-of-the-pugh-matrix-what-is-it-and-how-does-it-work/> (дата обращения: 16.09.2025).

Информация об авторе:

Хорина Дарья Вячеславовна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

АНАЛИЗ МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ИЗДЕЛИЯ МАТРИЦА ВЫБОРА ПЬЮ НА ПРИМЕРЕ ПРОТИВОШУМНЫХ НАУШНИКОВ

Хорошилова С. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается применение Матрицы выбора Пью как инструмента проектирования промышленных изделий на примере анализа противошумных наушников. Показана эффективность метода для повышения качества проектирования и минимизации рисков принятия неоптимальных решений.

Ключевые слова: проектирование промышленных изделий, Матрица выбора Пью, противошумные наушники, анализ альтернатив, оптимизация проектных решений.

Проектирование промышленных изделий – сложный и многогранный процесс, требующий тщательного анализа множества факторов [3]. В условиях конкуренции и ужесточения требований к качеству продукции важно использовать инструменты, позволяющие принимать обоснованные решения. Одним из таких инструментов является Матрица выбора Пью.

В данной работе рассматривается применение Матрицы Пью для анализа и выбора оптимальной модели противошумных наушников – актуального продукта для промышленной безопасности.

Матрица решений, известная как Матрица выбора Пью – это инструмент, помогающий выбрать наилучший вариант из нескольких равноценных альтернатив [4]. Ее простота сочетается с математической обоснованностью результата.

Этапы построения [2]:

1. Определение реальных и желательных характеристик продукции (этот список может быть очень обширным по желанию проектировщика).
2. Разработка целей проектирования для каждой характеристики продукта и для нескольких альтернативных проектов (A, B, C).
3. Определение важности характерной группой покупателей: 9 – высокая, 3 – средняя, 1 – низкая.
4. Оценка группой покупателей предложенной продукции и конструкции основных конкурентов на соответствие выбранным характеристикам по шкале 1–5.
5. Оценка проектировщиками альтернативных проектов. В каждой точке матрицы рассматриваемый продукт оценивается: «+» – превышает цель, «S» – равен цели, «–» – не достигает цели.

Для анализа были выбраны три модели противошумных наушников: наушники противошумные UVEX K1H – модель с активным шумоподавлением и высокой эргономикой; наушники противошумные РОСОМЗ СОМЗ-9 СТАЛЬНОЙ ГЕПАРД противошумные – модель с активным шумоподавлением и возможностью использования с каской; наушники противошумные РОСОМЗ СОМЗ-3 ПУМА – бюджетная модель с активным шумоподавлением и лёгким весом (рис. 1).



Рис. 1. Модели противошумных наушников: а – наушники противошумные UVEX K1H; б – наушники противошумные РОСОМЗ СОМЗ-9 СТАЛЬНОЙ ГЕПАРД противошумные; в – наушники противошумные РОСОМЗ СОМЗ-3 ПУМА

Для данного анализа необходимо рассмотреть следующие характеристики по каждой модели противошумных наушников: уровень шумоподавления, эргономика, долговечность, стоимость, технологичность, вес, возможность использования вместе с каской и рециклируемые материалы (табл. 1) [1].

Таблица 1

Анализ характеристик противошумных наушников

Характеристики	Модели противошумных наушников		
	UVEX K1H	РОСОМЗ СОМЗ-9 СТАЛЬНОЙ ГЕПАРД	РОСОМЗ СОМЗ-3 ПУМА
Уровень шумоподавления	Среднее снижение уровня шума – 27 дБ	Среднее снижение уровня шума – 28 дБ	Среднее снижение уровня шума – 27 дБ
Эргономика	Адаптация к форме головы; Снижение давления на уши; Вращение на 360°	Легко регулировать; Не давят на уши; Подходят для комплексного ношения	Небольшая масса; Удобное оголовье
Долговечность	5–7 лет	5 лет	5 лет
Стоимость	4000	1500	1000
Технологичность	Активное шумоподавление	Активное шумоподавление	Активное шумоподавление
Вес	173 г.	145 г.	145 г.
Возможность использования вместе с каской	Да	Да	Нет
Рециклируемые материалы	50 %	35 %	70 %

После тщательного анализа представленных характеристик данных моделей противошумных наушников была построена матрица выбора Пью (табл. 2).

Таблица 2
Матрица Пью

№	Характеристики продукта	Степень важности	Цели проектирования	Альтернативные продукты			Опрос покупателей				
				A	B	C	1	2	3	4	5
1	Уровень шумоподавления	9	Не менее 25 дБ	+	+	+				B C	A
2	Эргономика (комфорт при длительном ношении)	3	Не менее 8 часов	+	-	S		B	C	A	
3	Долговечность	9	Не менее 5 лет	+	S	S			B C	A	
4	Стоимость	1	4000 руб.	S	+	+			A	B	C
5	Технологичность	9	Активное шумоподавление	S	S	S			A B C		
6	Вес	3	200 г	+	+	+				A B C	
7	Возможность комплексного использования (вместе с каской)	3	Да	S	S	-	C		A B		
8	Рециклируемые материалы	9	Не менее 50 %	S	+	-		C	A		B

$$R_A = 9 * 5 + 3 * 4 + 9 * 4 + 1 * 3 + 9 * 3 + 3 * 4 + 3 * 3 + 9 * 3 = 171$$

$$R_B = 9 * 4 + 3 * 2 + 9 * 3 + 1 * 4 + 9 * 3 + 3 * 4 + 3 * 3 + 9 * 5 = 166$$

$$R_C = 9 * 4 + 3 * 3 + 9 * 3 + 1 * 5 + 9 * 3 + 3 * 4 + 3 * 1 + 9 * 2 = 137$$

$$R_A > R_B > R_C$$

Таким образом, можно сделать вывод, что вариант А – наушники противошумные UVEX K1H 2600201 превосходит конкурирующие модели по эргономике, долговечности и использованию рециклируемых материалов, что соответствует современным требованиям к промышленным изделиям. РОСОМЗ СОМЗ-9 СТАЛЬНОЙ ГЕПАРД и РОСОМЗ СОМЗ-3 ПУМА уступают по ряду параметров, но могут быть предпочтительны в условиях ограниченного бюджета.

Матрица выбора Пью является эффективным инструментом проектирования промышленных изделий, позволяющим принимать обоснованные проектные решения на основе системного анализа альтернативных вариантов.

Её применение позволяет:

- 1) систематизировать критерии выбора;
- 2) учитывать мнение потребителей;
- 3) снижать риски принятия неоптимальных решений.

Список литературы:

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания // СПС «КонсультантПлюс».
2. Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология: учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 526 с.
3. Колесников А. С. Проектирование и дизайн промышленных изделий: учеб. пособие / А.С. Колесников, В.В. Ченцов. – М.: Изд.во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. – 320 с.
4. Магдануров Р.Г. Методы проектирования в промышленном дизайне: монография / Р.Г. Магдануров, Е.В. Омельяненко. – М.: Политехника, 2022. – 284 с.

Информация об авторе:

Хорошилова Софья Алексеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РИСКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Хусаинов К. Р.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Белоусова В. П.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлен анализ рисков технологического процесса монтажа электронной печатной платы с последующей оценкой этих рисков при реализации технологии.

Ключевые слова: производственный риск, печатная плата, оценка рисков, факторы влияния, матрица последствий и вероятностей.

Электронная печатная плата (ЭЧП) представляет собой основу, используемую для соединения электронных компонентов в устройствах различного назначения, начиная от простых бытовых приборов и заканчивая сложнейшими вычислительными системами. Она изготавливается из изоляционного материала, покрытого проводящими дорожками, контактными площадками и отверстиями для установки деталей. Пример внешнего вида ЭЧП представлен на рис. 1.

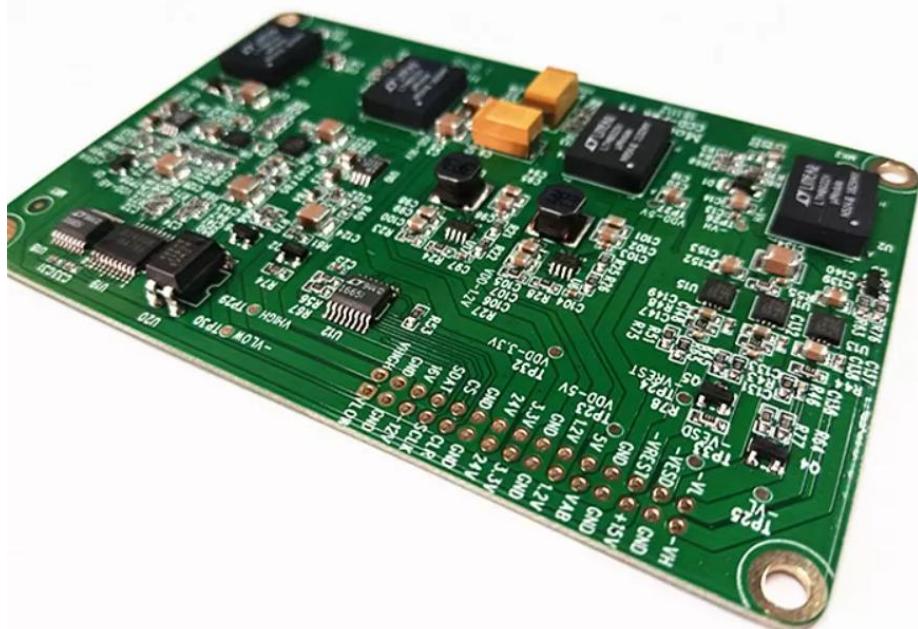


Рис. 1. Электронная печатная плата

Конструкция платы включает многослойную структуру, состоящую из слоев диэлектрика и металлических покрытий. Эти слои соединяются специальными переходными отверстиями, обеспечивающими передачу

сигналов и питания между слоями. Электронные компоненты, такие как резисторы, конденсаторы, транзисторы и микросхемы, крепятся на поверхность платы посредством пайки или поверхностного монтажа.

Разработка и производство ЭПЧ осуществляется с использованием специализированных инструментов проектирования и технологий производства, включая фотолитографию, травление и лазерную гравировку.

Производственные риски при сборке электронных печатных платвключают в себя множество факторов, которые могут повлиять на безопасность и эффективность работы. Далее в статье будут рассмотрены основные виды рисков, методы их анализа и способы минимизации.

Рассмотрим основные виды производственных рисков.

1. Физические риски:

- электрические риски: возможность поражения электрическим током при работе с паяльным оборудованием и тестовыми установками;
- термические риски: ожоги от паяльников и других нагревательных приборов;
- механические риски: травмы от острых инструментов и оборудования.

2. Химические риски:

- воздействие вредных веществ: использование флюсов и растворителей, которые могут быть токсичными при вдыхании или контакте с кожей;
- пожароопасность: легковоспламеняющиеся материалы и вещества, используемые в процессе пайки.

3. Эргономические риски:

- неправильная организация рабочего места: длительное нахождение в неудобной позе может привести к заболеваниям опорно-двигательного аппарата;
- повторяющиеся движения: могут вызвать синдром запястного канала и другие профессиональные заболевания.

Методы анализа рисков помогают выявить, оценить и управлять потенциальными угрозами и возможностями, которые могут повлиять на проект или бизнес. Далее пройдемся по основным методам анализа рисков.

Рассмотрим качественный анализ рисков. Этот метод фокусируется на идентификации и оценке рисков на основе качественных данных [1]. Он включает:

- SWOT-анализ: оценка сильных и слабых сторон, возможностей и угроз;
- метод экспертных оценок: сбор мнений экспертов для оценки вероятности и воздействия рисков;
- анализ сценариев: рассмотрение различных сценариев развития событий и их последствий.

Количественный анализ рисков – метод использует числовые данные для оценки вероятности и воздействия рисков. Он включает:

- статистический анализ: использование исторических данных для прогнозирования вероятности рисков;
- моделирование Монте-Карло: компьютерное моделирование для оценки вероятности различных исходов;
- анализ чувствительности: оценка влияния изменений ключевых параметров на результаты проекта.

Существует и метод аналогов [2]. Он подразумевает сравнение текущего проекта с аналогичными проектами для выявления и оценки рисков на основе предыдущего опыта. Метод контрольных списков заключается в использовании заранее подготовленных списков потенциальных рисков для их идентификации и оценки. Метод Дельфи – систематический сбор и обобщение мнений группы экспертов для достижения консенсуса по оценке рисков.

Другой метод – анализ целесообразности затрат, т.е. оценка затрат на управление рисками в сравнении с потенциальными потерями от их реализации. В заключение упомянем метод рейтинговых оценок – присвоение рискам рейтингов на основе их вероятности и потенциального воздействия.

Эти методы позволяют комплексно подходить к анализу рисков, что помогает принимать обоснованные решения и минимизировать негативные последствия.

Чтобы начать анализ рисков необходимо их идентифицировать. Необходимо провести осмотр рабочего места, регулярные проверки и аудит условий труда.

Ниже представлены общие советы по оценке рисков:

- качественный анализ: оценка вероятности и серьезности последствий каждого риска;
- количественный анализ: использование статистических данных и моделей для прогнозирования рисков;
- постоянный мониторинг: использование датчиков и систем контроля для отслеживания условий труда в реальном времени;
- регулярные тренинги: обучение сотрудников методам безопасной работы и действиям в чрезвычайных ситуациях.

Анализ производственных рисков при выполнении монтажных работ при сборке электронных печатных плат является важным этапом для обеспечения безопасности и эффективности производства. Применение комплексного подхода к идентификации, оценке и минимизации рисков позволяет создать безопасные условия труда и повысить качество продукции.

Производственные риски могут возникать из-за множества факторов, которые влияют на безопасность и эффективность работы [3]. Далее рассмотрим основные факторы, влияющие на производственные риски, и методы их оценки.

Значимые факторы влияния на производственные риски:

1. Технические факторы:
 - износ оборудования: устаревшее или неисправное оборудование может привести к авариям и простоям;
 - качество материалов: использование низкокачественных материалов увеличивает вероятность брака и поломок.
2. Организационные факторы:
 - неправильное планирование: недостаточное планирование может привести к задержкам и перерасходу ресурсов;
 - квалификация персонала: недостаточная подготовка сотрудников увеличивает риск ошибок и несчастных случаев.
3. Экономические факторы:
 - финансовые ограничения: недостаток финансирования может ограничить возможности для обновления оборудования и обучения персонала;
 - колебания рынка: изменения в спросе и предложении могут влиять на стабильность производства.
4. Природные и экологические факторы:
 - природные катаклизмы: землетрясения, наводнения и другие стихийные бедствия могут нарушить производственный процесс;
 - экологические условия: загрязнение окружающей среды и климатические изменения могут повлиять на здоровье сотрудников и состояние оборудования.

В таблице 1 представлены в систематизированном виде выявленные опасности этапов процесса сборки электронных печатных плат.

Таблица 1
Систематизированные выявленные опасности этапов процесса

Этап процесса	Физические опасные и вредные производственные факторы	Химические опасные и вредные производственные факторы	Биологические опасные и вредные производственные факторы
1. Монтаж	1.1. Усталость глаз: длительная фокусировка зрения может вызывать усталость глаз, головные боли и проблемы со зрением.	1.2. Растворители и очистители: используемые для очистки плат и инструментов, эти вещества могут быть токсичными и вызывать раздражение кожи и слизистых оболочек при контакте.	1.3. Микробиологическое загрязнение: в плохо вентилируемых помещениях могут развиваться плесень и бактерии, что может привести к инфекциям или аллергическим реакциям.

Этап процесса	Физические опасные и вредные производственные факторы	Химические опасные и вредные производственные факторы	Биологические опасные и вредные производственные факторы
2. Пайка	2.1. <i>Ожог:</i> паяльная станция нагревается до больших температур, есть риск получить ожог, проявив неаккуратность.	2.2. <i>Испарения припоя:</i> припой, особенно содержащий свинец, при нагревании выделяет токсичные пары, которые могут быть опасны при вдыхании и вызывать отравление.	2.3. <i>Аллергические реакции:</i> контакт с определенными химическими веществами, такими как флюсы или растворители, может вызвать аллергические реакции у некоторых людей, включая кожные высыпания и респираторные проблемы.
3. Формовка	3.1. <i>Статическое напряжение:</i> длительное сидение в одной позе может привести к напряжению мышц и суставов, что может вызвать боли в спине, шее, руках и ногах.	3.2. <i>Испарения флюсов:</i> флюсы содержат активные химические вещества, которые при нагревании могут выделять вредные пары. Вдыхание этих паров может вызвать раздражение дыхательных путей и аллергические реакции.	3.3. <i>Пылевые аллергены:</i> пыль, образующаяся при работе с печатными платами и компонентами, может содержать аллергены, которые вызывают респираторные проблемы.

Заключение

Производственные риски технологического процесса сборки электронных печатных плат представляют собой комплекс проблем, возникающих на всех этапах изготовления и влияющих на качество конечного продукта. Выявленные угрозы требуют мониторинга и внедрения эффективных мер управления рисками. Важную роль играют автоматизация процессов, внедрение современных методов контроля качества, обучение персонала и совершенствование организационных процедур. Это позволит минимизировать влияние рисков, повысить надежность изделий и конкурентоспособность предприятий электронной промышленности.

Список литературы:

1. Кукин П.П. Анализ и оценка риска производственной деятельности: учеб. пособие / П.П. Кукин, В.Н.Шлыков, Н.Л.Пономарев, Н.И. Сердюк. – М.: Абрис, 2012. – 327 с.
2. Смирнов И.И. Оценка производственных рисков в электронике: учеб. пособие / И.И. Смирнов. – М.: Машиностроение, 2021. – 288 с.
3. Петров П.П. Управление рисками на производстве: учеб. пособие / П.П. Петров. – Екатеринбург: Уральский университет, 2019. – 304 с.

Информация об авторе:

Хусаинов Кирилл Рустемович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Белоусова Виктория Павловна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ И УМНЫХ КАСОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Шевчук А. С.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлен анализ современных технологий индивидуальной защиты работников – экзоскелетов и умных касок. Рассмотрены их функциональные возможности, отраслевое применение, нормативно-правовые аспекты и экономическая эффективность. На основе кейсов внедрения технологий в машиностроении, металлургии и строительстве выявлены ключевые преимущества: снижение травматизма и повышения производительности.

Ключевые слова: экзоскелет, умная каска, охрана труда, безопасность производства, цифровая трансформация.

Обеспечение безопасности работников на производстве остается одной из приоритетных задач промышленности в условиях глобальной цифровизации [1]. Согласно данным Международной организации труда, ежегодно в мире фиксируется более 2,3 млн. несчастных случаев и профессиональных заболеваний, из них около 25 тыс. – в России, по данным Роструда за 2024 год. Основные риски связаны с тяжелым физическим трудом и опасными условиями в таких отраслях, как машиностроение, металлургия, строительство и логистика. Несмотря на прогресс в автоматизации, человеческий фактор остается критически важным, что подчеркивает необходимость инновационных решений для защиты работников [5].

Экзоскелеты и умные каски представляют собой передовые технологии, сочетающие механическую поддержку и цифровые системы мониторинга. Экзоскелеты снижают физическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат, а умные каски обеспечивают контроль за состоянием окружающей среды и здоровья работников в реальном времени [6]. Их внедрение способствует не только снижению травматизма, но и повышению производительности труда.

Цель исследования заключается в комплексном анализе применения экзоскелетов и умных касок для обеспечения безопасности на производстве, оценке их эффективности и разработке рекомендаций по внедрению. Для её достижения проведено изучение классификации и функций указанных технологий, выполнен анализ производственных рисков и возможностей их минимизации, дана оценка эффективности на основе практических кейсов, а также разработаны рекомендации по преодолению барьеров внедрения.

Методология включает системный анализ, сравнение данных из практических кейсов и обобщение нормативной базы (ТК РФ, ГОСТы, международные стандарты). Научная значимость работы заключается в систематизации знаний о современных СИЗ, а практическая – в предложении конкретных мер для предприятий.

Экзоскелеты представляют собой носимые механические устройства, усиливающие физические возможности человека и снижающие нагрузку на мышцы и суставы [5]. Они подразделяются на два типа: пассивные, использующие механические элементы, такие как пружины и рычаги, для перераспределения нагрузки (примером является модель Laevo, применяемая в логистике и строительстве для снижения усталости при подъёме грузов), и активные, оснащённые электродвигателями и датчиками, которые адаптируются к движениям пользователя и обеспечивают поддержку до 90 кг, как, например, модель EksoVest, широко используемая в машиностроении (рис. 1).



Рис. 1. Виды экзоскелетов

Умные каски сочетают механическую защиту с цифровыми системами: датчиками окружающей среды (газы, температура), мониторингом здоровья (пульс, усталость) и AR-технологиями для вывода инструкций. Основные компоненты – система мониторинга, коммуникационный модуль и AR-визор. Модели типа DAQRI SmartHelmet интегрируют GPS и видеосвязь, снижая риски в опасных зонах [6].

Нормативно-правовая база, регулирующая применение экзоскелетов и умных касок в промышленности, опирается на ряд действующих документов, устанавливающих требования к средствам индивидуальной защиты и техническим устройствам(табл.1). Так, статья 212 Трудового кодекса Российской Федерации закрепляет обязанность работодателя обеспечивать работников сертифицированными средствами индивидуальной защиты и организовывать их правильное применение [1].

Таблица 1

Нормативные требования к экзоскелетам и умным каскам

Документ	Область	Требования
ТК РФ, ст. 212	СИЗ	Сертификация, обучение
ГОСТ Р 12.4.026-2015	СИЗ	Безопасность, испытания
ГОСТ Р ИСО 13482-2014	Работы	Безопасность взаимодействия
СанПиН 1.2.3685-21	Физические факторы	Контроль вибрации, ЭМП

ГОСТ Р 12.4.026-2015 определяет порядок проведения испытаний и критерии безопасности СИЗ, что гарантирует их соответствие установленным стандартам качества [2]. Дополнительные требования к инновационным техническим решениям формирует ГОСТ Р ИСО 13482-2014, который устанавливает правила безопасного проектирования и эксплуатации роботизированных устройств, включая экзоскелеты [3]. Контроль за воздействием физических факторов на работников, таких как вибрация и электромагнитные поля, регламентируется СанПиН 1.2.3685-21, что обеспечивает комплексный подход к охране труда в условиях внедрения новых технологий [4].

Практическое применение экзоскелетов и умных касок демонстрирует их высокую эффективность в отраслях с повышенными физическими и производственными нагрузками. В машиностроении внедрение экзоскелета EksoVest на предприятиях компании Ford позволило снизить нагрузку на плечевой пояс работников на 80 %, сократить уровень травматизма на 30 % и одновременно повысить производительность труда на 15 % [5].

В логистике использование экзоскелета SuitX в компаниях DHL и Amazon привело к снижению заболеваний спины на 25 % и росту производительности на 20 %. В металлургии система Comau MATE-XB эффективно защищает работников от перегрева, уменьшая риски на 20 %, а в строительстве экзоскелет HAL от компании Cyberdyne помогает минимизировать воздействие вибрации и снижает количество несчастных случаев на 30 % (рис. 2) [6].

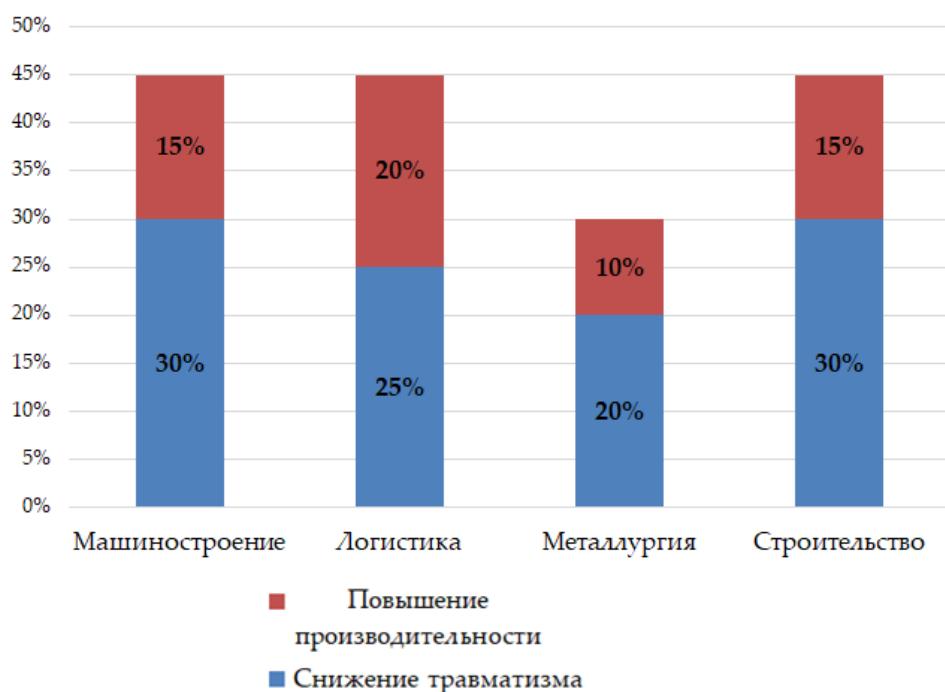


Рис. 2. Эффективность экзоскелетов по отраслям

Умные каски также показывают значимые результаты в обеспечении безопасности труда. Так, в нефтегазовой отрасли DAQRI SmartHelmet используется для контроля газовой среды, что позволило сократить количество аварийных ситуаций на 25 % [6]. В металлургическом производстве каска Guardio обеспечивает мониторинг перегрева организма и интеграцию с AR-инструкциями, снижая риски на 30 % [6].

В автомобилестроении применение Microsoft HoloLens способствует уменьшению числа ошибок при сборке автомобилей на 30 % [6]. В строительной отрасли использование Trimble XR10, интегрированной с BIM-технологиями, позволило сократить количество несчастных случаев почти на 40 % (табл. 2).

Таблица 2
Эффективность умных касок

Отрасль	Модель	Эффект
Нефтегаз	DAQRI SmartHelmet	Аварии –25 %, мониторинг газов
Металлургия	Guardio	Перегрев –30 %, AR-инструкции
Строительство	Trimble XR10	Несчастные случаи –40 %, BIM

Экономический эффект от внедрения данных технологий подтверждается показателями окупаемости, которая составляет в среднем 1,5–2 года. Это достигается за счёт сокращения производственных простоев на 40 % и снижения затрат на медицинское обслуживание работников на 25–30 %. Динамика изменения затрат показывает, что уже к концу второго года после внедрения инновационных средств индивидуальной защиты расходы на обеспечение безопасности труда могут снизиться до 70 % от исходного уровня.

Внедрение экзоскелетов и умных касок на производстве сталкивается с рядом проблем, среди которых можно выделить высокую стоимость оборудования, ограниченную автономность его работы и необходимость адаптации персонала, нередко сопровождающуюся скептическим отношением к новым технологиям. Для преодоления этих барьеров целесообразно реализовывать пилотные проекты на наиболее критичных участках, использовать лизинговые программы и государственные субсидии, организовывать обучение работников в соответствии с требованиями Приказа Минтруда № 833н, а также интегрировать системы с технологиями IoT и искусственного интеллекта для более точного прогнозирования рисков (рис. 4).

Экзоскелеты и умные каски являются стратегически важными технологиями для повышения безопасности и производительности на производстве. Они снижают травматизм на 25–40 %, повышают эффективность на 15–30 % и окупаются за 1,5–2 года. Кейсы Ford, DHL и нефтегазовых компаний подтверждают их потенциал. Для массового внедрения необходимы государственная поддержка, стандартизация и обучение персонала.

Эти технологии формируют основу цифровой трансформации охраны труда, обеспечивая устойчивое развитие промышленности.

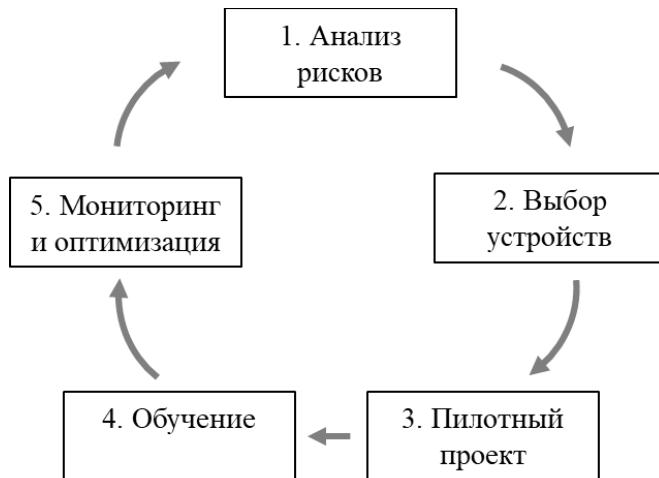


Рис. 4. Схема внедрения технологий

Список литературы:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный Закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ (в ред. от 31.07.2025 г.). // СПС «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ Р 12.4.026-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний // СПС «КонсультантПлюс».
3. ГОСТ Р ИСО 13482-2015. Роботы и робототехника. Требования безопасности // СПС «КонсультантПлюс».
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 (ред. от 17.03.2025) «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // СПС «КонсультантПлюс».
5. Зайцев А.А. Инновации в охране труда: от экзоскелетов до цифровых решений. – М.: Инфра-М, 2023. – 212 с.
6. Панов В.Н. Промышленные СИЗ нового поколения: нормативы и технологии. – М.: Энергия, 2024. – 198 с.

Информация об авторе:

Шевчук Артём Сергеевич – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

HARMFUL FACTORS IN THE TRANSPORT SYSTEM AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Aliyev O. T., Qabulova S. R.

Associate Professor, Ph.D., Tursunov Z. Sh.

Tashkent State Transport University, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract. Nowadays, harmful factors emitted from any transport system in our country have a significant impact on the environment. All of these contribute to the pollution of air, water, and soil. Exhaust gases from motor vehicles contain carbon monoxide, carbon dioxide, aldehydes, nitrogen oxides, and lead, which pollute the atmosphere, contribute to the process of global warming, and cause noise and vibrations that negatively affect human health and lead to the disruption of ecological balance. Therefore, reducing harmful factors in the transport system, introducing new technologies for an environmentally clean environment, and developing the “green transport” concept are considered crucial tasks.

Keywords: transport system, atmosphere, development, harmful factors, environment.

A harmful factor in the transport system is defined as an element that negatively affects human health, work performance, and the environment. Such factors arise during the operation of transport vehicles, maintenance services, and the processes of passenger and cargo transportation [1]. The transport system is not only the main driving force of the economy but also a factor that directly and indirectly influences human life and health. At present, the transport system is steadily increasing (see Diagram 1). This indicator grows by 10 % annually.

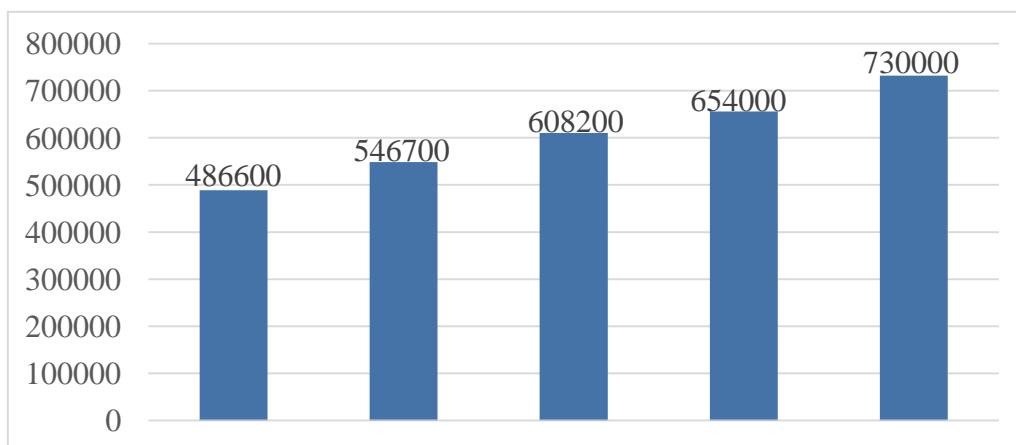


Figure 1. Growth rate of transport vehicles in Tashkent city

A harmful factor is defined as a physical, chemical, biological, or socio-psychological impact that poses a risk to a worker's health during working conditions, negatively affecting their physiological and psychological state (see Table 1).

Table 1
Examples of harmful factors in the transport system

Types of Factors	Examples
Physical	Noise, vibration, temperature fluctuations, ultraviolet radiation
Chemical	Benzene, carbon monoxide (CO), fuel vapors, formaldehyde
Biological	Bacteria and fungi dispersed into the air with dust
Mechanical	Mechanical – Risk of injury from moving parts
Psychophysiological	Stress, shift work, high level of responsibility

From the perspective of occupational hygiene, harmful factors are identified through the Labor Code of the Republic of Uzbekistan, the Laws on Occupational Safety, GOST 12.1.003-83, and SanPiN regulations (standards for assessing the working environment), as well as ISO 45001:2018 (occupational safety standards) [2].

In recent years, emissions of harmful substances from stationary sources in Uzbekistan have remained at a stable level, while pollution from mobile sources – including emissions of solid particles and nitrogen oxides – has been increasing (see Figure 1).



Figure 1. Harmful factors affecting the atmosphere

Natural factors such as stagnant air, temperature fluctuations, and dust storms also have a significant impact on air pollution. In Uzbekistan, 4 million cars annually emit about 1.3 million tons of harmful substances, the majority of which fall to Tashkent city and the surrounding region. At present, the number of vehicles is increasing day by day (see Figure 2).

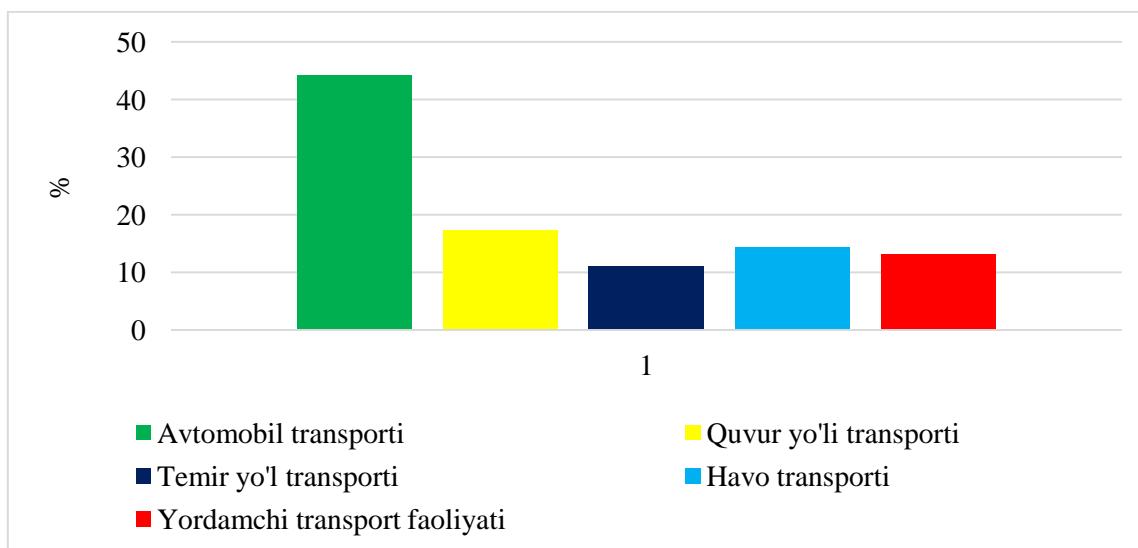


Figure 2. Structure of services in the transport system

According to the Decree of our President, it has been instructed to expand the size and length of parks, boulevards, and green areas in Tashkent city by 2030. At present, vehicles play an important role in human life, and it is impossible to imagine our daily lives without motor transport. However, this very motor transport brings significant harm to both our lives and the atmosphere. Exhaust gases from automobile engines contain carbon monoxide, carbon dioxide, aldehydes, nitrogen oxides, and lead, all of which are extremely harmful to human health.

For example, carbon monoxide combines with hemoglobin in the blood, reducing oxygen formation. Lead, on the other hand, enters the body through the respiratory system and affects the cardiovascular system [3]. In conclusion, if a single automobile consumes 10–12 liters of gasoline per day, it emits approximately 25 kg of harmful substances into the air. This leads to the loss of more than 4 tons of oxygen annually.

The harmful gases emitted from automobiles also contain carbon monoxide, which poisons plants, animals, water, and soil. As a result, trees and plants produce lower yields, while accumulated gases increase the amount of dust and reduce oxygen levels [4].

As can be seen in this diagram, the amount of toxic substances emitted from automobiles in 2021–2022 is shown (in tons). Compared to the previous year, it has doubled (see Figure 3).

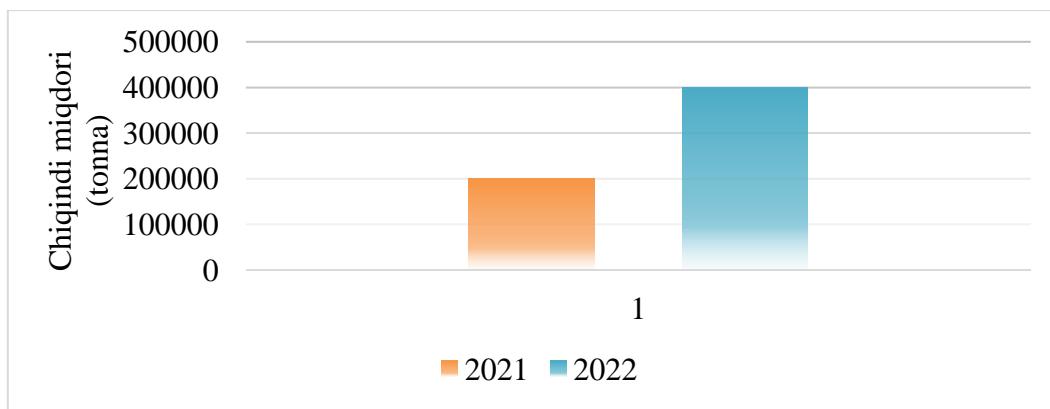


Figure 3. Transport emissions in Tashkent (thousand tons)

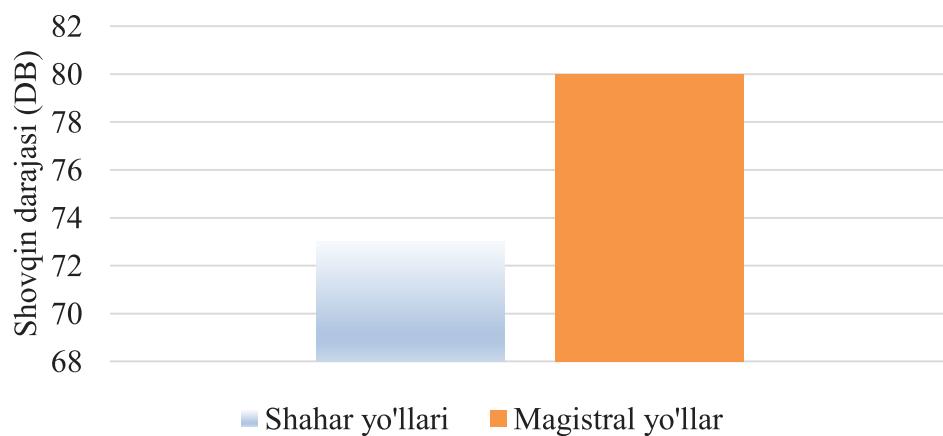


Figure 4. Transport noise level (dB)

This diagram shows the noise level of vehicles in Andijan city (see Figure 4). Such noise levels are harmful to human health, and if they exceed 70 dB, a person may face cardiovascular diseases [5]. In Andijan, transport noise is mainly observed on Bobur Shoh Street, Navoi Street, Qo‘rg‘ontepa Road, and the roads of new residential areas (see Table 2).

Table 2

Transport noise (dB)		
Area	Daytime (08:00–20:00)	Nighttime (20:00–8:00)
Central streets	68–75 dB	55–60 dB
Main highways	73–80 dB	60–65 dB
Inner residential areas	55–60 dB	45–50 dB

As can be seen, due to transport noise levels in Andijan exceeding the standard, this poses a serious threat to human health.

Recommendation

At present, the growth of automobile transport in our country is creating significant risks for both human health and the environment. To prevent these problems in the future, we must promote the development of green transport. By green transport, we mean environmentally friendly, energy-efficient modes of transportation that cause minimal harm to the environment.

For this purpose, it is necessary to expand the use of electric cars, high-speed metro, trams, electric buses, and trolleybus systems. People should be encouraged to use public and alternative means of transport such as bicycles, electric scooters, and mass transit instead of private cars. In addition, vehicles powered by biofuels, hydrogen, and solar energy should be developed. In today's era of artificial intelligence, the introduction of digital management systems is also essential to reduce traffic congestion.

Conclusion

If we analyze the harmful factors associated with labor activity in the transport system, it becomes clear that every type of transport represents a source of risk. Harmful factors often manifest in a complex form, including noise, benzene, and heat. Preventive measures include continuous monitoring, the adoption of modern technologies, and the use of personal protective equipment. Emissions such as CO₂ and PM2.5 remain the main sources of air pollution in Uzbekistan. To reduce these impacts, it is crucial to develop and expand green transport.

References:

1. Normirzayev A. R., Mamirov U., & Turg'unov Z. // Analysis of the current state of the transport system of Uzbekistan. – 2022.
2. Jalolova M. Sh. // Evaluation of the economic efficiency of railway transport in Uzbekistan. – 2021.
3. Maftuna Nazarova // Geography and development features of automobile transport in Uzbekistan. – Urgench State University.
4. Shavkat oglı Y. S., Zuxriddinova M. S. qizi, & O. D. S. // ARC: Create an Agricultural Card in GIS and Panorama Applications. Central Asian Journal of Theoretical & Applied Sciences. – 2022. – Vol. 3. – № 6. – pp. 429–434.
5. Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.stat.uz/uz/>.

Информация об авторах:

Алиев Обид Туйчиевич – PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет;

Кабулова Сарвиноз Рустам кизи – магистр, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Турсунов Закир Шухратович – к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

EXISTING ISSUES IN OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH IN RAILWAY TRANSPORTATION

Erhonboyev N. A.

Scientific supervisor: Cand. of Tech. Sc., Associate Professor Aliyev O. T.

Tashkent State Transport University, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Abstract. This article analyzes several shortcomings in the field of labor protection at railway transport enterprises. It addresses issues such as organizing training in occupational safety, improving the effectiveness of workplace safety measures, and ensuring employees' familiarity with relevant legislation, regulatory documents, standards, technical guidelines, regulations, and internal rules pertaining to labor protection. The article also examines the challenges in implementing real-time monitoring of occupational safety conditions.

Key words: Labor protection, three-tier control, database, accidents, training, information system, workers and employees.

Problems and shortcomings certainly exist in every field because, over time, various deficiencies and issues may arise due to outdated systems, weakened oversight, decreased attention, and a lack of qualifications and experience among employees.

As in any sector, there are numerous problems and shortcomings in the field of occupational safety in railway transport:

- Studying the compliance of regulatory legal documents (regulations, rules, instructions, orders, etc.) governing relations in the field of occupational safety and health protection with current legislation; conducting an inventory of these documents; republishing them in Uzbek (in both Latin and Cyrillic scripts) and Russian languages; and the failure to communicate these documents to the responsible occupational safety personnel of all enterprises, organizations, and institutions;
- Improving the legislative framework by aligning state standards and normative technical documents in the field of labor protection with international standards;
- Implementing new safety systems based on the study of global best practices in the field of labor protection;
- Analyze the composition of occupational safety personnel in the Department of Occupational Safety, Technical and Industrial Safety of the joint-stock company, as well as in all services, centers, enterprises, and organizations. Study the compatibility of their education and qualifications with their positions, appoint suitable personnel for vacant positions, and form a personnel reserve;

– When hiring and appointing specialists for occupational safety and technical safety positions, follow the requirements outlined in Order № 16-N issued by the chairman of the company's board on January 16, 2013, and coordinate with the Department of Occupational Safety, Technical and Industrial Safety of the joint-stock company;

– Implement biennial advanced training (currently every 5 years) for occupational safety engineers at the “Road Center for Advanced Training, Training and Retraining of Personnel” (DSPK) affiliated with Tashkent State Transport University. Incorporate international occupational safety standards into the advanced training curricula, making extensive use of advanced and modern electronic information technology capabilities. Gradually transition to the international occupational safety standards system (OHSAS: 18001);

– To consider the issues of training specialists in occupational safety at Tashkent State Transport University, as well as educating and improving the qualifications of specialists in other technical higher education institutions of the republic and higher educational institutions of the Russian Federation;

to implement the inclusion of relevant clauses in the job descriptions of managers, specialists, and mid-level responsible employees, clearly indicating their duties and rights regarding labor protection;

– In order to improve the quality and effectiveness of educational-practical and educational-technical training at all enterprises and organizations, in accordance with the requirements of the company chairman's order № 16-N dated January 16, 2013, establish training grounds and set up the activities of the “Labor Protection Wagon” and advanced experience schools. Widely use special video materials and visual aids in the process of conducting educational-technical training.

– Establish the practice of conducting all training and technical exercises related to labor protection directly at workplaces in connection with production processes;

Develop colorful, illustrated posters that clearly and effectively demonstrate safety procedures and warning signs for various potential accidents in real-life situations, taking into account the specific characteristics of all operational areas in railway transport, transport construction, and subway enterprises. These posters should outline the protocols for adhering to occupational health and safety regulations. Place these posters on special stands in visible locations directly at workers' and employees' workstations. For night shifts, provide special night-luminous (phosphorescent) safety warning signs.

– Ensure timely and high-quality medical examinations of employees at all enterprises and organizations in accordance with the requirements of Order № 200 of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan dated July 10, 2012, and Order № 334 of the company's board chairman dated November 20, 2006;

– Conduct timely and high-quality certification (attestation) of workplaces, working conditions, and equipment for injury hazards at all enterprises and organizations in accordance with the requirements of the Regulation approved by

Resolution № 263 of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated September 15, 2014. Submit quarterly reports on the certification work carried out and, at the end of the year, approve the work plan for the upcoming year;

– Ensure the organization of work regarding five types of occupational safety briefings, three-stage control inspection of occupational safety conditions, and the warning ticket system for compliance with labor safety, in strict adherence to the requirements of Regulations NBT-312, NBT-313, and № 550-N dated 30.12.2015. Taking into account the specific characteristics of each enterprise's activities, visibly display at the entrance points of enterprises the plan for three-stage control inspection, its implementation procedure, required standards, and other relevant information [1].

– on the basis of the Regulation “On the Procedure for the Creation and Use of Funds of the Occupational Safety and Health Fund at Enterprises, Organizations and Institutions”, approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated November 12, 2008 № 245, and the Order of the Chairman of the Company dated March 2, 2009 № 63-N “On the Creation of the Occupational Safety and Health Fund”, on the basis of the creation of the Occupational Safety and Health Fund at enterprises, organizations and institutions of the company and, in addition to the funds to be transferred to this fund, the transfer of funds withheld from the monthly wages of employees due to the receipt of warning coupons № 1 and 2 for non-compliance with occupational safety and health requirements to the enterprise's occupational safety and health fund;

– to study the issue of transferring to the labor protection fund the funds retained from employees' wages for unused special clothing, footwear, and personal protective equipment, as a result of the termination of employment contracts with employees at enterprises, where the period of use for these items has not yet expired;

– election of labor protection representatives at enterprises and organization of their activities in accordance with the requirements of the Regulation, approved by the resolution of the Ministry of Labor of the Republic of Uzbekistan and the Presidium of the Council of the Federation of Trade Unions of Uzbekistan dated 14.12.1995 № 8-3-60, as well as the activities of trade union commissions on labor protection, approved by the resolution of the Presidium of the Council of the Federation of Trade Unions of Uzbekistan dated 04.04.2017 № 6-44 “c”;

– Ensuring the timely and full allocation of funds necessary for the implementation of the Program for Further Improvement of Working Conditions and Labor Protection in the enterprises and organizations of JSC “Uzbekistan Railways” for 2017, as well as their targeted spending;

– In accordance with Article 217 of the Labor Code of the Republic of Uzbekistan and Order № 15-N of the Chairman of the Board of JSC “Uzbekistan Railways” dated January 15, 2004, ensuring timely and full provision of workers and employees with special clothing, footwear, and other personal protective equipment, systematically organizing their effective use and maintenance, as well as revitalizing

the activities of the commission established by Order № 71-NZ of the joint-stock company's management board dated January 13, 2017;

– Ensure timely and full payment of compensation for material damage caused by work-related accidents and occupational diseases, in accordance with the Regulation approved by Resolution № 60 of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated February 11, 2005;

– Provide systematic monitoring of compliance with the requirements of Order № 1-N "On the procedure for business trips" issued by the chairman of the joint-stock company's board on January 1, 2017, when sending employees on business trips;

Organize high-quality, effective, and demanding selector meetings on the state of labor protection only once a month, on the first Thursday, under the leadership of the joint-stock company management and the Republican Council of the industry trade union. These meetings should be conducted with the mandatory participation of chief engineers from the joint-stock company's departments, centers, MTUs, and enterprises.

– Review the job descriptions of the leading engineers working directly in the MTUs (educational institutions) under the Department of Occupational Safety, Technical and Industrial Safety of the joint-stock company. Study the possibility of expanding their authority and granting them inspector status (similar to the inspector of the UTTK department). This expansion would include the power to request necessary reports and information on occupational safety from all enterprise managers, starting from the heads of MTUs, to organize preventive measures against accidents, and to issue appropriate instructions and assignments for conducting special inspections [2].

In accordance with the requirements of NBT-312 Regulation, it is necessary to approach with serious responsibility the process of knowledge assessment conducted by the permanent special commission of the joint-stock company for all department heads, center directors, service chiefs, deputy and chief engineers, occupational safety engineers, heads of preschool educational institutions, and leaders of large industrial enterprises and educational institutions within the joint-stock company system. The examination requirements should be strengthened.

– ineffective mechanisms for identifying occupational risks in workplaces;
– lack of understanding of occupational risk concepts among industry employees;
– low safety culture in workplaces due to employees' low qualifications, insufficient knowledge and skills, and/or inadequate supervision.

Considering these factors, there is a need to create a database for the comprehensive labor protection system. This envisions organizing training for workers in the field of labor protection using modern information kiosks.

MMKT is a multi-level control system for occupational safety in this department, enabling employees to develop skills in identifying hazard factors and occupational risks that lead to injuries [3].

The MMKT establishes a three-level management system in the structural subdivisions of enterprises:

daily (every shift) – the first level of control;

monthly – the second level;

quarterly – the third level of control.

The main tasks of the MMKT are:

involving workers in the process of ensuring safe working conditions;

forming a new attitude among workers towards labor organization;

targeted financial planning;

monitoring the elimination of non-conformities;

Involving both managers and workers in MM management;

Providing employees with skills that prevent workplace injuries;

Assessing occupational risk factors;

Developing measures to prevent injuries;

Ensuring compliance with safety regulations.

The foundation of MMKT is “Visualization” – a convenient method for monitoring the state of labor protection in enterprise divisions.

The advantages of MMKT over three-stage control are as follows:

the ability for any person to reflect the identified note in the statement of nonconformities

the employee can see the measures taken to eliminate the identified nonconformities in real time.

The head of the structural subdivision is responsible for organizing and implementing MMKT in the structural unit, who serves as a local organizational and administrative body in relation to local conditions, the specifics of the organizational structure, and the unique characteristics and nature of production.

By the head of a higher body of the enterprise or other branch of the organization:

determines the document and the list of necessary production units in accordance with the requirements of the approved methodology;

establishes the procedure for carrying out control for each level of control of the MMKT and the persons responsible for its implementation;

At the first level of control, it determines the person responsible for carrying out control and filling out the visualized form of the MMCS.

These methodological recommendations are intended for use in the work of managers and specialists of enterprises and organizations at all levels of management.

References:

1. «O‘zbekiston temir yo‘llari» AJ interaktiv xizmatlar [Электронный ресурс] – URL: https://railway.uz/uz/interaktivnye_uslugi/azbuka_bezopasnosti/ 4/7.
2. «O‘zbekiston temir yo‘llari» AJ interaktiv xizmatlar [Электронный ресурс] – URL: https://railway.uz/uz/interaktivnye_uslugi/azbuka_bezopasnosti/ 5/7.

3. Aliyev O.T., Erxonboyev N.A. Mehnatni muhofaza qilishning kompleks tizimi ma'lumotlar bazasini ishlab chiqish // "Texnosfera xavfsizligi" ilmiy texnik jurnalı. – 2025. – № 1[9]. – 13–16 b.
4. Erxonboyev N.A., Aliyev O.T. Inson omilining "inson-transport-ishlab chiqarish muhit" tizimining xavfsizligiga ta'siri // Научный журнал транспортных средств и дорог. – 2024. – № 3. – 16–20 b.
5. Алиев О.Т., Разиков Р.С. Эффективность использования системы ММКТ-П на предприятиях АО «Узбекистон темир йуллари» // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых (18–19 декабря 2018 г.) Коллектив авторов / Под ред. проф. А.И. Адилходжаева. – Ташкент: ТашИИТ, 2019. – С. 30–31.
6. Азбука безопасности. Акционерное общество «O'zbekiston Temir Yo'llari» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://railway.uz/uz/interaktivnye_uslugi/azbuka_bezopasnosti/.

Информация об авторе:

Эрхонбоев Нодирбек Абдуносир угли – PhD, докторант, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Алиев Обид Туйчиевич – к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

Секция 2.

Информационные технологии в обеспечении экологической и производственной безопасности

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИЗ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Голованов Н. С.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ермолаева Н. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрен правовой вопрос применения работниками средств индивидуальной защиты (СИЗ) на предприятии, а также разработана система автоматического контроля использования работниками СИЗ.

Ключевые слова: СИЗ, средства индивидуальной защиты, контроль, охрана труда, техносферная безопасность.

1. Правовой аспект использования СИЗ

В Российской Федерации действуют следующие нормативно-правовые документы, регулирующие область использования СИЗ: Статья 221 ТК РФ, Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами». Исходя из их содержания, можно сказать, что:

– для защиты от воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды (далее – ОВПФ) и (или) загрязнения, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях, работникам бесплатно выдаются СИЗ и смывающие средства, прошедшие подтверждение соответствия в порядке, установленном законодательством РФ о техническом регулировании;

– СИЗ включают в себя специальную одежду, специальную обувь, дерматологические средства защиты, средства защиты органов дыхания, рук, головы, лица, органа слуха, глаз, средства защиты от падения с высоты и другие СИЗ, требования к которым определяются в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании;

– работодатель за счет своих средств обязан в соответствии с установленными нормами бесплатной выдачи СИЗ обеспечивать своевременную выдачу СИЗ, их хранение, а также стирку, химическую чистку, сушку, ремонт и замену СИЗ;

– работник обязан: эксплуатировать СИЗ по назначению; соблюдать правила эксплуатации СИЗ; возвращать работодателю СИЗ, утратившие целостность или испортившиеся, а также СИЗ с истекшим сроком годности или в случае увольнения;

– работнику запрещается в процессе эксплуатации СИЗ выносить их по окончании рабочего дня за пределы территории работодателя или территории выполнения работ, за исключением отдельных случаев, обусловленных отдельными профессиями или условиями работ.

2. Устройство системы

Система будет выполнена и будет иметь принцип работы аналогичный системе защиты от краж отдельных предметов в розничных магазинах, которые регулируются ГОСТ 32320-2014 «Технические средства и системы защиты от краж отдельных предметов». Такая система представляет собой комплекс устройств, предотвращающий несанкционированный вынос предметов за рамки определенной территории, и состоит она из: идентификатора-метки (электронное устройство, являющееся носителем идентификационного признака в виде кодовой информации, позволяющей обнаруживать и идентифицировать предмет, занесенный в базу данных), технического средства обнаружения идентификаторов-меток (далее – ТСО) (техническое средство, обеспечивающее дистанционное обнаружение и распознавание предмета с установленным идентификатором-меткой при несанкционированном выносе через зону обнаружения), технического средства мониторинга предметов (далее – ТСМ) (техническое средство обнаружения идентификаторов-меток предназначенное для обработки, хранения и обмена информацией об индивидуальных идентификационных признаках).

Идентификаторы-метки будут вшиваться в текстильные СИЗ заводом-изготовителем или уже предприятием-потребителем методом, исключающим извлечение идентификатора-метки без повреждения СИЗ. Конструкция идентификатора-метки должна также исключать вывод из строя или повреждение в случае обслуживания или эксплуатации СИЗ (воздействие ОВПФ, воздействие особых температурных условий, стирка, химическая чистка, сушка, ремонт и прочее (далее – неблагоприятные условия)). Хорошим примером внедрения идентификаторов-меток является технология LaundryTrace (рис. 1), применяемая в прачечных, гостиницах, медицинских центрах, предприятиях по услуге проката и аренды спецодежды. Особенность технологии заключается в конструкции, позволяющей не терять работоспособность при стирке, глажке и прочих обслуживающих действиях, а также выдерживать температуру в 180 °C. RFID-чип защищен от внешних воздействий силиконовой капсулой, размещенной внутри корпуса метки, который выполнен из ткани и покрыт термоклеем.

В случаях, когда невозможно интегрировать идентификатор-метку в СИЗ, она должна быть выполнена в виде наклейки (рис. 2) способной выдержать воздействие неблагоприятных условий, а её клеящий слой должен выполнять функцию пломбы для предотвращения несанкционированного снятия или пломба (рис. 3) должна наноситься поверх наклейки.



Рис. 1. Внедрение RFIDметки LaundryTrace в текстильные изделия



Рис. 2. Идентификатор-метка для нетекстильных СИЗ



Рис. 3. Наклейка-пломба

На идентификатор-метку будет записываться информация о виде СИЗ, ФИО, должности работника, за которым закреплено данное СИЗ, его график работы, срок годности СИЗ, даты обслуживания. В случае если просрочилась дата обслуживания СИЗ или срок годности СИЗ сотруднику придет уведомление о том, что необходимо заменить СИЗ или провести обслуживание.

Считываться идентификатор-метки будут при помощи установки ТСО, которые будут представлены в виде считывателей RFID-меток, если будет применяться RFID-технология идентификаторов-меток (рис. 4).

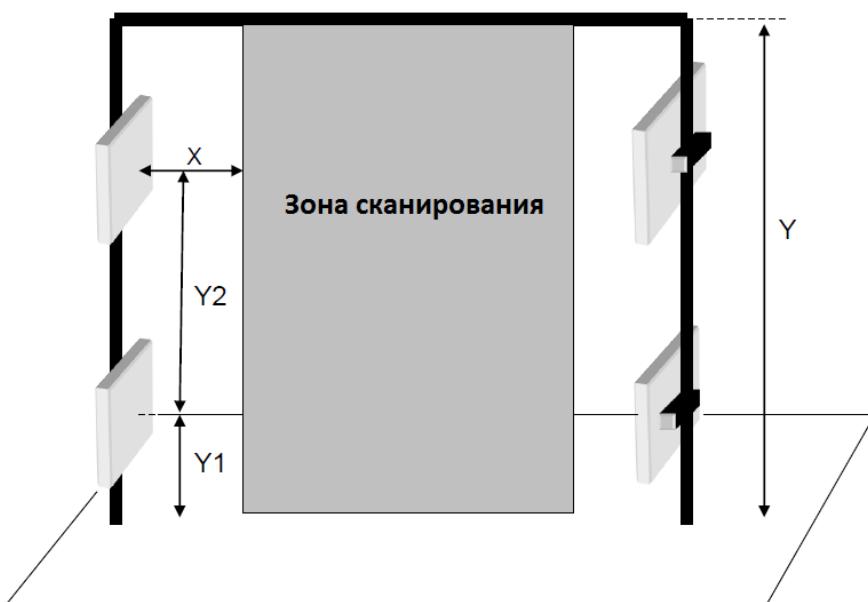


Рис. 4. ТСО

TCO могут устанавливаться на выходе из раздевалки или на входе в цех. Когда работник в СИЗ с идентификатор-меткой будет проходить через ТСО, метка будет считываться с каждого СИЗ, и будет заноситься информация в базу данных, например: «Петров И.И. оператор ЧПУ зашел в цех № 1 в 13:37, комплектность СИЗ соблюдена» или «Иванов А.А. сварщик зашел в цех № 2 в 10:00, комплектность СИЗ не соблюдена, отсутствуют нарукавники». Данная информация может быть использована работодателем для внедрения стимулирующих выплат за использование СИЗ или для введения санкций в отношении сотрудников, которые не используют СИЗ. Также ТСО можно устанавливать на выходе с территории предприятия или на входе раздевалки, если у неё 2 входа, один из которых используется для прохода в рабочее пространство, а другой для выхода в другие помещения, с целью предотвращения выноса СИЗ с территории предприятия, если это не обусловлено условиями работы.

3. Заключение

Разработанная система контроля за использованием СИЗ при внедрении на предприятия существенно повысит безопасность рабочего процесса за счет появления возможности мониторинга использования СИЗ, а также упростит контроль за сроками обслуживания и сроками годности СИЗ.

Список литературы:

1. ГОСТ 32320-2013. Технические средства и системы защиты от кражи отдельных предметов (дата введения: 01-01-2015) / ИПК издательство стандартов. – Изд. официальное. – М.: Стандартинформ, 2019.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами» – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405210/.
3. Трудовой кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 31.07.2025) – Текст: электронный // КонсультантПлюс: [сайт]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/.
4. RFID-метка LaundryTrace для маркировки спецодежды и белья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.idexpert.ru/news/rfid-metka-laundrytrace-dlya-markirovki-spetsodezhdy-i-belya/> (10.09.2025).

Информация об авторе:

Голованов Никита Сергеевич – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ермолаева Наталья Вадимовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОБЗОР СПОСОБОВ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Журавлев Д. К.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ягольницер О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Горнодобывающая отрасль, традиционно считается одной из самых разрушительных для экологии. В связи с ужесточением экологических требований и роста конкуренции требуется внедрение современных технологий, обеспечивающих инновационные подходы к управлению производственными процессами. В статье рассмотрены передовые разработки, которые позволяют прогнозировать аварии, оптимизировать логистику, сокращать отходы и минимизировать вредное воздействие на окружающую среду.

Ключевые слова: нейронные сети, искусственный интеллект, добыча полезных ископаемых, экология, устойчивое развитие, оптимизация, мониторинг, прогнозирование.

Введение

Добывающая промышленность является одним из ключевых секторов глобальной экономики, обеспечивая значительную долю мирового производства электроэнергии и сырья для металлургии. Это сложнейшая экосистема – источник жизненно важных ресурсов и одновременно огромная нагрузка на окружающую среду: выбросы пыли и газов, нарушение ландшафтов, образование отвалов, потребление гигантского количества энергии.

Традиционные методы управления этими процессами часто основаны на устаревших нормативах и экспертных оценках, которые не успевают адаптироваться к динамично меняющейся обстановке. Все больше в меняющейся обстановке привлекает внимание использование нейронных сетей в прогнозирования характеристик транспортных потоков [1]; для решения различных задач геологоразведки и добычи, например, структурно-морфологического анализа рудных тел и месторождений [2]; а также при мониторинге состояния объектов открытой добычи угля [3]. Несмотря на активное развитие нейросетевых подходов при добыче полезных ископаемых эта тема пока остается недостаточно изученной. Целью настоящего исследования является обзор существующих решений применения нейросетей при добыче полезных ископаемых, направленных на уменьшение негативного

воздействия на окружающую среду и оптимизацию производственных процессов.

Методология исследования

Теоретическая и методологическая основа работы представлена научными исследованиями отечественных из зарубежных ученых в области добычи полезных ископаемых, теорией устойчивого развития, концепцией загрязнения окружающей среды.

Методология работы базируется на системном подходе, методах научной абстракции, логического моделирования и экспертных оценок. Также использовались справочные и нормативные материалы.

Общая функция оптимизации для более подробного описания моделей:

$$F(x) = a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + \dots + a_i \cdot x_i = \min,$$

где x_1, x_2, \dots, x_i – это параметры, характеризующие процесс, например, буровзрывные работы, а a_1, a_2, \dots, a_i – коэффициенты их влияния на эффективность и экологичность, которые и вычисляет нейронная сеть.

Для оценки комплексного эффекта внедрения таких систем используется формула экономического эффекта:

$$E = (R_1 - C_1) - (R_0 - C_0),$$

где R_1 и C_1 – доходы и затраты с использованием нейросетей, а R_0 и C_0 – доходы и затраты по старой технологии. Эффект (E) складывается не только из прямой экономии, но и из avoided costs – неуплаченных штрафов за экологические нарушения и сэкономленных средств на рекультивацию.

Сочетание этих методов позволит провести комплексный анализ, учитывающий, как практические реалии, так и теоретические основы применения нейросетей при добыче полезных ископаемых.

Интеллектуальный мониторинг и прогнозирование опасностей

Внезапные выбросы метана и угля относятся к наиболее опасным динамическим явлениям, которые происходят в забоях очистных и подготовительных выработок во время различных технологических процессов в присутствии рабочих [4]. Вместо простой сигнализации при превышении пороговой концентрации газа система на основе нейросетей (чаще всего рекуррентных LSTM-сетей для анализа временных рядов) анализирует комплекс данных в реальном времени: концентрацию метана, углекислого газа, давление в пласте, температуру, скорость воздушного потока в вентиляционной системе и даже сейсмоакустическую активность.

Модель учится распознавать паттерны и с точностью определяет зоны пылевого загрязнения вокруг разрезов, их площадь и динамику. Это позволяет оперативно принимать меры: включать системы пылеподавления, корректировать график взрывных работ в зависимости от направления ветра, оценивать ущерб и эффективность природоохранных мероприятий.

Оптимизация логистики и энергопотребления

Концептуальные основы применения нейросетей в управлении транспортными системами активно разрабатываются в последнее десятилетие. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в данной области, ряд вопросов остается недостаточно изученным. На практике внедрение интеллектуальных транспортных систем сдерживается недостаточной проработанностью методов их интеграции с существующими технологическими процессами.

Мультиагентные системы и нейросети (часто в связке с генетическими алгоритмами и методом имитации отжига) оптимизируют маршруты всего парка самосвалов и погрузчиков в режиме реального времени. Они учитывают сотни переменных: состояние дорог, очередь на погрузку/разгрузку, планируемые взрывные работы, расход топлива каждой единицы техники. Как результат от внедрения можно ожидать снижения времени простоев техники, повышение коэффициента ее использования и значительное сокращение расхода топлива. Меньше топлива – меньше выбросов CO₂ и сажи. Результаты внедрения представлены на рис. 1 [1].

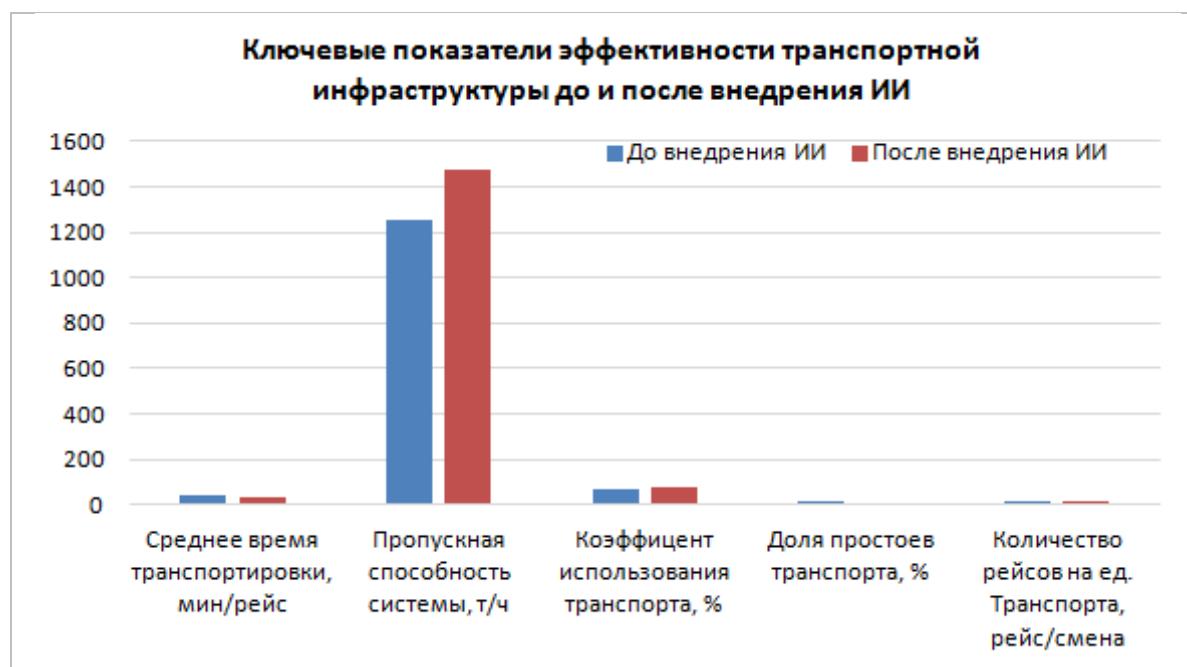


Рис. 1. Ключевые показатели эффективности транспортной инфраструктуры до и после внедрения ИИ

Геологоразведка

Чтобы добить необходимое количество руды с минимальным количеством пустой породы, требуется применять комплексные методы геологического опробования, нацеленные на точное картирование месторождения и выделение богатых рудных тел [5]. Для снижения разубоживания руды при добыче применяют оптимизацию технологий отбойки, выемки и транспортировки с учетом геологических особенностей рудных тел.

Глубокое машинное обучение применяется для анализа геологических данных (керна, результатов геофизических исследований скважин, химических проб). Модели на основе архитектур U-Net и SegNet строят точные 3D-модели рудных тел, а сети LSTM прогнозируют зоны с наибольшим содержанием полезного компонента путем изучения долгосрочных зависимостей. Визуально механизм представлен на рис. 2.

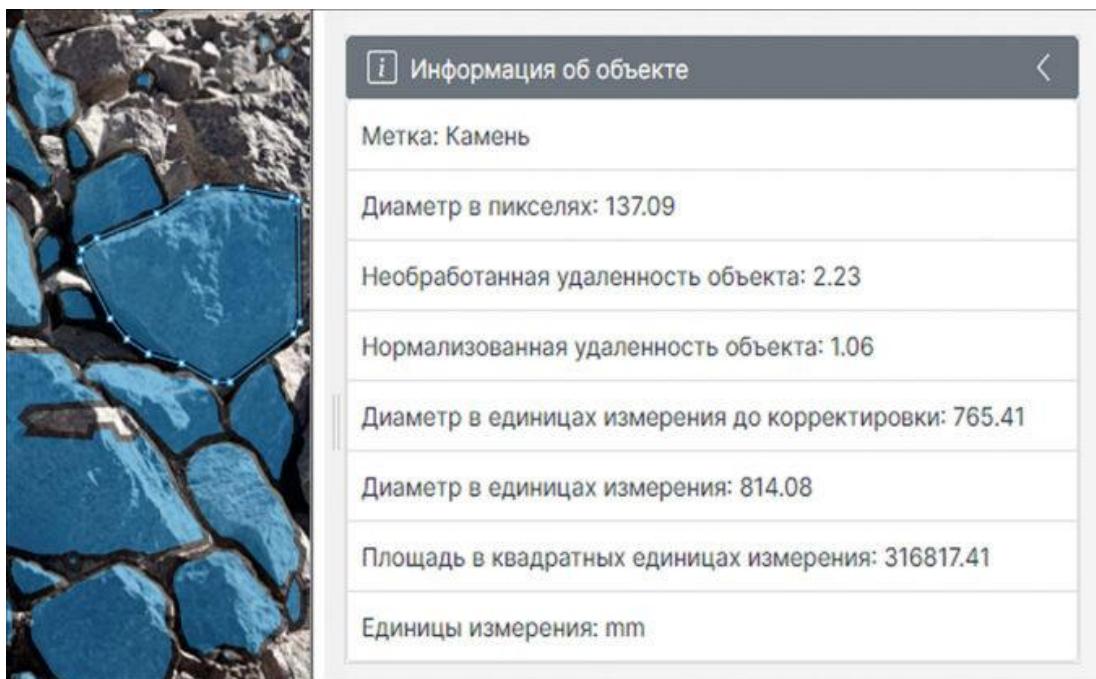


Рис. 2. Информация об объекте в системе анализа гранулометрического состава руды в забое

Повышение точности разведки, оптимизация контуров карьера и сокращение объема вскрышных пород. Это напрямую ведет к уменьшению площади нарушенных земель и объема отвалов, которые часто являются источниками загрязнения подземных вод.

Заключение

В работе на основании литературных источников были проанализированы различные методы применения нейронных сетей в добывающей промышленности. Они трансформируют индустрию из консервативной и ресурсоемкой в интеллектуальную, эффективную и ответственную. Для качественного скачка в развитии геологии требуется комплексный подход, сочетающий ИИ, экспертные знания и большие данные.

Таким образом, результаты исследования формируют методологическую основу для широкого применения подходов глубокого машинного обучения в горнодобывающей отрасли, открывая новые возможности для повышения эффективности, безопасности и устойчивости недропользования в условиях цифровой экономики.

Список литературы:

1. Кадырова Г.М. Адаптивная оптимизация транспортных потоков внутри подземных выработок на базе методов искусственного интеллекта / Кадырова Г.М., Красюкова Н.Л., Рождественская И.А., Токмурзин Т.М., Воронова Е.И. // Горная промышленность. – 2025. – № 1. – С. 137–146.
2. Красюкова Н.Л. Мультиагентные методики планирования вскрышных работ и минимизации экологических рисков при добыче полезных ископаемых / Красюкова Н.Л., Зубец А.Ж., Еремин С.Г., Зубенко А.В., Лаффах А.М. // Горная промышленность. – 2025. – № 1. – С. 170–176.
3. Красюкова Н. Анализ геологических данных угольных месторождений с помощью сверточных нейронных сетей с автономнойстройкой пулинга / Н. Красюкова, Е. Воронова, Т.В. Муравлева и др. // Уголь. – 2024. – № 7. – С. 68–75.
4. Колесниченко И.Е. Механизм внезапных выбросов метана в угольных пластах / Колесниченко И.Е., Колесниченко Е.А., Любомищенко Е.И., Колесниченко Е.И. // ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 1. – С. 108–120.
5. Гренкин Ю.Б. Геолого-технологическое картирование руд месторождений цветных металлов / Ю.Б. Гренкин, В.Д. Тян, А.М. Дробышевский и др. – М.: Недра, 1986. – 120 с.

Информация об авторе:

Журавлев Даниил Кириллович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ягольницер Ольга Владимировна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКРЫТИЯ ЛЮКОВ ПОЛУВАГОНОВ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Ибрагимова Г. Р., Каюмов Ш. Ш., Нурмухаммадова Н. Н.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье рассмотрены причины неэффективности ручного способа закрытия люков полувагонов. Проведен анализ существующих механизмов, выявлены их недостатки и зависимость от энергоснабжения. Предложено усовершенствованное механическое устройство с простой конструкцией, не требующее стационарных коммуникаций. Приведены теоретические расчёты усилий и времени подъёма люков. Показано, что применение устройства снижает нагрузку на работника и повышает производительность труда.

Ключевые слова: полувагон, нижний люк, механизация, устройство для закрытия люков, железнодорожный транспорт, производительность труда, безопасность труда, энергетическая эффективность, модернизация, импортозамещение.

Одной из причин увеличения неэффективных простоев полувагонов является ручной способ закрытия их люков. Если рассмотреть различные факторы, влияющие на данную проблему, на первый план выходит человеческий фактор, который сложно подчинить нормам [Ошибка! Источник ссылки не найден.Ошибка! Источник ссылки не найден.]. В связи с этим, единственным решением уменьшения негативного влияния на указанную причину является упрощение труда тех работников, которые занимаются закрытием люков полувагонов в процессе погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте [2].

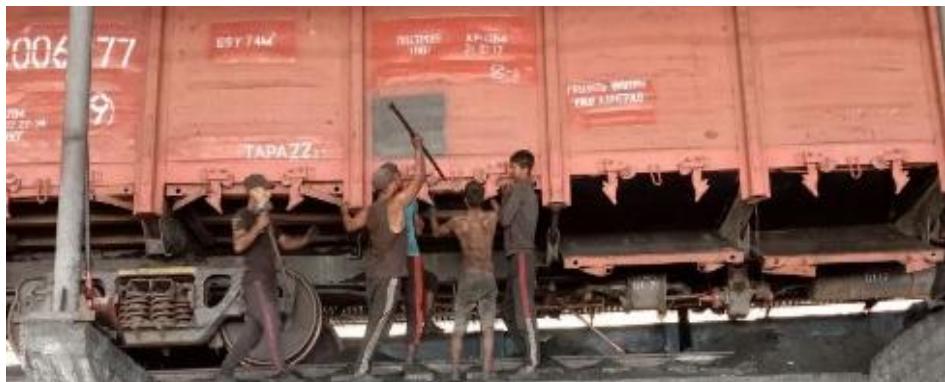


Рис. 1. Фрагмент поднятия нижних люков полувагонов вручную

Большое внимание человеческой безопасности и его жизни в нашей стране уделяется со стороны правительства. В своем послании Олий Мажлису и народу Узбекистана «Стратегия дальнейшего развития Нового Узбекистана» Президент Республики Узбекистан Ш.М. Мирзиев провозгласил «...высшей ценностью – человека...», где к 2027 г. предусматривается повышение продолжительности жизни [3]. В связи с этими задачами, поставленными в один ряд на таком широкомасштабном уровне, имеет место предложение по облегчению труда работникам, закрывающим люки полувагонов после выгрузки грузов. Так как данный вид ручной работы не только очень трудоемкий, но и не эффективный с точки зрения производительности труда.

Существующие механизмы закрытия нижних люков полувагонов обладают как достоинствами, так и недостатками. Основными проблемами являются длительное время обработки, высокая масса некоторых устройств, необходимость работы с гидросистемами высокого давления и высокая стоимость. При этом гидросистемы требуют наличия источника электроэнергии, так как их работа невозможна без электрических насосов, подающих жидкость под давлением. Это означает, что для эксплуатации таких механизмов необходима соответствующая инфраструктура – электроснабжение рабочей площадки, наличие мощных насосных станций и дополнительного оборудования. В условиях мобильных или удаленных объектов это может стать серьезной проблемой, требующей дополнительных затрат на генераторы или подведение электросетей. Таким образом, помимо высокой стоимости, значительной массы и длительного времени обработки одного вагона, использование гидросистемных механизмов ограничено их зависимостью от электроэнергии. Это подчеркивает необходимость разработки альтернативных решений, таких как механические или комбинированные устройства, которые могли бы работать автономно или с меньшими энергетическими затратами. Это указывает на необходимость поиска более эффективных решений, сочетающих в себе скорость, удобство и экономичность.

В результате комплексного анализа существующих устройств, с акцентом на перспективы их модернизации и интеграции инновационных решений, а также с учетом стратегических задач импортозамещения и локализации производства, необходимо разработать усовершенствованное устройство, которое будет адаптировано к специфическим эксплуатационным условиям АО «Узметкомбинат» и может эффективно применяться на предприятиях железнодорожной отрасли Республики Узбекистан, способствуя повышению производительности, надежности и технологической независимости.

По принципиальной схеме действия устройства для поднятия нижних люков железнодорожных полувагонов (рис. 2), разработана математическая модель определения параметров его функционирования, используя теорему об изменении кинетической энергии.

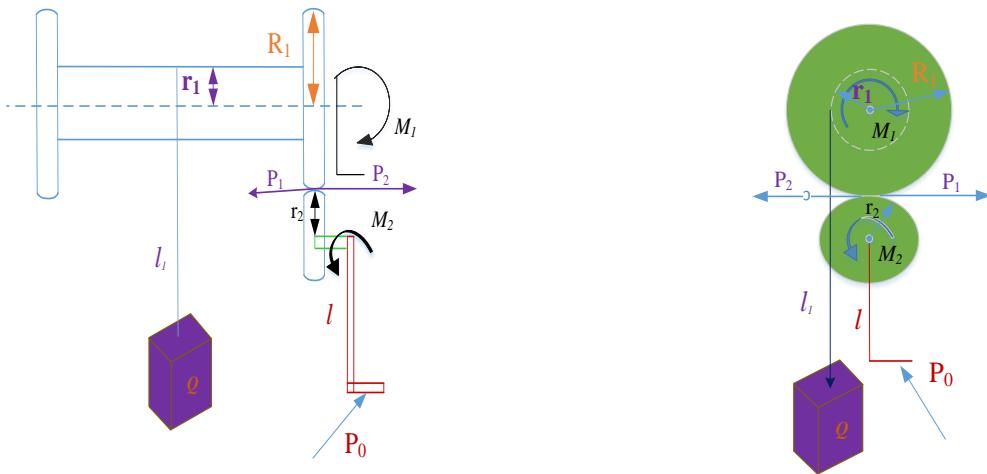


Рис. 2. Принципиальная схема действия устройства для поднятия нижних люков железнодорожных полувагонов:

r_2, r_3 – радиус большого и малого вала шестерни; Q – масса груза нижнего люка полувагона;
 R_1 – радиус большого зубчатого колеса; l, l_1 – длина рычага и тросса;
 M_1, M_2 – момент передачи в кручении большого и малого вала шестерни соответственно;
 P_0, P_1, P_2 – силы необходимые для вращения рукоятки устройства, большого и малого вала шестерни соответственно

Для решения поставленной задачи рассмотрим уравнения теоремы об изменении кинетической энергии:

$$\sum T = \sum A_i^e. \quad (1)$$

Для этого вычисляем кинетическую энергию элемента:

$$\sum T = T_1 + T_2 + T_3, \text{Дж.} \quad (2)$$

Учитывая вышеизложенное, работу можно описать следующим образом:

$$\sum A_i^e = -Q \cdot l_1 + Q \cdot r_2^2 \cdot l_1 = Q \cdot l_1 \cdot (r_2^2 - 1), \text{Дж.} \quad (3)$$

Согласно (3), имеем

$$\frac{V_1}{4} \left[m_1 \cdot h + m_2 \cdot r_2 + \frac{m_3 \cdot r_3 \cdot R_2}{r_2} \right] = Q \cdot l_1 \cdot (r_2^2 - 1), \quad (4)$$

где h – высота нижнего люка из опущенного положения до его полностью закрытого состояния, м;

m_1, m_2, m_3 – масса груза, большого и малого вала шестерни соответственно, Н.

По формуле (4) определяем скорость подъема груза:

$$V_1 = \frac{4 \cdot Q \cdot l_1 \cdot (r_2^2 - 1)}{\left[m_1 \cdot h + m_2 \cdot r_2 + \frac{m_3 \cdot r_3 \cdot R_2}{r_2} \right]}, \text{м/с}^2. \quad (5)$$

С учетом этого время на поднятие люка определяется следующим образом:

$$t = \frac{m_1 \cdot V_1}{Q} = \frac{m_1 \cdot 4 \cdot l_1 \cdot (r_2^2 - 1)}{\left[m_1 \cdot h + m_2 \cdot r_2 + \frac{m_3 \cdot r_3 \cdot R_2}{r_2} \right]}, \text{ сек.} \quad (6)$$

Момент передачи в кручении M_2 можно найти как:

$$M_2 = r_2 \cdot Q, \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (7)$$

Так как сила между двумя блоками равны, то:

$$M_2 = R_2 \cdot P_2, \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (8)$$

Приравняв формулы (7) и (8), можно найти силу P_2 :

$$P_2 = \frac{r_2 \cdot Q}{R_2}, \text{ Н.} \quad (9)$$

Силы между двумя валами равны ($P_2 = P_3$), отсюда находим крутящий момент M_3 :

$$M_3 = P_3 \cdot r_3, \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (10)$$

С помощью рычага l и силы P_0 производится крутящий момент M_3 :

$$M_3 = l \cdot P_0, \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (11)$$

Тогда сила P_0 будет равна:

$$P_0 = \frac{r_2 \cdot r_3 \cdot Q}{R_2 \cdot l}, \text{ Н.} \quad (12)$$

На устройство для закрытия нижних люков железнодорожных полувагонов (рис. 3) разработан паспорт и руководство по эксплуатации ручной барабанной лебедки ЛПО-23 [4]. В результате получен сертификат соответствия Республики Узбекистан № UZ.SMT.01.0068.91221878 на лебедку подъёмно-опускную 23, который гарантирует подъем груза массой до 200 кг.



Рис. 3. Вид устройства для закрытия нижних люков полувагонов

Однако в реальных условиях процесс поднятия люка не всегда можно нормировать исключительно на основе технических характеристик. Человеческий фактор играет значительную роль, так как люди с разными физическими способностями могут прикладывать усилия к рукоятке устройства. Такие как: физические возможности работников, работники с разной физической силой и выносливостью будут развивать различное усилие при поднятии, уровень усталости и концентрации, опыт и навыки, погодные условия. Это влияет на скорость и эффективность выполнения операции. Уровень усталости и внимания работников может изменяться в зависимости от времени суток, рабочей нагрузки и условий, в которых происходит операция (например, при низких температурах в зимний период).

Работники с большим опытом и знанием техники могут выполнять операцию быстрее и эффективнее, чем менее опытные работники. В зимний период могут быть усложнены условия работы, например, из-за обледенения люков и механизмов, что также увеличивает усилия, требуемые для открытия или закрытия люка.

Если известна масса груза (200 кг), то математическим выражением является момент передачи в кручении M_2 (см. рис. 2), который можно найти как:

$$M_2 = r_2 \cdot Q, \quad (13)$$

где r_2 – радиус большого вала шестерни; Q – масса груза.

Так как сила между двумя блоками равны, то можно выразить M_2 как:

$$M_2 = R_2 \cdot P_2, \quad (14)$$

где R_2 – радиус большого зубчатого колеса.

Приравняв формулы (13) и (14), можно найти силу P_2 :

$$P_2 = \frac{r_2 \cdot Q}{R_2}. \quad (15)$$

Силы между двумя валами равны $P_2 = P_3$, отсюда находим крутящий момент M_3 :

$$M_3 = P_3 \cdot r_3 \quad (16)$$

С помощью рычага l и силы P_0 производится крутящий момент M_3 :

$$M_3 = l \cdot P_0, \quad (17)$$

где l – длина рычага.

Тогда сила P_0 будет равна:

$$P_0 = \frac{r_2 \cdot r_3 \cdot Q}{R_2 \cdot l}. \quad (18)$$

На основе выражения (18) рассчитаны значения усилия, были проведены расчеты необходимого усилия для равномерного подъема люков полувагонов при различных значениях их массы. Итоговые значения представлены на рисунке 4.

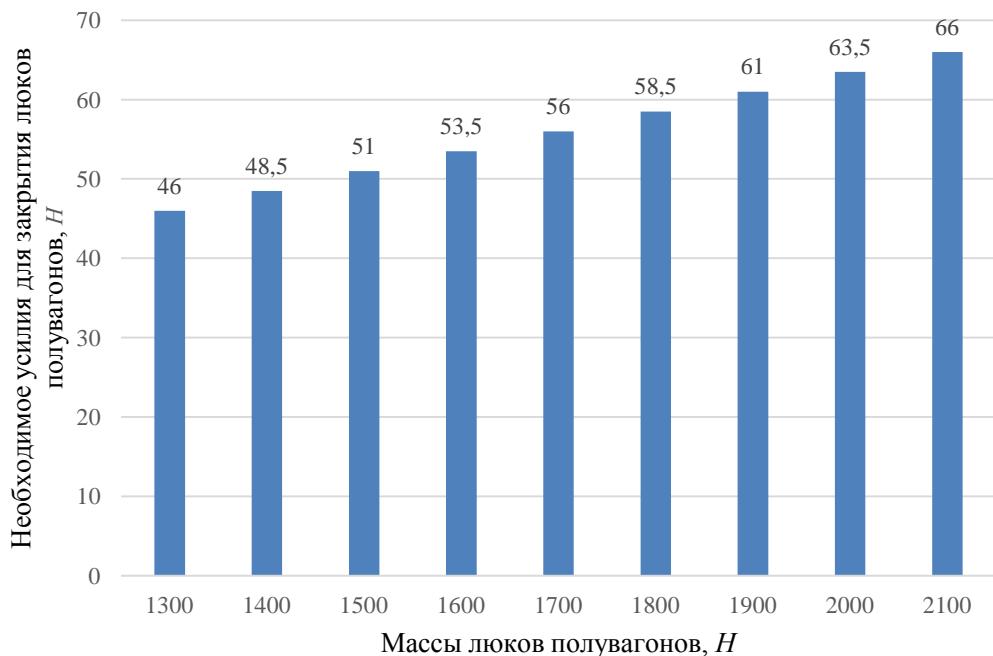


Рис. 4. График зависимости требуемого усилия для закрытия люков полувагонов от их массы

Как показано на рисунке 4, при использовании предлагаемого устройства усилие, необходимое для закрытия люков полувагонов во время погрузочно-разгрузочных работ, варьируется от 46 Н до 66 Н при изменении массы люка от 1300 Н до 2100 Н. Это свидетельствует об уменьшении нагрузки на одного работника в 7,5–10,8 раз при закрытии люков полувагонов.

Таким образом, применение совершенствованной технологии закрытия люков полувагонов с учётом требований охраны труда и производственной экологии существенно снижает физическую нагрузку на работников, повышает уровень безопасности и эффективность погрузочно-разгрузочных работ. Разработанное устройство ЛПО-23, прошедшее сертификацию и испытания, доказало сокращение времени операций на 35 % и уменьшение нагрузки на одного работника в 7,5–10,8 раза, что подтверждает его практическую значимость и перспективность внедрения в производственных условиях.

Список литературы:

1. Каюмов Ш.Ш. Эффективная схема работы закрытия люков железнодорожных полувагонов при погрузочно-разгрузочных работах // Формирование интеллектуального капитала в условиях цифровой трансформации: опыт, вызовы, перспективы. – 2022. – № 1. – С. 315–317.

2. Указ Президента Республики Узбекистан «О Стратегии «Узбекистан – 2030» № УП-158 от 11.09.2023 // Правительственный портал Республики Узбекистан [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gov.uz/ru/news/view/2502>.
3. Расулов М.Х. Разработка устройства для эффективного закрытия разгрузочных люков полувагонов при выполнении грузовых операций на транспорте // Известия Транссиба. – 2023. – № 4 (56). – С. 56–63.
4. Ibragimova G., Kayumov S., Abduvaitova M. Analysis of the transport sector and ensuring transport safety in the context of globalization // Инженер (международный научный журнал). – 2025. – Т. 3. – № 2. – С. 5–8.
5. Пат. 8227 Республика Казахстан: МПК B61D 17/00. Способ закрытия нижних люков железнодорожных полувагонов.
6. Пат. 2728155 Российская Федерация: МПК B61D 17/00. Способ закрытия люков железнодорожных полувагонов и устройство для его осуществления.
7. Пат. 2152897 Российская Федерация: МПК B61D 17/00. Способ разгрузки железнодорожных полувагонов от смерзшегося угля.

Информация об авторах:

Ибрагимова Гулшан Руслановна – доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет;

Каюмов Шохрух Шарофович – доктор философии (PhD) по техническим наукам, и.о. доцента, Ташкентский государственный транспортный университет;

Нурмухаммадова Нилюфар Нуриддиновна – студент, Ташкентский государственный транспортный университет.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Катков А. Ю.

Научный руководитель: д.т.н., проф., Шварцбург Л. Э.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены современные системы автоматизации инженерных систем и применяемое в них оборудование. Предложен способ и собран демонстрационный стенд для применения датчиков контроля энергетических отходов для интегрирования в готовые АСУ.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, энергетические отходы, низкоуровневое оборудования для автоматизации.

На любом современном производстве применяются системы контроля и управления. Такие системы называются SCADA (от англ. supervisory control and data acquisition). Их основной задачей является мониторинг состояния различных подсистем, например, контроля и управления электроснабжением, отопления, вентиляции и кондиционирования, охранно-ревизионной сигнализации. Все они играют немаловажную роль в обеспечении высоких показателей экологичности и безопасности рабочего персонала.

На машиностроительном предприятии наиболее опасными и вредными для работника являются металлообрабатывающие цеха, поскольку станочное оборудование оказывает негативное влияние комплексным образом в виде различных отходов: твёрдых – стружка, пыль и энергетических – температурные, шумовые, вибрационные [3].

Согласно нормативному акту СП 77.13330.2016 (актуализация СНиП 3.05.07-85) [5] цеховые здания предприятий следует оснащать системами автоматизации для контроля параметров оборудования, таких как температура, вибрации, давление в системах и т.д. Поскольку данный документ несет лишь рекомендательный характер, то часто им пренебрегают. Это связано с необходимостью проработки отдельного решения для реализации подобных систем.

Нами был предложен способ автоматизированного контроля опасных и потенциально вредных показателей, готовый для внедрения в готовые системы диспетчеризации. Поскольку на современных предприятиях, согласно ГОСТ Р 71765-2024 [1] необходимо наличие системы АСУ ТП (автоматизированной системы управления технологическими процессами) с визуализацией в SCADA.

Рассмотрим принципиальную схему АСУ ТП, показанную на рисунке 1. На схеме отображены все уровни автоматизации [2, 4]:

1. Нижний уровень – исполнительные устройства и датчики различных типов приёма и передачи данных, на схеме отображены в виде вентиляторов (кондиционеров) В1-3, элементов пожаротушения О4-6.

2. Средний уровень – шкафы диспетчеризации (ЩД), состоят из устройств преобразования сигналов по типу шлюзов, цап и т.д., программируемых логических контроллеров для обработки и формирования управляющего сигнала.

3. Верхний уровень – промышленные эвм (Сервер АСУ), позволяющие собирать данные по сигнальным линиям со среднего уровня и автоматизированных рабочих мест (АРМ) предназначенных для мониторинга текущего состояния.

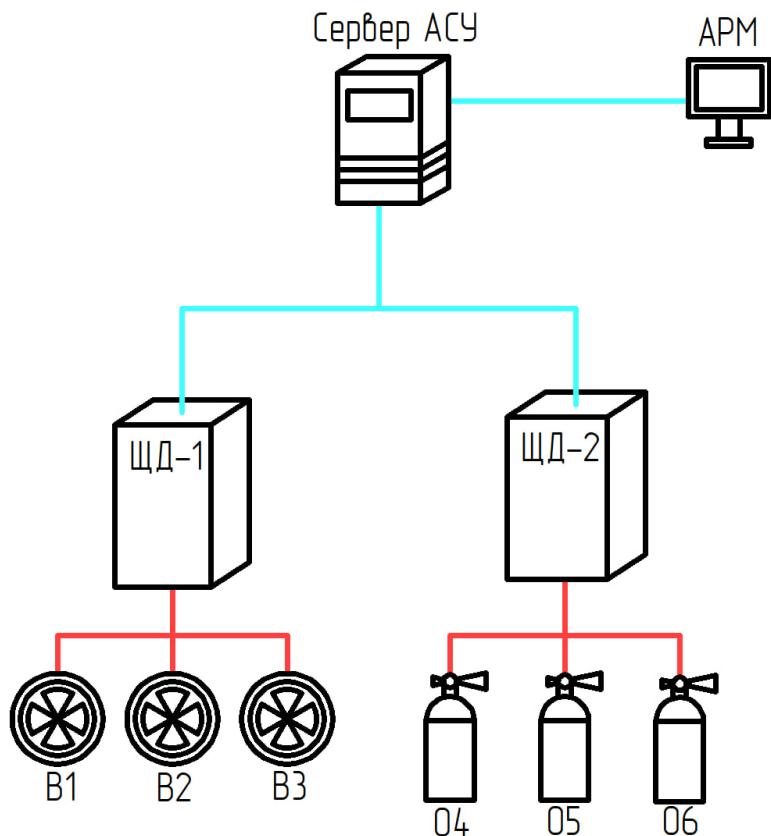


Рис. 1. Принципиальная схема АСУ ТП производственных помещений

Наиболее опасными для работника машиностроительного производства являются энергетические отходы, т.к. они являются неосязаемыми и невидимыми для человеческого глаза без помощи специализированных приборов.

Для выявления и контроля тепловых, шумовых и вибрационных отходов предлагается использовать промышленные датчики с дискретным выходом типа сухой контакт для обеспечения их интеграции в уже готовую автоматизированную систему.

Такими датчиками являются:

- Релейные датчики, механически размыкающиеся (или замыкающиеся) при достижении заданного уровня.
- Транзисторные датчики, переключающие транзисторы в зависимости от уровня.
- Пьезоэлектрические, передающие сигнал в зависимости от величины деформации кристалла в сравнении с эталонным значением.

Для проверки работоспособности соберем стенд с учетом всех уровней автоматизации: в качестве датчика для определения уровней отходов воспользуемся автоматом контроля входного питания типа Chint, который будет имитировать сухой контакт на входе в систему. Для сбора и передачи сигнала на среднем уровне воспользуемся программируемым логическим контроллером (ПЛК), в нашем случае ONI-PLR-18R00. Выводить полученные значения на верхний уровень будем при помощи HMI панели оператора с загруженным интерфейсом, дублирующим интерфейс SCADA проекта.



Рис. 2. Интерфейс панели оператора

На рисунке 2 показан интерфейс HMI проекта панели оператора. Для имитации источников были, как пример, выбраны наиболее «шумные» точки токарно-винторезного станка: шпиндельный узел, привод подачи, суппорт, резцедержатель и главный привод подачи механической энергии. В виде зеленым лампочек оформлены индикаторы текущего состояния, при достижении предельного уровня их цвет меняется на красный. Передача данных на верхний уровень осуществляется по протоколу Modbus TCP.

На рисунке 3 показана работа стенда в собранном виде. За счет включения Chint переключателя на плк пришёл сигнал об опасном уровне шума в точке 1 – на панели оператора она обозначена как шпиндельный узел.

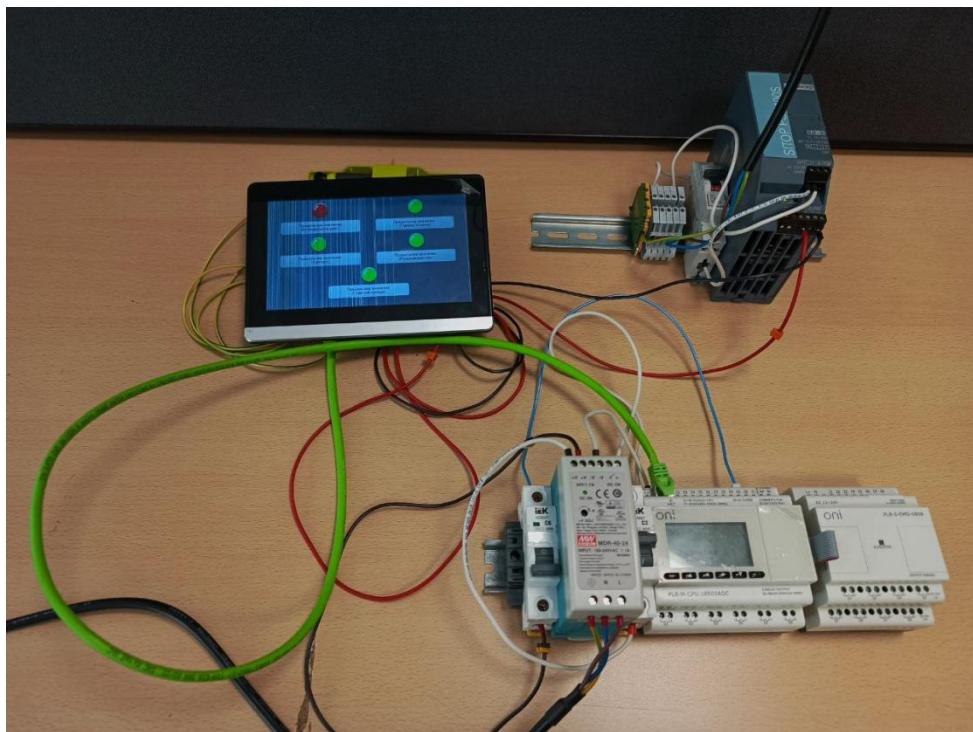


Рис. 3. Интерфейс HMI панели оператора

Данный стенд показывает возможность применения подобной схемы подключения датчиков контроля для интеграции в автоматизированные системы управления технологическими процессами на производстве.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 71765-2024. Устройства числового программного управления. Требования безопасности и методы испытаний. – Введ. 2025-01-01. – М.: Стандартинформ, 2024. – VII, 32 с.
2. Иванова Н.А., Рябов С.А., Кулизаде Д.И. Энергетический анализ и экологичность технологических процессов механообработки // Вестник машиностроения. – 2021. – № 5. – С. 45–52.
3. Рябов С.А., Иванова Н.А. Методика оценки уровня автоматизации // Автоматизация в промышленности. – 2022. – № 8. – С. 18–24.
4. СП 77.13330.2016. Автоматические установки пожаротушения и сигнализации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 / Минстрой России. – М.: Стандартинформ, 2016. – 56 с.
5. Шварцбург Л.Э. Эволюция систем ЧПУ и уровни автоматизации. – М.: Машиностроение, 2023. – 215 с.

Информация об авторе:

Катков Александр Юрьевич – аспирант, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Шварцбург Леонид Эфраимович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ИНЭБ, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ И ИНФОРМИРОВАНИЯ О ПРЕВЫШЕНИИ НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Колпакова А. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления разработки и создания программного комплекса для обеспечения непрерывного контроля за параметрами технологического процесса и предупреждения возникновения пожара на производстве.

Ключевые слова: пожары, технологический процесс, производство, автоматизированная система, облачные технологии, мессенджеры.

Пожар – неконтролируемый процесс горения, который причиняет материальный, моральный и физический ущерб, создает опасность для здоровья людей и приносит за собой ряд разрушений для окружающей среды. Процесс горения характеризуется стремительным распространением пламени, высоким уровнем тепловой нагрузки и интенсивностью выделения токсичных продуктов сгорания.

Пожар на предприятии описывается следующими особенностями:

1. *Высокая плотность горючих материалов* (на предприятиях имеются запасы сырья, готовой продукции, упаковочного материала и различных вариантов отходов, что в свою очередь способствует быстрому развитию пожара).

2. *Разнообразие горючих материалов* (в зависимости от специфики предприятия при его работе используются различные виды топлива, жидкостей и газов, хранящихся в баллонах под избыточным давлением, что усложняет процесс тушения возгорания и является потенциальным источником возникновения взрыва).

3. *Большие площади распространения пламени.*

4. *Опасность взрывов и последующих выбросов вредных, опасных веществ в атмосферу.*

Процесс развития пожара представляет собой сложный математический процесс, который можно представить в виде графика. Данный график будет показывать изменение параметров пожара во времени и пространстве с момента его зарождения до полной ликвидации. Различают три основных периода развития пожара:

1. *Свободное развитие* – момент от начала развития пожара до принятия начальных мер его тушения.

2. *Локализация* – развитие пожара до момента ограничения распространения по площади сосредоточенными силами.
3. *Ликвидация пожара*.

График строится в декартовой системе координат, где по вертикальной оси откладывается значение площади пожара и тушения, на горизонтальной оси откладывается временной интервал (рис. 1).



Рис. 1. Усредненный график развития пожара

Опираясь на статистику МЧС России за 12 месяцев 2024 года произошло 347 210 пожаров, общий материальный ущерб которых составил 18,1 млрд. рублей (рис. 2).

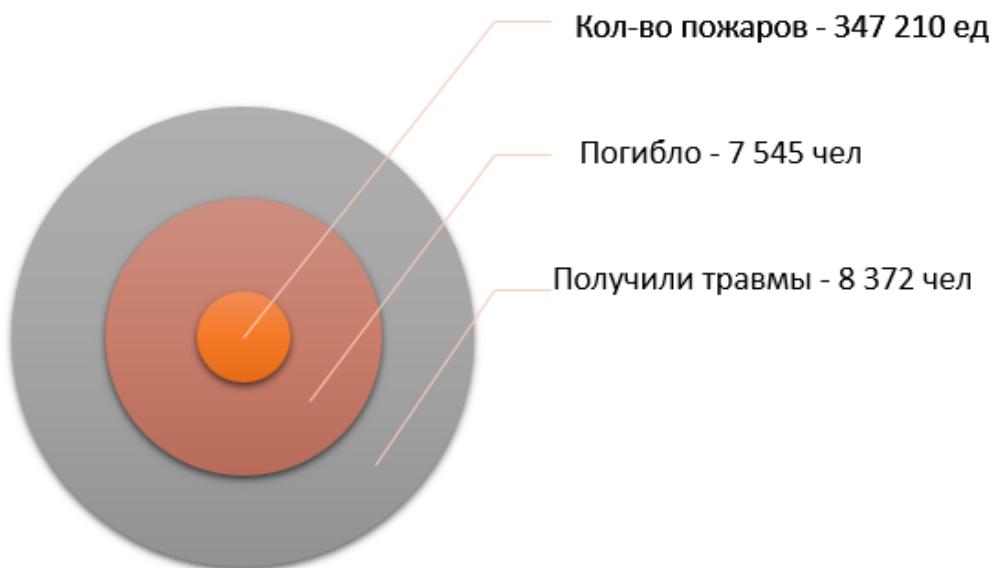


Рис. 2. Статистика МЧС России за 2024 год

Поэтому вопрос обеспечения пожарной безопасности является одним из важнейших аспектов обеспечения нормального функционирования любого производства, будь то лакокрасочный завод или же офис юридической конторы.

Одним из методов обеспечения оперативного контроля и информирования оператора о превышении нормативных значений технологических параметров может стать автоматизированная система мониторинга и оценки пожарной опасности технологических процессов. Предлагаемая система представляет собой инструмент контроля пожарной опасности помещений на производственном объекте. Она необходима для обеспечения оперативного выявления потенциально опасных условий рабочей среды, способствующих возникновению пожара, и немедленного оповещения оператора о данной угрозе.

Структура работы системы включает в себя три основных этапа (рис. 3).

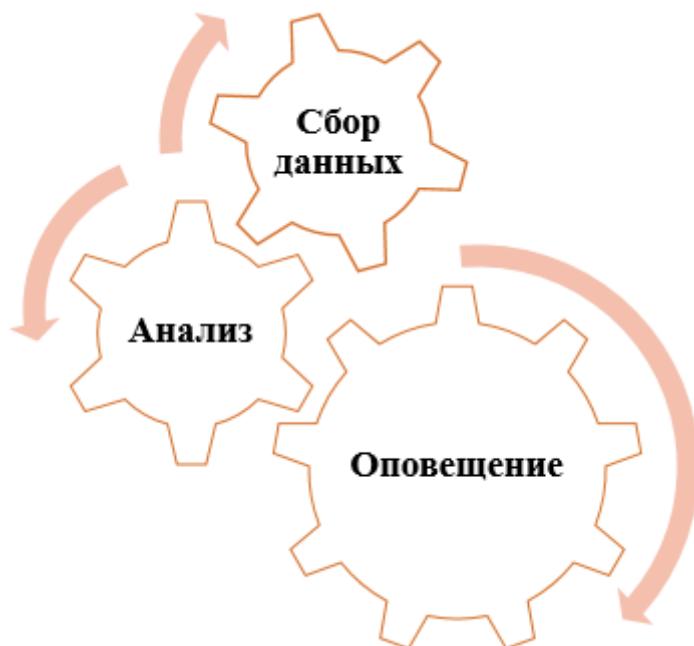


Рис. 3. Структура работы программного комплекса

Принцип работы системы основан на циклическом процессе (рис. 4).

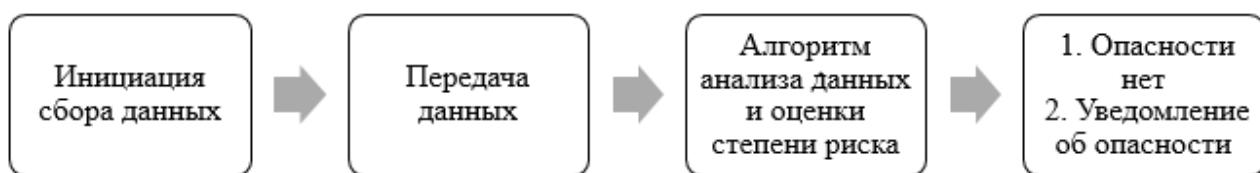


Рис. 4. Алгоритм работы программного комплекса

Сбор данных осуществляется с помощью современных датчиков контроля параметров микроклимата, таких как устройство типа MagicAir. Эти датчики фиксируют важнейшие характеристики окружающей среды:

1. Температуру воздуха;
2. Концентрацию вредных газов и примесей.

Собранные данные подвергаются интеллектуальному анализу. Алгоритмы позволяют выявить закономерности и факторы риска, способные привести к возгоранию:

1. Резкий рост температуры в рабочей зоне;
2. Повышение концентраций веществ;
3. Изменение значений влажности воздуха рабочей зоны.

Если система распознает превышение допустимых уровней какого-либо из контролируемых параметров, то формируется уведомление и передается ответственному лицу на рабочий компьютер и дублируется через специальный интерфейс – чат-бот Telegram. Полученное уведомление чётко информирует о характере возникшей угрозы.

Актуальность и значимость системы напрямую связана с развитием промышленности и расширением производства, следовательно, и с увеличением количества техногенных рисков. Традиционные средства противопожарной защиты, основаны преимущественно на мониторинге пламени, дыма и увеличения температуры за счет уже произошедшего возгорания. Поэтому они оказываются недостаточными эффективными для предотвращения возгорания на ранних стадиях. Поэтому система данного программного комплекса как раз-таки направлена на устранение этого недостатка. По мимо этого, интеграция данной системы с коммуникативными платформами обеспечивает удобство и простоту оповещения ответственных лиц независимо от их местонахождения, существенно снижая риск задержки реагирования на данную угрозу.

Данная система будет актуальна к внедрению на потенциально опасных и категорированных объектах. Таким образом система программного комплекса оперативного контроля и информирования ответственных лиц способна предупредить возникновение пожаров на производствах и снизить риск отравления работников предприятий токсичными веществами.

Список литературы:

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2024 года. – Текст: электронный // [сайт] – URL: https://raion.gorodperm.ru/upload/versions/15942/33865/Analiz_obstanovki_s_pozharami_i_ih_posledstvijami_na_territorii_RF.pdf.
2. Построение совмещенного графика развития пожара – Текст: электронный // [сайт] – URL: <https://studfile.net/preview/12698994/page:6/>.

Информация об авторах:

Колпакова Анастасия Владимировна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ

Павлова Е. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены возможности прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций и экологических катастроф с использованием искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, экологические катастрофы, аварийные ситуации.

Современное развитие промышленности сопровождается возрастанием масштабов производства, усложнением технологических процессов и увеличением рисков возникновения аварийных ситуаций. Наряду с этим актуализируется проблема экологической безопасности, так как аварии на производстве могут приводить к разрушительным последствиям для окружающей среды.

В условиях глобальных вызовов устойчивого развития особое значение приобретает использование цифровых технологий, способных повысить эффективность систем мониторинга, анализа и предотвращения катастрофических событий.

Искусственный интеллект (ИИ) сегодня выступает ключевым элементом в построении интеллектуальных систем управления рисками, что обусловлено его способностью обрабатывать большие массивы данных, выявлять скрытые зависимости и прогнозировать возможные сценарии развития событий.

Проблематика аварийных ситуаций и экологических катастроф

Промышленные аварии и связанные с ними экологические катастрофы представляют собой комплексную угрозу. История промышленного развития человечества содержит множество примеров подобных событий: от аварии на Чернобыльской АЭС до катастрофы на заводе Union Carbide в Бхопале.

Каждая из них показала, что недостаточность систем контроля и предсказания может привести к непоправимым последствиям. По статистике, более 60 % аварий на производстве связаны с человеческим фактором: ошибками персонала, усталостью, низким уровнем подготовки. Около 25 % случаев вызваны техническими неисправностями, которые могли быть выявлены заранее при наличии систем предиктивной аналитики. Оставшиеся 15 % составляют природные факторы, террористические угрозы и иные внешние воздействия.

Таким образом, существует объективная необходимость перехода от реактивной модели реагирования к предиктивной и превентивной системе управления рисками.

Возможности искусственного интеллекта в прогнозировании аварий

Искусственный интеллект предоставляет ряд инструментов, которые эффективно применяются в задачах прогнозирования:

- 1) Машинное обучение (ML) – построение моделей прогнозирования на основе исторических данных об авариях, поломках и нештатных ситуациях.
- 2) Глубокое обучение (DL) – анализ сложных данных, включая сигналы датчиков, изображения и аудиопотоки.
- 3) Big Data Analytics – интеграция информации из тысяч источников, включая датчики IoT, SCADA-системы и ERP-платформы.
- 4) Системы поддержки принятия решений (DSS) – выдача рекомендаций операторам, автоматическое инициирование аварийных протоколов.

Ключевым направлением является машинное обучение, позволяющее выявлять скрытые зависимости между множеством параметров. Например, алгоритмы классификации могут разделять сигналы от оборудования на нормальные и потенциально аварийные.

Глубокие нейронные сети способны анализировать видеопотоки и выявлять малейшие отклонения в работе механизмов. Применение методов обработки естественного языка (NLP) позволяет анализировать отчеты персонала и выявлять потенциальные риски еще до их формализации в отчетных системах.

Большие данные и IoT обеспечивают сбор и обработку информации в реальном времени, что позволяет формировать динамические модели состояния оборудования и прогнозировать его поведение в будущем.

Предотвращение экологических катастроф с помощью ИИ

Особая роль ИИ заключается в предотвращении экологических катастроф, связанных с выбросами, утечками токсичных веществ, загрязнением водоемов и почвы.

Применение предиктивной аналитики позволяет заранее выявлять тенденции, ведущие к экологическим нарушениям, и оперативно принимать меры.

Так, современные системы мониторинга воздуха, оснащенные интеллектуальными алгоритмами, способны не только фиксировать концентрацию загрязняющих веществ, но и прогнозировать их дальнейшее распространение с учетом направления ветра, температуры и влажности. В области водных ресурсов ИИ используется для контроля состояния очистных сооружений и предотвращения сброса недостаточно очищенных стоков.

Кроме того, интеллектуальные системы могут автоматически разрабатывать сценарии реагирования на аварийные ситуации, распределяя ресурсы для минимизации ущерба.

Примеры практического применения

Примеры внедрения ИИ в промышленность многочисленны, они представлены на рисунке 1.

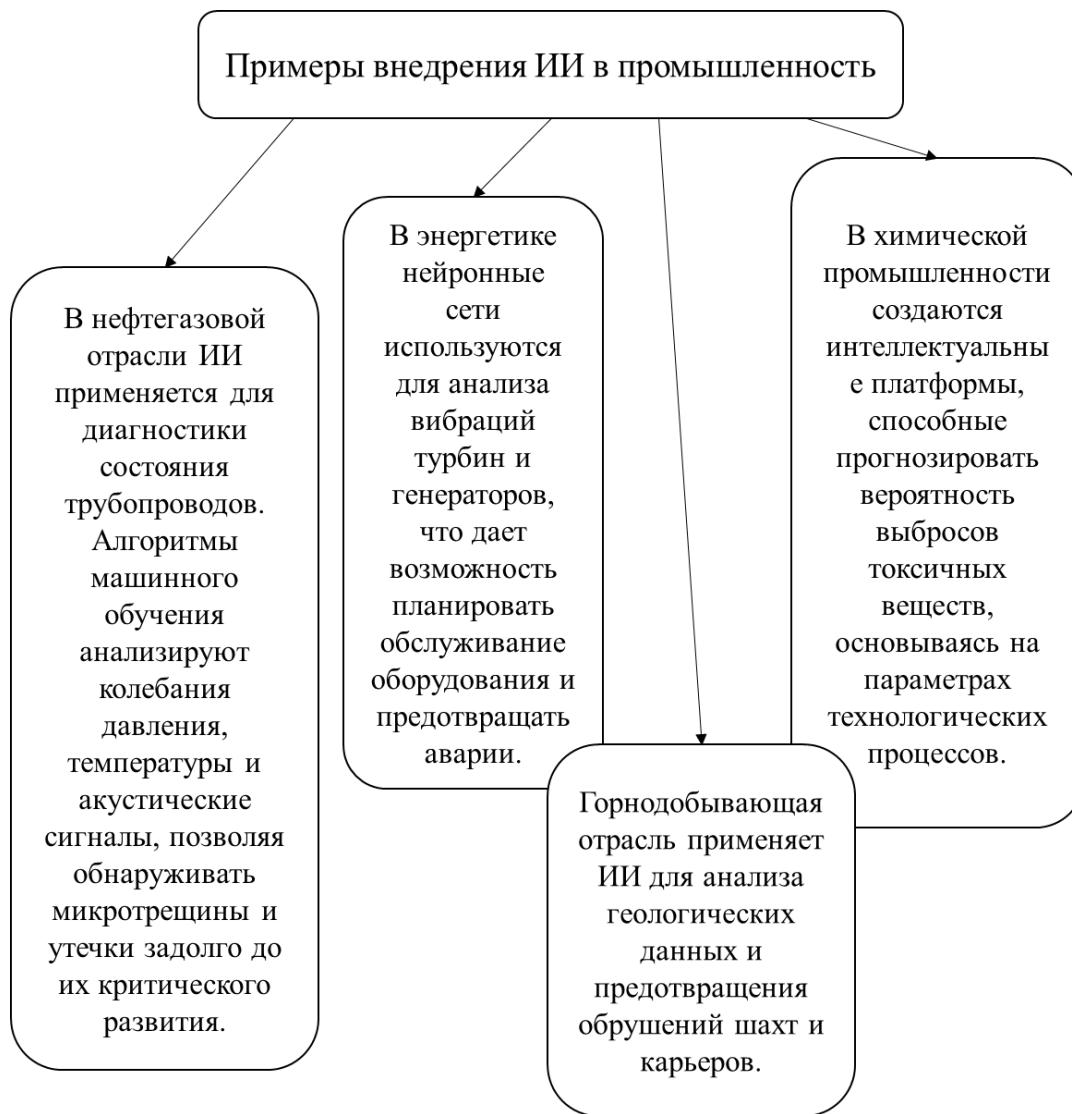


Рис. 1. Примеры внедрения ИИ в промышленность

Таким образом, практическая значимость ИИ уже подтверждена на примере критически важных отраслей промышленности.

Перспективы и вызовы

Несмотря на впечатляющие возможности ИИ, его применение связано с рядом трудностей.

Прежде всего, это проблема качества данных: для построения точных моделей требуется большое количество представительной информации. Не менее важен вопрос стоимости: внедрение интеллектуальных систем требует значительных финансовых вложений и модернизации инфраструктуры. Серьезным вызовом остается и кибербезопасность: цифровизация увеличивает риск хакерских атак, которые могут парализовать системы безопасности различных отраслей.

Вместе с тем перспективы применения ИИ огромны. Ожидается, что в ближайшие годы широкое распространение получат цифровые двойники предприятий, которые позволяют моделировать сценарии развития производственных процессов и заранее выявлять потенциальные угрозы. Кроме того, сочетание ИИ с технологиями блокчейн обеспечит прозрачность и надежность систем управления рисками.

Искусственный интеллект открывает новые возможности в сфере промышленной и экологической безопасности.

Его внедрение позволяет переходить от традиционной реактивной модели реагирования на аварии к проактивной, где ключевым элементом становится предотвращение инцидентов.

Современные примеры внедрения ИИ демонстрируют его эффективность в различных отраслях промышленности, от энергетики до горнодобывающего сектора.

Однако успешное использование ИИ требует комплексного подхода: развития инфраструктуры, обеспечения надежной защиты данных, подготовки специалистов.

В перспективе роль ИИ в прогнозировании аварийных ситуаций и предотвращении экологических катастроф будет только возрастать, способствуя переходу к устойчивому и экологически ориентированному развитию промышленности и общества в целом.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 45001-2020. Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению // СПС «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ 34.321-96. Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными // СПС «КонсультантПлюс».

Информация об авторе:

Павлова Екатерина Андреевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПОМОЩЬ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА ПРИ РАБОТЕ С НОРМАТИВНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ

Свирапова С. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения технологий искусственного интеллекта для поиска, анализа и систематизации нормативных актов. Особое внимание уделяется задачам классификации документов, выявления противоречий и отслеживания актуальности норм. Кроме того, рассматриваются перспективы внедрения ИИ в юридическую практику, а также потенциальные риски его использования, включая ошибки в интерпретации норм, недостаточную прозрачность алгоритмов и необходимость экспериментного контроля.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нормативные документы, автоматизация анализа.

Возможности и перспективы применения искусственного интеллекта в работе с нормативными актами

Работа с нормативными документами – основа юридической деятельности и государственного управления. Однако растущий объем законодательства, его постоянная изменчивость и сложные взаимосвязи делают ручной анализ более трудоемким и подверженным ошибкам. На смену традиционным методам приходит искусственный интеллект, который трансформирует подход к правовой информации. ИИ уже не просто инструмент поиска, а полноценный ассистент, способный анализировать, систематизировать и даже прогнозировать изменения в регулировании. В этой статье я рассмотрю его возможности и потенциал.

На сегодняшний день ИИ может справляться со следующими задачами: семантический поиск, поиск по смыслу, выявление противоречий, сравнительно-правовой анализ, мониторинг поправок, автозаполнение договоров и исков, автоматизация составления отчетности, построение графиков взаимосвязей.

К перспективам дальнейшего развития можно отнести: улучшение точности и надёжности моделей, интеграция ИИ-инструментов в правотворческий и правоприменительный процесс, разработка нормативной базы, стандартов и норм применения ИИ, повышение открытости и участия общественности, снижение издержек и оптимизация работы органов власти и юридических служб, борьба с правовым инфошумом.

Ограничения и риски использования искусственного интеллекта

Несмотря на впечатляющие возможности, слепое доверие профессиональному интеллекту в сфере права может привести к катастрофическим последствиям. Важно понимать, что ИИ – это сложный инструмент с фундаментальными ограничениями. Его применение сопряжено с рядом технических, этических и юридических рисков, игнорирование которых не только сводит на нет все преимущества, но и создает новые, порой более серьезные, угрозы.

Фундаментальные, то есть технические и семантические ограничения, включают в себя: проблему контекста и «здравого смысла», неспособность к истинному юридическому толкованию из-за чего функционал инструмента ограничен, проблему GIGO (Garbage In, Garbage Out) из которой вытекает зависимость от формулировок запроса.

С другой стороны, люди сталкиваются с юридическими и профессиональными рисками. На сегодняшний день нельзя точно определить на кого будет возложена ответственность за ошибку, допущенную по вине ИИ. Сложные нейросетевые модели часто не могут объяснить почему они пришли к тому или иному выводу, это называется эффектом черного ящика, для юристов такой подход категорически не подходит. Также возникает риск чрезмерной зависимости от технологий, что может повлечь за собой отсутствие навыков глубокого анализа и мышления у будущих работников. Пугает и риск утечек, краж коммерческой тайны и кибератак, с которыми специалистам юридического профиля не справиться.

Не менее важен вопрос этических и социальных рисков. Из-за того, что обучение моделей происходит на данных, созданными людьми, может происходить искажение понятий, что в дальнейшем также будет влиять на ход мышления ИИ. Углубить неравенство в доступе к правосудию может доступность новых технологий и «цифровой разрыв». А слепое доверие к алгоритму заставляет юристов выключать критическое мышление и неосознанно игнорировать ошибки программы, что замедляет развитие системы.

Таким образом, внедрение ИИ в правовую сферу – это не путь к замене юристов, а переход к новой модели. ИИ должен выступать в роли мощного ассистента, который обрабатывает гигантские массивы данных, выявляет паттерны и освобождает время юриста для самой сложной и творческой работы: стратегического мышления, убеждения, переговоров и принятия окончательных, ответственных решений. Осознание этих ограничений и рисков – первый и необходимый шаг для создания безопасных, эффективных и справедливых систем.

Задачи, решаемые при помощи искусственного интеллекта

Компании, импортирующие в ЕС такие товары, как соя, пальмовое масло, древесина, какао, кофе и говядина, обязаны соблюдать строгий Европейский регламент по обезлесению (EUDR). Он требует предоставить доказательства Due Diligence (должной осмотрительности), что вся цепочка поставок не связана с землями, подвергшимися обезлесению после 31 декабря 2020 года.

Проблема заключается в том, что вручную отследить происхождение каждой партии сырья, сопоставить его с картами вырубок и постоянно обновляющимися нормативными требованиями – физически невозможно. Присутствует риск ошибки, фальсификации документов и огромные издержки.

Решение с применением ИИ: стартапы и крупные компании разрабатывают платформы, которые комбинируют несколько технологий ИИ для автоматизации compliance:

- Компьютерное зрение (Computer Vision).

Алгоритмы анализируют спутниковые снимки (например, с Sentinel-2, Landsat) в режиме почти реального времени, а ИИ автоматически обнаруживает изменения в лесном покрове (вырубки, пожары) и привязывает их к конкретным географическим координатам. Это создает объективную, неподкупную базу данных о состоянии лесов.

- Обработка естественного языка (NLP).

Другой модуль ИИ «читает» и интерпретирует тексты нормативных актов (сам EUDR, сопутствующие акты, национальные законы стран-производителей). Система точно «понимает», какие именно требования предъявляются к конкретному товару, из какой страны, какие документы необходимо собрать и оформить.

- Связывание данных и верификация.

Третий модуль ИИ сводит воедино данные из первых двух. Он берет заявленные координаты фермы или плантации от поставщика и автоматически сверяет их с данными спутникового мониторинга за последние годы. После система генерирует автоматический отчет о рисках: «Поставщик X из Бразилии заявляет, что его соя выращена на участке Y. Данные спутникового анализа показывают, что на этом участке не было обезлесения после 2020 года. Риск низкий». Или наоборот: «Обнаружена вырубка в 2023 году. Цепочка поставок не соответствует EUDR. Требуется срочная проверка». На рисунке 1 представлена схема применения ИИ.



Рис. 1. Схема применения ИИ

Ниже представлена таблица с примерами компаний, которые используют искусственный интеллект для работы с нормативными актами в сфере защиты окружающей среды (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица компаний, применяющих ИИ для работы с документацией

Название компании	Краткое описание функций и возможностей
Satelligence	Анализ спутниковых данных для мониторинга обезлесения и соблюдения EUDR. Предоставляет автоматизированные отчеты о рисках в цепочках поставок.
Global Forest Watch (WRI)	Открытая платформа для мониторинга лесов на основе ИИ. Предоставляет карты и данные для проверки соблюдения нормативных требований.
IBM Environmental Intelligence Suite	AI-платформа для анализа экологических данных, прогнозирования рисков и автоматизации compliance-отчетности.
SustainLab (Microsoft)	Использует ИИ и спутниковые данные для мониторинга землепользования и оценки экологических рисков.
Trase.earth	Платформа, использующая ИИ для отслеживания цепочек поставок сельскохозяйственных товаров и выявления рисков обезлесения.
Planet Labs	Использует спутниковые данные и ИИ для мониторинга изменений на поверхности Земли, включая вырубку лесов и другие экологические нарушения.
Ecochain	Платформа для автоматического расчета углеродного следа продукции и проверки соответствия экологическим нормам.
Greenly	AI-решение для отслеживания выбросов CO ₂ и автоматизации отчетности по экологическим нормативам.

Таким образом современные технологии делают соблюдение экологического законодательства не только возможным, но и экономически эффективным. Применение технологий искусственного интеллекта в работе с нормативными документами открывает новые возможности для юридической практики, государственного управления и сферы комплаенса.

Список литературы:

1. Афанасьева О.Ю., Шугрина Е.С. О возможности применения искусственного интеллекта в управлении качеством законодательства РФ (на примере антикоррупционных экспертиз) // Право и политика. – 2022. – № 8. – С. 1–15.
2. Гаврилов К.А., Смирнова М.В. Применение искусственного интеллекта в нормотворческой деятельности: современное состояние и перспективы // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2023. – Т. 14. – № 1. – С. 145–152.
3. Мельников Д.С., Титова А.В. Нормативно-правовое регулирование искусственного интеллекта в здравоохранении России // Экономика и социум. – 2023. – № 11-2(114). – С. 624–628.
4. Sheina E.G., Chizhikova V.V. Use of artificial intelligence in rule-making activity: current state and prospects // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2023. – № 11. – С. 205–210.
5. Bingham E., Zhang K. Natural Language Processing for Regulatory Document Analysis: A Case Study on Environmental Impact Statements // Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. – 2016. – Р. 1234–1241.
6. Нормативно-правовое регулирование искусственного интеллекта в здравоохранении России // Webiomed. – 2022. [Электронный ресурс] – URL: <https://webiomed.ru/blog/normativno-pravovoe-regulirovaniye-iskusstvennogo-intellekta-v-zdravookhranenii-rossii/> (дата обращения: 12.06.2025).

Информация об авторах:

Свирепова Софья Вячеславовна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ И АВАРИЙ

Хмелевская Н. Е.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию возможностей использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) для анализа и предотвращения несчастных случаев и аварий. Подробно рассматриваются принципы действия каждого метода, приведены практические примеры реализации, показаны достоинства и недостатки каждой технологии.

Ключевые слова: искусственный интеллект, анализ несчастных случаев, аварии, машинное обучение, компьютерное зрение, большие данные.

Анализ несчастных случаев и аварий является важнейшей задачей для повышения уровня безопасности на производстве, транспорте и в повседневной жизни. Современные технологии позволяют значительно повысить эффективность этого процесса благодаря применению методов искусственного интеллекта. Использование ИИ позволяет выявлять скрытые закономерности, предсказывать возможные процессы и оперативно реагировать на возникающие угрозы. [5, 8]. Основные методы анализа несчастных случаев с использованием ИИ представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Основные методы анализа несчастных случаев с использованием искусственного интеллекта

Алгоритмы машинного обучения обрабатывают исторические данные о несчастных случаях и авариях, находят взаимосвязи между различными параметрами и формируют прогнозы вероятности новых происшествий.

Машинное обучение включает в себя следующие этапы:

1. Подготовка данных: сбор и очистка исходных данных, преобразование в числовой формат.
2. Выбор модели: подбор подходящей модели машинного обучения.
3. Обучение модели: тренировочные наборы данных используются для настройки параметров модели.

4. Оценка точности: проверка качества работы модели на тестовом наборе данных.
5. Интеграция: внедрение модели в существующую инфраструктуру предприятия.

Например, предприятие строит интеллектуальную систему предупреждения аварий на складе. Используется алгоритм, который изучает видеозаписи с камер наблюдения и учится различать нормальные условия работы склада от опасных ситуаций (например, падение груза). [1, 6, 7, 9]. В таблице 1 представлены основные методы машинного обучения.

Таблица 1

Сравнение методов машинного обучения

Метод	Особенности	Преимущества	Недостатки
Логистическая регрессия	Предсказание непрерывных значений	Быстрая работа, легкая настройка. Простота, прозрачность модели	Низкая точность для сложных ситуаций. Чувствительность к выбросам и шуму
KNN (ближайших соседей)	Простота вычислений	Подходит для небольших наборов данных	Затраты памяти, зависимость от расстояния
Random Forest (случайный лес)	Работа с большими наборами данных	Устойчивость к выбоям, хорошая производительность	Длительное время тренировки, трудность объяснения результата
Neural Networks (Нейронные сети)	Возможность решения сложных задач	Высочайшая точность при достаточном объеме данных	Необходимость значительных вычислительных мощностей, проблема переобучения

При реализации метода анализа несчастных случаев компьютерное зрение камеры фиксируют происходящее на объектах, система распознаёт объекты и события, выделяя потенциально опасные ситуации.

Компьютерное зрение включает в себя следующие этапы:

1. Установка камер: размещение камер видеонаблюдения на ключевых участках предприятия.
2. Настройка программного обеспечения: подключение камер к серверу, установка программы распознавания изображений.
3. Тренировка модели: обучение системы распознавать определённые события (например, появление огня, нарушение границ опасной зоны).
4. Мониторинг и сигнализация: постоянная передача сигналов тревоги операторам в случае фиксации опасности.

Например, на металлургическом заводе установлены инфракрасные камеры, отслеживающие состояние печи. Система анализирует тепловое

излучение и сигнализирует оператору, если температура превышает установленные нормы [5]. В таблице 2 представлены характеристики основных устройств компьютерного зрения.

Таблица 2

Характеристика оборудования

Устройство	Возможности	Назначение
IP-камера (Axis P1365-E)	Детектирование лиц, удалённый доступ	Мониторинг территории, выявление нарушений техники безопасности
Тепловизионная камера (FLIR A315sc)	Температурный мониторинг поверхностей	Контроль температуры оборудования, своевременное предупреждение перегрева
PTZ-камера (Bosch Autodome IP starlight 7000i)	Панорамное видеонаблюдение, зум	Управление направлением съемки, панорамный осмотр помещений

При реализации метода анализа несчастных случаев большие данные происходит сбор и анализ огромного количества данных с разных устройств и систем, что дает возможность обнаружить ранее невидимые тенденции и взаимосвязи, повышая точность прогнозов.

Реализация метода анализа несчастных случаев большие данные, включает в себя следующие этапы:

1. Развёртывание инфраструктуры: создание хранилища данных, организация каналов передачи данных.
2. Подключение датчиков: интеграция различных типов сенсоров и приборов измерения.
3. Сбор данных: регулярная запись показаний всех подключённых устройств.
4. Анализ данных: применение алгоритмов обработки больших данных для выявления рисков.
5. Прогнозирование: формирование рекомендаций и предупредительных мер, на основе полученных данных.

Например, завод занимается производством строительных материалов. На предприятии установлено оборудование для контроля технологических процессов: датчики температуры, влажности, скорости вращения валов и давления воздуха. Все показания записываются в базу данных каждые пять секунд. Затем эта информация анализируется системой искусственного интеллекта, которая находит отклонения от стандартных режимов работы и прогнозирует возможные сбои или выход оборудования из строя. Это позволяет заранее принять меры по ремонту или замене узлов, предотвращая остановку производственного цикла и возникновение аварийных ситуаций [2, 3, 4]. В таблице 3 представлены объёмы собираемых данных для используемых устройств.

Таблица 3

Объёмы собираемых данных

Источник данных	Среднесуточный объем данных	Периодичность обновления
Датчики состояния оборудования (температура, давление, вибрация)	~50 ГБ	Каждые 5 секунд
Камеры видеонаблюдения	~500 ГБ	Каждые 15 минут
Географические координаты транспортных средств	~10 ГБ	Каждые 10 минут
Данные журналов ошибок	~5 ГБ	Каждые полчаса
Текущие производственные показатели (темпы выпуска, потребление энергии)	~100 ГБ	Каждые 10 минут

Использование искусственного интеллекта открывает новые перспективы для анализа и предотвращения несчастных случаев и аварий. Важно понимать, какой именно метод лучше всего подходит для конкретной задачи и учитывать специфику предприятия. Каждый метод обладает своими преимуществами и недостатками, правильный выбор метода позволит минимизировать потери и повысить безопасность работников и обеспечить сохранение материальных ценностей.

Список литературы:

1. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: Физматлит, 2019. – 432 с.
2. Добровольский В.В. Управление большими данными. – СПб.: Питер, 2020. – 182 с.
3. Евсеев Г.А. Современные технологии программирования и базы данных. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 324 с.
4. Кузнецова Е.В. Компьютерное зрение и анализ изображений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 152 с.
5. Набатова Д.С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений: учебник и практикум для вузов. – Москва: Изд-во Юрайт, 2025. – 292 с.
6. Рослякова И.Я. Информационно-аналитические системы. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 186 с.
7. Смолин Д.В. Искусственный интеллект и большие данные: основы науки и практики. – СПб.: Питер, 2020. – 110 с.
8. Федорук А.В. Экономико-математические методы и модели. – СПб.: Питер, 2019. – 139 с.

Информация об авторе:

Хмелевская Надежда Евгеньевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ

Цевенков Д. О.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Гвоздкова С. И.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе рассматриваются современные подходы к применению технологий искусственного интеллекта для мониторинга промышленных объектов и предотвращения техногенных аварий. Анализируются методы машинного обучения, нейронных сетей и предиктивной аналитики в системах промышленной безопасности. Представлены результаты исследования эффективности ИИ-систем в прогнозировании отказов оборудования и снижении аварийности на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, предиктивная аналитика, промышленная безопасность, мониторинг оборудования, техногенные аварии.

В современных условиях развития промышленного производства обеспечение безопасности на предприятиях становится одним из ключевых приоритетов. Согласно статистическим данным, техногенные аварии на промышленных объектах приводят к значительным экономическим потерям, достигающим миллиардов рублей ежегодно, и представляют серьезную угрозу для экологии и жизни людей [1]. Традиционные методы контроля и мониторинга, основанные на человеческом факторе и периодических проверках, часто оказываются неэффективными для своевременного выявления предаварийных ситуаций.

Развитие технологий искусственного интеллекта (ИИ) открывает новые возможности для кардинального повышения уровня промышленной безопасности. По данным исследований, применение ИИ-систем в промышленности позволяет снизить количество аварий на 30–50 % и сократить время простоя оборудования до 25 %. Особую актуальность приобретают системы предиктивной аналитики, способные прогнозировать техногенные инциденты на основе анализа больших объемов данных с промышленного оборудования.

Современные системы искусственного интеллекта для обеспечения промышленной безопасности базируются на нескольких ключевых технологиях. Машинное обучение (ML) и глубокие нейронные сети позволяют автоматически выявлять скрытые закономерности в производственных

процессах и прогнозировать потенциальные отказы оборудования с точностью свыше 90 % [2]. Компьютерное зрение обеспечивает автоматический контроль соблюдения правил безопасности персоналом и мониторинг состояния производственных объектов в режиме реального времени.

Интернет вещей (IoT) и промышленный интернет вещей (PoT) создают основу для сбора и передачи больших объемов данных с датчиков, установленных на технологическом оборудовании. По данным международных исследований, к 2024 году количество активных IoT-устройств в мире достигло 15,9 миллиарда единиц, причем значительная часть используется в промышленности [3]. Эти данные обрабатываются системами больших данных (Big Data) и предиктивной аналитики для формирования прогнозов о состоянии оборудования и вероятности возникновения аварийных ситуаций.

Ключевую роль в современных системах промышленной безопасности играют алгоритмы машинного обучения, способные анализировать многомерные временные ряды данных с промышленных датчиков. Нейронные сети, в частности рекуррентные (RNN) и сверточные (CNN), демонстрируют высокую эффективность в задачах прогнозирования отказов оборудования. Российские компании уже активно внедряют подобные решения: например, на Кольской АЭС система компьютерного зрения на основе нейросетей выявляет до 98 % нарушений техники безопасности персоналом.

Алгоритмы обнаружения аномалий позволяют выявлять отклонения в работе оборудования на ранних стадиях, когда визуальные признаки неисправности еще отсутствуют. Методы ансамблирования, включающие случайные леса и градиентный бустинг, обеспечивают высокую точность классификации состояний оборудования. Особую эффективность показывают гибридные подходы, сочетающие несколько алгоритмов машинного обучения для решения различных задач мониторинга и прогнозирования [4].

Предиктивная аналитика представляет собой наиболее перспективное направление применения ИИ в промышленной безопасности. Системы предиктивного обслуживания анализируют исторические данные о работе оборудования, выявляют паттерны, предшествующие отказам, и формируют прогнозы с горизонтом от нескольких часов до месяцев. Практические примеры показывают, что внедрение таких систем на металлургических предприятиях позволило сократить незапланированные простоя на 40 % и увеличить срок службы оборудования на 20–25 %.

Современные решения интегрируют данные от множественных источников: датчики вибрации, температуры, давления, акустические сенсоры, системы контроля энергопотребления. Применение методов цифрового двойника позволяет создавать виртуальные модели промышленного оборудования и тестировать различные сценарии развития событий без риска для реального производства. Российские исследования в области предиктивной аналитики демонстрируют возможность прогнозирования технического состояния энергооборудования с точностью до 95 % [5].

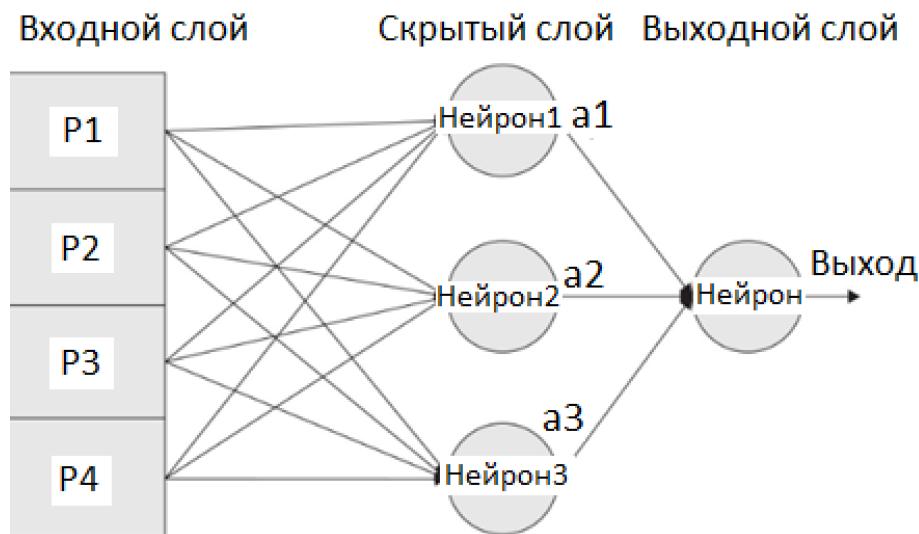


Рис. 1. Структура искусственной нейронной сети для промышленного мониторинга

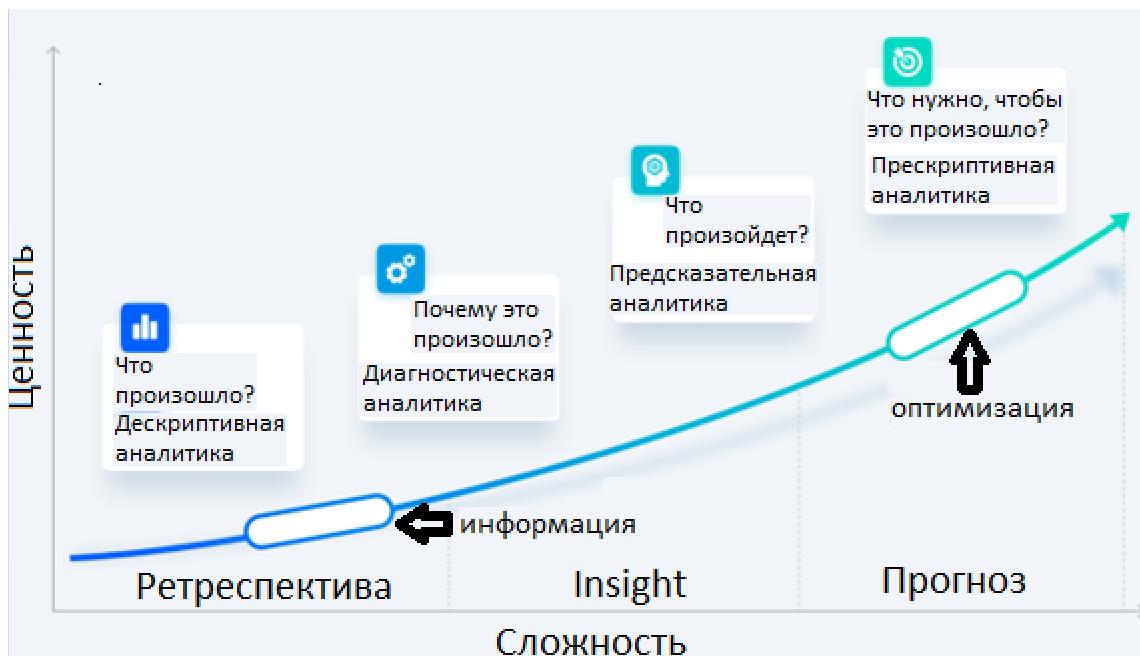


Рис. 2. Типы аналитики и их применение в промышленной безопасности

Компьютерное зрение играет важнейшую роль в автоматизации контроля промышленной безопасности. Системы видеоаналитики на базе нейронных сетей способны в режиме реального времени отслеживать соблюдение правил охраны труда, обнаруживать нарушения использования средств индивидуальной защиты, контролировать доступ в опасные зоны и выявлять потенциально аварийные ситуации. Практика показывает, что внедрение таких систем позволяет снизить травматизм на производстве в 8 раз. Эффективность применения различных технологий ИИ по отраслям представлена в табл. 1.

Таблица 1

Эффективность применения технологий ИИ в различных отраслях промышленности

Отрасль	Технология ИИ	Достигнутые результаты
Нефтегазовая	Предиктивная аналитика	Снижение аварийности на 40 %
Металлургия	Нейронные сети	Повышение предсказуемости поломок на 35 %
Химическая	Компьютерное зрение	Сокращение аварий на 45 %

Российские промышленные предприятия активно внедряют решения на основе компьютерного зрения. Так, на предприятиях группы компаний «Норникель» системы автоматически распознают отсутствие необходимых средств защиты у работников и сигнализируют руководству о нарушениях. Алгоритмы детекции объектов способны классифицировать тысячи различных предметов и выявлять наличие запрещенных или опасных объектов в производственных зонах [6].

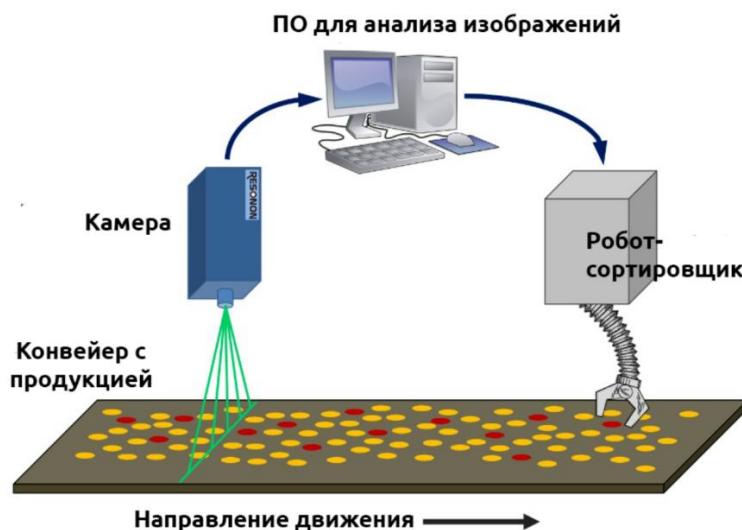


Рис. 3. Система компьютерного зрения для промышленного контроля

Успешное внедрение систем искусственного интеллекта требует их глубокой интеграции с существующими промышленными информационными системами. Современные ИИ-решения должны взаимодействовать с системами управления предприятием (ERP), системами управления производством (MES), диспетчерскими системами управления (SCADA) и другими компонентами цифровой инфраструктуры предприятия. Это обеспечивает создание единой экосистемы промышленной безопасности с централизованным управлением и мониторингом.

Ключевое значение имеет обеспечение кибербезопасности ИИ-систем, особенно в условиях растущих киберугроз для промышленных объектов. По данным экспертов, 70 % респондентов считают остановку технологического

процесса самой значимой угрозой информационной безопасности промышленного интернета вещей. Это требует применения специализированных подходов к защите, включая технологии кибериммунности и эшелонированной защиты [7].

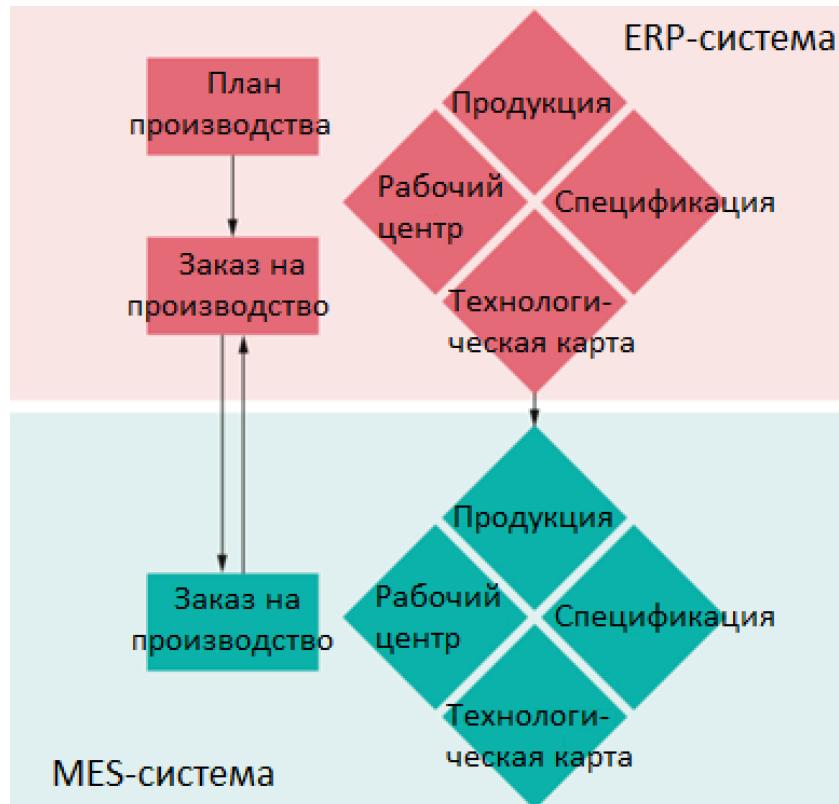


Рис. 4. Интеграция ERP и MES систем в промышленной среде

Экономическая эффективность внедрения ИИ-систем в промышленную безопасность подтверждается многочисленными практическими примерами. Исследования показывают, что средняя окупаемость инвестиций в предиктивную аналитику составляет 18–24 месяца, при этом экономический эффект может достигать нескольких миллионов рублей в год для крупных предприятий. Компания British Petroleum сообщила о экономии 7 млрд долларов в 2014–2017 гг. благодаря внедрению систем больших данных и предиктивной аналитики.

Перспективы развития ИИ в промышленной безопасности связаны с совершенствованием алгоритмов машинного обучения, развитием технологий цифровых двойников, расширением применения генеративного ИИ для моделирования аварийных ситуаций и созданием автономных систем управления безопасностью. К 2030 году ожидается создание механизмов технологической независимости России в сфере ИИ-технологий, что откроет новые возможности для развития отечественных решений промышленной безопасности.

Проведенный анализ показывает, что системы искусственного интеллекта представляют собой эффективный инструмент для мониторинга

и предотвращения техногенных аварий на промышленных предприятиях. Интеграция технологий машинного обучения, нейронных сетей, компьютерного зрения и предиктивной аналитики позволяет создавать комплексные системы промышленной безопасности нового поколения. Достигаемый экономический эффект и повышение уровня безопасности обосновывают целесообразность масштабного внедрения ИИ-технологий в российской промышленности.

Список литературы:

1. Интеграция искусственного интеллекта в системы безопасности для прогнозирования аварий на производстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metall-exp.ru/integratsiya-iskusstvennogo-intellekta-vsistemy-bezopasnosti-dlya-prognozirovaniya-avariy-naproizvodstve.html> (дата обращения: 10.09.2025).
2. Предиктивная аналитика как инструмент минимизации и предотвращения аварийных ситуаций на объектах капитального строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naukaru.ru/tu/nauka/article/70027/view> (дата обращ.: 11.09.2025).
3. Киберугрозы для промышленности и передачи данных: industrial IoT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/kiberugrozy-dlya-promyshlennosti-industrial-iot/> (дата обращения: 11.09.2025).
4. Применение компьютерного зрения в охране труда промышленной безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apni.ru/article/12324-primenenie-kompyuternogo-zreniya-v-ohrane-truda-i-promyshlennoj-bezopasnosti> (дата обращения: 11.09.2025).
5. Цифровые двойники против аварий: ученые СПбПУ создал систему предиктивной аналитики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://priority2030.ru/news/tsifrovye-dvoyniki-protiv-avar> (дата обращения: 11.09.2025).
6. Всегда на страже: как компьютерное зрение обеспечивает безопасность производства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://up-pro.ru/library/information_systems/automation_production/kompyuternoe-zrenie-obespechivaet-bezopasnost/ (дата обращения: 10.09.2025).
7. Промышленный IoT: риски и защита в цифровую эпоху [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://os.kaspersky.ru/blog/iot-risks-and-protection-in-the-digital-age/> (дата обращения: 10.09.2025).

Информация об авторе:

Цевенков Дмитрий Олегович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гвоздкова Светлана Ильинична – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

**ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
РЕГУЛИРОВКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ
ЕДИНОГО ДЕКАНАТА С ПОМОЩЬЮ ЭКОСИСТЕМЫ**

Шакина К. А., Артемьева М. С.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрена разработка автоматизированной системы регулировки температуры воздуха в помещениях Единого деканата, работающая на протоколе Zigbee. Были проанализированы результаты измерений в помещениях единого деканата и на основе анализа предложена лучшая экосистема.

Ключевые слова: микроклимат, автоматизированная система, экосистема Яндекс, протокол Zigbee.

Введение

Современные образовательные учреждения стремятся к цифровизации процессов и повышению энергоэффективности. Одним из важнейших направлений в этом контексте является автоматизация регулирования микроклимата – температуры, влажности и скорости движения воздуха – в административных помещениях.

Цель данной работы заключается в разработке автоматизированной системы для нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях Единого деканата МГТУ «СТАНКИН», работающей через протокол Zigbee. Данная тема будет актуальной до тех пор, пока профессиональная деятельность людей будет востребована, а это значит ещё множество десятилетий.

Главными параметрами, которые характеризуют микроклимат на рабочих местах, являются: температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость движения воздуха, помимо основных параметров есть результирующая температура помещения и локальная асимметрия результирующей температуры (рис. 1).

Измерения

В ходе работы были проведены исследования по изучению микроклимата в помещениях Единого деканата (ауд. 233) МГТУ «СТАНКИН». В результате были получены данные, которые представлены в таблице 1.

Для анализа результатов исследований была использована таблица 2, которая содержит в себе нормативные значения параметры микроклимата для тёплого периода года.

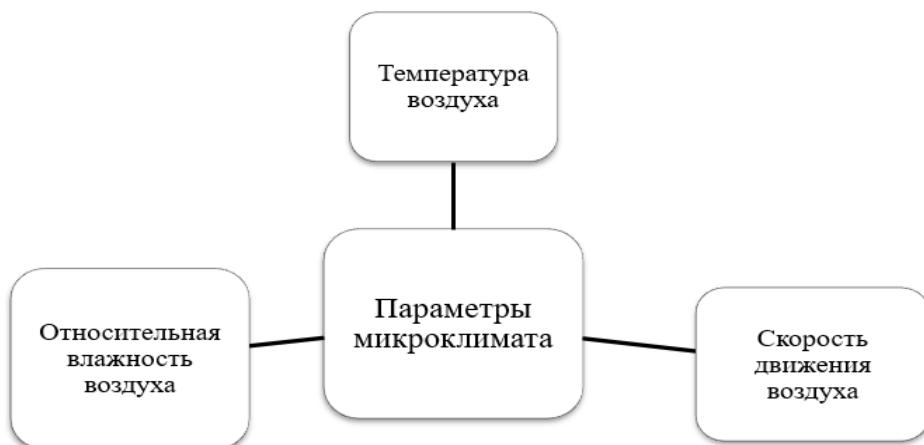


Рис. 1. Параметры микроклимата

Таблица 1

Параметры микроклимата в обслуживаемой зоне помещений (ауд. 233)

Помещения Единого деканата (каб.)	Высота зоны измерения (м)	Параметры микроклимата		
		Относительная влажность воздуха, %	Температура воздуха, °C	Скорость движения воздуха, м/с
Кабинет 2				
0,1	43	28,2	0,12	
0,6	44	28,3	0,11	
1,7	44	28,4	0,11	
Кабинет 5				
0,1	44	28,3	0,13	
0,6	44	28,4	0,12	
1,7	44	28,3	0,12	
Кабинет 6				
0,1	44	28,0	0,15	
0,6	44	28,0	0,11	
1,7	44	28,0	0,13	
Главный кабинет				
0,1	44	28,4	0,12	
0,6	44	28,5	0,12	
1,7	44	28,6	0,11	
Кабинет 9				
0,1	42	27,9	0,14	
0,6	41	27,7	0,12	
1,7	41	27,8	0,12	
Кабинет 10				
0,1	43	28,3	0,15	
0,6	43	28,6	0,12	
1,7	43	28,0	0,12	

233

Таблица 2

Нормативные параметры микроклимата

Нормативные значения	Параметры микроклимата		
	Относительная влажность воздуха, %	Температура воздуха, °C	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальное	60–30	23–25	0,15
Допустимое	65	18–28	0,25

В итоге были получены следующие результаты:

1. В кабинетах 233 аудитории значения температуры воздуха не соответствуют нормативным значениям (выше допустимого), однако, только в одном кабинете – 9 ауд. находится в диапазоне допустимых величин.
2. Скорость движения воздуха в исследуемых помещениях соответствует оптимальным значениям.
3. Значения относительная влажность воздуха во всех исследуемых аудиториях соответствуют оптимальным значениям.

Таким образом, проанализировав значения параметров микроклимата в исследуемых помещениях, можно сделать вывод, что в оба периода года необходимо доводить температуру воздуха до нормативных значений.

Разработка автоматизированной системы

Основой для создания автоматизированной системы будут кондиционеры бытового типа с зимними комплектами, которые позволяют поддерживать нормативные значения параметров микроклимата как в холодный, так и в тёплый периоды года. Для автоматической регулировки температуры воздуха в помещениях предлагается использовать экосистему, включающей в себя несколько устройств, работающих через энергосберегающий протокол Zigbee, например Яндекс.

Zigbee – это энергоэффективный беспроводной протокол, ориентированный на устройства умного дома и Интернета вещей. Современный энергоэффективный протокол, который объединяет в экосистему умного дома разные Zigbee-устройства, и позволяет им работать локально, даже если пропал интернет. Почти все Zigbee-девайсы работают от батареек и устанавливаются где угодно без привязки к электросети.

Zigbee имеет ряд преимуществ по сравнению с остальными протоколами, однако он имеет определённый недостаток - низкую пропускную способность. Но этот недостаток не влияет на работу разрабатываемой экосистемы, т.к. в данном случае не требуется передача больших объёмов данных, таких как видео (рис. 2).

В экосистеме Яндекс поддержка Zigbee реализуется через умный хаб, например, Яндекс Станция Макс или Яндекс Хаб с Zigbee-модулем.



Рис. 2. Достоинства и недостатки протокола Zigbee

Основные компоненты системы (рис. 3):

- Центральный хаб: Яндекс Станция с поддержкой Zigbee;
- Датчики температуры и влажности (Zigbee-совместимые, например, Aqara);
- Умные терmostаты или клапаны управления отоплением (например, Moes, Tuya, Xiaomi);
- Сценарии и автоматизации в приложении Яндекс Дом;
- Удалённый доступ и голосовое управление через Алису.

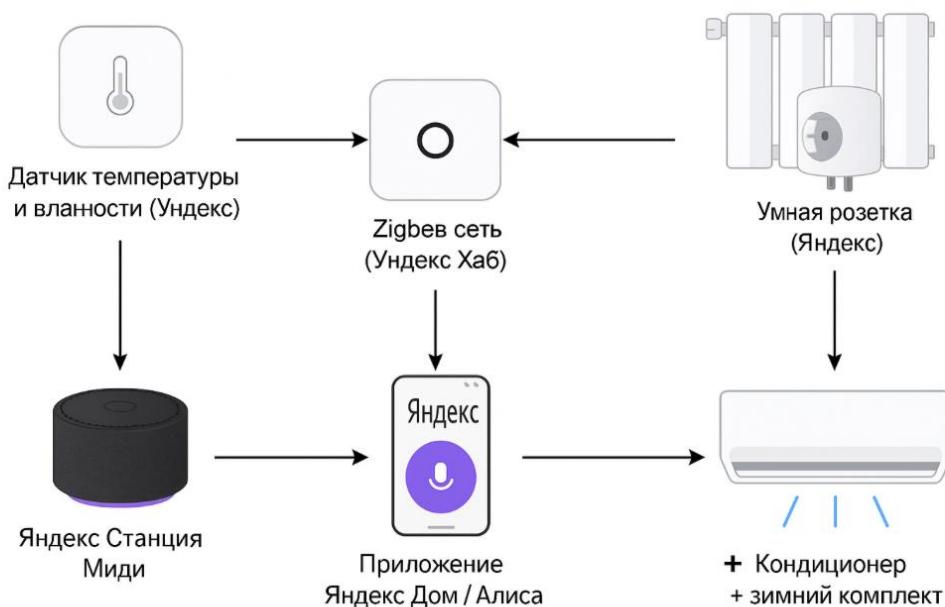


Рис. 3. Основные компоненты автоматизированной системы кондиционирования

Принцип работы системы основан на том, что датчик температуры Яндекс фиксирует данные и передает данные на центральный хаб. От Яндекс станции информация поступает в приложение «Дом с Алисой», где в зависимости от заданных значений активируется сценарий (например, изменение температуры обдува кондиционера или прекращение его работы). Предполагается, что доступ к аккаунту в приложении «Дом с Алисой» будет у одного сотрудника, который сможет прописывать и редактировать сценарии, другие сотрудники смогут управлять системой через голосовое управление станции с Алисой.

План развёртывания (рис. 4):

1. Установка Яндекс Станции Миди или Хаба в центральной точке помещения;
2. Размещение датчиков температуры и влажности в ключевых зонах (приёмной и кабинетах);
3. Настройка Zigbee-соединений и сценариев в приложении Яндекс Дом;
4. Тестирование сценариев и удалённого доступа;
5. Обучение персонала и ввод в эксплуатацию.

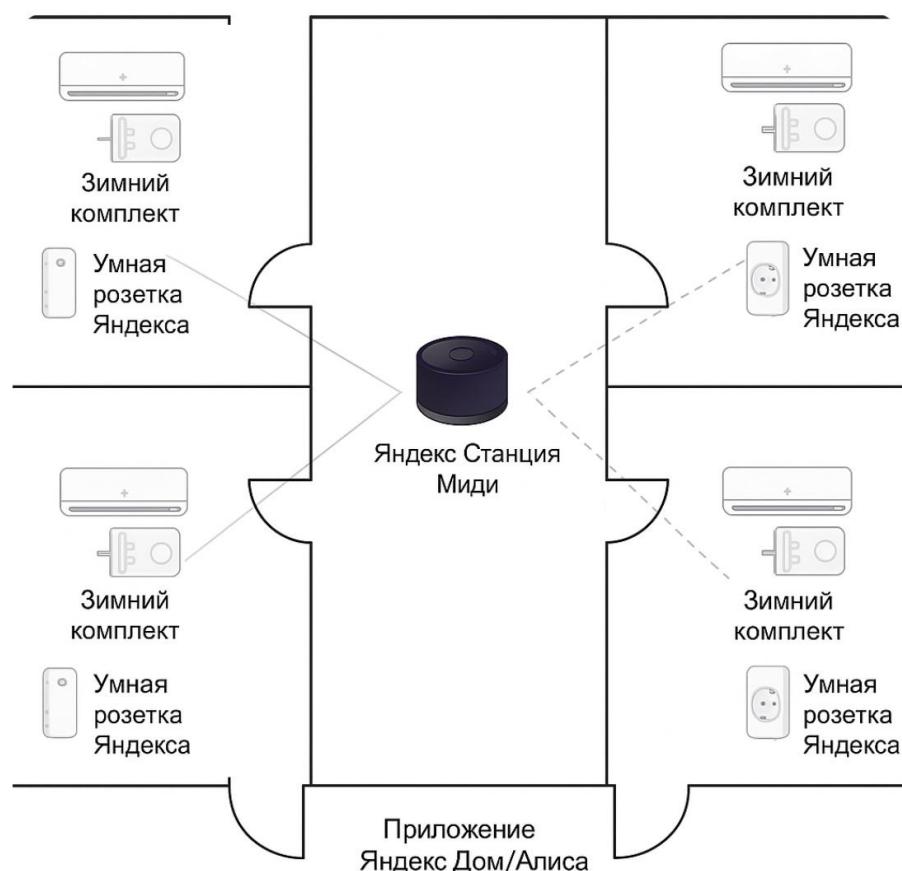


Рис. 4. Принципиальная схема установки автоматизированной системы кондиционирования

Экономическое обоснование

Данная система позволит не только снизить экономические затраты на свет и отопление. Стоимость подобной экосистемы рассчитана в таблице 3.

Таблица 3

Общая стоимость комплекта

Устройство	Модель	Кол-во	Цена за ед., руб.	Итого, руб.
Яндекс станция Миди	—	1	15 000,00	15 000,00
Датчик температуры Яндекс	Датчик температуры и влажности, Яндекс, Zigbee	6	2 490,00	14 940,00
Зимний комплект кондиционера	Комплект зимний Ballu ECO SMART INVERTER	6	3 430,00	20 580,00
Умная розетка	Умная розетка Яндекс, Matter	6	1 790,00	10 740,00
ИТОГО				61 260,00

Общая стоимость оборудования составила 61 260,00 руб. Внедрение данной системы позволит повысить комфорт и энергоэффективность офисного пространства, снизить расходы на электроэнергию и упростить управление климатическими условиями. Система масштабируема и может быть дополнена другими элементами умного дома в будущем.

Выводы

Применение экосистемы Яндекс и протокола Zigbee в автоматизации регулирования температуры воздуха позволяет создать эффективную, надёжную и легко управляемую систему, способствующую цифровой трансформации административных процессов в вузе. Такое решение особенно актуально в условиях необходимости устойчивого развития, энергосбережения и повышения качества среды в образовательных учреждениях.

Список литературы:

1. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях // СПС «КонсультантПлюс».
2. Гонина Е.С. Особенности формирования микроклимата отапливаемых помещений // Вестник магистратуры. – 2020. – № 2-1. – С. 103–114.
3. Корчков А.П. Микроклимат помещений [Текст] / А.П. Корчков // Вестник магистратуры. – 2020. – № 2-1. – С. 14–18.

Информация об авторах:

Шакина Ксения Анатольевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»; Артемьева Мария Сергеевна – старший преподаватель, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Секция 3.

*Экологически
ориентированное управление*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОТС ПУТЁМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТАМИ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ

Агаев А. Ф.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены цели применения смазочно-охлаждающих технологических средств, которые повышают эффективность обработки и улучшают качество поверхностного слоя заготовок, приведены различные типы СОТС и их влияние на человека, представлены пути снижения негативного воздействия продуктов термодеструкции СОТС на работников.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающие технологические средства, негативное воздействие, снижение воздействия СОТС.

Современные методы механической обработки металлов и сплавов характеризуются высокой энергоёмкостью процессов резания, что сопровождается значительным тепловыделением и износом инструмента. Для повышения эффективности обработки и улучшения качества поверхностного слоя широко применяются смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС). Их основными функциями являются снижение коэффициента трения, охлаждение зоны резания, удаление стружки и защита поверхности от коррозии.

СОТС могут иметь различный состав – от минеральных масел и водных эмульсий до синтетических и полусинтетических композиций. Они существенно отличаются по эксплуатационным характеристикам, стоимости и воздействию на оборудование и рабочую среду. Применение СОТС позволяет значительно повысить стойкость инструмента и точность обработки, однако сопровождается рядом негативных факторов (рис. 1). При интенсивной эксплуатации СОТС подвергаются физико-химическим изменениям, в результате чего в воздух рабочей зоны выделяются аэрозоли, пары и продукты разложения, способные оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье персонала и загрязнять производственную среду.

По данным санитарно-гигиенических исследований, аэрозоли СОТС могут содержать углеводороды, альдегиды, органические кислоты, а также продукты микробиологического разложения, что приводит к превышению предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе производственных помещений. Длительный контакт с СОТС и их продуктами может вызывать раздражение кожи и слизистых оболочек, аллергические реакции, нарушения дыхательной и иммунной систем.

Актуальность анализа свойств СОТС определяется необходимостью не только повышения качества технологических процессов, но и обеспечения безопасных условий труда. Комплексное исследование состава СОТС, их достоинств и недостатков, а также характера загрязнения рабочей зоны продуктами их использования является важным этапом в разработке мер по совершенствованию систем автоматического контроля и управления.

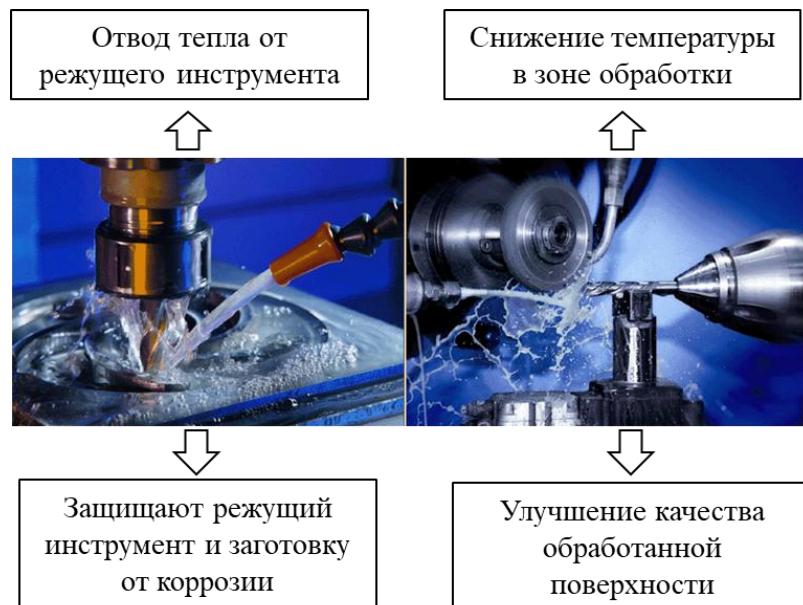


Рис. 1. Положительный эффект применения СОТС

Цель данной работы заключается в рассмотрении основных видов смазочно-охлаждающих технологических средств, анализе их эксплуатационных характеристик, а также оценке влияния продуктов их разложения на загрязнение рабочей зоны и условия труда [1].

В настоящее время применяются различные типы СОТС, отличающиеся как по химической природе, так и по эксплуатационным характеристикам (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительная характеристика типов СОТС

Тип СОТС	Смазываю- щие свойства	Охлаждаю- щие свойства	Устойчивость к микробиологичес- кому разложению	Стоимость	Экологическая безопасность
Минеральные	Высокие	Средние	Низкая	Низкая	Низкая
Эмульсионные	Средние	Высокие	Средняя	Средняя	Средняя
Полусинтети- ческие	Средние	Высокие	Высокая	Средняя / Высокая	Средняя / Высокая
Синтетические	Средние / Низкие	Очень высокие	Высокая	Высокая	Высокая

Минеральные СОТС представляют собой нефтяные масла с добавлением присадок. Они просты в производстве и относительно дешевы, обеспечивают хорошие смазывающие свойства и уменьшают износ инструмента. Однако их охлаждающая способность невысока, а при длительной эксплуатации наблюдается склонность к окислению и образованию канцерогенных соединений (полициклических углеводородов). Минеральные СОТС постепенно вытесняются более современными составами из-за экологических и санитарных ограничений.

Эмульсионные СОТС представляют собой дисперсные системы типа «масло в воде», содержащие эмульгаторы, ингибиторы коррозии и другие функциональные добавки. Их основное преимущество – высокая охлаждающая способность, что особенно важно при высокоскоростной обработке. Кроме того, они снижают риск прижогов и термических повреждений деталей. Недостатком эмульсий является низкая биостойкость: при хранении и использовании они подвергаются микробиологическому разложению, сопровождающемуся образованием неприятного запаха, выделением токсинов и повышением коррозионной активности.

Полусинтетические СОТС содержат меньшее количество минерального масла (5–30 %) и большую долю синтетических компонентов. Они сочетают достоинства масляных и эмульсионных систем: обеспечивают хорошие смазывающие и охлаждающие свойства, более устойчивы к микробиологической деградации и образуют меньшее количество аэрозолей. Их стоимость выше, чем у традиционных эмульсий, но эксплуатационные преимущества делают их всё более востребованными.

Синтетические СОТС полностью лишены минеральных масел и представляют собой водные растворы синтетических поверхностно-активных веществ, ингибиторов коррозии и других добавок. Они обеспечивают максимальную охлаждающую способность, высокую термостабильность и низкую склонность к микробиологическому загрязнению. При этом смазывающие свойства таких СОТС уступают маслосодержащим системам, что ограничивает их применение при тяжёлых режимах резания. Высокая стоимость синтетических СОТС также сдерживает их широкое распространение.

Сравнение различных типов СОТС показывает, что выбор конкретного средства должен определяться сочетанием эксплуатационных и санитарно-гигиенических факторов. Минеральные масла обладают хорошей смазывающей способностью, но опасны для здоровья и экологии; эмульсии эффективны в охлаждении, но подвержены микробиологической деструкции; полусинтетические СОТС представляют собой компромиссное решение, обеспечивающее оптимальный баланс; синтетические составы демонстрируют лучшие показатели охлаждения и стабильности, но дороги и не всегда обеспечивают достаточный уровень смазывания [2].

Продукты разложения СОТС и загрязнение рабочей зоны

Физико-химические процессы, происходящие в смазочно-охлаждающих технологических средствах (СОТС) в ходе эксплуатации, приводят к постепенному изменению их свойств. Под действием кислорода воздуха происходит окисление углеводородных компонентов с образованием альдегидов, кетонов и органических кислот. Высокие температуры способствуют термическому разложению, сопровождающемуся выделением газообразных продуктов. Дополнительно наблюдается гидролиз эмульгаторов и присадок, что вызывает дестабилизацию эмульсии и выпадение осадков, а испарение воды приводит к концентрационным изменениям рабочих растворов. Совокупность этих процессов снижает смазывающую и охлаждающую эффективность СОТС и усиливает их коррозионную активность (табл. 2).

Таблица 2

Основные продукты разложения СОТС и их влияние на рабочую зону

Продукт разложения	Источник (тип СОТС)	Влияние на технологический процесс
Аэрозоли масляные	Минеральные, эмульсионные	Засорение оборудования, снижение теплоотдачи
Альдегиды (формальдегид)	Минеральные, эмульсионные	Коррозия, неприятный запах
Органические кислоты	Все типы	Повышенная коррозия инструмента
Продукты микробного разложения	Эмульсионные и полусинтетические	Загрязнение раствора, неприятный запах

Особенно выражены изменения в водных СОТС — эмульсионных и полусинтетических составах. При их длительной эксплуатации создаются благоприятные условия для развития бактерий и грибов. Микроорганизмы разлагают органические компоненты, выделяя сероводород, аммиак и низкомолекулярные кислоты, способствуют накоплению эндотоксинов и аллергенных соединений и вызывают появление характерного неприятного запаха. Микробиологическая активность не только ухудшает санитарное состояние производственных помещений, но и повышает коррозионное воздействие рабочих растворов на оборудование.

В результате протекания указанных процессов в воздухе рабочей зоны накапливаются опасные загрязнители. Среди них наибольшее значение имеют аэрозоли СОТС, или так называемый «масляный туман», образующийся при высоких скоростях резания. Дополнительно в воздухе фиксируются альдегиды и кетоны, такие как формальдегид и ацетальдегид, обладающие раздражающим и канцерогенным действием. Наличие органических кислот, включая муравьиную и уксусную, усиливает коррозионную активность, а продукты микробиологического разложения могут вызывать аллергические реакции.

Санитарно-гигиенические исследования показывают, что концентрации этих веществ нередко превышают предельно допустимые уровни.

Загрязнение рабочей зоны продуктами разложения СОТС приводит к целому комплексу негативных последствий. Оно ухудшает условия труда и общее самочувствие работников, повышает риск профессиональных заболеваний кожи и органов дыхания, ускоряет коррозию оборудования и сокращает срок службы рабочих растворов. Кроме того, нестабильность свойств СОТС снижает качество технологического процесса, что требует дополнительных мер по контролю и регенерации смазочно-охлаждающих средств [3].

Воздействие СОТС и их продуктов разложения проявляется комплексно: от острых раздражающих эффектов до долгосрочных хронических заболеваний (табл. 3).

Таблица 3
Воздействие СОТС и их продуктов разложения на работника

Органы и системы	Воздействие
Органы дыхания	<p>Аэрозоли СОТС легко проникают в дыхательные пути и вызывают:</p> <ul style="list-style-type: none"> • раздражение слизистых оболочек; • кашель, затруднённое дыхание, бронхоспазмы; • хронические заболевания дыхательных путей. <p>Особую опасность представляют продукты окисления и термического разложения СОТС (формальдегид, ацетальдегид), обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами.</p>
Кожа и слизистые оболочки	Контакт СОТС с кожей вызывает дерматиты, шелушение, трещины и аллергические реакции, а аэрозоли и пары раздражают слизистые глаз, вызывая конъюнктивиты.
Аллергические и иммунные реакции	Микробиологическая деградация эмульсионных СОТС сопровождается выделением эндотоксинов и аллергенных веществ, что повышает чувствительность дыхательных путей, вызывает хронические риниты, бронхиальную астму и нарушает иммунную систему.
Долгосрочные эффекты	Систематическое воздействие СОТС связано с риском профессиональных заболеваний дыхательных путей, хронических кожных патологий и канцерогенных эффектов

Снижение вредного влияния смазочно-охлаждающих технологических средств на производственную среду и здоровье работников возможно благодаря комплексу мер, включающих совершенствование состава, контроль состояния рабочих растворов, организационно-технические решения и внедрение автоматизированных систем управления.

Одним из ключевых направлений является выбор и совершенствование состава СOTC. Для уменьшения токсичности рекомендуется использовать низкотоксичные компоненты, а также вводить биоцидные добавки, препятствующие развитию микроорганизмов. Перспективной мерой считается замена традиционных минеральных составов на полусинтетические и синтетические, отличающиеся большей химической стабильностью, длительным сроком службы и повышенной безопасностью для персонала.

Не менее важен постоянный контроль состояния рабочих растворов. Он включает регулярное измерение pH, концентрации и уровня микробиологической обсемененности, плановую замену или регенерацию СOTC, а также использование фильтров для удаления механических примесей и микробных загрязнителей. Такой подход позволяет своевременно выявлять ухудшение свойств и предотвращать развитие процессов разложения.

Организационно-технические меры направлены на снижение концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Эффективная общеобменная вентиляция и локальные отсосы в местах образования аэрозолей, регулярное санитарное обслуживание оборудования и рабочих мест, а также использование персоналом средств индивидуальной защиты существенно уменьшают риски для здоровья и поддерживают безопасные условия труда.

Дополнительные возможности открывает автоматизация контроля и управления. Системы мониторинга позволяют в реальном времени отслеживать концентрацию рабочих растворов, температуру, pH и уровень микробиологической активности. При превышении допустимых параметров возможна автоматическая обработка СOTC или их корректировка.

СOTC обеспечивают эффективность механической обработки металлов, но сопровождаются деградацией состава и выделением вредных веществ. Продукты разложения загрязняют рабочую зону, негативно влияя на здоровье работников и стабильность технологического процесса.

Выбор оптимального состава СOTC, регулярный контроль, вентиляция, средства защиты и автоматизация позволяют снизить риски, повысить качество обработки и создать безопасные условия труда. Перспективным направлением исследований является разработка автоматизированных систем контроля и управления СOTC для одновременной оптимизации эксплуатационных характеристик и минимизации вредного воздействия на рабочую зону.

Список литературы:

- Гуреев А.А., Курбатов А.М. Смазочно-охлаждающие технологические средства: справочник / А.А. Гуреев, А.М. Курбатов. – М.: Машиностроение, 2012. – 368 с.
- Петров В.П., Захаров Д.С. Экологические аспекты применения смазочно-охлаждающих жидкостей в металлообработке // Вестник МГТУ «Станкин». – 2018. – № 2. – С. 45–51.

3. Васильев А.В., Хамидуллова Л.Р. Воздействие смазывающих охлаждающих жидкостей в условиях предприятий машиностроения и методы его снижения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2006. – Т. 8. – № 4. – С. 1171–1176.
4. Кундиев Ю.И., Трахтенберг И.М., Поруцкий Г.В. / Гигиена и токсикология смазочно-охлаждающих жидкостей. – Киев: Здоровье, 2010. – 120 с.

Информация об авторе:

Агаев Анар Фуад оглы – аспирант, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ФИЗИКА В УПРАВЛЕНИИ ОТХОДАМИ ТЕХНОСФЕРЫ

Алимов М. К.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Гладун В. Д.

ЕТИ (филиал) ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
г. Егорьевск, Российская Федерация

Аннотация. В статье аргументируется необходимость системного включения химико-физических характеристик в процедуру классификации отходов и в Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО). Рассматриваются ключевые физико-химические особенности потоков (мультифазность, матричные эффекты, трансформация состава), которые приводят к ошибкам при традиционном подходе. Статья предназначена для преподавателей, методистов, экологов и специалистов по управлению отходами.

Ключевые слова: отходы, ФККО, химическая физика, отбор проб, классификация, образование, безопасность труда.

Технологические регламенты и нормативы исходят из технологических регламентов производства, спецификаций на сырье, материаловедческой документации. На многих производствах составляются материальные балансы, где рассчитывается, сколько и каких веществ ушло в продукт, а сколько – в отходы. Химическая формула отхода «предполагается» на основе знаний о процессе.

Предположений недостаточно для официальной классификации отхода. Требуется экспериментальное подтверждение. Это ключевой этап.

Протокол количественного химического анализа (ПКХА). Этот документ с достоверностью показывает, из каких химических веществ и в каких пропорциях состоит отход. У большинства отходов нет одной единственной химической формулы. Отход представляет собой сложную смесь множества веществ. В составе отхода указывают перечень основных компонентов и их массовые доли.

По Методике расчета класса опасности отходов (Приказ Минприроды России № 536) на основе данных о составе рассчитывается показатель опасности (К) для каждого компонента. На основе этого отходу присваивается класс опасности (I–V).

Определение химического состава и формулы отхода – это фундаментальный этап при его классификации в Федеральном классификационном каталоге отходов.

Отходы образуются неизбежно в бизнес-процессах техносферы, а их количество $W(t)$, как сумма составляющих ресурсов техносферы на всех стадиях $\Pi(t)$, изменяется во времени t циклично (рис. 1) [5, 8].

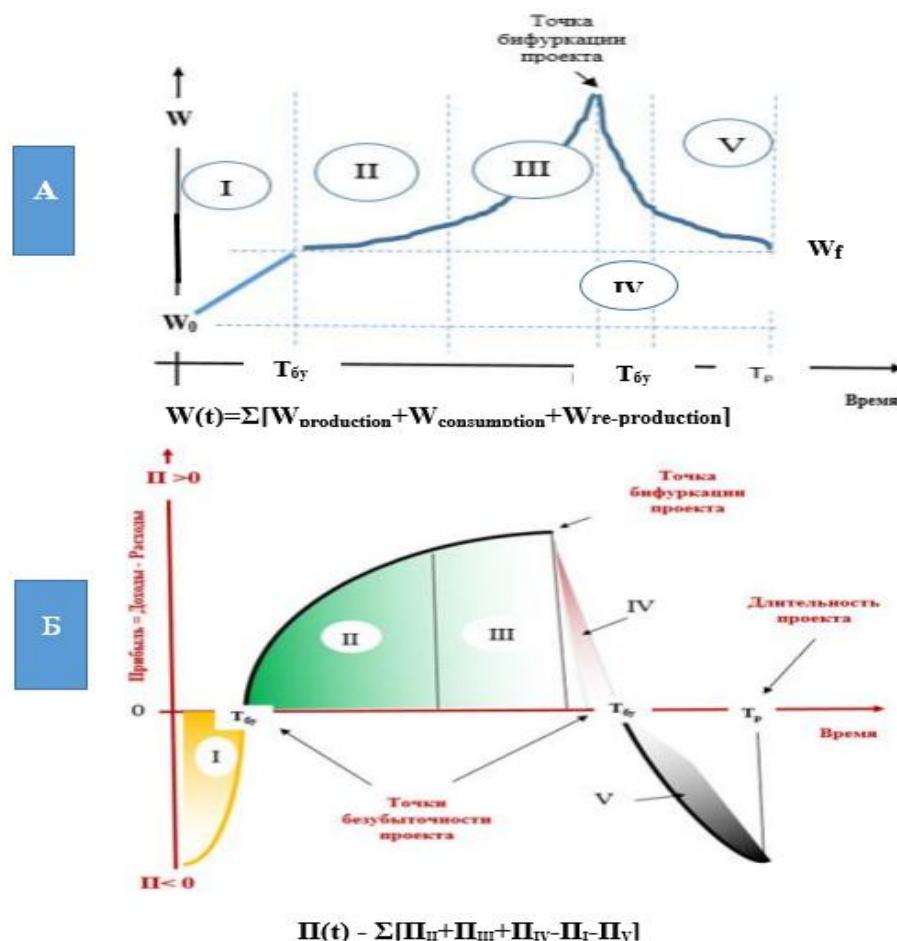


Рис. 1. Цикличность процессов во времени:
А – образования отходов; Б – изменения прибыли бизнес-процесса

Федеральный классификационный каталог отходов представляет собой систематизированный перечень отходов производства и потребления, содержащий детальную классифицированную информацию по видам отходов, их происхождению, составу и классам опасности для окружающей среды [1].

Актуальность проблемы развития ФККО и паспортизации отходов обусловлены отсутствием единства терминологии между экологическим и санитарным законодательством, а также необходимостью определения класса токсичности для каждой транспортируемой партии отходов и сложностью физико-химической идентификации отходов, не включенных в ФККО и необходимостью их повторной паспортизации после регистрации в каталоге.

Классификационный каталог отходов является важнейшим социальным инструментом, создающим основу для обеспечения экологической безопасности и защиты здоровья населения. Он является ключевым элементом для внедрения современных концепций управления отходами в экономике замкнутого цикла и «умного города» [3–5].

Ключевой принцип классификации, принятый в ФККО, – это «моментальный снимок» отхода на конкретной стадии его жизненного цикла, классифицируется не как нечто динамичное, а в конкретном состоянии на момент его образования или перед операцией по обращению с ним.

Разработка ФККО основана на определении комплекса физико-химических основ вещества, позволяющих унифицировать подходы к идентификации, учету и паспортизации отходов [9].

Код ФККО присваивается отходу исходя из технологического процесса, в котором он образовался. Это первоначальная, ключевая точка отсчета.

Основой классификации отходов и ФККО является их происхождение (генетический признак) и химический состав [5]. Каждый вид отхода относится к одной из пяти категорий происхождения: животного, растительного, минерального, химического или коммунально-бытового.

Химический состав определяет потенциальную опасность отхода для окружающей среды и здоровья, включая содержание токсичных, радиоактивных, взрывоопасных или пожароопасных компонентов.

ФККО детально классифицирует отходы по агрегатному состоянию и физической форме, что имеет критическое значение для выбора методов их транспортировки, обработки, утилизации и размещения [10].

Существующая система ФККО не пытается представить весь жизненный путь отхода одним кодом. Она дробит этот путь на этапы, и на каждом этапе отход с новыми физико-химическими свойствами получает новую идентификацию.

Классификация отходов по классам опасности (от I до V) базируется на оценке степени их негативного физико-химического воздействия на окружающую среду [2].

ФККО служит основным инструментом для идентификации отходов и определения их класса опасности, что является обязательным этапом разработки экологического паспорта отхода.

Физическая химия – это научный фундамент всего процесса классификации и определения опасных свойств отходов. Именно она предоставляет инструменты для понимания и прогнозирования того, *как и почему* отходы меняются, и *какую опасность* они могут представлять.

Кинетика и термодинамика процесса позволяют спрогнозировать, будут ли протекать в отходе самопроизвольные реакции (например, окисление, разложение), с какой скоростью и какое тепло при этом выделится (риск самовозгорания!).

Учение о фазах и растворах помогает понять, как будут мигрировать компоненты отхода между фазами. Это служит основой для оценки миграционного потенциала и класса опасности.

Опасные свойства отходов (токсичность; коррозионная активность; реакционная способность (способность к взрывчатому разложению); воспламеняемость, определяемая по температуре вспышки, которая является

классическим физико-химическим параметром) необходимо проверять для паспортизации методами физической химии.

Все лабораторные методы, используемые для установления состава отхода (хроматография, спектроскопия, электрохимические методы), – это прикладные разделы физической химии. Без их использования невозможно получать достоверные данные для заполнения ФККО.

Система ФККО учитывает изменение свойств отходов не путем отслеживания динамики одного объекта, а путем дискретной классификации отхода на каждой значимой стадии его преобразования.

Физическая химия выступает при этом не просто вспомогательной наукой, а её краеугольным камнем.

Роль химической физики в анализе отходов заключается в том, что она предоставляет инструментарий для понимания и прогнозирования фундаментальных процессов, происходящих в отходах на микроуровне. Это не просто констатация состава, а ответ на вопросы: «*Почему этот отход опасен?*», «*Как он будет вести себя в течение времени?*», «*Как он взаимодействует с другими веществами и средой?*».

Традиционный анализ дает нам лишь «список ингредиентов». Химическая физика позволяет раскрыть «механизм их взаимодействия».

Термодинамика отвечает на вопрос, является ли данное состояние отхода устойчивым.

Подавляющее большинство отходов – это гетерогенные системы (твердое – жидкость – газ). Ключевые процессы (выщелачивание токсинов, сорбция, испарение) происходят на границах раздела этих фаз. Экология техносферы использует эти знания не для простого описания, а для проектирования и управления.

Зная фундаментальные принципы, можно проектировать технологические процессы так, чтобы избежать образования неустойчивых или высоко опасных метастабильных отходов.

Паспорт отхода содержит ключевые разделы, основанные исключительно на данных ФККО [2, 3]. Экологическая паспортизации включает инвентаризацию отходов на предприятии, идентификацию по ФККО, лабораторные исследования для определения химического состава и свойств, если отход не включен в ФККО или его класс опасности не установлен, определение класса опасности для отходов, не включенных в ФККО.

Для определения физико-химических свойств отходов лабораторные исследования включают качественный и количественный химический анализ его состава, определение агрегатного состояния и физической формы существования вещества, испытания на токсичность для отходов V класса опасности, оценку пожар и взрывоопасности.

Для отходов, не включенных в состав ФККО, класс опасности определяют расчетным методом на основе данных о химическом составе и показателях опасности составляющих отдельных компонентов.

В результате ФККО служит основой для единого методологического подхода к идентификации и учету отходов на всей территории Российской Федерации.

Он обеспечивает унификацию процедур классификации отходов по степени их опасности для окружающей среды и здоровья человека; разработку паспортов опасных отходов I–IV классов опасности, что является обязательным требованием для всех хозяйствующих субъектов; установление нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, что способствует внедрению ресурсосберегающих технологий и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Прежде чем предложить способ переработки отхода, необходимо смоделировать, как он будет вести себя в той или иной установке.

Физическая химия помогает рассчитать условия сжигания (температуру, время индукции) для полного разложения токсичных соединений; спроектировать процессы химического обезвреживания (нейтрализация, окисление, восстановление); разработать схемы извлечения ценных компонентов (сорбция, экстракция, дистилляция).

Физическая химия выступает при этом не просто вспомогательной наукой, а краеугольным камнем, обеспечивающим понимание внутренних процессов в отходах, прогнозирование их поведения и опасности, получение точных данных для классификации, разработку технологий для их безопасного обращения.

Без фундаментальных знаний в области физической химии создание такого каталога, как ФККО, свелось бы к простому перечислению названий без понимания их реальной опасности и путей обращения с ними.

Роль химической физики выходит далеко за рамки услуги в составлении ФККО. Она формирует новую парадигму управления отходами:

– *От констатации к прогнозу*: мы не просто фиксируем текущий состав, а с помощью моделей предсказываем поведение отхода в будущем.

– *От ликвидации к проектированию*: не просто обезвреживаем то, что образовалось, а заранее проектируем техпроцессы и продукты, чтобы отходы либо не образовывались, были безопасными или легко перерабатываемыми.

– *От локального к системному*: рассматриваем отход не как изолированную проблему завода, а как элемент материального потока в рамках всей техносферы, и управляем им на основе фундаментального понимания его природы.

Поэтому химическая физика является основным инструментом, который позволяет трактовать фундаментальные процессы в отходах, а экология техносферы – это дисциплина, которая использует этот язык для проектирования безопасного и устойчивого взаимодействия между технологией и окружающей средой.

Без первого второе рискует остаться просто набором эмпирических правил и «постулатов».

В целом федеральный классификатор представляет собой структурированные данные, необходимые для ведения государственного учета и отчетности; проведения экономического анализа потоков отходов и оценки эффективности мероприятий по их переработке и утилизации; разработки территориальных схем обращения с отходами, учитывающих их физико-химические свойства в сочетании с региональными особенностями и потребностями в применении.

Четкая классификация отходов способствует их использованию во вторичном обороте и развитию целой отрасли переработки отходов, создавая новые рабочие места в сфере их сбора, сортировки, транспортировки и переработки, что способствует социально-экономическому развитию территорий.

Внедрение инновационных высоких технологий переработки отходов (пиролиз, высокотемпературное сжигание) требует квалифицированных кадров, что стимулирует развитие образовательных программ в области химической физики техносферной безопасности [11].

В сочетании с концепцией формирования «Умного города» ФККО позволяет не только осуществлять цифровизацию городской инфраструктуры, но и позволяет осуществить внедрение комплексных систем обращения с отходами, основанных на принципах экономики замкнутого цикла.

Системная классификация отходов стимулирует население и бизнес на раздельный сбор и сдачу отходов как вторсырья для актуализации инвестиций, а ФККО является источником информации для анализа потоков отходов и принятия решений по развитию инфраструктуры переработки (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика роли ФККО в традиционной и современной («умной») системе обращения с отходами

Аспект	Традиционная система	Современная система с использованием ФККО
Учёт отходов	Фрагментарный, несистемный	Единый, стандартизованный, основанный на классификации
Принятие решений	На основе ограниченных данных	На основе достоверных и структурированных данных
Участие населения	Низкое, из-за непонимания системы	Осознанное, благодаря понятной классификации и прозрачности
Экономическая эффективность	Низкая, высокая доля захоронения	Высокая, за счёт вовлечения отходов в хозяйственный оборот
Экологическая безопасность	Приоритет на захоронении, высокие риски	Приоритет на переработке и обезвреживании, снижение рисков

Появление новых видов отходов электронного и электрического оборудования, композитных материалов требует постоянной актуализации ФККО на основе физико-химических исследований. Для отходов с неоднородным составом принятый расчетный метод классификации может быть неприменим, что требует развития экспериментальных методов и аккредитованных физико-химических лабораторий [8].

Сегодня перспективы развития ФККО связаны с его интеграцией в международные системы классификации и созданием с помощью ИИ цифровых двойников формирования потоков отходов на основе моделирования сценариев управления отходами и оценками социально-экономических и экологических последствий.

Дальнейшее совершенствование ФККО и его интеграция с международными стандартами и активным использованием в государственном и муниципальном управлении позволяют более эффективно решать проблемы негативного воздействия техносферы на окружающую среду и общество, двигаясь в направлении, заданном национальным проектом России «Экологизация техносферы».

Заключение

ФККО служит ключевым инструментом унификации процесса экологической паспортизации отходов техносферы.

Химическая физика выходит далеко за рамки только помощи в составлении и должна стать неотъемлемой частью алгоритма его структуры. Она формирует новую парадигму управления отходами в техносфере.

Образовательная интеграция знаний физической химии в программы подготовки и повышения квалификации специалистов обеспечит распространение компетенций, снизит риск ошибок классификации отходов, повысит безопасность труда в современном технологическом обществе.

Список литературы:

1. Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО 2025). Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (с изм. от 18.01.2024 г. № 19) // СПС «КонсультантПлюс».
2. Приказ Минприроды России от 08.12.2020 № 1026 «Об утверждении порядка паспортизации и типовых форм паспортов отходов I–IV классов опасности» // СПС «КонсультантПлюс».
3. Паспорт токсичности отхода (требования, регламент). Федеральный закон № 89-ФЗ от 24.06.1998 «Об отходах производства и потребления», статья 14 // СПС «КонсультантПлюс».
4. Экологический паспорт опасного отхода. Утвержден Приказом Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (в т.ч. с изм. от 11.02.2025) // СПС «КонсультантПлюс».

5. Гладун В.Д. От экологической паспортизации и цифровизации к приватизации отходов. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2025. – 117 с.
6. Об отходах производства и потребления. Федеральный закон № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г., ст. 14 // СПС «КонсультантПлюс».
7. Приказ Ростехнадзора от 15.08.2007 г. № 570 «Об организации работы по паспортизации опасных отходов» // СПС «КонсультантПлюс».
8. Гладун В.Д. Три лемма техносферной безопасности (демократия – консюмеризм – отходы). – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2025. – 77 с.
9. Петров С.Н., Орлов Д.Б. Влияние трансформации состава на корректность классификации отходов по ФККО // Экология промышленности. – 2021. – № 2. – С. 45–58.
10. Гаврилов Е.Ю., Никитина А.П. Автоматизация учёта и трекинга отходов по классам ФККО: цифровые решения и требования к данным // Инжиниринг экологии. – 2021. – № 4. – С. 56–70.
11. Гладун В.Д. Физика в постулатах и аксиомах техносферной экологии (междисциплинарная лекция для бакалавров техники). – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2025. – 126 с.

Информация об авторе:

Алимов Мухаммад Кобилович – студент, ЕТИ (филиал) ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Гладун Виктор Деамидович – д.т.н., профессор, ЕТИ (филиал) ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ВЛИЯНИЕ ЦЕННОСТЕЙ ПОКОЛЕНИЯ Z НА РАЗВИТИЕ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Балакина В. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье исследуется влияние поколения Z (зумеров) на формирование трендов в области устойчивого производства и экологической безопасности. Поколение Z, представляющее собой молодых людей, родившихся с середины 1990-х до начала 2010-х годов, начинает занимать ключевые позиции на рынке труда и в обществе, что делает их ценности и потребительские привычки значимым фактором для промышленности и бизнеса. В работе проанализированы ключевые атрибуты данного поколения, такие как цифровая социализация, высокая экологическая осведомленность и ориентация на социальную ответственность компаний. На основе анализа открытых источников, соцопросов и активности в социальных сетях выявлена прямая корреляция между запросами зумеров и внедрением предприятиями «зеленых» технологий, бережливого производства и прозрачности цепочек поставок. Сделан вывод о том, что поколение Z выступает катализатором перехода к устойчивой экономике, формируя новый, экологически ориентированный спрос и требования к работодателям.

Ключевые слова: поколение Z, устойчивое развитие, экологическая безопасность, бережливое производство, корпоративная социальная ответственность, цифровизация, экологическая осведомленность.

Введение

Современный этап развития промышленности и общества характеризуется возрастающим вниманием к проблемам устойчивого развития и экологической безопасности. Эти вопросы вышли за рамки узкоспециализированных областей и стали ключевыми элементами корпоративной стратегии и государственной политики. В данном контексте особый интерес представляет изучение роли молодого поколения – поколения Z (зумеров) – как активного драйвера изменений.

Данное поколение, являясь цифровыми аборигенами и обладая высокой социальной и экологической чувствительностью, начинает определять потребительские тренды и требования к работодателям. Целью данной работы является анализ механизмов и степени влияния ценностных ориентаций поколения Z на внедрение и развитие принципов устойчивого производства и экологической безопасности в промышленном секторе.

Цифровизация как основа экологической осведомленности

Поколение Z сформировалось в условиях повсеместной цифровизации, что коренным образом отличает его от предыдущих поколений. Доступ к информации через интернет и социальные сети является для зумеров естественной средой [1]. Эта особенность напрямую влияет на их экологическую грамотность.

Цифровые платформы позволяют в режиме реального времени получать данные о деятельности компаний: от экологического следа их продукции до условий труда на производстве. Такая прозрачность делает невозможным для бизнеса скрывать негативные практики и вынуждает компании быть более ответственными. Высокая информированность зумеров трансформируется в их потребительское и профессиональное поведение, стимулируя спрос на экологически чистые продукты и услуги.

Ценностные ориентиры и их отражение в потребительском поведении

Ценности поколения Z сфокусированы на устойчивости, инклюзивности и социальной справедливости. Для них важно не только конечный продукт, но и процесс его создания – его этичность и экологичность.

Проведенный анализ опросов и обсуждений в социальных сетях (рис. 1) показывает, что более 70 % респондентов из поколения Z готовы платить больше за продукцию компаний, которые демонстрируют приверженность принципам устойчивого развития. Кроме того, при выборе работодателя для них критически важными являются такие факторы, как наличие у компании четкой экологической политики, программ корпоративной социальной ответственности (КСО) и бережливое производство, направленное на минимизацию отходов.

На рис. 1 представлены диаграммы опроса о факторах влияния на выбор продукта и работодателя.

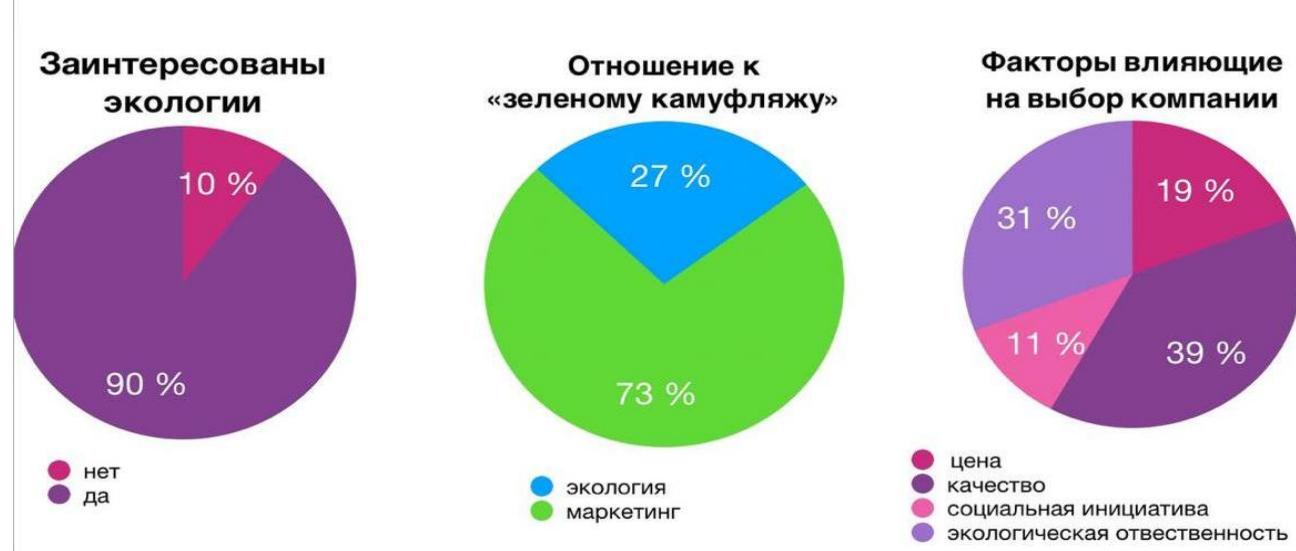


Рис. 1. Диаграммы опроса поколения Z о факторах влияния на выбор продукта и работодателя (составлено автором)

Практическое влияние на устойчивое производство и экологическую безопасность

Запросы поколения Z уже сегодня оказывают прямое воздействие на производственные и управленические процессы. Компании, стремящиеся привлечь молодых талантливых сотрудников и лояльных потребителей, вынуждены трансформировать свои подходы.

Во-первых, происходит внедрение и совершенствование систем экологического менеджмента (напр., в соответствии с ISO 14001) для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Во-вторых, растет спрос на «зеленые» технологии и возобновляемые источники энергии. В-третьих, бизнес активно внедряет принципы циркулярной экономики и бережливого производства, что напрямую способствует экологической безопасности. Данные тенденции можно систематизировать и представить в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1

Направления влияния запросов поколения Z на производственные процессы

Запрос поколения Z	Ответ производственного сектора	Вклад в устойчивое развитие и экологическую безопасность
Прозрачность цепочки поставок	Внедрение технологий прослеживаемости (RFID, блокчейн)	Снижение рисков использования несертифицированного сырья, контроль за экологическими стандартами на всех этапах
Снижение углеродного следа	Оптимизация логистики, переход на ВИЭ, энергосберегающие технологии	Снижение выбросов парниковых газов, повышение энергоэффективности производства
Минимизация отходов	Внедрение принципов Zero Waste и бережливого производства	Сокращение объема захораниваемых отходов, переход к замкнутым производственным циклам
Этика и социальная ответственность	Развитие программ КСО, улучшение условий труда	Повышение социально-экологической ответственности бизнеса

Вышеперечисленные направления развития производственного сектора дают возможность получить положительный экологический эффект, такой как: снижение рисков использования несертифицированного сырья, контроль за экологическими стандартами на всех этапах производства, снижение выбросов парниковых газов, повышение энергоэффективности производства, сокращение объема захораниваемых отходов, переход к замкнутым производственным циклам. И как результат повышение социально-экологической ответственности бизнеса в целом.

Заключение и выводы

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что поколение Z является не просто пассивным потребителем, а активным агентом изменений в области устойчивого производства и экологической безопасности. Их ценности, подкрепленные цифровой грамотностью и доступом к информации, формируют новый рыночный спрос и требования к работодателям.

Это вынуждает промышленные предприятия пересматривать свои стратегии, инвестировать в «зеленые» технологии, повышать прозрачность и внедрять принципы социальной и экологической ответственности на всех уровнях управления. Таким образом, зумеры выступают катализатором перехода к более устойчивой и безопасной экономической модели, а их влияние будет только усиливаться по мере их дальнейшей интеграции в экономику и общество.

Список литературы:

1. Хломов К.Д., Бочавер А.А., Корбут А.М. Цифровая социализация: психологические последствия и новые возможности // Психологические исследования: электрон. науч. журн. – 2019. – Т. 12. – № 66. – С. 1. – URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2019v12n66/1845-khlomov66.html> (дата обращения: 20.05.2024).
2. Нестик Т.А., Тихомандрицкая О.А. Отношение к будущему и установки в сфере охраны окружающей среды у представителей разных поколений россиян // Национальный психологический журнал. – 2020. – № 2(38). – С. 47–60.
3. Тихонова Е.В. Устойчивое развитие и «зеленая» экономика: учеб. пособие. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2021. – 231 с.
4. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об охране окружающей среды» // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 20.05.2024).
5. Deloitte. The Deloitte Global 2022 Gen Z and Millennial Survey. – 2022. – URL: <https://www.deloitte.com/global/en/issues/work/content/genzmillennialsurvey.html> (дата обращения: 20.05.2024).
6. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. – Введ. 2016-03-15. – М.: Стандартинформ, 2016. – 36 с.

Информация об авторе:

Балакина Валерия Александровна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И АНАЛИЗУ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ РИСКА

Гиёсзода Д. А.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Шварцбург Л. Э.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к оценке опасности химических веществ и анализу существующих факторов риска на опасных производственных объектах (ОПО). Статья подчеркивает важность системного подхода к оценке экологической безопасности и интеграции принципов устойчивого развития в промышленные процессы.

Ключевые слова: оценка рисков, опасные производственные объекты (ОПО), химическая безопасность, интегрированные системы анализа рисков, экологическая безопасность.

Мировой практикой одним из самых эффективных методов работы с техногенными авариями признана оценка рисков и прогнозирование чрезвычайных ситуаций, большинство стран ЕАЭС внедряют риск – ориентированный подход в свои нормативные документы в области обеспечения промышленной безопасности, что позволяет отказаться от лишних бюрократических процедур дополнительного стандартизирования и делает более эффективной всю работу, направленную на благосостояние человека и экологии. Таким документом с недавнего времени является регламент «О безопасности машин и оборудования», основной миссией которого является обеспечение здоровья человека и нормальная окружающая среда.

Одним из важнейших элементов подтверждения соответствия стандартам безопасности является составление обоснования безопасности, которое включает в себя анализ рисков и информацию о мерах безопасности на всех этапах эксплуатации. Этот документ дополняется результатами оценки рисков после проведения капитальных ремонтов оборудования. Основной особенностью количественных методов оценки рисков для опасных производственных объектов (ОПО) является их способность рекомендовать конкретные меры по предотвращению аварий, а также выявлять уязвимости в технических системах, что позволяет повысить уровень безопасности и более рационально распределять ресурсы [1].

Как в России, так и за рубежом, существует широкий опыт в области анализа рисков, который включает как количественные, так и качественные методы. Количественные методы могут быть как предварительными, так и более подробными, используя математические модели для оценки выбросов

опасных веществ, их распространения, а также для расчета индивидуальных рисков вблизи источников опасности. Эти методы различаются по точности прогноза и объему исходных данных, а выбор подходящего метода зависит от конкретных задач и целей [2]. Все математические модели для оценки последствий аварий и рисков можно условно разделить на три группы: сложные исследовательские модели, упрощенные модели для экспресс-оценки и инженерные модели. Важно подчеркнуть, что существуют также комплексные системы для анализа опасности и оценки рисков, такие как **ARAC** (Accident Risk Analysis Code) – система для анализа риска аварий, **NASA** (International Institute for Applied Systems Analysis) – международный институт, разрабатывающий комплексные системы анализа рисков, **SAFETI** (System for the Analysis of Frequency of Events and Their Impact) – система для анализа частоты событий и их воздействиями, **МЕРА8** (Методология Оценки Рисков Аварии) – российская система оценки рисков, разработанная для анализа производственных процессов), которые представляют собой интегрированные решения. Эти системы используют различные базы данных и модели, что позволяет проводить более широкий спектр анализа аварийных ситуаций (рис. 1).

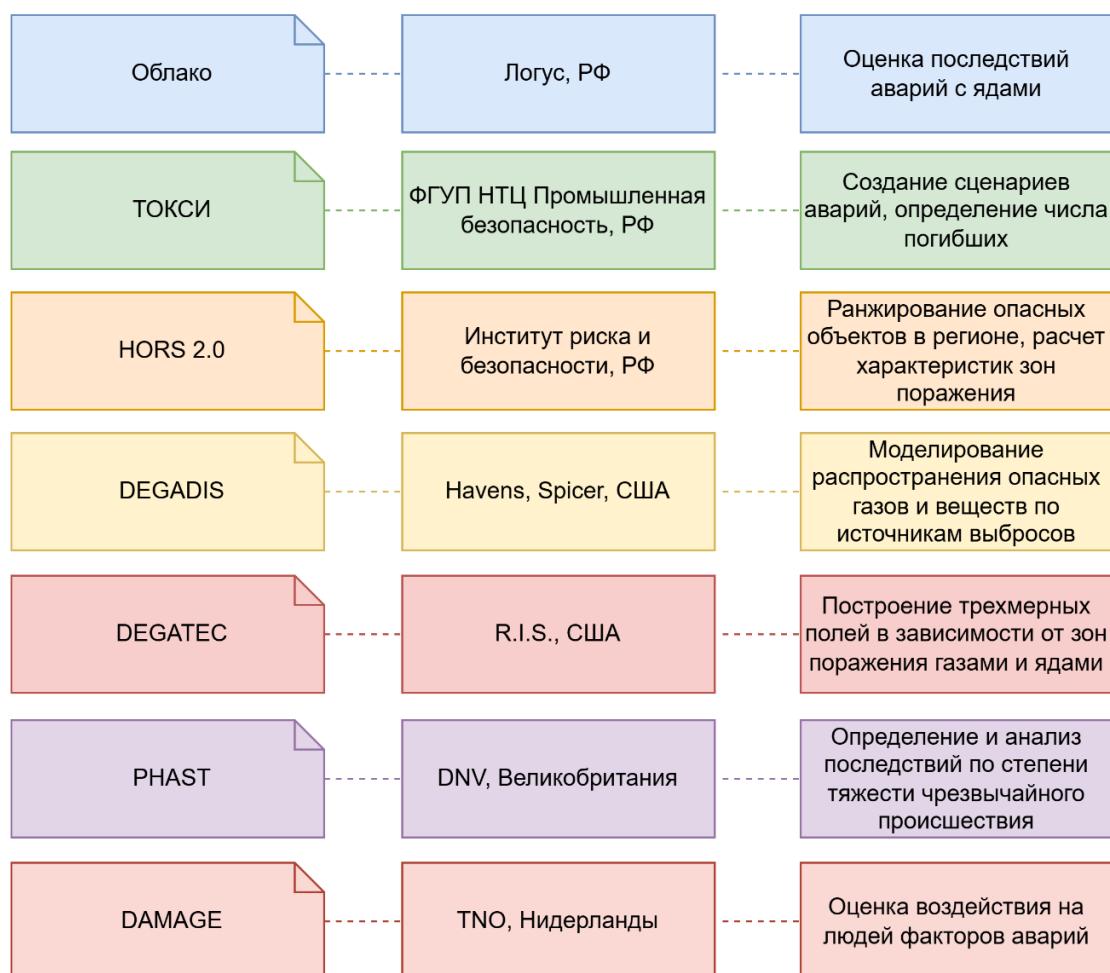


Рис. 1. Компьютерные программы для оценки последствий и риска промышленных аварий на ОПО (Название программы – Страна – Разработчик – Область применения)

Как видно из рисунка 1, представленные системы технологически решают проблемы предотвращения трагедий и работы с последствиями аварий. На данный момент нет информации, что правообладатели отзовали свои лицензии и какие-либо программы планируется замещать.

Большинство моделей и систем анализа рисков предназначены для оценки отдельных сценариев аварий и факторов опасности, не охватывая общий риск объекта. Для количественной оценки рисков на опасных производственных объектах (ОПО) эти модели часто малоэффективны, так как требуют анализа множества аварийных сценариев. Они применяются лишь в специфических случаях, когда можно ограничиться небольшим количеством сценариев. Современные промышленные объекты требуют оценки рисков на химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятиях, однако методики количественной оценки рисков и их последствий остаются разрозненными [3].

Интегрированные системы анализа опасности и оценки рисков на ОПО часто используют модели, ориентированные на конкретные объекты и кратковременные источники опасных выбросов, не учитывая экономический ущерб. Одной из наиболее полных систем индикаторов является индекс экологической эффективности, разработанный Комиссией ООН по устойчивому развитию. Он оценивает страну по 22 показателям в 10 категориях, включая состояние экологии, биологическое разнообразие, изменение климата, здоровье населения и экономическую деятельность.

Заслуживает внимания и система индикаторов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), направленная на поддержание глобальной стратегии «зеленого роста». Система оценивает такие аспекты, как углеродная и энергоэффективность, использование материалов и водных ресурсов, а также производительность с учетом экологических факторов.

Большие корпорации также стремятся интегрировать принципы устойчивого развития, что проявляется в улучшении их экологической отчетности, включая техногенные и социальные КПІ – отчеты. Начиная с 1999 г. индекс устойчивого развития Доу-Джонса (DJSI) оценивает предприятия по экономическим, социальным и экологическим нормам управления. Каждое предприятие обязано ежегодно улучшать свои планы устойчивого развития. На 2020 год по индексу оценивалось более 10 000 компаний мира. Такой подход направлен на то, чтобы и крупный и малый бизнес добровольно стандартизовался по международным параметрам, что в конечном итоге позволит унифицировать подход в применении канцерогенных веществ и выработать стандарт безопасности людей и экологии.

К таким стандартам относятся, прежде всего, международные нормы серии ISO. Стандарты ISO 14000, направленные на экологический менеджмент, предоставляют предприятиям инструмент для снижения негативного воздействия на природу через внедрение экологической политики, целей и задач. Постоянная работа по достижению поставленных задач позволяет оценивать эффективность в сфере охраны окружающей среды. Среди

преимуществ внедрения этих стандартов можно выделить: оптимизацию процессов использования ресурсов и сырья, снижение риска наложения штрафных экологических санкций и улучшение конкурентоспособности как на национальном, так и на международном рынках. Регулярное составление эколого-экономических отчетов странами в рамках официальной статистики поможет достичь сопоставимости данных на международном уровне. Такой подход решает одну из важнейших задач – проведение сравнительного анализа экологических показателей, улучшая качество статистической информации и углубляя понимание ключевых измеряемых концепций.

Оценка внедрения концепции устойчивого развития основывается на использовании практических и измеряемых индикаторов качества. Эффективность их применения зависит от множества факторов: качества данных, их полноты, недостаточности индикаторов, а также времени, необходимого для развития и внедрения этих индикаторов устойчивости. На рисунке 2 представлена модель функционирования системы оценки экологической безопасности предприятия.

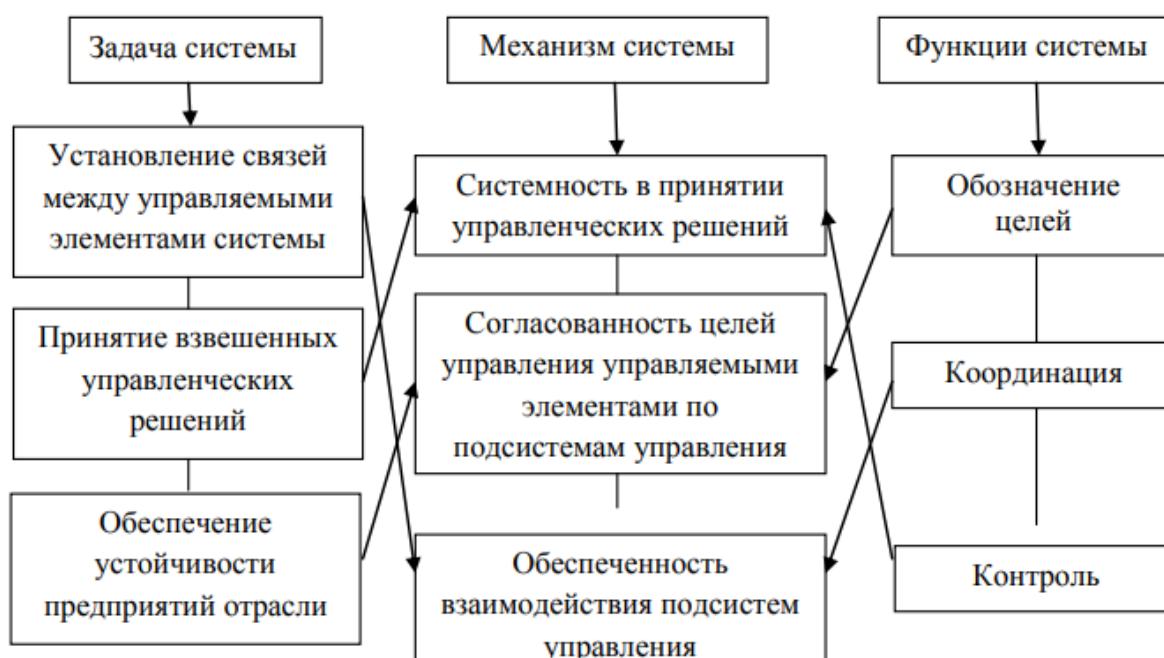


Рис. 2. Функционирование системы оценки экологической безопасности предприятия

Представленная фактура системы направлена на решение ключевых задач нефтехимической отрасли – обеспечение взаимодействия систем по принципу «согласованности», который не допускает конфликта по целям регулирования.

Список литературы:

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания // СПС «КонсультантПлюс».
2. Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология: учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 526 с.
3. Колесников Е.Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности: учебник и практикум для вузов / Е.Ю. Колесников, Т.М. Колесникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2023. – 471 с.

Информация об авторе:

Гиёсзода Далер Абдувосеъ – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Шварцбург Леонид Эфраимович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ НА ОЦЕНКУ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Дегтярева С. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ягольницер О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье исследуется влияние перехода на новые санитарно-гигиенические нормативы (СанПиН 1.2.3685-21) на оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах Челябинской области. Проведен сравнительный анализ динамики комплексного индекса загрязнения атмосферы ($ИЗА_5$) за период 2017–2022 гг. для городов Челябинск, Магнитогорск и Златоуст. Показано, что наблюдаемый резкий рост оценочных показателей в 2021–2022 гг. в значительной степени обусловлен ужесточением нормативов ПДК, а не реальным увеличением объема выбросов. Сделан вывод о возникновении методического разрыва, искажающего ретроспективный анализ тенденций и затрудняющего объективную оценку эффективности природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха, индекс загрязнения атмосферы ($ИЗА$), СанПиН 1.2.3685-21, предельно допустимая концентрация (ПДК), промышленные центры, Челябинская область.

Объективная оценка качества атмосферного воздуха является фундаментальной основой для разработки и реализации эффективной экологической политики. В Российской Федерации основным инструментом для такой оценки служит комплексный индекс загрязнения атмосферы ($ИЗА$), рассчитываемый на основе превышения среднегодовых концентраций загрязняющих веществ над их предельно допустимыми концентрациями (ПДК) [1]. Однако достоверность и сопоставимость данных за различные периоды напрямую зависят от стабильности используемой нормативной базы. Введение с 1 января 2021 года новых санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 [2], установивших значительно более жесткие нормативы ПДК для ряда ключевых загрязнителей, создало прецедент, требующий отдельного изучения. Целью данного исследования является анализ влияния изменения нормативов ПДК на формализованную оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах Челябинской области.

В основу работы положен анализ данных ежегодных государственных докладов и статистических ежегодников о состоянии окружающей среды Челябинской области [3, 4, 5] и Росгидромета за период с 2017 по 2022 год. Основным объектом исследования выступили значения комплексного индекса

загрязнения атмосферы (ИЗА_5), стандартного индекса (СИ) и наибольшей повторяемости (НП) превышения ПДК для городов Челябинск, Магнитогорск и Златоуст.

Методика расчета ИЗА_5 регламентирована руководящим документом РД 52.04.667-2005 [1] и представляет собой сумму нормированных по ПДК среднегодовых концентраций пяти приоритетных загрязняющих веществ:

$$I(l) = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left(\frac{q}{\text{ПДК}_{cc}} \right)^{c_i},$$

где I – вещества, присутствующие в атмосфере;

q – среднегодовая концентрация i -го вещества;

c_i – безразмерная константа, позволяющая привести степень вредности i -го вещества к вредности диоксида серы.

Сравнительный анализ проводился для двух периодов: до (2017–2020 гг.) и после (2021–2022 гг.) введения новых нормативов, с учетом степени ужесточения ПДК для основных загрязнителей.

Проведенный анализ выявил выраженную аномалию в динамике оценочных показателей. За период 2017–2020 гг. во всех промышленных центрах наблюдалась устойчивая положительная тенденция к снижению ИЗА_5 до значений, соответствующих «повышенному» уровню загрязнения (рис. 1).

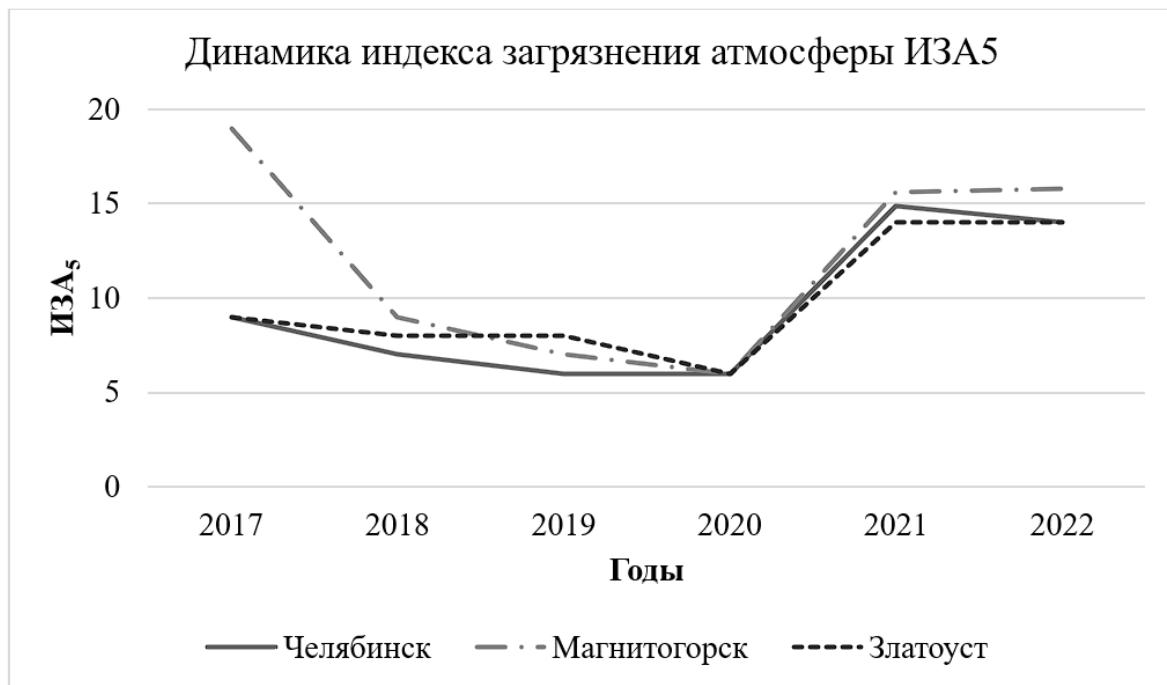


Рис. 1. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА_5) в промышленных центрах Челябинской области в 2017–2022 гг.

Однако в 2021 году произошел резкий скачок индекса, в результате чего все города были отнесены к категории с «очень высоким» уровнем загрязнения ($\text{ИЗА}_5 \geq 14$) (табл. 1).

Таблица 1

Значения ИЗА₅ в 2020–2022 гг.

Промышленный центр	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Индекс загрязнения атмосферы ИЗА ₅						
Челябинск	9	7	6	6	14,9	14
Магнитогорск	19	9	7	6	15,6	15,8
Златоуст	9	8	8	6	14	14

Ключевым фактором, объясняющим данный скачок, является не увеличение масс выбросов, а кардинальное ужесточение нормативов ПДК_{сс} согласно СанПиН 1.2.3685-21 [2]. Для основных загрязнителей, формирующих ИЗА в регионе, изменения составили:

- формальдегид: ужесточение ПДК в 3,3 раза (с 0,003 мг/м³ до 0,001 мг/м³);
- взвешенные частицы (PM₁₀): ужесточение ПДК в 2 раза (с 0,15 мг/м³ до 0,07 мг/м³);
- марганец и его соединения: ужесточение ПДК в 20 раз (с 0,001 мг/м³ до 0,00005 мг/м³);
- фенол: ужесточение ПДК в 2 раза (с 0,003 мг/м³ до 0,0015 мг/м³).

Таким образом, одна и та же фактическая концентрация загрязняющего вещества после 2021 года стала учитываться в расчете ИЗА с гораздо большим «весом». Это привело к методическому разрыву в данных, делающему некорректным прямое сравнение уровней загрязнения до и после 2021 года без пересчета ретроспективных данных по новым нормативам.

Данное обстоятельство ставит под сомнение объективность оценки эффективности реализуемых природоохранных мероприятий. Статистика показывает, что предприятия сокращают валовые выбросы, однако оценочный индекс демонстрирует ухудшение ситуации, что противоречит фактическим данным.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Установлено, что резкое увеличение значений индекса ИЗА₅ в промышленных центрах Челябинской области в 2021–2022 гг. в значительной степени является артефактом, вызванным изменением нормативной базы, а не реальным ростом загрязнения.

2. Введение СанПиН 1.2.3685-21 создало системный методический разрыв, затрудняющий проведение ретроспективного анализа и корректное отслеживание долгосрочных тенденций изменения качества атмосферного воздуха.

3. Для обеспечения достоверности и преемственности данных мониторинга необходимы:

- пересчет значений ИЗА за предыдущие годы (как минимум, за 5–10 лет) в соответствии с новыми нормативами ПДК для формирования сопоставимого временного ряда;

- разработка и официальное утверждение методических рекомендаций по корректному сравнению и интерпретации данных за периоды, регламентированные разными санитарными нормативами;
- учет данного фактора при оценке эффективности государственных и корпоративных программ, направленных на улучшение качества атмосферного воздуха.

Реализация предложенных мер позволит устраниить существующие противоречия в оценках и обеспечить органы власти, бизнес и общество достоверной информацией, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений в области охраны атмосферного воздуха.

Список литературы:

1. РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. – М.: Гидрометеоиздат, 2006.
2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания // СПС «КонсультантПлюс».
3. Об экологической ситуации в Челябинской области в 2022 году: Государственный доклад. – М.: Министерство экологии Челябинской области, 2023.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения города Челябинска в 2022 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора по Челябинской области, 2023.
5. Статистический ежегодник по Челябинской области. 2022: Стат. сб. / Челябинскстат, 2022.

Информация об авторе:

Дегтярева Софья Алексеевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ягольницер Ольга Владимировна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ И ВАЖНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ИМИ

Захарова В. Д.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены классификации чрезвычайных ситуаций, причины их возникновения, а также отражена важность управления ими.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, управление, классификация.

По данным Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий в 2024 году произошло 272 чрезвычайных ситуаций. Их ранжирование представлено на рисунке 1.

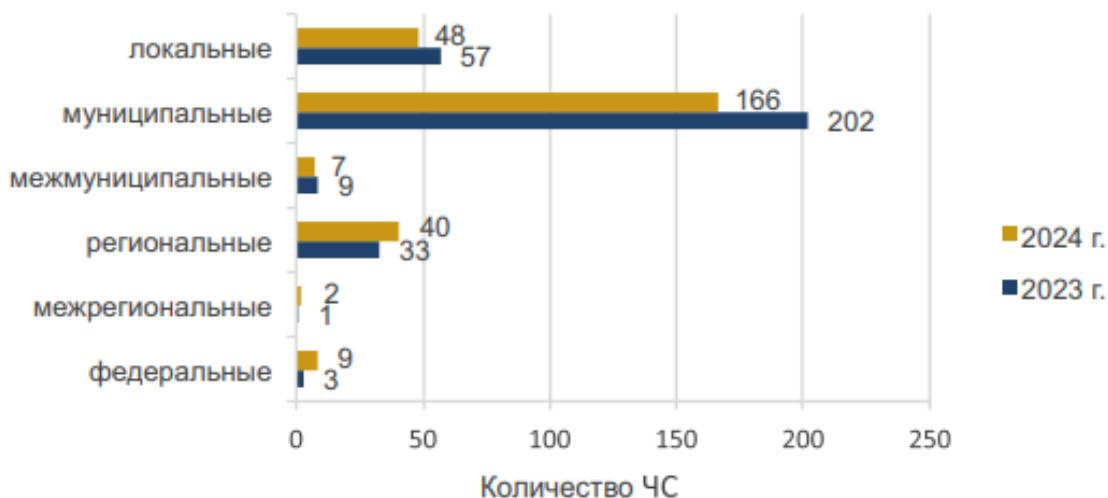


Рис. 1. Динамика распространения ЧС по масштабам в 2023-2024 г.

Возрастающее число чрезвычайных ситуаций различного характера, происходящих в современном мире, приводит к значительным человеческим жертвам, материальным потерям и серьезным последствиям для экономики государств. Управление такими ситуациями становится критически важным аспектом национальной безопасности и устойчивого развития любого государства.

В условиях глобализации риск возникновения внештатных ситуаций возрастает многократно, поскольку природные катаклизмы, аварии на промышленных объектах, военные испытания и эпидемиологические заболевания способны мгновенно распространяться за пределы отдельных

регионов и стран. Эффективное управление этими рисками требует разработки комплексных мер реагирования, включая подготовку населения, создание инфраструктуры защиты и системы раннего предупреждения.

Чрезвычайные ситуации – это объединение условий и обстоятельств, создающих опасную для жизнедеятельности человека обстановку на территории в результате катастрофы, аварии или опасного природного явления. Их классификация по характеру источника представлена на рисунке 2.

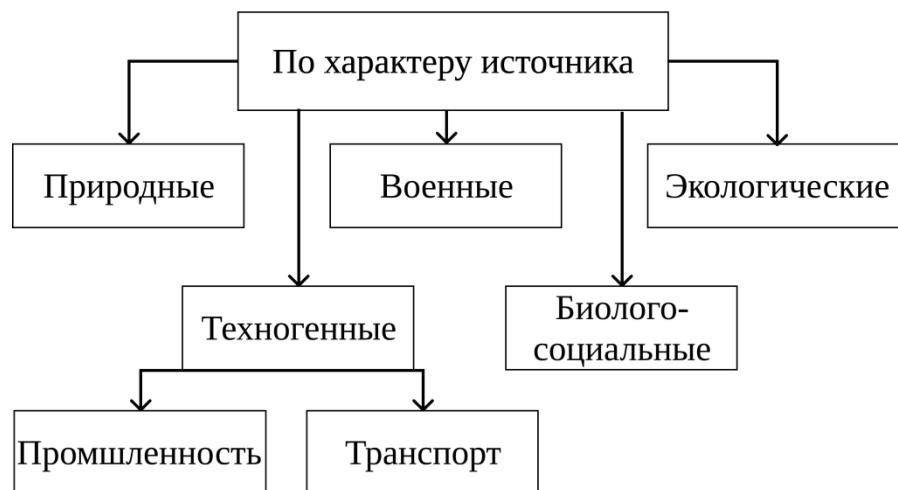


Рис. 2. Классификация чрезвычайных ситуаций по характеру источника

Причины возникновения чрезвычайных ситуаций разнообразны их классификация представлена на рисунке 3.



Рис. 3. Причины чрезвычайных ситуаций

Несмотря на то, что каждая категория чрезвычайных ситуаций имеет свою специфику, их объединяет общий принцип, который заключается в необходимости быстрой реакции и четкого взаимодействия всех задействованных служб и ведомств для минимизации последствий. Эффективное управление внештатными ситуациями требует комплексного подхода, представленного на рисунке 4.



Рис. 4. Основные этапы управления чрезвычайными ситуациями

Первый этап заключается в проведении мероприятий, целью которых является повышение готовности к возможно-предполагаемым чрезвычайным ситуациям. Проведение таких мероприятий по планированию и предотвращению чрезвычайных ситуаций в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) субъектов Российской Федерации осуществляется на основе межрегиональных планов взаимодействия субъектов Российской Федерации, а также планов действий по предупреждению, предоставлению и ликвидации чрезвычайных ситуаций органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации силами и средствами РСЧС соответствующих субъектов Российской Федерации.

Подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях проводится в различных организациях, включая образовательные учреждения, по месту

жительства, а также через распространение знаний о защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций. Она включает в себя обеспечение безопасности людей на водоемах и использование специализированных технических средств для оповещения и информирования населения в местах скопления людей.

Этап реагирования начинается с момента возникновения чрезвычайной ситуации и включает в себя действия, направленные на спасение жизней и защиту здоровья людей, а также минимизацию ущерба.

Заключающим этапом является – восстановление. Он начинается сразу после того, как угроза, связанная с чрезвычайной ситуацией, была устранена. Этот этап играет критически важную роль в возвращении общества к нормальному социальному функционированию инфраструктуры и включает в себя несколько ключевых задач:

- оценка ущерба: проведение анализа последствий чрезвычайных ситуаций для определения масштабов разрушений и необходимых ресурсов для восстановления;
- восстановление инфраструктуры: ремонт и восстановление разрушенных объектов, включая жилые дома, дороги, мосты и социальные учреждения;
- поддержка пострадавших: обеспечение материальной и социальной помощи людям.

Таким образом, чрезвычайные ситуации представляют собой события, которые выходят за рамки функционирования общества. Вышеперечисленный подход к регулированию чрезвычайных ситуаций не только спасет жизни, но и способствует экономической стабильности, а также минимизации последствий на окружающую среду.

Список литературы:

1. Певцов Б.Г. Защита производственного персонала и окружающей среды в ЧС: учеб. пособие. – М: ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», 2010. – 154 с.
2. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7807?ysclid=mfb14wj5nm809535700> (дата обращения: 10.09.2025).

Информация об авторе:

Захарова Виктория Дмитриевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИИ ПИЩЕВОГО ПРОФИЛЯ

Иванов В. А.

*Научные руководители: к.х.н., доц. Мелехина Л. А,
к.х.н., доц. Подшивалова М. В., к.т.н., доц. Фролова Г. А.*

ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
г. Егорьевск, Российская Федерация

Аннотация. В работе была предложена программа мониторинга экологического состояния атмосферного воздуха на предприятии пищевого профиля.

Ключевые слова: атмосферный воздух, мониторинг.

В современном мире качество атмосферного воздуха становится одним из ключевых факторов, влияющих на здоровье человека и экологическое состояние планеты. Понимание важности экологического контроля воздушной среды необходимо для предотвращения негативных последствий, связанных с загрязнением. Растущая индустриализация, увеличение автомобильного трафика и изменения климата способствуют тому, что уровень загрязняющих веществ в воздухе значительно возрастает. Эффективный мониторинг, как инструмент экологического контроля позволяет не только своевременно выявлять источники загрязнения, но и разрабатывать стратегии по улучшению качества атмосферного воздуха, тем более на предприятиях пищевого профиля.

Предприятие пищевого профиля – это организация, занимающаяся производством, переработкой и сбытом продуктов питания. На таких предприятиях образуется ряд веществ, которые могут представлять опасность для здоровья человека и окружающей среды.

Отходы пищевого производства (овощи, фрукты, мясные обрезки) могут привести к загрязнению почвы и воды при неправильной утилизации, а также способствовать развитию патогенных микроорганизмов.

Отходы упаковки, особенно пластиковые сложно поддаются разложению и могут загрязнять окружающую среду, если не переработаны должным образом.

Таким образом, регулярный мониторинг атмосферного воздуха обязателен и является важной частью управления качеством на предприятиях пищевого профиля и способствует обеспечению здоровья как работников, так и конечных потребителей.

Современные технологии автоматизации анализа атмосферного воздуха играют критическую роль в обеспечении чистоты и безопасности нашего окружающего мира. Использование инновационных решений позволяет

значительно повысить точность измерений и оперативность сбора данных, что, в свою очередь, способствует более эффективному реагированию на изменения в качестве воздуха.

Правовые основы общественного контроля за охраной окружающей среды в Российской Федерации регулируются несколькими ключевыми нормативно правовыми актами:

1. Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Этот закон устанавливает основы государственной политики в области охраны окружающей среды [1].

2. Федеральный закон от 21 июля 2014 года № 212-ФЗ «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» также применим к сфере охраны окружающей среды, поскольку он определяет механизмы и формы осуществления общественного контроля [2].

3. Федеральный закон № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» [3].

Эти законы обеспечивают гражданам и общественным объединениям право на мониторинг состояния окружающей среды, проведение экспертиз экологических проектов и участие в обсуждениях, связанных с экологическими проблемами.

Исходя из № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» мониторинг – это система наблюдений за состоянием окружающей среды, которая включает сбор, анализ и оценку данных [1].

Процесс мониторинга состоит из нескольких основных этапов, каждый из которых играет очень важную роль в обеспечении его эффективности:

1. Планирование мониторинга (определение целей и задач, выбор объектов и параметров, подлежащих наблюдению, разработка методологии и выбор инструментов).

2. Сбор данных (проведение полевых исследований для получения информации о состоянии окружающей среды, сбор данных с использованием технических средств).

3. Обработка и анализ данных (систематизация собранных данных, применение аналитических методов для интерпретации результатов и выявления тенденций).

4. Оценка состояния окружающей среды (сравнение данных с установленными нормами и стандартами, выявление отклонений и проблемных зон).

5. Доклад о результатах (подготовка отчетов, в которых обобщаются основные результаты мониторинга, информирование заинтересованных сторон государственных и общественных организаций).

6. Разработка мероприятий (формулирование рекомендаций по улучшению состояния окружающей среды, определение необходимых действий для решения выявленных проблем и предотвращения негативных воздействий).

7. Мониторинг и контроль (постоянное отслеживание динамики измерений в окружающей среде, корректировка стратегий и действий, на основе полученных данных и анализов).

В рамках работы предлагается следующая программа мониторинга, которая была разработана в соответствии с нормативно правовыми актами [4].

В таблице 1 рассмотрены мероприятия, которые проводятся на предприятии в рамках производственного экологического контроля. В таблице 1 указано место отбора проб, периодичность их отбора, перечень определяемых показателей, методика определения.

Таблица 1
Детали отбора проб

Место отбора проб	Периодичность отбора проб	Перечень определяемых показателей	Оборудование	Методика определения
Предприятие пищевого профиля	Один раз в месяц	Аммиак	Спектрофотометр или фотоэлектроколориметр, позволяющий измерять оптическую плотность при длине волны 420–460 нм Спектрофотометр MC122	Методика измерений Массовой концентрации аммиака В промышленных выбросах в атмосферу Фотометрическим методом Пнд ф 13.1.33-2002 (фр.1.31.2009.06093)

Местом отбора проб является предприятие пищевого профиля.

Периодичность отбора проб и методика определения аммиака выбрана в соответствии с вышеупомянутым РД [4, 5].

В перечне определяемых показателей присутствует аммиак. Аммиак чаще всего используют в холодильных установках. Он относительно дешев и обеспечивает хороший теплоотвод из больших и сверхбольших холодильных камер.

Выбранное оборудование отлично подходит для анализа атмосферного воздуха, также они занесены в реестр средств измерений. Также у них множество плюсов по сравнению с их конкурентами, а именно: точность результатов, универсальность, быстрота проведения анализа и возможность автоматизации процесса.

Организация, которая осуществляет измерения качества атмосферного воздуха должна быть аккредитована, и иметь запись в реестре аккредитованных лиц в Росреестре.

Пробы отбираются в соответствии с ГОСТ 34457-2018 [5] и ГОСТ 17.2.4.03-81 [6], далее проводят химический анализ состава проб.

В таблице 2 представлены нормы ПДК.

Таблица 3

Значение ПДК

Вещество	ПДК, мг/кг
Аммиак	20

Можно сделать вывод, что имеются небольшие превышения ПДК крахмала и аммиака в атмосферном воздухе на данном предприятии. Дальнейший мониторинг необходим, чтобы контролировать ситуацию. Предложенная мной программа может быть использована для улучшения состояния атмосферного воздуха и охраны окружающей среды.

Список литературы:

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция). Текст: электронный // Система Консультант [consultant]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.
2. Федеральный закон «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» от 21.07.2014 № 212-ФЗ (последняя редакция). Текст: электронный // Система Консультант [www.consultant.ru]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165809/.
3. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ (последняя редакция) Текст: электронный // Система Консультант [www.consultant.ru]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/.
4. РД 52.04.186-89. Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=364908>.
5. ПНД Ф 12.1.1-99. Методические рекомендации по отбору проб при определении концентраций вредных веществ (газов и паров) в выбросах промышленных предприятий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200034731>.

Информация об авторе:

Иванов Вячеслав Александрович – студент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научные руководители:

Мелехина Лариса Александровна – к.х.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Подшивалова Марина Владимировна – к.х.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Фролова Галина Александровна – к.т.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТАРИФНЫХ СХЕМ

Икрамова Д. З.

Научный руководитель: к.т.н., и.о. проф. Светашев А. А.

Ташкентский государственный транспортный университет (ТГТУ),
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы тарифной разобщенности городского и пригородного транспорта Ташкентской агломерации. На основе анализа действующих тарифных схем выявлены ключевые различия и барьеры, препятствующие формированию единой системы оплаты.

Ключевые слова: интегрированный тариф; общественный транспорт; пригородные перевозки; тарифная политика; унификация тарифов.

Актуальные тарифные параметры являются важной исходной базой для разработки модели интегрированного тарифа, объединяющего городские и пригородные виды пассажирского транспорта. В данном разделе проводится анализ действующих тарифных схем, применяемых в городе Ташкент и Ташкентской области, с целью выявления существующих различий и оценки потенциала для их унификации.

Основные принципы тарификации. Разработка интегрированного тарифа между городским и пригородным транспортом требует не только учёта стоимости проезда, но и выработки понятных и универсальных правил, по которым будет производиться расчёт в автоматизированной системе. Эти правила должны учитывать поведенческую логику пассажира, технические ограничения оборудования, нормативные рамки, а также обеспечивать финансовую устойчивость оператора перевозок.

Ниже представлены ключевые принципы, положенные в основу методики интегрированной тарификации:

1. Интегрированная поездка как единая логическая цепочка перемещений

Интегрированная поездка рассматривается как последовательность перемещений с участием городского и пригородного транспорта, осуществлённая в рамках единого маршрута и ограниченного временного окна. Ключевым критерием признания поездки «интегрированной» является соблюдение временного интервала между первым и последующим валидированием карты АТТО в другом виде транспорта. В рамках предлагаемой методики, данный интервал составляет 60 минут, аналогично действующей системе компенсаций в городском транспорте. Это значит, что

если пассажир, оплатив городской автобус или метро, садится в пригородный поезд в течение часа – его маршрут признаётся единым, а к оплате применяется интегрированный тариф.



Рис. 1. Основные принципы тарификации

2. Компенсационное окно – 60 минут с момента первой валидации

Компенсационное окно представляет собой установленный временной промежуток, в течение которого допускается бесплатная или льготная пересадка между видами транспорта. В городской транспортной системе Ташкента карта АТТО уже использует аналогичный принцип: при пересадке в течение 60 минут с момента первой валидации на другом виде транспорта (автобус, метро, маршрутка), применяется скидка либо проезд становится бесплатным. Методика интеграции расширяет действие данного окна и на пригородные железнодорожные маршруты, при условии, что валидация в вагоне или у контролёра будет произведена в пределах одного часа от начала маршрута.

Дополнительно сохраняется 30-минутное ограничение на повторную валидацию в том же транспортном средстве (например, если пассажир случайно повторно валидирует карту в том же автобусе) – такая операция не должна запускать новую поездку и не влечёт за собой повторное списание средств.

3. Применение фиксированной скидки при пересадке между городом и пригородом

В электропоездах пригородного сообщения Ташкентского железнодорожного узла проезд оплачивается путем приобретения разового проездного билета в кассах на крупных станциях и вокзалах или непосредственно в вагоне у контролера, при посадке на промежуточных остановочных пунктах. Также оплату проезда в вагоне можно производить по мобильному терминалу у контролера транспортными картами АТТО и онлайн

банковскими картами. Расчет стоимости проезда производится стоимость единого тарифа для выбранного направления плюс комиссионный сбор.

В таблице ниже приведены финальные расценки стоимости проезда для каждого направления, как для взрослого пассажира так и для детей от 7 до 10 лет включительно [7]:

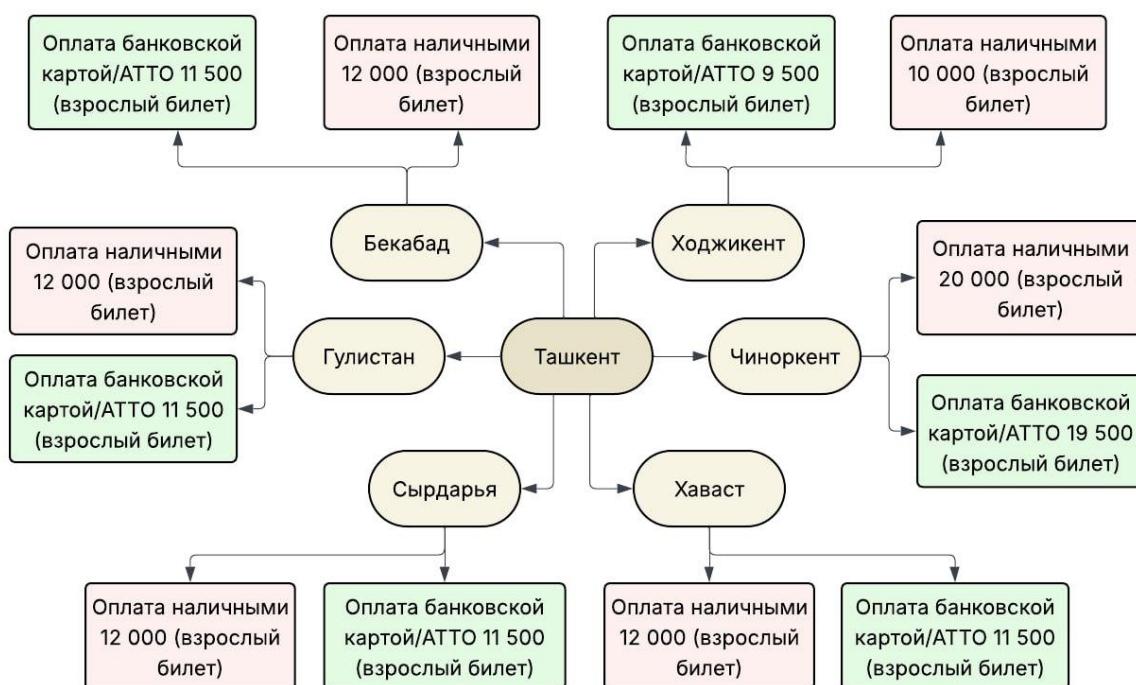


Рис. 2. Стоимость проезда в пригородных электропоездах Ташкентского РЖУ

При разработке интегрированного тарифа для комбинированных поездок на городском и пригородном транспорте особое внимание уделялось обоснованию размера предлагаемой фиксированной скидки, применяемой при пересадках. Величина скидки должна быть экономически оправданной, способствовать стимулированию пассажиропотока и обеспечивать финансовую устойчивость операторов перевозок.

Обоснование параметров интегрированного тарифа. Разработка интегрированного тарифа «город – пригород» требует сбалансированного подхода, учитывающего интересы как пассажиров, так и транспортных операторов. Предлагаемая модель направлена на устранение тарифного разрыва между городскими и пригородными маршрутами и основана на действующих технических возможностях цифровой платформы АТТО.

Стоимость цепочки из n городских валидаций (в пределах одного пересадочного окна) сумма стоимости отдельных валидаций определяется по формуле:

$$C^{urb}(n) = \sum_{i=1}^n C_i y_i e_i \quad (1)$$

где, C_i – стоимость i -й валидации с учётом правил АТТО.

В настоящее время пассажиры, совершающие пересадку с городского транспорта на пригородный поезд (или в обратном направлении), вынуждены оплачивать обе части маршрута по отдельным тарифам. Это приводит к существенным затратам, особенно при регулярных поездках.

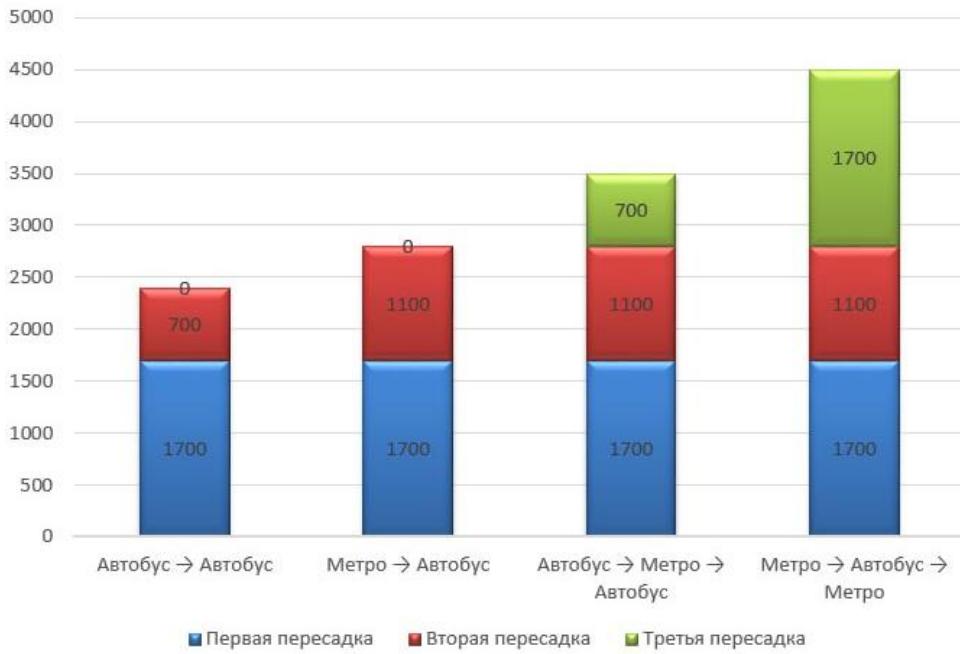


Рис. 4. Стоимость типовых городских связок при оплате картой АТТО в пределах 60 минут

Анализ расходов пассажиров при существующей системе оплаты показывает высокую стоимость совмещённых поездок «город – пригород». В таких условиях каждая поездка оплачивается отдельно, что значительно увеличивает суммарные затраты населения. Стоимость одной связки поездок без интеграционного тарифа определяется формулой:

$$C^{\text{баз}} = T_1 + T_2 + T_{tr} \quad (2)$$

где T_1 – стоимость первой городской валидации (АТТО), сум;

T_2 – стоимость второй городской валидации (пересадка), сум;

T_{tr} – стоимость пригородной поездки (наличный тариф), сум.

Месячные расходы одного пассажира:

$$C^{\text{мес}} = n \cdot C^{\text{баз}} \quad (3)$$

где n – число комбинированных поездок на одного пассажира в месяц.

Годовые расходы одного пассажира:

$$C^{\text{год}} = 12 \cdot n \cdot C^{\text{баз}} \quad (4)$$

Среднее месячные расходы для всех пассажиров:

$$C^{\text{ср-мес}} = P \cdot n \cdot C^{\text{баз}} \quad (5)$$

где P – количество пассажиров, совершающих комбинированные поездки.

Внедрение интегрированного тарифа обеспечивает высокую экономическую эффективность как для пользователей, так и для транспортных операторов. При относительно низких издержках на реализацию (в первую очередь – программная доработка АТТО и организация пересадочных узлов), достигается существенная социально-экономическая выгода, способствующая развитию сбалансированной городской мобильности.

В рамках СВА итоговая величина чистой социально-экономической выгоды ($N_{\text{ек}}$) записывается как

$$N_{\text{ек}} = (S_{\text{пасс}} + S_{\text{время}} + S_{CO_2}) \quad (6)$$

Положительное значение $N_{\text{ек}}$ означает социальную оправданность проекта; отрицательное значение – указывает на необходимость пересмотра тарифной политики или схемы компенсации.

- Социальная стоимость выбросов CO₂ (Social Cost of Carbon, SCC) принята в интервале 50–190 \$/т, что в пересчёте на национальную валюту соответствует 650 000–2 470 000 сум за тонну [11].

- При переходе части пассажиров с автомобиля на поездку «поезд+автобус» (10 % от $N_{\text{комб}}$) экономия выбросов CO₂ составит до 15–20 тонн в месяц, что в денежном выражении достигает 20–30 млн сум [11].

Даже при консервативном сценарии (10 % переход с автомобиля) предотвращается до 20 тонн выбросов ежемесячно. В пересчёте на социальную стоимость углерода это соответствует 20–30 млн сум экономии внешних издержек [5]. Единый тариф стимулирует переход на более экологичные виды транспорта и снижает нагрузку на автомобильные дороги, что соответствует стратегическим целям Республики Узбекистан по устойчивому развитию транспортной системы [6].

В результате проведённых расчётов установлено, что внедрение интегрированного тарифа в системе «пригород–город» Ташкентского транспортного узла является социально и экономически оправданным. Несмотря на необходимость частичной бюджетной поддержки, совокупные выгоды населения и общества – экономия времени, снижение транспортных расходов и уменьшение внешних издержек от загрязнения – существенно превышают прямые затраты государства. Интегрированный тариф формирует основу для развития мультимодальной транспортной системы, ориентированной на устойчивую мобильность и повышение качества жизни населения.

Список литературы:

1. Шагимуратова А.А. Роль железнодорожного транспорта в формировании системы транспортно-пересадочных узлов на примере Германии // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 2 (33). – С. 133.

2. Евреенова Н.Ю., Щепниова А.С. О зарубежном опыте обслуживания пассажиров в транспортно-пересадочных узлах // Дневник науки. – 2022. – № 9 (69).
3. Mattsson L.-G. (n.d.). Railway Capacity and Train Delay Relationships // Advances in Spatial Science. – Р. 129–150. – DOI:10.1007/978-3-540-68056-7_7.
4. Odolinski K., & Boysen H. E. (2019). Railway line capacity utilisation and its impact on maintenance costs // Journal of Rail Transport Planning & Management. – № 9. – Р. 22–33. – DOI:10.1016/j.jrtpm.2018.12.001.
5. Илесалиев Д.И. Перспективы и направления транспортного развития Узбекистана в условиях формирования железных дорог Афганистана / Илесалиев Д.И., Махматкулов Ш.Г. // Инновационный транспорт. – 2020. – № 3 (37). – С. 3–6.
6. Осьминин А.Т. О научно-практических проблемах повышения пропускных и провозных способностей линий / Осьминин А.Т. // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. – 2018. – № 1. – С. 37–48.
7. TashTrans.uz [Электронный ресурс] – Режим доступа: tashtrans.uz/transportnye-karty-atto-instruksiya.
8. AJ «O'ZTEMIRYO'LYO'LOVCHI» [Электронный ресурс] – Режим доступа: Uzrailpass.uz.
9. Икрамова Д.З. Проблемы и перспективы развития транспортной логистики в Республике Узбекистан // Транспорт и логистика: цифровые технологии в развитии транзитной отрасли республики, сборник материалов республиканской научно-технической конференции –4, 2022.

Информация об авторе:

Икрамова Диёрахон Зокиржон кизи – докторант, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Светашев Александр Александрович – к.т.н., и.о. профессор, Ташкентский государственный транспортный университет.

ПРИМЕНЕНИЕ МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОТХОДОВ I-II КЛАССА ОПАСНОСТИ

Кривицкая Д. В.

*Научные руководители: к.х.н., доц. Мелехина Л. А,
к.х.н., доц. Подшивалова М. В., к.т.н., доц. Фролова Г. А.*

ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
г. Егорьевск, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы выбора методов контроля отходов I – II класса опасности, которые представляют собой значительную угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Анализируются методы и средства контроля за обращением с опасными отходами.

Ключевые слова: контроль отходов, I-II класса опасности, экологическая безопасность, методы мониторинга, управление отходами.

В современных условиях устойчивого развития важнейшей задачей является эффективное управление отходами, особенно отходами I и II классов опасности, которые представляют собой серьезную угрозу для здоровья человека и окружающей среды. Выбор методов контроля отходов I-II классов опасности является сложной задачей, которая требует комплексного подхода. Он включает в себя различные аспекты: от оценки физических и химических свойств отходов, мониторинга, и воздействия отходов на окружающую среду. Важным фактором является соблюдения законодательно установленных стандартов и нормативов.

Постановление Правительства Российской Федерации № 1305 устанавливает порядок разработки и реализации федеральной схемы, изображённой на схеме (рис. 1), помогающей эффективно управлять опасными отходами [3].

Положение данного постановления включает требования к формированию схемы, ее корректировке и утверждению, а также определяет порядок взаимодействия между различными структурами, что позволяет обеспечить соблюдение экологических норм и стандартов в области обращения с отходами. Это способствует более эффективному использованию ресурсов, улучшению экологической ситуации и повышению ответственности организаций за выполнение своих обязательств в сфере обращения с опасными отходами [3].

Экологический контроль – это система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями требований, в том числе

нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды [2].



Рис. 1. Схема обращения с отходами I и II класса опасности

Существует несколько видов экологического контроля отходов: государственный, производственный и общественный, представленных в таблице 1 [2].

Таблица 1
Виды контроля

№	Вид контроля	Характеристика видов контроля
1	Государственный экологический контроль	Осуществляется органами государственной власти. Основные задачи этого контроля включают мониторинг состояния окружающей среды, оценку уровня загрязнения и количество образуемых отходов.
2	Производственный экологический контроль	Осуществляется непосредственно на предприятиях и организациях. Он включает внутренний мониторинг объемов образуемых отходов, их классификацию и учет. Важной задачей является соблюдение норм и стандартов по обращению с отходами в соответствии с законодательством.
3	Общественный экологический контроль	Осуществляется некоммерческими организациями, активистами и гражданами. Он включает независимый мониторинг состояния окружающей среды, проведение исследований уровня загрязнения в районах проживания.

В рамках производственного экологического контроля рассмотрен мониторинг, который представляет собой систематический процесс сбора, обработки и анализа данных о количестве, составе, источниках и способах обращения с отходами. Он охватывает широкий спектр методов и инструментов, которые помогают органам государственной власти, предприятиям и общественным организациям эффективно управлять отходами, а также минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду и

здравье населения. Мониторинг по масштабам воздействия делится на: глобальный мониторинг, национальный мониторинг, региональный мониторинг, локальный мониторинг [2]. Также мониторинг окружающей среды можно разделить по характеру наблюдения: физический, химический и биологический [8].

Согласно статье 4.1 Федерального закона № 89, отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду разделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, на пять классов опасности: I класс – высокая опасность, II – класс умеренная опасность, III – класс низкая опасность, IV – класс очень низкая опасность и V – класс неопасные отходы [1].

Мониторинг состояния окружающей среды при размещении отходов I–II класса опасности требует комплексного подхода и учета множества факторов, включая данные проектной документации, наблюдения, фоновое состояние окружающей среды, локальные наблюдения, сведения о других источниках загрязнения и материалы ранее проведенных обследований. Эти источники информации обеспечивают всесторонний анализ воздействия объекта на окружающую среду, позволяя выявить изменения, вызванные размещением отходов, и оценить эффективность предложенных мер по охране окружающей среды. Экологический контроль требует разработки программы мониторинга отходов.

Для разработки программы мониторинга для отходов I и II классов опасности необходимо учесть следующие пункты:

- данные об объекте размещения отходов. Площадь, расположение, наименование организации-собственника, её юридический адрес и реквизиты.
- цели и задачи экологического наблюдения. Мониторинг направлен на отслеживание показателей загрязнения окружающей среды и снижение негативного воздействия на природу.
- перечень показателей, по которым будет отслеживаться загрязняющее воздействие на окружающую среду. Критерии оценивания зависят от типа отходов, размещенных на территории полигона – для каждого из них есть свои правила хранения и особые риски тefлоновые емкости.
- информация о местах, где будут браться пробы для исследования. Именно в этих точках пробы должны браться каждый раз – это позволит получить максимально объективную картину и увидеть происходящие негативные изменения.
- перечень проведённых лабораторных исследований и их результаты.

Отобранные пробы должны быть переданы в аккредитованную лабораторию, в которой проводятся исследования, позволяющие оценить степень загрязнённости грунта, воды и воздуха. Полученные в результате исследований данные фиксируются в протоколах химического анализа [4].

По результатам изысканий разрабатывается программа мониторинга, которая входит в программу производственного экологического контроля [5].

В работе рассмотрены отходы I и II класса опасности такие как энергосберегающие лампы, ртутно-цинковые или марганцево-цинковые батареи, никель-кадмиеевые аккумуляторы и кабеля ТЗБ (Технический Заземляющий Кабель) и МКБ (Многожильный Кабель Бронированный), содержащие загрязняющие вещества такие как, ртуть, мышьяк, меди, кадмий, цинк, свинец, никель и марганец и оказывающие негативное воздействие на окружающую среду. В качестве объекта исследования рассматривается объект размещения отходов (ОРО), предметом исследования является почва, подвергающиеся негативному воздействию отходов, содержащих тяжёлые металлы.

Ртуть (Hg) и мышьяк (As) – высокотоксичные элементы I класса опасности, оказывающие летальное воздействие на почвенную биоту. Проявляют выраженные мутагенные свойства, ингибируют метаболические процессы в растительных организмах. Нарушают структуру и функционирование почвенных экосистем. Кадмий (Cd) является токсичным металлом, который вызывает значительные изменения кислотного баланса почвы. Обладает высокой подвижностью в почвенной среде. Также он подавляет активность почвенных микроорганизмов, нарушает процессы нитрификации. Тяжелый металл свинец (Pb) с длительным периодом сохранения в почве ингибирует жизненно важные процессы растений: фотосинтез, митоз, водопоглощение и снижает общую продуктивность почвы. Цинк (Zn) и медь (Cu) – элементы, необходимые для метаболизма растений, но токсичные при избыточном накоплении. Избыточные концентрации в почве приводят к нарушению азотного цикла и подавлению активности микроорганизмов. Никель (Ni) и марганец (Mn) биогенные элементы, влияющие на микробиологическую активность почвы. При повышенных концентрациях: подавляют рост и развитие микроорганизмов, нарушают процессы разложения органического вещества и изменяют трофическую структуру микробных сообществ [10].

Для проведения мониторинга состояния окружающей среды на территории объекта размещения отходов (ОРО) предложены периодичность отбора проб почвы и методы химического анализа, представленные в таблице 2.

Таблица 2
План-график проведения наблюдений за загрязнением

Место отбора проб	Периодичность отбора проб	Перечень определяемых показателей	Посуда для отбора и хранения проб	Метод химического анализа
Почва	1 раз в 3 года	Ртуть	Посуда из пластика или стекла	Атомно-абсорбционным методом
Почва	1 раз в 3 года	Мышьяк	Посуда из пластика или стекла	Фотометрический метод
Почва	1 раз в 3 года	Медь, кадмий, цинк, свинец, никель, марганец	Посуда из пластика или стекла	Атомно-абсорбционный спектрофотометрический метод

В таблице 3 показаны преимущества выбранных методов анализа для определения загрязняющих веществ в почве [6, 7, 8].

Таблица 3

Преимущества методов химического анализа

Вещество	Метод химического анализа	Методика	Преимущество метода
Ртуть	Атомно-абсорбционным методом	Методика холодного пара РД 52.18.827-2016	Метод «холодного пара» более чувствительный в сравнении с пламенной атомно-абсорбционной спектрометрией за счёт более эффективного использования раствора пробы. Практически вся ртуть из дозируемого объёма пробы переходит в газообразную фазу. Также не происходит расширения газовой фазы из-за отсутствия нагрева в абсорбционной ячейке, что увеличивает концентрацию и время пребывания атомов ртути в ячейке.
Меди, кадмий, цинк, свинец, никель, марганец	Пламеная атомно-абсорбционная спектрометрия	Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля и марганца в почвах, донных отложениях и осадках сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии	Методика ПНД Ф 16.1:2.2.2.3.36-02 отличается универсальностью – она позволяет одновременно определять содержание разных тяжёлых металлов в различных пробах: почвах, донных отложениях и осадках сточных вод. Главное преимущество – точность измерений в широком диапазоне, возможность работы с пробами высокой концентрации и учёт помех.
Мышьяк	Фотометрический метод	Мышьяк в пробах почвы, донных отложений, биологического материала и воды. Методика выполнения измерений методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с генерацией гидридов	Методика РД 52.18.721-2009 отличается широким спектром применения, она подходит для анализа почвы, донных отложений, биоматериала и воды. Её главные плюсы – точность измерений в большом диапазоне концентраций и возможность увеличивать верхний предел путём разбавления пробы.

При составлении программы мониторинга использовался инструментальный метод контроля. Дано характеристика способов экологического контроля, а также подобраны основные методы и средства контроля загрязняющих веществ и рассмотрено их воздействие на почву.

Список литературы:

1. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
3. Постановление Правительства Российской Федерации № 1305 (ред. 11.05.2023) «Об утверждении Правил формирования, корректировки и утверждения федеральной схемы обращения с отходами I и II классов опасности» // СПС «КонсультантПлюс».
4. Приказ Минприроды России «Об утверждении Порядка проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду» от 08.12.2020 № 1030 // СПС «КонсультантПлюс».
5. Приказ Минприроды России от 18.02.2022 № 109 (ред. от 13.11.2024) «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля» (Зарег. в Минюсте России 25.02.2022 № 67461) // СПС «КонсультантПлюс».
6. РД 52.18.827-2016. Массовая доля ртути в пробах почв, грунтов, донных отложений и биологического материала. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии «холодного пара» // СПС «КонсультантПлюс».
7. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля и марганца в почвах, донных отложениях и осадках сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии // СПС «КонсультантПлюс».
8. ПНДФ 16.1:2.2:3.14-98. Фотометрический метод по молибденовой сини после экстракционного отделения в виде йодидного комплекса используется для измерения массовой доли (валового содержания) мышьяка в твёрдых сыпучих материалах // СПС «КонсультантПлюс».
9. Пономарева Е.В., Чернова Г.Ш. О разновидностях мониторинга окружающей среды // Вестник УЮИ. – 2016. – № 1 (71). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/oraznovidnostiyah-monitoringa-okruzhayushey-sredy> (дата обращения: 29.09.2024).

10. Карпова Е.А., Минеев В.Г. Тяжёлые металлы в агроэкосистеме. – М.: КДУ, 2015.

Информация об авторе:

Кривицкая Дарья Владимировна – студент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научные руководители:

Мелехина Лариса Александровна – к.х.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Подшивалова Марина Владимировна – к.х.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Фролова Галина Александровна – к.т.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ЭЛЕКТРОГАЗОСВАРЩИКА КАК МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКА

Левашова П. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ерёменко О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проведен сравнительный анализ методов контроля концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны электрогазосварщиков: экспресс-методы с использованием индикаторных трубок и автоматизированные газоанализаторы ГАНК-4. Рассмотрены принципы работы, процедуры отбора проб, и требования к методикам. Основной акцент сделан на оперативности измерений, точности и соответствуя нормативам, описанным в методических документах.

Ключевые слова: вредные вещества, химический фактор, индикаторные трубы, газоанализатор.

В современном мире технологический прогресс неустанно продвигается все дальше, создавая новые опасности, особенно для работников рабочих профессий. К такой профессии можно отнести электрогазосварщиков. В процессе трудовой деятельности сварщики подвергаются различным вредным факторам, в том числе и химическому, который способен не только ухудшать самочувствие работника, но и приводить к профессиональным заболеваниям. Поэтому контроль качества воздуха в зоне дыхания сварщика является ключевым элементом охраны труда и здоровья работника.

Главной целью нормативно-правовых документов в области охраны труда и обеспечения безопасных условий труда является защита работников от воздействия вредных веществ, образующихся в процессе работы, и обеспечить соответствие санитарным нормам и стандартам.

В соответствии с санитарными нормами, воздух рабочей зоны должен подвергаться регулярному мониторингу на наличие вредных веществ. Концентрации выбросов определяются в зависимости от типа сварки, используемого оборудования и материалов, а также условий работы. Наиболее часто выделяемые вредные вещества при сварке включают оксиды углерода, оксиды азота, диоксида марганца, озон и другие токсичные соединения, которые могут оказывать негативное воздействие.

Существует несколько основных методов и методик измерений концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. К таким методам относят: лабораторные, экспрессные, индикационные и т.д.

Лабораторные методы определения вредных веществ в воздухе (титрование, колориметрический, нефелометрический и др.) складываются из отбора пробы воздуха на рабочих местах и анализа этой пробы в лабораторных условиях. Эти методы дают точные результаты, но процессы анализа пробы могут вестись квалифицированным персоналом и занимают достаточно много времени.

В большинстве случаев необходимо быстрое определение вредного вещества, и соответственно, своевременное реагирование. С этой целью используют экспрессные методы, позволяющие с достаточной точностью непосредственно в рабочей зоне определить концентрацию вредных веществ в воздухе.

В основе экспрессных методов, как правило, лежат быстропротекающие цветные реакции. Для этого применяют небольшие объемы высокочувствительной поглотительной жидкости или твердого вещества (носителя), пропитанного индикатором. В качестве твердых носителей используют силикагель или фарфоровый порошок. Пропитанный индикатором силикагель помещается в стеклянную трубочку, через которую пропускают определенный объем исследуемого воздуха. О количестве вредного вещества в воздухе судят по длине окрашенного столбика индикаторной трубки, сравнивая его со шкалой. Такой метод быстрого определения вредных веществ в воздухе получил название линейно-колористического [1].

На рис. 1 представлен общий вид индикаторных трубок для определения различных веществ.



Рис. 1. Общий вид индикаторных трубок

Для оперативного определения концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросов рекомендуется применение индикаторных трубок. Результаты измерений получаются быстро и прямо на месте отбора проб. Работа с индикаторными трубками очень проста, сами индикаторные трубки имеют малый вес и малые габариты обладают достаточной точностью и чувствительностью. Они не требуют специальной подготовки аппаратуры, не требуют электроэнергии и теплоэнергии, что позволяет использовать их абсолютно автономно.

Самое главное преимущество индикаторных трубок – это их применение на начальном этапе получения информации о содержании вредных веществ в воздухе позволяет снизить до минимума затраты, связанные с получением всего массива аналитической информации. Таким образом получается, что вместо переноса пробы в лабораторию, замерщик переносит конкретные уже измеренные результаты исследований в протоколы измерений вредных веществ.

Указанные преимущества позволили широко внедрить индикаторные трубы для контроля вредных веществ в воздухе в различных отраслях промышленности (для специальной оценки условий труда, для технологического контроля, для санитарно-химического и экологического контроля, а также для определения состава промышленных вентиляционных выбросов и газовоздушных смесей).

Индикаторная трубка представляет из себя герметично запаянные с двух концов стеклянный цилиндр, внутри которого находится индикаторный порошок. Этот порошок закреплен двумя воздухопроницаемыми тампонами. На поверхности стеклянного цилиндра расположена контрольная шкала. По глубине изменившейся окраски индикаторного порошка, а также по контрольной шкале определяют концентрацию анализируемого компонента в воздухе.

Для прокачивания пробы газовой среды через индикаторную трубку используются аспираторы утвержденного типа поршневые или сильфонные [2].

Например, АМ-5, АМ-0059 или НП-3М он же аспиратор. Насос состоит из основного цилиндра, головки и поршня, с помощью которого отбираются 50 либо 100 кубических сантиметров газовоздушной анализируемой смеси. В головке насоса находится индикатор окончания просасывания воздуха через индикаторную трубку. Так же насос имеет устройство для вскрытия индикаторных трубок.

Вскрытая с обоих концов индикаторная трубка плотно вставляется в обтюратор насоса. Затем замерщик прокачивает необходимый объем воздуха через трубку (для каждой трубы объем прокачиваемой газовоздушной смеси различен и указан на упаковке). На индикаторе окончания просасывания воздуха должна появиться черная точка, что сигнализирует о том, что весь необходимый воздух через трубку был прокачен.

После окончания измерений индикаторный порошок в трубке сменит свой окрас. Замерщик смотрит глубину окрашенного слоя индикаторного порошка и сравнивает ее с контрольной шкалой. Таким образом замерщик определяет концентрацию конкретного вещества в воздухе.

Газоанализаторы универсальные, например как, ГАНК-4 предназначены для автоматического измерения содержания различных веществ и выдачи показаний физических факторов в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны в целях охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда и оптимизации технологических процессов [3].

Общий вид газоанализатора универсального представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Общий вид газоанализатора ГАНК-4

Принцип действия газоанализаторов основан на следующих методах определения массовой концентрации веществ, в зависимости от контролируемого вещества:

- спектрофотометрический, при котором измерения проводятся с использованием сменных химкассет;
- электрохимический, полупроводниковый, термокаталитический, оптический, фотоионизационный – при которых измерения проводятся при помощи соответствующих встроенных датчиков.

Газоанализатор ГАНК-4 предназначен для проведения измерений предельно допустимых концентраций вредных загрязняющих веществ в воздухе с выбранным индивидуальным пакетом веществ (под конкретного заказчика).

Главным преимуществом этого прибора является его мобильность. Сравнительно небольшой прибор способен измерить разнообразное количество веществ в воздухе. Различные модификации позволяют подобрать необходимые функции под личные запросы конкретного заказчика.

Прибор позволяет измерять вещества как на химкассете, так и на встроенном датчике. Для проведения измерений необходимо иметь соответствующие методики под конкретные вещества. Данные методики – это документы, которые определяют правила проведения измерений конкретных веществ на газоанализаторе типа ГАНК-4. При отсутствии методики выполнения измерений любая организация не имеет права проводить какие-либо измерения. Для этого требуется определенный порядок действий, который прописан в методиках. Каждая методика включает в себя набор определенных измеряемых веществ, а также в методиках прописаны правила проведения измерений и порядок действий.

Для измерений определенных веществ, необходимо по эксплуатационной документации определить, как данный прибор замеряет конкретное вещество. Если указана буква «Д» (датчик), то можно установить прибор на ноль и приступить к измерениям, предварительно выбрав вещество на панели

управления. Сам датчик находится внутри прибора. Если же указана буква «Х» на веществе, то необходимо использовать химкассету. Открывается крышка прибора и устанавливается химкассета. Прибор самостоятельно определяет измеряемое вещество, необходимо только установить прибор на ноль и начать измерения.

Установка нуля на газоанализаторе ГАНК-4 необходима для обнуления измерительных каналов перед началом работы прибора. Это позволяет скорректировать градуировочные характеристики датчиков, которые могут искажаться из-за воздействия анализируемого воздуха. Обнуление также важно, так как при переходе на другое анализируемое вещество или при выключении питания газоанализатора обнуление автоматически сбрасывается. Для проведения данной процедуры необходимо использовать фильтр сорбционный или фильтр пылевой из комплекта поставки.

Для получения и предоставления достоверных результатов измерений необходимо точно следовать методикам на конкретные приборы. В противном случае измерения могут быть неточными или неверно интерпретированы.

В случае использования индикаторных трубок чаще всего применяют методику «Трубки индикаторные ИТ-ИК/ВП. Руководство по эксплуатации» СИТИ.4155.22.200 РЭ. Но могут использовать методики на измерения конкретных веществ для целей в рамках СОУТ, например, на измерение оксида углерода, диоксида азота, озона и т.д.

Перед началом использования любого прибора необходимо замерить рабочие условия в конкретном помещении, т.к. прибор имеет свой диапазон погрешности, зависящей от температуры, влажности и давления.

Для трубок проводят внешний осмотр целостности упаковки и срока поверки, также проверяют на работоспособность и целостность насос, благодаря которому проходит прокачка воздуха через трубы. Отбор проб должен проводиться в зоне дыхания работника при характерных производственных условиях [4].

Проводят 3 серии измерений для одного рабочего места. После проведения 3 серий измерений индикаторными трубками рассчитывают среднее значение массовой концентрации определяемого компонента в отобранной пробе при рабочих условиях. Также проводят проверку приемлемости результатов единичных измерений. Для этого используют формулу, в которой учитывают максимальное и минимальное значения массовой концентрации, полученные по трём измерениям, и норматив контроля. Если условия не выполняются, проводят измерения с использованием новых трёх индикаторных трубок, рассчитывают среднее арифметическое значение и повторно определяют сходимость результатов измерений.

Для использования прибора ГАНК-4 могут применять следующие методики (для измерений химического фактора и АПФД на рабочих местах сварщиков): МВИ-4215-008-56591409-2009 Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в сварочном аэрозоле в воздухе рабочей зоны газоанализатором ГАНК-4 и МИ-4215-024-56591409-2013

Методика измерений массовой концентрации металлов и их неорганических соединений в воздухе рабочей зоны газоанализатором ГАНК-4.

После предварительной настройки прибора на ноль замерщик приходит на сварочный пост на рабочее место сварщика и измерительный зонд располагает на уровне 30 сантиметров от его органов дыхания. Замерщик проводит 2 параллельных измерения. За результат измерений принимают среднее арифметическое значение двух параллельных измерений. Затем необходимо рассчитать предел приемлемости для серии из 2 измерений по формуле указанной в методике. Полученное значение сравнивается с пределом повторяемости для конкретного вещества и диапазона. Предел повторяемости задан для каждого вещества отдельно и представлен в таблице методики измерений.

Если же условие приемлемости для 2 измерений не соблюдается, то необходимо провести серию уже из 4 измерений и рассчитать предел приемлемости по другой формуле, указанной в методике.

Если же и это условие не выполняется, то выясняют причины превышения критического диапазона, устраниют их и повторяют выполнение измерений. Результаты измерений и расчета заносятся в протокол.

Таким образом были проанализированы методы и приборы контроля концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны электрогазосварщика, такие как индикаторные трубки и универсальные газоанализаторы ГАНК-4. Рассмотренные методы и приборы не исключают, а дополняют друг друга. Их использование эффективно применяется в оперативных измерениях, что позволяет быстро определить вредное вещество и своевременно среагировать.

Список литературы:

1. Методы измерения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9314788/page:8> (дата обращения: 03.09.2025).
2. Инструкция по применению индикаторных трубок ИТ-ИК/ВП. – СПб.: Химлабор, 2019. – 11 с.
3. Газоанализатор универсальный ГАНК-4. Руководство по эксплуатации. – М.: Издательство стандартов, 2020. – 130 с.
4. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны от 29.09.1988 (ред. от 01.06.2000) – Текст: электронный // КонтурНорматив: [сайт]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=59661>.

Информация об авторе:

Левашова Полина Анатольевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ерёменко Ольга Викторовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КРУПНОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Попов Д. В., Комарова В. Е.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрены цели устойчивого развития и выявлены наиболее актуальные для текущей национальной политики на основе цитат представителей государственного и корпоративного секторов. Проведен сравнительный анализ степени реализации выделенных целей в настоящее время. Также с учетом функциональных особенностей создан классификатор адаптированных целей устойчивого развития по ролям участия государства и компаний среднего и крупного бизнеса. Приведены примеры практической реализации на основе деятельности двух российских компаний. Сформулированы выводы о важности внедрения аспектов устойчивого развития в программу развития компаний.

Ключевые слова: национальная политика, стратегическое развитие, нематериальные проекты, чистые технологии, экологический менеджмент, классификатор адаптированных целей устойчивого развития по ролям участия государства и компаний крупного и среднего бизнеса (далее – КСБ).

Устойчивое развитие представляет собой совокупность из 17 целей, представленных на рис. 1.



Рис. 1. Цели устойчивого развития

На основе высказываний Президента, Правительства РФ, а также представителей компаний среднего и крупного бизнеса, приведенных в таблице 1, проанализируем отражение целей УР в национальной политике нашей страны [1].

Таблица 1

Анализ отражения целей УР в национальной политике

Цитата	Ключевые слова и словосочетания
<p>«Конечно, наша страна будет и далее вносить свой вклад в сбалансированное достижение целей устойчивого развития, сохранение климата и биоразнообразия нашей планеты, цифровую трансформацию мировой экономики, обеспечение продовольственной и энергетической безопасности», – цитата Президента РФ Владимира Путина на виртуальном саммите лидеров «Большой двадцатки».</p>	<p>Сохранение климата и биоразнообразия, цифровая трансформация, продовольственная и энергетическая безопасность</p>
<p>«Обновленный текст Доктрины продовольственной безопасности устанавливает стратегическую цель – поддержание стабильности мировых рынков продовольствия через сотрудничество с государствами, которые ведут конструктивную политику в отношении России. Для этого определены ключевые задачи: развитие производства сельхозпродукции, сырья, продовольствия, минеральных удобрений с целью увеличения экспорта; создание благоприятных условий для международной торговли, логистики и финансовых связей; расширение рынков сбыта российской агропродукции», – Указ Президента Российской Федерации от 10.03.2025 г. № 141. «О внесении изменений в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденную Указом Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20».</p>	<p>Развитие производства сельхозпродукции, увеличение экспорта, международная торговля, расширение рынков сбыта российской агропродукции</p>
<p>«Мы с экспертами поработали и предложили альтернативное, более широкое понимаемое термину ESG. Про ESG-экономику все говорят. Это англоязычный термин. Мы с экспертами предлагаем аналог, который включает в себя более важные направления развития страны. Это: стабильное стратегическое развитие; внимание к сотрудникам и их семьям; социальные программы; окружающая среда; родная страна», – цитата председателя ВЭБ.РФ Игоря Шувалова на форуме «Сильные идеи для нового времени».</p>	<p>Окружающая среда, внимание к сотрудникам и их семьям, стратегическое развитие, родная страна, социальные программы</p>

Цитата	Ключевые слова и словосочетания
<p>«Мы обязаны и будем сберегать все это для них, для будущих поколений на всей нашей большой планете, но для нас очень важно сохранить уникальное богатство природных ресурсов, растительного и животного мира нашей страны, России», – цитата Президента РФ из обращения к участникам 15-й сессии Конференции Сторон Конвенции ООН о биологическом разнообразии.</p>	<p>Уникальное богатство природных ресурсов, уникальное богатство растительного и животного мира</p>
<p>«Обновление городской среды должно базироваться на широком внедрении передовых технологий и материалов в строительстве, современных архитектурных решениях, на использовании цифровых технологий в работе социальных объектов, общественного транспорта, коммунального хозяйства, что в том числе позволит обеспечить прозрачность и эффективность системы ЖКХ, чтобы граждане получали качественные услуги и не переплачивали за них», – цитата из Послания Президента РФ Федеральному Собранию.</p>	<p>Передовые технологии и материалы в строительстве, современные архитектурные решения, цифровые технологии, качественные услуги</p>
<p>«Необходимо добиться, чтобы производительность труда на средних и крупных предприятиях базовых отраслей (это промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство и торговля) росла темпами не ниже 5 процентов в год, что позволит к концу следующего десятилетия выйти на уровень ведущих экономик мира. Все наши действия должны подталкивать компании к выпуску технически сложной продукции, к внедрению более эффективных технологий» – цитата из Послания Президента РФ Федеральному Собранию.</p>	<p>Производительность труда на средних и крупных предприятиях, выпуск технически сложной продукции, более эффективные технологии</p>
<p>«Процессы, которые постоянно меняются в лучшую сторону, занимают все меньше и меньше времени, вы обучаете сотрудников, вы организовываете лекции, вебинары, тренинги для сотрудников и их детей, внедряете нематериальные стимулирующие проекты, предлагаете новые онлайн-сервисы для удобства, вы ведете социальное и экологическое направление, рассказываете о своих успехах внутри компании. Все это говорит о том, что ваша компания имеет в своей ДНК критерий успеха» – добавила Марина Лобынцева, административный директор компании HeadHunter.</p>	<p>Нематериальные стимулирующие проекты, социальное и экологическое направление, социальное и экологическое направление</p>

Цитата	Ключевые слова и словосочетания
<p>«Устойчивость – это основа, но не гарантия дальнейшего развития. Мы не имеем права допустить, чтобы достигнутая стабильность привела к самоуспокоенности. Роль, позиции государства в современном мире определяют не только и не столько природные ресурсы, производственные мощности, – я говорил уже об этом, – а прежде всего люди, условия для развития, самореализации, творчества каждого человека. Поэтому в основе всего лежит сбережение народа России и благополучие наших граждан. Именно здесь нам нужно совершить решительный прорыв», – Владимир Путин обратился с Посланием к Федеральному Собранию. Церемония оглашения состоялась в Москве, в Центральном выставочном зале «Манеж».</p>	<p>Люди, условия для развития, самореализация, творчество каждого человека, сбережение народа России, благополучие граждан</p>
<p>«В этой связи было бы весьма важно наладить широкое и эффективное международное сотрудничество по расчётам и мониторингу объёмов эмиссии всех видов вредных выбросов в атмосферу. Убеждён, борьба за сохранение климата, конечно же, призвана объединять усилия всего мирового сообщества. Россия готова предложить целый набор совместных проектов, рассмотреть возможность преференций даже для зарубежных компаний, которые хотели бы инвестировать в чистые технологии, в том числе и у нас в стране», – Владимир Путин обратился с Посланием к Федеральному Собранию. Церемония оглашения состоялась в Москве, в Центральном выставочном зале «Манеж».</p>	<p>Сохранение климата, чистые технологии, мониторинг объёмов эмиссии вредных выбросов, международное сотрудничество</p>
<p>«Естественно, мы должны дать занятым здесь людям альтернативу. Для этого будем стимулировать создание современных, более привлекательных рабочих мест с высокой производительностью труда, которые отвечают новому технологическому укладу. Под его потребности, а главное, в интересах людей нужно донастраивать трудовое законодательство», – Владимир Путин на Пленарном заседании Петербургского международного экономического форума.</p>	<p>Создание современных рабочих мест, новый технологический уклад, трудовое законодательство</p>

Ключевые слова из приведенных выше цитат не нашли своего отражения в целях № 5, 6, 14 и 16. На основании этого можно сделать вывод, что указанные цели не относятся к приоритетным направлениям программ устойчивого развития России [2]. Таким образом, на территории Российской Федерации в настоящее время из 17 целей устойчивого развития реализуется только 13 (см. рис. 2).



Рис. 2. Адаптация целей УР к условиям российской экономики

Далее был проведен сравнительный анализ выделенных целей с текущей ситуацией [3] и осуществлена оценка степени их достижения (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ целей УР с нынешними условиями

№ Цели	Цели УР	Ситуация по состоянию на 2025 год	Оценка достижения, %	Обоснование оценки
1	Ликвидация нищеты	За последние 4 года уровень бедности снизился с 12,2 % до 8,1 % (т.е. на 4,1 процентного пункта), согласно данным Росстата	75	Устойчивая тенденция снижения уровня бедности, но далеко не полная её ликвидация
2	Ликвидация голода	Число голодающих в России в 2023 году составляло 1,6 %, а в 2024 году – 1,4 %, что ниже относительно статистической погрешности	95	Данный показатель свидетельствует о приближении к окончательному устранению проблемы голода

№ Цели	Цели УР	Ситуация по состоянию на 2025 год	Оценка достижения, %	Обоснование оценки
3	Хорошее здоровье и благополучие	Продолжительность жизни за последние 2 года выросла до 73,4 лет. Высокотехнологичная медицинская помощь в 2000-х годах оказывалась 92 тыс. гражданам, а к 2023-2024 годам данная цифра поднялась до 1,6 млн.	85	Значительный прогресс с потенциалом роста
4	Качественное образование	За последние 5 лет было построено 1664 школы, 1688 детских садов, завершено строительство 293 школ, а также капитальный ремонт около 847 зданий образовательных учреждений	90	Существенные объемы строительства с положительной перспективой
7	Недорогостоящая и чистая энергия	Внедрение ESG-повестки, способствующей повышению энергетической эффективности, стимулирование инвестиций в «зелёную» энергию	70	Нахождение на начальной стадии, предстоит значительная работа в дальнейшем, однако уже сделаны первые важные шаги
8	Достойная работа и экономический рост	Согласно данным Росстата, уровень безработицы в России в среднем по месяцам 2025 года составил 2,6 %, что является наиболее низким показателем за последние несколько лет	90	Текущий уровень безработицы близок к полной занятости
9	Индустриализация, инновации и инфраструктура	К 2025 году было благоустроено не менее 30 тыс. общественных пространств; проведено обновление парка общественного транспорта до 85 %; за последние несколько лет	85	Хороший прогресс и эффективность реализуемых программ

№ Цели	Цели УР	Ситуация по состоянию на 2025 год	Оценка достижения, %	Обоснование оценки
		финансирование науки и инноваций увеличилось более чем на 14 %		
10	Уменьшение неравенства	С 2020-х годов неравенство среди населения возросло. В частности, согласно данным Росстата, коэффициент Джини, показывающий степень неравномерности распределения доходов населения, в 2024 году составил 0,408	65	Уровень неравенства пока еще достаточно высокий, однако, по сравнению с предыдущими годами, наблюдается тенденция постепенного снижения данного показателя
11	Устойчивые города и населенные пункты	Согласно данным за 3 последних года, объем инвестиций в проекты по инфраструктуре достиг более 6 трлн рублей в год, с прогнозом дальнейшего роста до 6,9 трлн руб. к 2026 году	85	Высокий уровень инвестиций, комплексный и системный подход к развитию
12	Ответственное потребление и производство	Введение законодательных норм по сокращению отходов и увеличению объемов переработки вторсырья; благодаря введению таких норм, доля отходов, направляемых на утилизацию, по данным РЭО, в 2020 году составляла 11,9 %, а к 2025 году – около 35 %	70	Существенный рост утилизации, однако мировые стандарты переработки отходов еще не достигнуты
13	Борьба с изменением климата	По уточненным данным, в 2025 году объем выбросов парниковых газов в России составляет примерно 1,7 млрд тонн CO ₂ -эквивалента с учетом поглощения экосистемами, что примерно на 34 %	80	Значительный прогресс, однако нужны дальнейшие усилия и технологии для полного достижения углеродной нейтральности

№ Цели	Цели УР	Ситуация по состоянию на 2025 год	Оценка достижения, %	Обоснование оценки
		меньше, чем считалось ранее, и на 48 % меньше по сравнению с 1990 годом		
15	Сохранение экосистем суши	K 2025 году в России функционирует 103 заповедника, 47 национальных парков, а также 68 федеральных заказников площадью 596 тыс. кв. км, что составляет примерно 25–40 % страны. Система федеральных особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) занимает почти 3 % территории России, в ООПТ всех категорий – 11 %	75	Хороший показатель, однако существует потенциал для расширения сети ООПТ и повышения их эффективности
17	Партнерство в интересах устойчивого развития	K 2025 году Россия значительно расширила процент международного партнерства по достижению устойчивого развития, приблизив его к 60–65 %	75	Прогресс, означающий заинтересованность России в международном сотрудничестве, однако для полной реализации необходимо дальнейшее укрепление связей на всех уровнях

Вышеуказанные цели устойчивого развития были распределены между государственным и корпоративным секторами с целью выявления соответствующих зон ответственности (см. рис. 3). Кроме того, было выявлено, что данные цели образуют две укрупненные категории – экологическую и социальную.

Для более наглядной демонстрации реализации на практике экологической и социальной категорий устойчивого развития приведены примеры двух российских компаний, интегрировавших соответствующие программы в свою деятельность.



Рис. 3. Классификатор адаптированных целей УР по ролям участия государства и КСБ

Так, «АВТОВАЗ» осуществляет постоянное проведение работ по повышению экологичности технологических процессов, таких как замена ртутьсодержащих ламп на светодиодные, а также ремонт фильтров в трех камерах окраски, что способствует улучшению очистки воздуха [4].

Что касается второго аспекта, ПАО «Сбербанк» в честь своего 182-летия организовал акцию «Сбер: учим мечтать», в рамках которой 11–12 ноября 2023 года около 900 детей из разных регионов Крыма посетили парк развлечений «Дримвуд» на территории курорта Mriya Resort & SPA [5].

Таким образом, государство поощряет направления, связанные с экологией и социальной сферой посредством государственных премий. Следовательно, данные аспекты должны быть включены в программы и стратегические планы развития предприятий среднего и крупного бизнеса в качестве элементов корпоративной социальной ответственности.

Кроме того, для проведения оценки их эффективности требуется применение системного анализа, поскольку успешная реализация связана с обеспечением долгосрочной конкурентоспособности компаний на международных рынках. В противном случае, при отсутствии социально значимых проектов будет ограничена государственная поддержка продвижения на мировые рынки.

В настоящее время внедрение устойчивых практик позволит продукции в большей мере соответствовать международным стандартам и требованиям, что будет обеспечивать устойчивое развитие среднего и крупного бизнеса на глобальном уровне.

Список литературы:

1. Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Официальные сетевые ресурсы Президента Российской Федерации. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/by-date/07.05.2024> (дата обращения: 18.09.2025).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14.07.2021 № 1912-р «О целях и основных направлениях устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации» // Официальный сайт Правительства РФ. – URL: <http://government.ru/docs/42795/> (дата обращения: 18.09.2025).
3. Официальный сайт государственной статистики ЕМИСС [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59577> (дата обращения: 18.09.2025).
4. АВТОВАЗ повышает экологичность производства // Официальный сайт Министерства промышленности и торговли Самарской области. – URL: <https://minprom.samregion.ru/2023/10/30/avtovaz-povyshaet-ekologichnost-proizvodstva/?ysclid=mfok9z49gj261826279> (дата обращения: 18.09.2025).
5. Сбер подарил детям Крыма посещение парка приключений «Дримвуд» // Официальный сайт РИА Новости Крым. – URL: <https://crimea.ria.ru/20231113/sber-podaril-detyam-kryuma-poseschenie-parka-priklyucheniy-drimvud---1132760294.html?ysclid=mfojfqd81c468632358> (дата обращения: 18.09.2025).

Информация об авторах:

Попов Дмитрий Владимирович – к.э.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Комарова Виктория Евгеньевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООХРАННЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРАХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

Рябцева К. Р.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ермолаева Н. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье проведен ретроспективный анализ состояния атмосферного воздуха в ключевых промышленных центрах Хабаровского края (Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, рп. Чегдомын, Николаевск-на-Амуре) за десятилетний период (2013-2022 гг.). С использованием комплексного показателя ИЗА5 оценена степень загрязнения атмосферы и проанализирована ее динамика. Выявлены центры с устойчиво высоким уровнем загрязнения, основным вкладчиком в который является бенз(а)пирен. На основе анализа динамики показателей сделаны выводы об эффективности реализованных природоохранных мероприятий и предложены рекомендации по внедрению современных технологических решений для снижения негативного воздействия промышленных предприятий на окружающую среду.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение, ИЗА5, Хабаровский край, промышленный центр, природоохранные мероприятия, бенз(а)пирен, экологический мониторинг.

Введение

Хабаровский край является одним из наиболее индустриально развитых регионов Дальнего Востока России. Высокая концентрация промышленных предприятий в городах Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и рп. Чегдомын создает значительную антропогенную нагрузку на окружающую среду, в первую очередь, на атмосферный воздух [3, 4]. В условиях преобладания неблагоприятных для рассеивания загрязнений метеорологических условий (частые штили, инверсии температуры) данная проблема усугубляется [1]. В связи с этим, актуальной задачей является не только оценка текущего состояния воздушного бассейна, но и анализ динамики загрязнения для оценки эффективности проводимой природоохранной политики и выработки дальнейших управлеченческих решений. Целью данной работы является оценка динамики загрязнения атмосферного воздуха промышленных центров Хабаровского края и эффективности мероприятий по его снижению за период 2013–2022 гг.[5].

Материалы и методы

В качестве основного метода оценки степени загрязнения атмосферного воздуха использовался комплексный санитарно-гигиенический показатель – индекс загрязнения атмосферы (ИЗА₅), рассчитываемый в соответствии с СП 502.1325800.2021 [2]. ИЗА₅ представляет собой сумму пяти наибольших приведенных к опасности диоксида серы среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ:

$$\text{ИЗА}_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) K_i \quad (1)$$

где C_i – средняя концентрация i -го вещества;

ПДК_i – среднесуточная ПДК i -го вещества;

K_i – безразмерная константа приведения степени вредности вещества к вредности диоксида серы.

Для расчета были выбраны пять приоритетных загрязняющих веществ: взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен. Оценка степени загрязнения проводилась на основе аналитических данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), полученных с стационарных постов наблюдения в четырех промышленных центрах края.

Результаты и обсуждение

Проведенный анализ позволил выявить неоднородную динамику уровня загрязнения атмосферного воздуха в исследуемых городах (табл. 1).

Таблица 1

Динамика индекса загрязнения атмосферы ИЗА₅ в промышленных центрах
Хабаровского края

Город	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Индекс загрязнения атмосферы ИЗА ₅										
Хабаровск	6,219	6,217	5,357	5,628	4,637	4,457	3,600	3,754	5,157	4,315
Комсомольск-на-Амуре	7,288	10,195	4,657	6,263	5,943	4,182	7,053	8,296	9,137	7,419
Николаевск-на-Амуре	3,986	3,689	2,932	5,519	3,154	3,400	2,854	3,382	4,400	2,586
рп. Чегдомын	6,853	7,092	6,792	16,568	10,600	10,202	9,717	7,696	6,263	7,192

В г. Хабаровске наблюдается устойчивая тенденция к снижению уровня загрязнения атмосферы с 2017 года. Значение ИЗА₅ снизилось с «повышенного» (2013–2016 гг.) до «низкого» (2017–2020, 2022 гг.). Кратковременный рост показателя в 2021 году до уровня «повышенного» загрязнения, вероятно, был связан с изменениями в режиме работы промышленных предприятий или метеорологическими условиями. Данная

положительная динамика может косвенно свидетельствовать о частичной эффективности проводимых мероприятий по модернизации производств на таких предприятиях, как АО «ННК-Хабаровский НПЗ» и ТЭЦ, в частности, внедрению систем многоступенчатой очистки и использованию более экологичных видов топлива.

В г. **Комсомольске-на-Амуре** ситуация менее стабильна. После резкого спада в 2015 и 2018 гг. наблюдается устойчивый рост показателя ИЗА5 с 2019 года, и уровень загрязнения характеризуется как «высокий». Основной вклад в загрязнение вносят взвешенные вещества и бенз(а)пирен, что напрямую связано с деятельностью металлургического производства (ОАО «Амурметалл»), нефтеперерабатывающего завода (ООО «РН-Комсомольский НПЗ») и энергетических предприятий. Рост показателя может указывать на то, что существующих природоохранных мер недостаточно для компенсации возрастающей производственной нагрузки или не все запланированные мероприятия были реализованы в полном объеме.

Наиболее тревожная ситуация наблюдается в рп. **Чегдомын**, где на протяжении всего периода исследования уровень загрязнения оценивается как «высокий», а в 2016 году достиг уровня «очень высокого» (ИЗА5 = 16,57). Основным источником загрязнения является предприятие угледобычи АО «Ургалуголь», что подтверждается экстремально высокими концентрациями бенз(а)пирена. Несмотря на некоторое снижение показателя после 2016 года, ситуация остается критической. Это свидетельствует о необходимости безотлагательного внедрения на предприятии современных пылегазоочистных технологий и перехода на более экологичные методы добычи и переработки угля.

Г. **Николаевск-на-Амуре** стабильно демонстрирует «низкий» уровень загрязнения атмосферного воздуха, что объясняется отсутствием крупных промышленных предприятий и преобладанием влияния объектов энергетики (ТЭЦ) и автотранспорта.

Выводы и рекомендации

1. Проведенный анализ динамики ИЗА5 за 10-летний период выявил разнонаправленные тенденции в промышленных центрах Хабаровского края. Наиболее эффективными природоохранные мероприятия оказались в г. Хабаровске, где наблюдается устойчивое снижение уровня загрязнения.
2. В г. Комсомольске-на-Амуре и рп. Чегдомын сохраняется устойчиво высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, основным вкладчиком в который является бенз(а)пирен. Это указывает на недостаточную эффективность реализованных мероприятий.
3. Для дальнейшего снижения антропогенной нагрузки на атмосферный воздух в регионе целесообразно:
 - для предприятий нефтепереработки и металлургии (ООО «РН-Комсомольский НПЗ», ОАО «Амурметалл»): внедрение закрытых

- факельных систем, систем рекуперации летучих соединений, современных электрофильтров и рукавных фильтров;
- для угледобывающего предприятия (АО «Ургалуголь»): обязательное внедрение систем аспирации и пылеподавления на всех технологических этапах, переход на гидравлическую добычу, озеленение и гидросев отвалов;
 - для энергетических предприятий (ТЭЦ): продолжение модернизации парка газоочистного оборудования, переход на использование углей с пониженной зольностью и сернистостью.
4. Необходимо усиление государственного экологического контроля и мониторинга, а также разработка целевых региональных программ, направленных на снижение выбросов именно от конкретных предприятий-загрязнителей.

Список литературы:

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Хабаровском крае в 2022 году. – Хабаровск, 2023. – 256 с.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Хабаровском крае в 2017 году. – Хабаровск, 2018. – 256 с.
3. Новорощкая А.Г. Оценка состояния атмосферного воздуха в зоне влияния ТЭЦ-2 г. Хабаровска // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 12. – С. 215–220.
4. Приказ Минприроды России от 17.02.2022 № 106 «Об утверждении методики определения высокого и очень высокого загрязнения атмосферного воздуха» // СПС «КонсультантПлюс».
5. СП 502.1325800.2021. Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха // СПС «КонсультантПлюс».

Информация об авторе:

Рябцева Кристина Романовна – ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ермолаева Наталья Вадимовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЗАКУПОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ НА ПРИНЦИПАХ ЛОГИСТИКИ

Синкевич К. В.

Научный руководитель: магистр эк. наук, Бутор Л. В.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые аспекты организации и планирования закупочной деятельности на промышленных предприятиях с учетом логистических принципов. Проанализированы модели и стратегии закупок, а также методы оптимизации запасов и автоматизации процессов. Особое внимание уделено внедрению программного обеспечения для повышения эффективности снабжения, что позволяет сократить затраты и ускорить оборот средств. На примере ОАО «МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА» рассчитаны экономические эффекты от оптимизации поставок материалов. Предложены модули системы для комплексного управления закупками, обеспечивающие минимизацию рисков и рост конкурентоспособности. Кроме того, рассмотрены принципы оценки поставщиков и роль прогнозирования спроса с использованием современных технологий.

Ключевые слова: логистика закупок, планирование снабжения, оптимизация запасов, автоматизация процессов, экономическая эффективность, оценка поставщиков, прогнозирование спроса.

Процесс организации и планирования закупок на промышленных предприятиях является ключевым компонентом логистической системы, гарантирующим непрерывное производство и сокращение расходов [1]. В обстановке острой конкуренции и нестабильности внешних факторов традиционные методы снабжения нередко вызывают избыток запасов или, наоборот, нехватку жизненно важных ресурсов, что не только замораживает средства, но и резко уменьшает финансовую подвижность компании. Обзор действующих моделей закупок подчеркивает их основные слабости: централизованная модель, несмотря на упрощение общего контроля и координации, все же сковывает маневренность отдельных отделов, делая процедуру менее приспособленной к местным требованиям. Децентрализованная модель, напротив, повышает вероятность разрозненности действий между подразделениями, что способно спровоцировать повторные заказы и неэффективное распределение ресурсов [2]. Смешанная модель, объединяющая централизованный отдел с правом на самостоятельные мелкие закупки без согласования при условии незначительных трат, обеспечивает

самый гармоничный баланс, но предполагает жесткие правила и ясные критерии, чтобы предотвратить беспорядок в закупках.

Планирование закупок опирается на предварительно одобренный план-график, подготовленный государственным или муниципальным заказчиком, в котором указываются ключевые аспекты, такие как идентификационный номер закупки, наименование объекта, сумма предполагаемого финансирования, частота проведения закупок, сведения об общественном обсуждении и название ответственного органа в случае централизованных заказов. Особенности формирования плана напрямую связаны с детальным изучением существующих запасов на складах, предвидением будущих нужд производства и учетом предложений всех заинтересованных лиц, включая поставщиков и внутренние отделы. Это помогает предотвратить так называемые «слепые» закупки крупных партий сырья или материалов, которые неизбежно приводят к залежам на складах, замораживанию оборотных средств и упущеной выгоде от их рационального применения. Разумный подход к закупкам предполагает поиск «золотой середины» в объемах заказов, совершенствование логистики поставок и разработку наилучших условий партнерства с поставщиками, включая переговоры по ценам, срокам и качеству. Эффективное планирование включает последовательные шаги: на начальном этапе осуществляется предварительная подготовка и анализ, в том числе прогнозирование спроса на основе таких данных, как прошлые объемы продаж, текущие остатки на складе, наличие неудовлетворенного спроса, наиболее востребованные товары в отчетном периоде и степень выполнения предшествующего плана. Прогноз разрабатывается по группам взаимозаменяемых товаров, и его надежность в полной мере определяется аналитической базой, включая применение статистических подходов и, в будущем, нейронных сетей для повышения точности [3].

На втором этапе осуществляется планирование продаж, в ходе которого для каждой группы товаров устанавливаются реалистичные цели, согласованные с общей политикой компании и прогнозированным спросом. Следующий ключевой шаг – планирование закупочных объемов и страховых запасов, где необходимо заранее учесть вероятные отклонения от прогнозов и подстраховаться от нежелательных последствий путем закупки товара в избытке. Основная сложность заключается в том, чтобы величина этого избытка была оптимальной: чрезмерные закупки приводят к переполненности складов и замораживанию денежных активов, в то время как недостаточные – к дефициту, простоям производства и недовольству клиентов. В каждом конкретном случае оптимальное значение может существенно различаться, и в выборе его легко ошибиться, особенно без надежных аналитических инструментов. Компании, применяющие статистические методы прогнозирования, рассчитывают доверительный интервал, в который с определенной вероятностью попадают будущие продажи. Например, на основе прогнозов приблизительный объем продаж составляет 120 единиц продукции; с высокой вероятностью он войдет в интервал от 100 до 140 единиц, что

позволяет просчитать необходимое количество страховых запасов для минимизации рисков.

Если план закупок на предприятии просчитывается вручную по специальным формулам, то в общем виде планирование объема закупок выглядит следующим образом:

План закупок =

(План продаж - (Складские остатки +
Заказы поставщикам)) - (Ожидаемые продажи - Заказы покупателей) [4].

Такие подсчеты, безусловно, приблизительны и их точность сильно зависит от полноты и правильности исходных аналитических данных, полученных из систем учета и отчетности. Не последняя роль в процессе управления закупками отводится контролю над товарными остатками: от старых, плохо продающихся или устаревших товаров необходимо регулярно избавляться, чтобы не перегружать склады. Самый простой и эффективный способ – назначение скидок на неликвид, которые рекомендуется ежемесячно закладывать в бюджет. Это позволит освобождать пространство и средства для новых закупок, а также предотвратить дальнейшее накопление «мертвого» капитала. Разумеется, закладывать невостребованные позиции в следующий закупочный план не стоит, поскольку это лишь усугубит проблему. Скопление остатков – вполне естественное явление в розничной и оптовой торговле, а также в производстве. Полностью предотвратить его невозможно, но реально держать показатель в пределах нормы за счет вдумчивого выбора поставщика, регулярного анализа товарооборота, прибыли, соотношения стоимости запасов к месячным объемам продаж и эффективного использования торгового пространства, включая онлайн-платформы [5].

Каждое предприятие составляет план закупок на определенный срок с учетом особенностей бизнеса, однако существует универсальный набор элементов. Целевая аудитория – необходимо описать портрет ЦА продукта для лучшего понимания их потребностей и построения рекламной стратегии; на основе ЦА предприятие понимает, что именно нужно продавать, а значит – что и в каких объемах закупать. Целевые показатели – важно поставить четкие цели: бюджет, объем ТМЦ, число поставщиков и др. Итоги прошлых периодов – данные о целях, фактических объемах закупок, условиях работы и ошибках, позволяющие избежать повторов. Тактика и стратегия – конкретные задачи и методы закупок (открытый конкурс, запрос предложений и т.п.). Бюджет – необходимо просчитать заранее, контролируя расходы и предусматривая резерв. Цены и спецпредложения – акции, бонусы и иные инструменты оптимизации затрат. Сроки и ответственные лица – четкие дедлайны и закрепление обязанностей. Структура команды – распределение функций и задач для координации усилий. Ресурсы – инструменты для выполнения плана (ПО, транспорт). Условия рынка – сведения о конкурентах, угрозах, инфляции и рисках. Критерии эффективности – метрики для оценки выполнения плана (оборачиваемость запасов и др.).

Совершенствование закупочной деятельности на принципах логистики направлено на оптимизацию процессов закупки материалов, товаров и сырья, обеспечивая эффективность и снижение затрат. Это включает поиск надежных поставщиков, управление запасами, оптимизацию логистических цепочек, контроль качества и интеграцию цифровых технологий. Основной способ – сокращение времени операций: чем короче период от заказа до получения товара, тем выше маневренность предприятия, позволяющая снижать страховые запасы или повышать оборачиваемость. Внедрение ПО, автоматизирующего процесс, экономит до 30 % времени (около 2 дней цикла), что является значительным ресурсом. Освободившееся время можно использовать для обучения персонала, планирования и контроля, повышая общую производительность [6].

Предлагается внедрить на предприятие программу, которая будет работать в различных направлениях улучшения сферы закупок и состоять из следующих модулей: модуль «Планирование» включает в себя инструменты для сбора потребностей компании в товарах и услугах, их консолидации и создания плана закупок на любой срок – для компании целиком, департаментов, филиалов и даже направлений работы и проектов; модуль «Заказы на поставку» предназначен для автоматизации и ускорения работы с поставщиками – вместо звонков, писем и сообщений в мессенджерах закупщики используют систему, в которой есть готовые инструменты для согласования заказов на поставку с руководством и поставщиком, отправки заказа и контроля за их выполнением; модуль «Управление договорами» помогает ускорить закупочный документооборот и повысить контроль за исполнением договорных обязательств поставщиком и заказчиком; с помощью инструментов модуля «Управление поставщиками» контролируют качество поставщиков как в начале сотрудничества, так и по мере выполнения контрагентом обязательств по новым договорам – модуль помогает проводить оценку контрагентов, отсеивать ненадежных и улучшать качество поставщиков в целом; модуль «Аналитика» позволяет управлять закупками и следить за тем, насколько они эффективны, опираясь на достоверные данные в реальном времени.

Для обеспечения единообразия действий подразделений на предприятии, осуществляющих закупки, в процессе взаимодействия с поставщиками товаров, направленного на достижение общей цели – выпуска высококачественной, конкурентоспособной продукции и удовлетворения потребностей потребителей продукции предприятия, – для обеспечения закупки товаров, соответствующих предъявляемым требованиям по качеству или иным критериям закупки, на предприятии может быть разработан стандарт, фиксирующий критерии отбора и комплексную оценку поставщиков материальных ресурсов [7]. Данные оценки служат одним из оснований для выбора поставщиков, заключения договоров, а также для систематизации информации о ненадежных контрагентах. К основным принципам, характеризующим выбор поставщиков материалов и комплектующих изделий, можно отнести оценку их способности выполнять требования контракта на поставку товаров, включая требования к

системе качества, конкретные требования к обеспечению качества и требования по минимизации затрат на закупке; а также четкую и обоснованную методику оценки поставщиков материалов и/или комплектующих. При внедрении ПО, которое поможет предприятию оптимизировать процесс закупок, улучшение работы в ОАО «МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА» произойдет по направлениям, таким как сокращение времени на обработку заказов, повышение точности прогнозов и снижение логистических издержек.

На примере ОАО «МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА» предлагается переход на закупку электротехнической стали в рулонах массой 4,5 тонны, что сократит количество доставляемых вагонов с 25 до 20 в год (по данным предприятия за 2023 год). Расчет месячной экономии на доставках:

$$\mathcal{E} = 1471 \times (25 - 5) \times 12 = 29,42 \text{ тыс. руб.}$$

Изменение коэффициента оборачиваемости:

$$\Delta \text{дл.об.} = 360 \times ((244901 - 29,42) - 244901) / 485241 = -0,218 \text{ дней.}$$

Высвобожденные средства:

$$\Delta \mathcal{E} = 109626 / (360 \times (-0,218)) = -1396,87 \text{ тыс. руб.}$$

Дополнительно, сокращение количества рулонов на 56 в месяц (с 86 до 30) минимизирует отходы (первые 2,5 м и последние 5,6 м рулона, общая масса 50–120 кг в зависимости от ширины и толщины), что позволит предприятию обеспечить экономию 291,31 тыс. руб. в год:

$$\mathcal{E} = 56 \times 5,1 \times 85 \times 12 = 291,31 \text{ тыс. руб.}$$

Переработка отходов рулонной стали для изготовления пластин под таблички для трансформаторов и стопорных шайб позволит сэкономить дополнительно 156,06 тыс. руб. в год:

$$\mathcal{E} = 30 \times 5,1 \times 85 \times 12 = 156,06 \text{ тыс. руб.}$$

Общее изменение продолжительности оборота оборотных средств за счет уменьшения среднегодового размера оборотных активов на 427,17 тыс. руб. (291,31 + 156,06) составит:

$$\square \Pi = 360 \times ((244901 - 427,17) - 244901) / 485241 = -0,317 \text{ дней.}$$

Сумма высвобожденных средств из оборота:

$$\Delta \mathcal{E} = 109626 / (360 \times (-0,317)) = -960,62 \text{ тыс. руб.}$$

В связи с сокращением оборачиваемости оборотных средств предприятие получит дополнительно высвобожденные средства на сумму 2357,49 тыс. руб. (960,62 + 1396,87), относимые к прибыли предприятия. Поскольку объем оборотных средств снизился, а коэффициент оборачиваемости, чистая прибыль предприятия и рентабельность реализованной продукции увеличились, то предлагаемое мероприятие по изменению способа доставки является эффективным и может быть рекомендовано к внедрению.

Таблица 1

Расчет дополнительной чистой прибыли

Показатель	Базовый уровень, тыс. руб.	После оптимизации, тыс. руб.	Разница, тыс. руб.
Оборотные средства	244901	243073	-1828
Коэффициент обращаемости	1,98	2,00	+0,02
Чистая прибыль	109626	111983	+2357
Рентабельность реализованной продукции	45 %	47 %	+2 %

Внедрение позволит не только сократить среднегодовой размер активов, но и интегрировать принципы логистики для долгосрочного роста. Дальнейшее развитие подразумевает интеграцию искусственного интеллекта для прогнозирования спроса, автоматизированного рейтинга поставщиков и мониторинга рисков в реальном времени, что повысит устойчивость цепочек поставок в условиях волатильного рынка [8]. Такие меры, основанные на анализе и расчетах, подтверждают потенциал логистических подходов для повышения конкурентоспособности промышленных предприятий.

Список литературы:

1. Бутор Л.В. Прогнозирование объемов закупок с использованием нейросетей и искусственного интеллекта (на примере ОАО «МЭТЗ им. В.И. Козлова») / Л.В. Бутор, К.В. Синкевич, Т.В. Якимова // Организатор производства. – 2025. – Т. 37.
2. Сапун О.Л. Логистика. Практикум: учеб.-метод. пособие / О.Л. Сапун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – 184 с.
3. Адаменкова С.И., Евменчик О.С. Анализ производственно-финансовой деятельности предприятия: учеб.-метод. пособие. – Минск: Регистр, 2017. – 384 с.
4. Бабук И.М., Сахнович Т.А. Экономика предприятия: учеб. пособие для студентов технических специальностей / И.М. Бабук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 374 с.
5. Николаева А.Г. Логистика закупок как фактор повышения конкурентоспособности предприятий / А.Г. Николаева, А.Г. Тороп // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика. – Санкт-Петербург: СПбГУПТД, 2019. – С. 81–84.
6. Котов Н.П. Современные системы управления закупками: принципы и технологии / Н.П. Котов, С.В. Максимов // Вестник управления. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С. 50–63.
7. Горелов А.А. Основы интегральной оценки поставщиков в управлении цепочками поставок. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 256 с.

8. Гусев И.В. Методы машинного обучения в прогнозировании экономических показателей / И.В. Гусев, Т.А. Орлова // Журнал экономических исследований. – 2023. – № 4. – С. 135–148.

Информация об авторе:

Синкевич Константин Витальевич – студент, Белорусский национальный технический университет.

Научный руководитель:

Бутор Любовь Васильевна – магистр экономических наук, старший преподаватель, Белорусский национальный технический университет.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНОГО ОБЪЕКТА

Титков А. А.

*Научные руководители: к.х.н., доц. Мелехина Л. А,
к.х.н., доц. Подшивалова М. В., к.т.н., доц. Фролова Г. А.*

ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
г. Егорьевск, Российская Федерация

Аннотация. В работе была предложена программа мониторинга экологического состояния донных отложений реки Гуслица. Описано место отбора проб, периодичность отбора и определяемые показатели. Проведен химический анализ проб, а его результаты были сравнены с ПДК.

Ключевые слова: донные отложения, мониторинг, экосистема.

Мониторинг экологического состояния рек играет важную роль в обеспечении устойчивого развития и сохранении природных ресурсов. Река Гуслица, требует систематического наблюдения за её экологическим состоянием, чтобы выявлять и предупреждать возможные негативные изменения, связанные с антропогенной нагрузкой и природными процессами.

Современные технологии предоставляют широкий спектр инструментов для автоматизации сбора, анализа и интерпретации данных о состоянии водных объектов. Разработка специализированной программы для мониторинга реки Гуслица, находящаяся в Егорьевском административном округе, позволит не только повысить точность и оперативность оценки её состояния, но и создаст основу для принятия обоснованных решений в области охраны окружающей среды и рационального использования водных ресурсов.

Правовые основы общественного экологического контроля в Российской Федерации определяются статьей 68 Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [1]. Он включает такие формы, как публичные слушания, общественные проверки и жалобы на действия или бездействие, которые угрожают экологической безопасности. В соответствии с вышеупомянутым законом, экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) – комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, оценка и прогноз изменений состояния окружающей среды. Ключевая особенность мониторинга заключается в его постоянстве и систематичности, что обеспечивает возможность вовремя обнаруживать изменения в экосистемах и быстро принимать соответствующие меры. Основные элементы мониторинга включают наблюдение, анализ и прогнозирование.

Процесс мониторинга включает несколько основных этапов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении его эффективности:

1. Проведение детального исследования выбранного участка.
2. Определение точек для отбора проб (почва, воздух, водные источники).
3. Взятие проб в полевых условиях.
4. Проверка проб по ключевым параметрам (например, проводимость, температура и другие).
5. Проведение лабораторного анализа для определения концентрации вредных веществ.
6. Сопоставление результатов анализа с допустимыми нормативами.
7. Определение территорий, где зафиксировано превышение допустимых концентраций загрязняющих веществ.
8. Разработка методов восстановления загрязнённых участков, если это необходимо.
9. Проведение мероприятий по рекультивации на месте.

В рамках работы предлагается следующая программа мониторинга, которая была разработана в соответствии с РД 52.24.609-2013 представленная в таблице 1 [2].

Таблица 1
Программа мониторинга р.Гуслица

Место отбора проб	Периодичность отбора проб	Перечень определяемых показателей	Пробоотборник	Метод контроля
р. Гуслица	3 раза в год, весной, летом и в конце осени–начале зимы	pH, свинец, цинк, никель, кадмий	Универсальный пробоотборник арт. 12.42 («Eijkelkamp», Нидерланды)	Экологический мониторинг

Следует детально разобрать данную таблицу. В ней указано место отбора проб, периодичность их отбора, перечень определяемых показателей, пробоотборник и организация, осуществляющая измерение качества донных отложений.

Местом отбора проб является р. Гуслица. Гуслица – река в восточной части Московской области, приток реки Нерской. В верхнем течении, вплоть до села Ильинский Погост, она протекает через густонаселённые территории с минимальным количеством лесов. Река имеет несколько притоков, включая Десну, Шуйку и Силенку. Гуслица относится к равнинным рекам и питается преимущественно за счёт таяния снега.

Периодичность отбора проб выбрана в соответствии с вышеупомянутым РД.

В перечне определяемых показателей присутствуют такие тяжёлые металлы как: Pb, Zn, Cd, Ni. Определение содержания тяжёлых металлов в донных отложениях является важным этапом экологического мониторинга, поскольку позволяет оценить степень антропогенного воздействия на водные экосистемы. Тяжёлые металлы, поступающие в окружающую среду в результате промышленной, сельскохозяйственной и бытовой деятельности, способны накапливаться в донных отложениях, служа индикатором долговременного загрязнения.

Экологический мониторинг играет важную роль в охране окружающей среды и жизни людей. Он помогает вовремя замечать загрязнение воздуха, воды и почвы, тем самым снижая угрозу для здоровья и предотвращая развитие опасных ситуаций. Наблюдения за состоянием природы позволяют разумнее использовать ресурсы и уменьшать экономические потери от экологических проблем. Кроме того, собранные данные становятся основой для научных исследований, принятия управленческих решений и прогнозов. Важно и то, что мониторинг облегчает сотрудничество между странами, ведь многие экологические вопросы выходят за границы отдельных государств.

Выбранная организация, осуществляющая измерения качества донных отложений аккредитована и имеет запись в реестре аккредитованных лиц в Росреестре.

Пробы были отобраны в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80, а их состав был проанализирован, данные анализа представлены в таблице 2 [3].

Таблица 2
Результаты отбора проб

№ образца	pH вод	Cd	Pb	Zn	Ni
1	3,40	0,712	0,625	6,109	1,506
2	3,39	0,701	0,626	6,215	1,512
3	3,41	0,667	0,624	6,189	1,521
4	3,45	0,669	0,635	6,280	1,534
5	3,46	0,649	0,629	6,301	1,601
6	3,41	0,658	0,636	6,219	1,633
7	3,32	0,650	0,634	6,311	1,567
8	3,30	0,649	0,630	6,333	1,579
9	3,38	0,651	0,635	6,197	1,650
10	3,49	0,654	0,632	6,268	1,672

Полученные результаты были обработаны и сравнены с ПДК. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Анализ результатов исследования

Вещество	ПДК, мг/кг	Результаты анализа
Cd	0,8	0,712
Pb	85	0,636
Zn	140	6,333
Ni	35	1,672

Можно сделать вывод, что превышений ПДК тяжёлых металлов в донных отложениях в р. Гуслица не было выявлено. Не смотря на это, дальнейший мониторинг необходим, чтобы контролировать ситуацию. Предложенная программа может быть использована для улучшения состояния водоема и охраны окружающей среды.

Список литературы:

1. Федеральный Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
2. РД 52.24.609-2013. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – Введен 2013-11-01. – М.: Росгидромет, 2013.
3. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы .Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 7 с.

Информация об авторе:

Титков Артём Александрович – студент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научные руководители:

Мелехина Лариса Александровна – к.х.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Подшивалова Марина Владимировна – к.х.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Фролова Галина Александровна – к.т.н., доцент, ЕТИ ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Федоров М. О.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Рябов С. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения аппарата нечеткой логики как эффективного инструмента для анализа сложных, многофакторных систем, характеризующихся неполными или качественными данными. Сделан вывод о том, что применение нечеткой логики позволяет более точно учитывать факторы неопределенности, что способствует повышению гибкости и эффективности систем управления безопасностью.

Ключевые слова: нечеткая логика, охрана труда, экологическая безопасность, оценка рисков, системы управления, экологический мониторинг.

В современных условиях обеспечение высокого уровня охраны труда и экологической безопасности является значимой и важной задачей для промышленных предприятий и общества в целом. Традиционные методы оценки рисков часто сталкиваются с проблемой нечеткости, неопределенности и субъективности исходных данных, что снижает их эффективность.

На предприятиях всех форм собственности непрерывно возникают и изменяются производственные факторы, способные нанести вред здоровью работников и окружающей среде. Традиционные методы оценки и управления рисками, основанные на жестких числовых моделях и бинарной логике, зачастую оказываются неспособными адекватно обрабатывать информацию, характеризующуюся неполнотой, нечеткостью и субъективностью. Например, экспертные оценки вероятности возникновения инцидентов или тяжести их последствий часто выражаются лингвистически («высокая», «средняя», «низкая»), что сложно формализовать в классических моделях без потери значимой информации.

Это создает потребность в разработке и внедрении новых, более гибких и точных подходов, способных учитывать качественные данные и экспертные знания. В этом контексте нечеткая логика, предложенная Л.А. Заде, предоставляет мощный аппарат для работы с неопределенностью и нечеткостью, позволяя моделировать рассуждения, аналогичные человеческим [1]. Ее применение может существенно повысить адекватность систем оценки рисков, улучшить процессы мониторинга и оптимизировать принятие управлеченческих решений как в области охраны труда, так и в сфере экологической безопасности.

Нечеткая логика (Fuzzy Logic), впервые предложенная Лотфи А. Заде в 1965 году, представляет собой мощный математический аппарат для моделирования процессов мышления и рассуждений человека, который оперирует неточными и неопределенными понятиями. В отличие от классической бинарной логики, где утверждение может быть либо истинным, либо ложным (0 или 1), нечеткая логика позволяет работать с промежуточными состояниями и степенями истинности (рис. 1). Это делает ее особенно ценной для систем, где данные или экспертные оценки носят качественный, лингвистический характер.

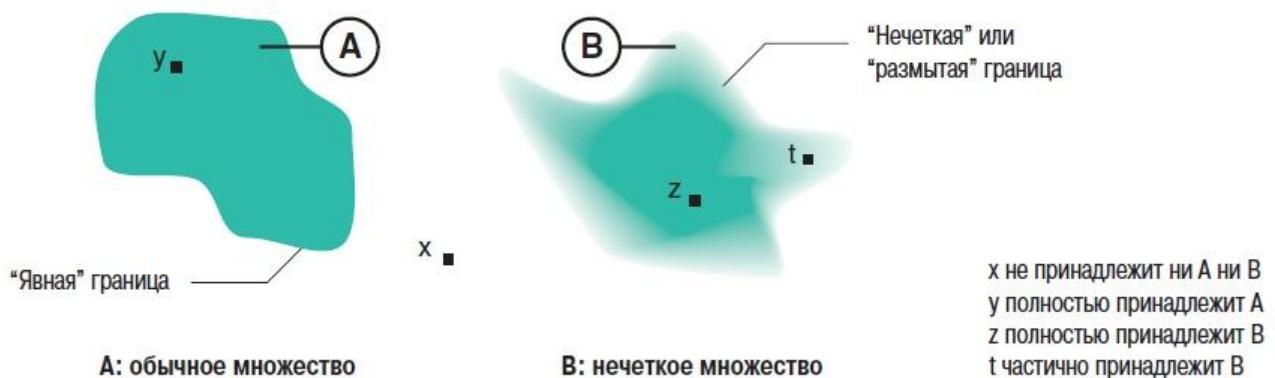


Рис. 4. Сравнение обычного и нечеткого множества

Основным понятием в нечеткой логике является нечеткое множество. Если в классическом множестве элемент либо принадлежит, либо не принадлежит множеству, то в нечетком множестве каждый элемент характеризуется функцией принадлежности, которая принимает значения в интервале (0, 1). Значение 0 означает полное отсутствие принадлежности, 1 – полную принадлежность, а промежуточные значения – частичную принадлежность. Например, для лингвистической переменной «температура» можно определить нечеткие множества «холодно», «нормально», «жарко», каждому из которых соответствует своя функция принадлежности, описывающая степень принадлежности конкретного значения температуры к этому понятию.

Лингвистические переменные – это переменные, значениями которых являются слова или фразы естественного языка (например, «риск», «очень высокий риск», «низкий риск», «степень загрязнения», «слабое загрязнение»). Они позволяют формализовать экспертные знания и интуитивные оценки.

Ключевыми операциями в нечеткой логике являются:

- Нечеткое И (AND): обычно реализуется операцией минимума (min) или умножения.
- Нечеткое ИЛИ (OR): обычно реализуется операцией максимума (max) или суммирования.
- Нечеткое НЕ (NOT): обычно реализуется вычитанием из единицы (1-x).

На основе этих операций строится система нечеткого вывода, которая позволяет принимать решения на основе набора нечетких правил «ЕСЛИ–ТО» (IF–THEN). Каждое правило связывает нечеткие условия (предпосылки) с нечеткими действиями или выводами (заключениями). Например: «ЕСЛИ температура высокая И влажность низкая, ТО риск теплового удара значительный».

Процесс нечеткого вывода (рис. 2) включает этапы фазификации (преобразование четких входных данных в нечеткие), агрегации правил, композиции (машина нечеткого вывода) и дефазификации (преобразование нечеткого вывода обратно в четкое значение).

Главное преимущество нечеткой логики заключается в ее способности эффективно работать с неопределенностью, нелинейностью и неполнотой информации, что позволяет создавать адаптивные системы управления и поддержки принятия решений, близкие к человеческому способу мышления [6].

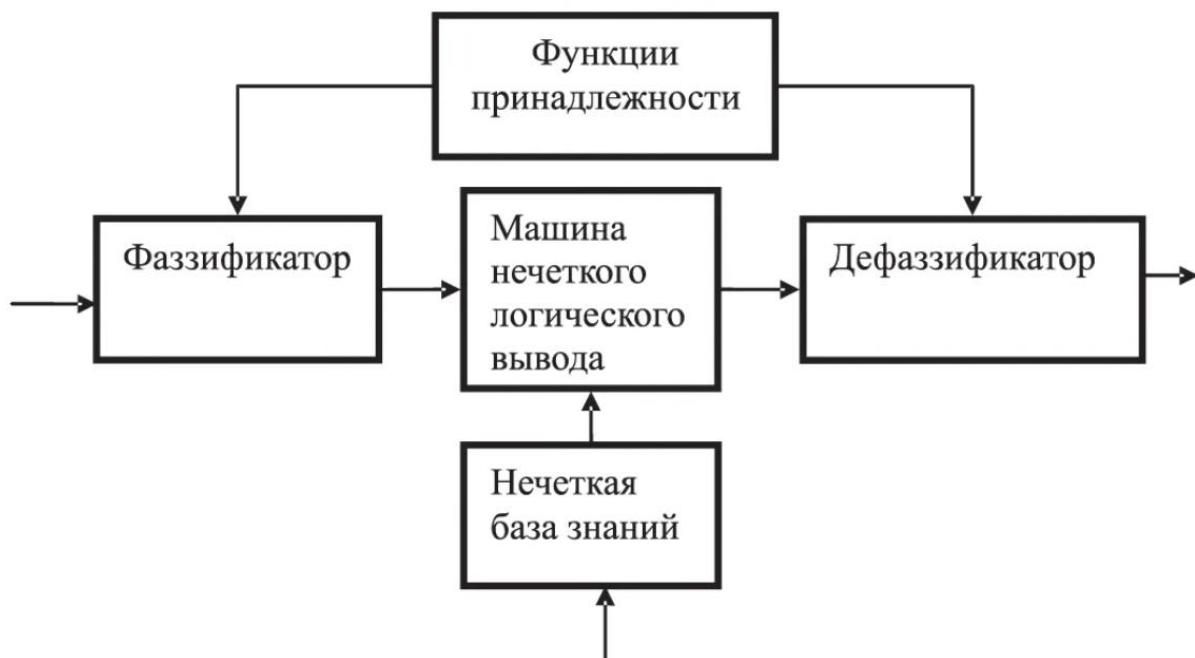


Рис. 5. Процесс нечеткого вывода

Традиционные методы оценки профессиональных рисков часто сталкиваются с проблемой ограниченности или нечеткости исходных данных [3, 4]. Оценка вероятности возникновения опасных событий и тяжести их последствий нередко основывается на экспертных мнениях, которые выражаются в качественных, лингвистических терминах («маловероятно», «иногда», «часто»; «незначительная травма», «тяжелая травма»). Применение нечеткой логики позволяет эффективно формализовать эти экспертные оценки.

Пример: Для оценки риска падения с высоты можно использовать лингвистические переменные, такие как «Высота_работы» (низкая, средняя, высокая), «Наличие_ограждений» (отсутствуют, частичные, полные) и «Опыт_работника» (неопытный, средний, опытный). Нечеткая система может

включать правила вида: «ЕСЛИ Высота_работы высокая И Наличие_ограждений отсутствуют, ТО Риск_падения очень высокий». В результате дефазификации система выдает четкое численное значение уровня риска, которое может быть использовано для принятия управленческих решений.

Эффективное управление охраной труда требует принятия решений в условиях многофакторности и неопределенности [5]. Нечеткие системы поддержки принятия решений могут помочь в выборе оптимальных мер по предотвращению инцидентов, планировании защитных мероприятий и распределении ресурсов.

Пример: При выборе средств индивидуальной защиты (СИЗ) для конкретного рабочего места нечеткая система может учитывать такие параметры, как «Степень_опасности» (низкая, средняя, высокая), «Длительность_воздействия» (короткое, среднее, длительное) и «Чувствительность_работника» (низкая, средняя, высокая). Правила могут выглядеть так: «ЕСЛИ Степень_опасности высокая И Длительность_воздействия длительное, ТО Рекомендуется_СИЗ высокого уровня защиты». Это позволяет автоматизировать и стандартизировать процесс выбора СИЗ, минимизируя субъективные ошибки.

Современные системы мониторинга генерируют большой объем данных, однако их интерпретация для выявления потенциальных угроз часто затруднена из-за «шума», неполноты или неточности показаний датчиков. Нечеткая логика способна обрабатывать такие данные, выявляя скрытые закономерности и аномалии, указывающие на рост рисков.

Пример: Для мониторинга состояния производственного оборудования нечеткая система может анализировать показания различных датчиков (температура, вибрация, давление, потребление энергии). Если «Температура_двигателя повышенна_И_Вибрация_заметна,_ТО Вероятность_отказа_оборудования увеличивается». Такая система может не только сигнализировать об аварийной ситуации, но и прогнозировать потенциальные отказы, позволяя проводить превентивное обслуживание и снижать риски несчастных случаев [3].

Экологическая безопасность также характеризуется высокой степенью неопределенности и зависимостью от множества факторов, часто выражаемых качественными терминами. Оценка воздействия промышленных объектов на окружающую среду, прогнозирование распространения загрязняющих веществ и их комплексного влияния на экосистемы требуют применения гибких методов анализа. Нечеткая логика позволяет строить модели, учитывающие нечеткость данных и экспертные знания.

Таким образом, нечеткая логика является мощным инструментом для анализа и прогнозирования опасных ситуаций в охране труда, а также для поддержки принятия решений при управлении охраной труда и мониторинге состояния оборудования. В сфере экологической безопасности нечеткие модели могут быть успешно применены для анализа и прогнозирования экологических

угроз, эффективного экологического мониторинга и оптимизации управления отходами.

Однако, как и любой другой метод, она имеет свои преимущества и ограничения (табл. 1), которые необходимо учитывать при ее внедрении [5].

Таблица 1
Преимущества и недостатки нечеткой логики

Преимущества	Недостатки
<p>1. Главное преимущество нечеткой логики заключается в способности эффективно обрабатывать неполные, неточные и лингвистические данные, что характерно для многих факторов в ОТ и ЭБ. Это позволяет формализовать информацию, которую сложно выразить в строгих числовых показателях.</p> <p>2. Нечеткие системы позволяют легко интегрировать опыт и интуицию специалистов, переводя их знания в набор «ЕСЛИ-ТО» правил, что делает модель более адекватной реальным процессам.</p> <p>3. Нечеткие модели легко настраиваются и модифицируются, что позволяет адаптировать их к изменяющимся условиям производственной среды или экологическим требованиям без полной перестройки всей системы.</p> <p>4. Системы, основанные на нечеткой логике, менее чувствительны к незначительным отклонениям входных данных, что делает их более устойчивыми к «шуму» и ошибкам измерений.</p> <p>5. Правила нечеткой логики, выраженные на естественном языке, делают работу системы более прозрачной и понятной для пользователя, что облегчает ее внедрение и доверие к получаемым результатам.</p>	<p>1. Разработка эффективной нечеткой системы требует глубоких знаний предметной области и экспертов для точного определения форм функций принадлежности и формулирования логических правил. Ошибки на этом этапе могут привести к неадекватным результатам.</p> <p>2. Нет единого универсального алгоритма для автоматической настройки всех параметров нечеткой системы. Часто требуется итерационный процесс подбора и тестирования.</p> <p>3. Для очень сложных систем с большим количеством входных и выходных лингвистических переменных количество правил может стать очень большим, что усложняет построение и оптимизацию модели.</p> <p>4. Проверка правильности работы и адекватности нечеткой системы может быть более сложной, чем для детерминированных моделей, особенно при отсутствии достаточного объема реальных данных для сравнения.</p>

Несмотря на существующие ограничения, связанные со сложностью настройки и необходимостью привлечения экспертов, преимущества нечеткой логики в обработке неопределенности делают ее перспективным направлением для дальнейшего развития систем обеспечения безопасности.

Список литературы:

1. Zadeh L.A. Fuzzy sets / L.A. Zadeh // Information and Control. – 1965. – Т. 8. – № 3. – Р. 338–353.

2. Воронцовский А.В. Управление рисками: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2000; ОЦЭиМ, 2004. – 458 с.
3. Горохов А.А. Применение нечеткой логики в оценке риска отказов и аварий на опасных производственных объектах / А.А. Горохов, Д.А. Карнаухов // Наука и инновации. – 2021. – № 1 (19). – С. 61–65. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ngdelo.ru/index.php/ogbus/article/view/primenie-nechetkoj-logiki-v-ocenke-riska-otkazov-i-avarij-na>.
4. Халин А.В. Разработка и исследование нечеткой модели оценки профессиональных рисков / А.В. Халин, С.А. Шелковников // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. – 2015. – Т. 326. – № 6. – С. 115–124. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/30422/1/TPU212056.pdf>.
5. Луценко Е.В. Перспективы применения нечеткой логики / Е.В. Луценко, П.Н. Башлы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 105. – С. 136–152. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-nechetkoj-logiki>.
6. Гулий И.М. Методы, критерии и алгоритмы управления процессом обеспечения промышленной безопасности на основе нечетких множеств : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 08.00.13 / И.В. Гулий. – Москва, 2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/metody-kriterii-i-algoritmy-upravleniya-protsessom-obespecheniya-promyshlennoi-bezopasnosti->.

Информация об авторе:

Федоров Михаил Олегович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Рябов Сергей Александрович – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Секция 4.

*Образование в области
защиты окружающей среды
и безопасности труда*

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ
ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ
ОБРАЗОВАНИИ И МОНИТОРИНГЕ**

Апресян Г. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Белоусова В. П.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются практические аспекты применения технологий виртуальной реальности (VR) в экологическом образовании и мониторинге окружающей среды. Проанализированы ключевые направления использования VR-симуляторов для подготовки специалистов-экологов, визуализации данных мониторинга и моделирования экологических процессов. Показано, что иммерсивные технологии значительно повышают эффективность обучения и качество анализа экологической информации. Приведены примеры реализации VR-решений в образовательных учреждениях и природоохранных организациях.

Ключевые слова: виртуальная реальность, экологическое образование, мониторинг окружающей среды, иммерсивное обучение, визуализация данных, экологические симуляторы.

Современные вызовы в области экологии и охраны окружающей среды требуют внедрения инновационных образовательных технологий и методов анализа экологической информации [1]. Технологии виртуальной реальности открывают новые возможности для подготовки квалифицированных специалистов-экологов и совершенствования систем экологического мониторинга. VR позволяет создавать среды для изучения сложных экологических процессов и визуализации многомерных данных мониторинга.

На рисунке 1 представлена комплексная схема применения технологий виртуальной реальности в экологической сфере, включающая четыре основных направления: образовательные VR-симуляторы для обучения, системы мониторинга окружающей среды, инструменты проектирования природоохранных мероприятий и профессиональные тренажеры для подготовки экологов. Схема демонстрирует системный подход к интеграции VR-технологий в природоохранную деятельность.

Основное преимущество VR в экологическом образовании заключается в возможности создания виртуальных лабораторий и полигонов, где студенты могут проводить сложные экологические исследования и отрабатывать практические навыки без риска для окружающей среды. Технологии виртуальной реальности позволяют моделировать различные сценарии экологических ситуаций – от локальных загрязнений до глобальных

климатических изменений, что соответствует требованиям ГОСТ Р 56059-2014 в части моделирования природных процессов [2]. На рисунке 2 показан практический пример использования VR-технологий в образовательном процессе. Студенты с использованием VR-шлемов участвуют в интерактивном занятии по экологии, изучая виртуальные модели экосистем и отрабатывая навыки анализа. Подобные занятия значительно повышают эффективность усвоения материала и формируют практические компетенции.

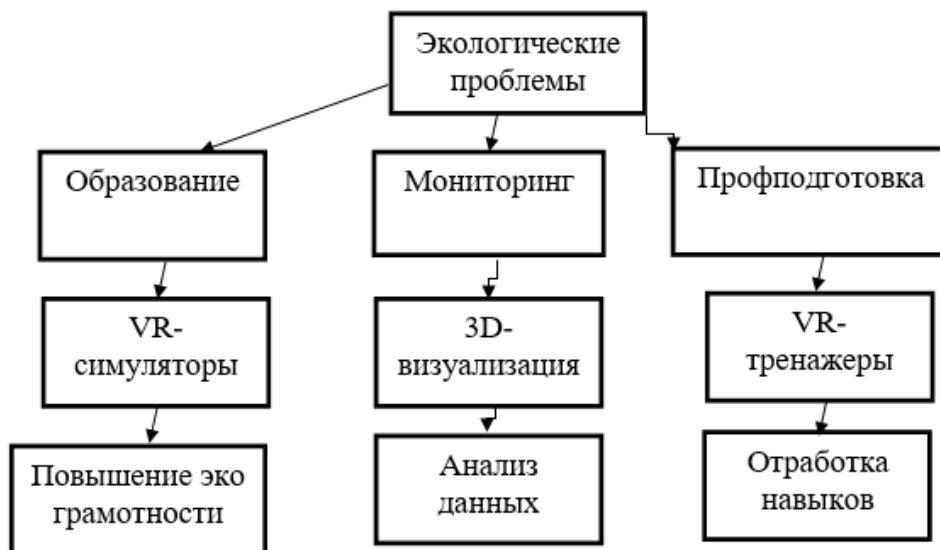


Рис. 1. Использование VR в экологии



Рис. 3. Студенты в VR шлемах на экозанятии

Важным направлением является применение VR для визуализации данных экологического мониторинга. Технологии виртуальной реальности позволяют преобразовывать сложные массивы данных о состоянии окружающей среды в наглядные трехмерные модели, что значительно облегчает анализ и интерпретацию экологической информации в соответствии с принципами, изложенными в ГОСТ Р 56059-2014.

На рисунке 3 демонстрируется пример визуализации данных экологического мониторинга в виртуальной среде. Технология позволяет создавать интерактивные 3D-модели распространения загрязняющих веществ, динамики изменения состояния окружающей среды и пространственного анализа экологических параметров, что обеспечивает глубокое понимание экологических процессов.

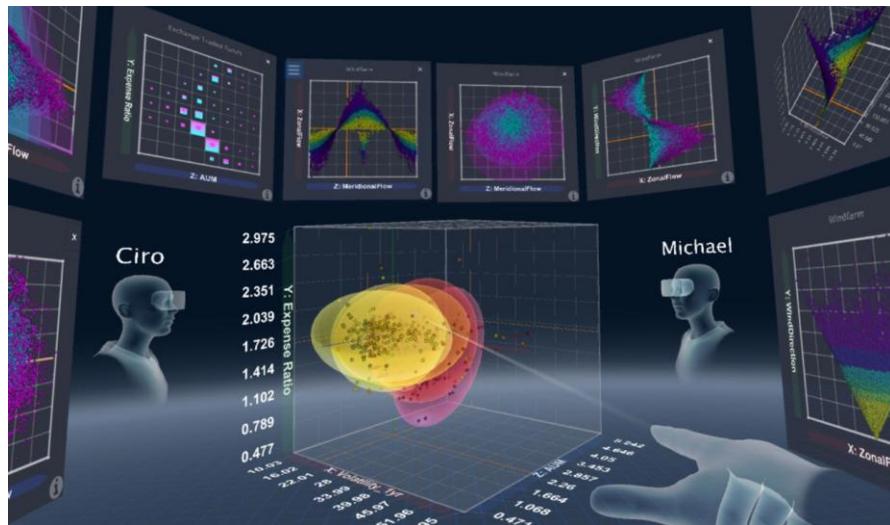


Рис. 3. 3D-визуализации данных в VR-среде

Профессиональная подготовка экологов с использованием VR-технологий включает разработку тренажеров для отработки действий в различных экологических ситуациях. Эти решения позволяют моделировать процессы ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов, проведения экологической экспертизы и реализации природоохранных мероприятий [3].

На рисунке 4 представлен пример использования VR-тренажера для профессиональной подготовки специалистов. Технология позволяет отрабатывать навыки управления оборудованием для проведения природоохранных мероприятий, обеспечивая безопасное и эффективное обучение без риска для окружающей среды и самого оператора, что соответствует принципам обеспечения безопасности при проведении экологических работ.

Внедрение VR-технологий в экологическое образование и мониторинг позволяет создавать комплексные системы подготовки специалистов и анализа данных. Современные решения сочетают обучение с практической отработкой навыков, что обеспечивает формирование высококвалифицированных кадров для природоохранной деятельности.

Таким образом, технологии виртуальной реальности представляют собой инструмент для совершенствования экологического образования и мониторинга окружающей среды. Их внедрение позволяет значительно повысить качество подготовки специалистов-экологов, улучшить визуализацию и анализ экологических данных, а также создать эффективные системы моделирования и прогнозирования окружающих процессов [2, 3].



Рис. 4. Обучение работы с краном в VR

Список литературы:

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 04.08.2023 № 449-ФЗ). – Текст: электронный [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/.
2. ГОСТ Р 56059-2014. Производственный экологический мониторинг. – С. 1–3. Текст: электронный [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200111617>.
3. Павлов А.В., Лобанова О.В. Использование VR-технологий в формировании экологически ответственного поведения у школьников // Исследователь/Researcher. – 2021. – № 3. – С. 53–57. Текст: электронный [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-vr-tehnologiy-v-formirovaniie-ekologicheski-otvetstvennogo-povedeniya-u-shkolnikov/viewer>.

Информация об авторе:

Апресян Георгий Артемович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Белоусова Виктория Павловна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СОЗДАНИЕ БИОЛАБОРАТОРИИ В РАМКАХ КАФЕДРЫ ИНЭБ И ЕЁ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Булатова Р. И.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Рябов С. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье обоснована актуальность создания учебно-научной биолаборатории на кафедре инженерной экологии и безопасности (ИНЭБ) МГТУ «СТАНКИН». Рассмотрены ключевые требования к организации и функционированию подобных лабораторных комплексов. Приведено возможное материально-техническое и приборное наполнение лаборатории, направленное на решение практических задач в области экологического мониторинга, биотестирования и анализа состояния окружающей среды.

Ключевые слова: биолаборатория, экологическая безопасность, лабораторное оборудование, кафедра ИНЭБ.

Актуальность

Биолаборатория – это специализированное учреждение, занимающееся исследованиями и анализом различных аспектов окружающей среды с целью оценки ее состояния и воздействия на нее человеческой деятельностью. Функции такой лаборатории охватывают широкий спектр задач, направленных на поддержание экологической безопасности и устойчивого развития [1].

Актуальность создания биолаборатории в рамках вуза обусловлена необходимостью интеграции научно-исследовательской деятельности в образовательный процесс для подготовки высококвалифицированных кадров, отвечающих современным вызовам в области экологии и биобезопасности. Она служит критически важной ресурсной базой для проведения прикладных исследований по оценке состояния окружающей среды, разработки и апробации новых методов биомониторинга и биоремедиации. Наличие уникальной материально-технической базы позволяет коллективу кафедры и студентам выступать с инициативными проектами и побеждать в грантовых конкурсах как фундаментального (РНФ, РФФИ), так и прикладного характера (госконтракты с промышленными предприятиями).

Назначение биолаборатории кафедры ИНЭБ

Современная лаборатория будет предназначена для решения комплексных задач экологического мониторинга, оценки антропогенного воздействия на окружающую среду и разработки инновационных методов ликвидации загрязнений. Ключевым направлением ее деятельности является проведение санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха и газов, почвы, осадков,

донных отложений, воды, отходов, канализационных стоков и фильтратов, асбеста и других минеральных волокон, пыли и загрязняющих частиц.

Лаборатория будет оснащена для выполнения биотестирования и биоиндикации – методов, позволяющих дать интегральную оценку токсикологической опасности среды даже при сложном сочетанном загрязнении.

Особое значение имеет научно-исследовательский потенциал лаборатории, направленный на разработку и апробацию новых способов борьбы с последствиями техногенных загрязнений. Это включает исследования в области биоремедиации – технологии очистки с использованием специализированных микроорганизмов-деструкторов и растений-фиторемедиантов, способных нейтрализовать или трансформировать опасные загрязнения (нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды) в менее токсичные соединения. Практическим выходом таких исследований становятся инновационные методики восстановления нарушенных территорий, оптимизации процессов очистки сточных вод и утилизации отходов.

Актуальность данного направления подтверждается высокой стабильной частотой техногенных аварий и экологических инцидентов, приводящих к масштабному загрязнению (рис. 1). Среди недавних примеров – разлив мазута в Анапе и нефти в акватории порта Новороссийск, последствия которых требовали оперативной оценки опасности для экосистем и здоровья населения [2, 3, 4, 5].

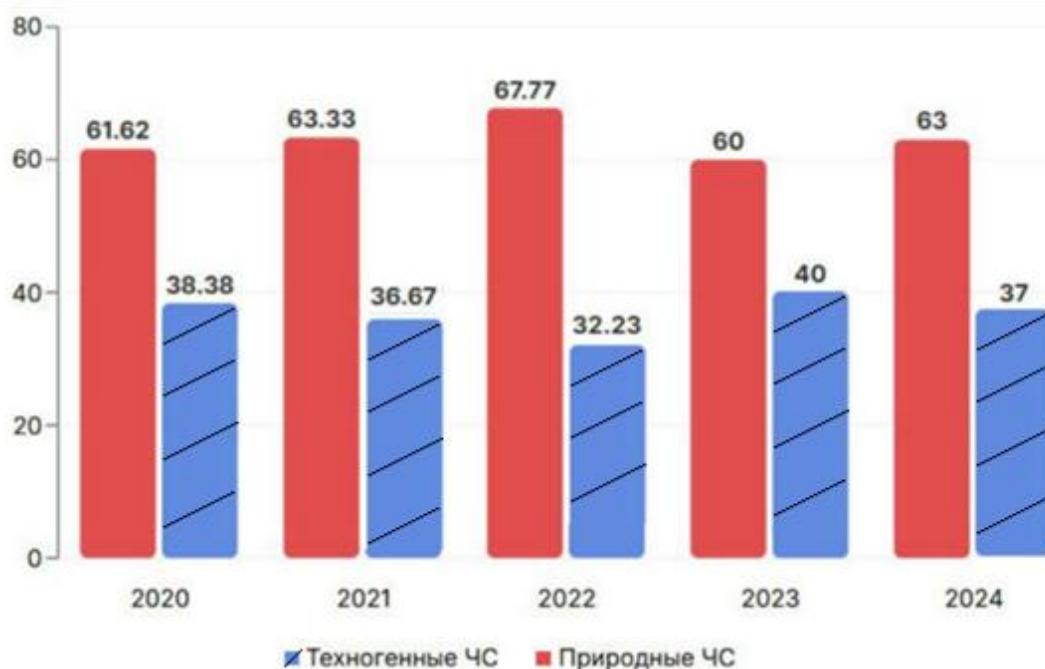


Рис. 1. Соотношение ЧС в процентах в период с 2020 по 2024 год

Кафедра сможет не только фиксировать концентрации загрязнителей, но и оценивать их реальное воздействие на живые организмы, а также разрабатывать и тестировать эффективные стратегии восстановления окружающей среды.

Необходимый набор оборудования для биолаборатории кафедры ИНЭБ

Для учебной и научно-исследовательской биолаборатории экологического профиля в вузе требуется минимальный необходимый (табл. 1) и дополнительно достаточный набор оборудования (табл. 2).

Таблица 1

Базовое оборудование для обеспечения стерильности и подготовки проб

№ п/п	Наименование оборудования	Назначение и ключевые функции
1.1	Ламинарный бокс (бокс микробиологической безопасности)	Создание стерильной зоны для работы с культурами микроорганизмов и питательными средами. Обеспечение безопасности и качества работ
1.2	Автоклав	Стерилизация лабораторной посуды, питательных сред и обеззараживание отходов
1.3	Дистиллятор или система очистки воды (милли-Кью)	Получение чистой воды для приготовления питательных сред и растворов
1.4	Аналитические весы	Точное взвешивание реактивов (точность до 0,0001 г)
1.5	Сушильный шкаф	Сушка лабораторной посуды и проб
1.6	Холодильник и морозильник (+4 °C, –20 °C, –80 °C)	Хранение реактивов, питательных сред и культур тест-объектов. Долгосрочное хранение штаммов
1.7	Шейкер-инкубатор	Выращивание микробных и водорослевых культур в контролируемых условиях
1.8	pH-метр	Контроль и корректировка pH питательных сред и проб

Таблица 2

Расходные материалы и тест-системы

№ п/п	Категория материалов	Конкретные примеры и назначение
2.1	Коллекции чистых культур тест-объектов	<i>Daphnia magna, Chlorella vulgaris, Scenedesmus quadricauda, Paramecium caudatum, Escherichia coli</i> (непатогенная), <i>Bacillus subtilis</i> и др.
2.2	Наборы питательных сред	Агар, бульоны, среды для санитарно-микробиологического анализа
2.3	Химические реактивы	Реактивы для приготовления буферных растворов и питательных сред
2.4	Стандартная лабораторная посуда	Колбы, пипетки, чашки Петри, мерные цилиндры и др.

Создаваемая биолаборатория позволит осуществлять полный цикл экологического биомониторинга – от подготовки проб до интерпретации результатов. Будет возможно проводить интегральную оценку токсичности воды, почв и отходов с использованием стандартизированных биотестов на дафниях, водорослях и бактериях, что соответствует требованиям нормативных документов.

Лаборатория обеспечит санитарно-микробиологический контроль объектов окружающей среды, включая определение микробного числа и показателей фекального загрязнения. Научная составляющая будет включать исследования в области биоремедиации – отбор микроорганизмов-деструкторов и оценку эффективности биопрепаратов для очистки загрязненных сред [6].

Ключевое значение имеет практическая подготовка студентов: освоение методов работы в стерильных условиях, культивирования тест-объектов и работы на аналитическом оборудовании. Оснащение ПЦР-оборудованием откроет возможности для молекулярно-генетических исследований и мониторинга генов устойчивости к антибиотикам в окружающей среде.

При благоприятных условиях в дальнейшем можно будет расширять материальную базу и возможности биолаборатории. Проект лаборатории представлен как основа для повышения качества подготовки студентов-экологов и усиления научно-исследовательского потенциала кафедры.

Список литературы:

1. Бугай Н.В., Новикова Л.В. Проблематика экологических аналитических лабораторий // Студенческий научный форум – 2018. Материалы X Международной студенческой научной конференции [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004104?ysclid=mjjvl17i3p477488541>.
2. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/5946?ysclid=mfmc5fb5tf115084587>.
3. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2023-05-19/f632a8be1f2ec57b78712234d5cfc06b.pdf?ysclid=mfmc51mzpc774446208>.
4. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2024-04-10/dc46867323bf3868fecf566e1e34e4d5.pdf?ysclid=mfmc4qw5m8364970535>.

5. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2024 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://mchs.gov.ru/dokumenty/7807?ysclid=mfm2xsi6i299533705>.
6. Лаборатория экологического контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gluvexlab.com/articles/laboratoriya-ekologicheskogo-kontrolja/?ysclid=mfccr6ke5x889431727> (дата обращения: 16.09.2025)

Информация об авторе:

Булатова Регина Искандеровна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Рябов Сергей Александрович – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН: ЦЕЛЬ, СОДЕРЖАНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ

Жаксибаева Б. М.

Научный руководитель: д.т.н. Халилова Р. Х.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье приведены сведения о состоянии образовательного процесса самостоятельных работ экологических дисциплин по подготовке бакалавров и магистров. Будущие специалисты-производственники получают навыки по проведению экологической экспертизы, по разработке мероприятий для устранения факторов воздействия в увязке с экономическими затратами.

Ключевые слова: экология, ресурс, загрязнение, рационально, экспертиза, самостоятельно.

Сегодня востребованы специалисты, обладающие высокими профессиональными знаниями в области транспорта, транспортного строительства и навыками в сфере охраны природы, что позволит подразделениям министерства транспорта грамотно взаимодействовать с экологическими структурами.

Антропогенная деятельность совместно с природными процессами снижает качество природной среды: почву, атмосферный воздух, воды водных объектов, растительный и животный мир воздействуют факторы, связанные с загрязнением и неблагоприятным воздействием.

Загрязнение – это когда к почве, воздуху, воде добавляются примеси (или отходы), которые получаются в результате природных процессов или антропогенной деятельности; загрязнение оценивается количественно; для измерения содержания загрязняющих веществ и эффекта их воздействия на среды установлены численные критерии.

Под неблагоприятным воздействием принято понимать широкий круг проблем: заболевание населения, истощение природных ресурсов, воздействие на ландшафты и т.п.; эти показатели количественно не оцениваются; их результаты в каждом случае измеряются по относительным шкалам.

В рамках учебного процесса необходимо студентам наряду с новыми стандартами по профессии заложить экологические знания.

Экологическое образование – это одна из важнейших задач мирового сообщества. Подтверждением ему является то, что Организацией Объединенных Наций День 15 апреля провозглашен Международным Днем Экологических знаний [1].

Рациональное использование природных ресурсов и безопасная эксплуатация природно-техногенных систем зависит от того насколько специалист понимает законы природы и его умения профессионально свести к минимуму, или исключить полностью, отрицательное влияние природопользования на том участке, который ему доверен.

В связи с этим формирование природоохранного мировоззрения у студентов, будущих специалистов производства, является одним из приоритетных направлений образовательного процесса.

Поскольку любая технология – это совокупность приемов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов и изделий с целью получения готовой продукции, то в ходе производства продукции образуются отходы, механические потери, осадки.

Если технология в установленном нормативном режиме обеспечивает воздействие на компоненты природной окружающей среды загрязняющими веществами и неблагоприятными процессами в количестве не превышающей предельно допустимой величины, ее принято называть *экологически безопасной*.

Если же нормативные величины не обеспечиваются, то возникают проблемы, которые названы *экологическими*.

Решения экологических проблем требуют знания фундаментальных и прикладных наук. Только системное их изучение может дать положительные результаты в подготовке специалистов с экологическим мировоззрением для отраслей экономики.

Глава Узбекистана почти в каждом выступлении подчеркивает, что повышение качества обучения, являющегося основой человеческого капитала – это единственно верный путь развития государства [2].

Одним из этапов формирования природоохранного мировоззрения у студентов, будущих специалистов производства, приходится на высшие образовательные учреждения [3].

Фундаментом всей природоохранной деятельности является наука экология. Совершенствование курса экологии заключалось в повышении его научного знания: утверждении логики построения экологического цикла, которая более эффективно решает задачу формирования экологического мышления будущих специалистов. Повышение научного уровня экологии проявляется не столько в добавлении к нему новых вопросов, сколько в более современном изложении его традиционного содержания.

Закон Республики Узбекистан «Об образовании» гласит об «изучении природоохранных законов» в образовательных учреждениях страны, наряду с теоретическим курсом, практическими и лабораторными занятиями, предусматривает самостоятельную подготовку [4].

Законом Республики Узбекистан «Об экологической экспертизе» определен принцип «обязательности проведения государственной экспертизы, оценки воздействия на среду антропогенной деятельности, гласности, научной обоснованности» [5].

В Ташкентском государственном транспортном университете в учебные планы по подготовке бакалавра и магистра введена самостоятельная работа по всем дисциплинам в объемах равных аудиторным часам. Это касается и экологических дисциплин: «экология», «строительная экология» и др.

Студент-бакалавр в соответствии с учебной программой дисциплины «Экология» выполняют самостоятельную работу на тему: «Экологическая ситуация в районе местожительства».

Цель работы – изучить методику системного анализа на примере местожительства, получить навыки по проведению экологической экспертизы, изучить объекты воздействия на компоненты природной среды и предложить меры по их снижению.

Студент выполняет работу в следующей последовательности.

1) Принимая расположение своего дома за центр, чертит окружность радиусом 2,0–2,5 км.

2) На этой прилегающей к его дому территории, схематично размещает объекты и номерует их; из них выделяет источники загрязнения и неблагоприятного воздействия.

Таблица 1

Показатели качественного анализа загрязняющих веществ
от источников загрязнения

№	Наименование источника загрязнения	Экологические факторы воздействия на компоненты природной среды:				
		почву	воздух	воду	растения	животных
1						
2						
...						

3) Производит качественный анализ экологических факторов воздействия источников загрязнения и неблагоприятного воздействия на компоненты окружающей среды у месторасположения своего дома.

В табл.1 студент записывает только сведения о наличии того или иного вещества, поскольку количественно не может оценить по ряду причин, например, отсутствие приборов для замера. Сведения о неблагоприятном воздействии студент указывает в тексте реферата.

4) Из табл. 1 по согласованию с преподавателем, студент выбирает один из источников загрязнения и рекомендует мероприятия по снижению или полной ликвидации факторов воздействия. Сведения записываются в табл. 2.

5) Работа оформляется в виде реферата, в котором студент делает вывод об экологической ситуации в районе местожительства.

Самостоятельная работа на тему «Экологическая ситуация в районе местожительства» позволяет получить студентам навыки экологической экспертизы и более внимательно отнестись к территории своего проживания.

Таблица 2

**Рекомендуемые мероприятия по снижению загрязнения
компонентов природной среды**

Наименование источника загрязнения	Наименование рекомендуемых мероприятий	Снижение воздействия на компоненты природной среды:				
		почву	воздух	воду	растения	животных

В соответствии с учебной программой дисциплины «Охрана водных ресурсов и рациональное их использование» студенты магистратуры, на основании полученных теоретических и самостоятельно проработанных источниках и литератур выполнняют самостоятельную работу на тему: «Рациональное использование водных ресурсов на производственном предприятии и выбор схемы очистки сточных вод». Предполагаемый объект изучения студент выбирает сам по согласованию с преподавателем.

Целью работы самостоятельной работы является анализ проблем, связанных с использованием водных ресурсов на объекте и рекомендации мероприятий по их устранению.

Студент магистратуры выполняет работу в следующей последовательности:

1) чертит условно схему производственного предприятия. Схематично на ней показываются производственные участки, где используется вода;

2) выполняет качественный анализ источникам загрязнения воды; при этом указывают какие загрязняющие вещества образуются и до какой степени воды могут быть загрязнены;

3) рекомендует мероприятия по рациональному использованию воды и методам очистки сточных вод;

4) работу оформляет в виде реферата;

5) защищает самостоятельную работу; доклад с презентацией.

Эти работы – ещё одно доказательство эффективных мер, проводимых в системе образования по обеспечению экологической безопасности, по подготовке профессиональных кадров, владеющих теоретическими знаниями и практическими навыками.

Список литературы:

1. Study on the environmental risks of medicinal products. Final Report. Executive Agency for Health and Consumers. 12 December 2013.
2. Мирзиев Ш. Поздравление Узбекистана // Газета «Народное слово». – 6 декабря 2024 г. – № 248 (8826).
3. Халилова Р.Х. Вклад в сохранение экологического баланса // Газета «Народное слово». – 15 февраля 2025 г. – № 33 (8877). – С. 3.

4. Закон Республики Узбекистан «Об образовании». – Ташкент, 29 августа 1997 г.
5. Закон Республики Узбекистан «Об экологической экспертизе». Ташкент, 25 мая 2000 г.

Информация об авторе:

Жаксибаева Барно Мухиятдиновна – студент, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Халилова Рахима Хамитовна – д.т.н., профессор, Ташкентский государственный транспортный университет.

ОХРАНА ТРУДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ УЗБЕКИСТАНА

Медешев Б. Э.

Научный руководитель: PhD, доц. Камилов Х. М.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос об охране труда в Узбекистане гарантирована правительством, для чего приняты ряд законодательных актов, в том числе Закон Республики Узбекистан об охране труда, который его целью является регулирование отношений в области охраны труда. Законодательство об охране труда состоит из настоящего Закона и иных актов законодательства. Если международным договором Республики Узбекистан установлены иные правила, которые предусмотрены законодательством Республики Узбекистан об охране труда, то применяются правила международного договора.

Ключевые слова: Закон, охрана труда, работник, работодатель, Государственное управление, Кабинет Министров.

Действие Закона по охране труда распространяется на:

- работников, состоящих в трудовых отношениях с предприятиями, учреждениями и организациями (далее – организации), а также с отдельными нанимателями;
- студентов высших образовательных учреждений, учащихся средних специальных, профессиональных образовательных учреждений, слушателей других образовательных учреждений, проходящих производственную практику;
- военнослужащих, привлекаемых для работы в организациях;
- граждан, проходящих альтернативную службу;
- лиц, отбывающих наказание по приговору суда, в период их работы в организациях, определяемых учреждениями по исполнению наказания, а также лиц, к которым применено административное взыскание в виде административного ареста, лиц, привлекаемых на выполнение других видов работ, в том числе организуемых в интересах общества и государства [3].

Действие настоящего Закона распространяется и на работодателей.

Государство разработало основные направления политику в области охраны труда.

Основными направлениями государственной политики в области охраны труда являются:

- обеспечение приоритета жизни и здоровья работника;

- разработка и реализация государственных программ в области охраны труда;
- координация деятельности органов государственного и хозяйственного управления, органов государственной власти на местах в области охраны труда;
- установление требований в области охраны труда для всех организаций;
- осуществление государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда;
- стимулирование разработки и внедрения безопасной техники, технологии и средств защиты работников;
- использование достижений науки, техники и передового национального и зарубежного опыта по охране труда;
- социальная защита работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве или получивших профессиональные заболевания;
- осуществление международного сотрудничества.

Государственное управление охраной труда осуществляется Кабинетом Министров Республики Узбекистан, специально уполномоченным государственным органом в области охраны труда, а также иными государственными органами, которые в соответствии с законодательством имеют отдельные полномочия в области охраны труда.

Кабинет Министров Республики Узбекистан:

- обеспечивает реализацию единой государственной политики в области охраны труда;
- утверждает и реализует государственные программы в области охраны труда;
- обеспечивает координацию деятельности органов государственного и хозяйственного управления, органов государственной власти на местах в области охраны труда;
- устанавливает порядок проведения государственной экспертизы условий труда;
- устанавливает порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- определяет порядок создания службы охраны труда в организациях;
- определяет порядок выделения средств на охрану труда работодателем, а также образования фондов по охране труда и использования их средств;
- осуществляет международное сотрудничество в области охраны труда [3].

Безопасность работника в условиях любого современного производства обеспечивается системой правовой, социально-экономической, организационной, технической, санитарно-гигиенической, лечебно-профилактической и реабилитационных мероприятий. Защита человека — основа охраны труда.

Главное в области охраны труда учат будущих специалистов в техникуме, институте и университете согласно программы. Профессиональная грамотность, а также обучение работников согласно нормативным документам, четкого соблюдения норм и правил, регламентированных правовыми и нормативными документами, значительно снижает вероятность производственного травматизма и профзаболеваний на предприятиях.

Каждое предприятие обязано следить за безопасностью и здоровьем своих сотрудников. Это входит в комплекс работ по профилактике и предотвращению травматизма и профзаболеваний.

Кроме Кабинета Министров уполномоченными являются: Министерство занятости и сокращения бедности (сокращенно Минтруд) Республики Узбекистан, которое реализует единую государственную политику в области охраны труда и участвует в разработке и реализации государственных и иных программ в области охраны труда.

Министерство здравоохранения Республики Узбекистан: определяет порядок проведения обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров работников. Оно устанавливает санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса [2].

За выполнением этих требований следят органы Государственной власти и службы охраны труда предприятий и организаций.

Органы государственной власти на местах: участвуют в реализации государственных и иных программ в области охраны труда, утверждают и реализуют территориальные программы в области охраны труда и координируют деятельность соответствующих территориальных подразделений органов государственного и хозяйственного управления.

Органы государственной власти на местах могут осуществлять и иные полномочия в соответствии с законодательством [3].

Службы охраны труда и ответственный персонал по охране труда организации и предприятий нужны для контроля за выполнением в каждой организации распоряжений государственной власти.

Финансирование охраны труда осуществляется за счет бюджетных ассигнований, выделяемых из Государственного бюджета Республики Узбекистан, собственных средств работодателя (созданных из средств фондов охраны труда, образованных в порядке, установленном законодательством). Охрану труда можно финансировать из благотворительных пожертвований юридических и физических лиц и других источников, не запрещенных законодательством [3].

При этом каждый работодатель выделяет на охрану труда необходимые средства в размере, определяемом законодательством, коллективным договором, а также коллективными соглашениями или иными локальными нормативными актами. Работники не несут каких-либо расходов на эти цели [2].

В то же время организации вправе создавать фонд по охране труда за счет прибыли (доходов) от их коммерческой и иной деятельности, а также других источников, не запрещенных законодательством. И закон гласит, что средства на охрану труда не могут быть использованы на другие цели [3].

В Республике Узбекистан каждый работник имеет право на достойный труд, на свободный выбор профессии и рода деятельности, на труд в благоприятных условиях труда, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на получение справедливого вознаграждения за свой труд без какой-либо дискриминации и не ниже установленного минимального размера оплаты труда, а также на защиту от безработицы в порядке, установленном законом [1].

Работник всех структур имеет право на обеспечение средствами индивидуальной защиты за счет средств работодателя в соответствии с установленными нормами и требованиями охраны труда [2]; на обязательное государственное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в порядке, установленном законодательством и многое другое [4].

Основные задачи охраны труда на железнодорожном транспорте

Охрана труда на железнодорожном транспорте выстраивается из комплекса задач, которые реализуются за счет мероприятий и отдельных требований согласно нормативно-технических документов.

Задачи охраны труда:

- улучшение условий труда на рабочих местах;
- снижение уровня травматизма на предприятиях и на рабочих местах;
- в экономической и социальной политике нашего государства большое значение придаётся вопросам технического перевооружения промышленности, комплексной механизации и автоматизации сложных и трудоёмких процессов, систематическому сокращению тяжёлого ручного труда, оснащению предприятий современными средствами охраны труда. Особое место отводится улучшению условий труда и быта работников, особенно женщин и несовершеннолетних [1];
- обеспечение средствами индивидуальной защиты, которые обязаны эффективно защищать здоровье работника от всех опасностей (рис. 1);



Рис. 1. При выполнении путевых работ все одеты спецодеждой

- снижение уровня профзаболеваний работников и реабилитация в санаторно-курортных комплексах [5].

Важно! Благодаря глобальным стратегиям железнодорожные компании могут активно внедрять комплекс мер по улучшению качества трудового процесса.

Общие требования охраны труда на железнодорожном транспорте

Железнодорожная сфера включает в себе разные виды работ от начальника предприятий до самого простого рабочего:

- прохождение медицинского осмотра и психологического освидетельствования; для некоторых профессий необходимы ежедневные медицинские предрейсовые осмотры [4];
- прохождение инструктажей по технике безопасности и противопожарной подготовке на рабочем месте. Инструктажи на рабочем месте проводятся согласно утвержденного положение своевременно в сроки указанного в положение. За не проведение инструктажей на рабочем месте руководителю работ будет применятся дисциплинарные, административные и уголовные ответственности;
- обязательное использование средств индивидуальной защиты во время работы;
- перед выполнением работ на особо опасных участках работникам нельзя находиться без соответствующего разрешения и инструктажа;
- прохождение дополнительного профессионального обучения и повышения квалификации согласно требованиям законодательства [2];
- неукоснительное выполнение распорядка рабочего дня и подчинение своему начальнику [2].

Требования охраны труда для работников на железнодорожных путях и станциях:

- при проходе на работу или с работы сотрудникам следует держаться в стороне от железнодорожного полотна – идти по обочине;
- работник, оказавшийся в междупутье двухпутного участка при движущимися поездами, должен сесть или прилечь на землю;
- переходить через рельсы нужно под прямым углом 90 градусов и ни в коем случае не наступать на рельсы и шпал;
- при движении группой работникам необходимо идти друг за другом максимум по 2 человека в ряду, впереди и сзади групп должны обеспечить сигналистами, где руководитель работ должен контролировать безопасность своих работников;
- запрещается подлезать под вагонами даже во время неподвижного состояния поезда, необходимо обойти состав;
- запрещается переходить путь перед движущимся поездом, садиться на рельс, оставлять рабочие инструменты на железнодорожных путях;

- в ночное время суток группа должна двигаться с фонарями одетым спецодеждой с блестящими полосками, которая может быть видна машинисту и помощнику машиниста на расстоянии не менее 400м;
- проходить по мостам и тоннелям можно только при отсутствии приближающегося поезда.

Все правила направлены на максимальное удаление работников от локомотивов и составов во время работы. Изменение и дополнение инструкций производится по согласованию руководством железнодорожных компаний.

В заключение необходимо отметить, что в Республике Узбекистан создана правовая база по охране труда не уступающая любым мировым стандартам.

Список литературы:

1. Конституция Республики Узбекистан (новая редакция). [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.lex.uz.
2. Трудовой Кодекс Республики Узбекистан (новая редакция). [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.lex.uz.
3. Закон Республики Узбекистан «Об охране труда» в новой редакции от 22 сентября 2016 г. № ЗРУ-410.
4. Закон Республики Узбекистан от 10 сентября 2008 года № ЗРУ-174 «Об обязательном государственном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.lex.uz.
5. Закон Республики Узбекистан от 29 августа 1996 года № 265-I «Об охране здоровья граждан». [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.lex.uz.
6. Закон Республики Узбекистан от 16 апреля 2009 года № ЗРУ-210 «Об обязательном страховании гражданской ответственности работодателя». [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.lex.uz.

Информация об авторе:

Медешев Бахтиёр Эргешевич – соискатель, старший преподаватель, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Камилов Хасан Мирзахитович – PhD, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

АНАЛИЗ УГРОЗЫ СЕЛЕВЫХ И ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОБЪЕКТЫ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Сулайманов С. С., Алиев О. Т., Мустофоев А. К.

Научный руководитель: к.т.н., и.о. доц. Абдазимов Ш. Х.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ селевых явлений на территории Узбекистана, которые проходят в весенние и осенние времена года приводящие к опасности объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта. Эти явления встречаются в основном в горных и предгорных районах Республики, где проходят линии железных дорог Тошгузар – Байсун – Кумкурган и Ангрен – Пап. Проведенные анализы со стороны метеорологов и учеными геологами показали, что селевые и оползневые явления горных и предгорных районах территории Узбекистана являются трансграничными с соседними государствами горных мест Кыргызстана и Таджикистана. В целом по Республике площадь бассейнов селе активных мест составляет 53770 кв.км (это 12 % от общей площади территории Республики). В статье подробно изложено селевая и оползневая ситуация для каждого региона Республики.

Ключевые слова: селевые потоки, ущерб, трансграничные территории, гидропосты, мониторинг, ливневые сели, Узгидромет.

Селевые явления широко распространены в горных и предгорных районах территории Узбекистана в весенне и осенне время в некоторых местах только в осенне время [1].

Они часто являются трансграничными, т.к. большинство селевых паводков формируются в горных местах соседних государств – Кыргызстана и Таджикистана.

Согласно данным (НИГМИ, Узгидромет) многолетних наблюдений за проявлениями селевой активности и ее пространственно-временной изменчивостью по территории Узбекистана можно сделать вывод, что в целом по Республике площадь бассейнов селе активных водотоков составляет 53770 кв км (это 12 % от общей площади) при количестве селе активных водотоков, много объектов экономики в том числе объекты железной дороги находятся в селеопасной зоне где могут появляться оползневые явления (рис. 1).

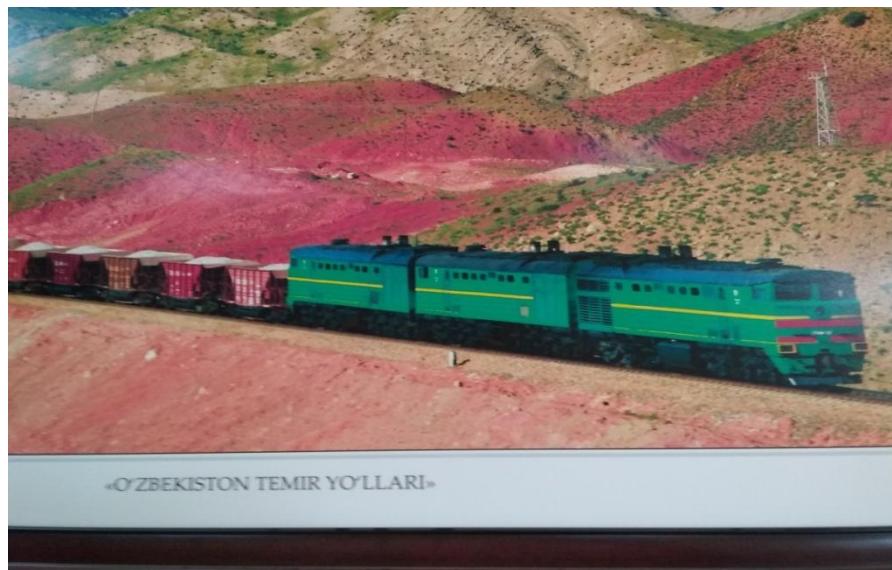


Рис. 1. Железная дорога в направлении Ташгузар – Байсун – Кумкурган (в весенне время при резком таянии снега земля может стать рыхлой, которые могут привести к оползням)

Селевые потоки формируются при выпадении сильных ливней или дождей с переходом на ливень, составляющих около 90 % всех случаев схода. Это небольшие,дробно расчлененные, складчатые возвышенности высотой 800–1200 метров, лишенные растительного покрова и изрезанные суходолами.

В весенне-летний период практически все предгорья становятся в той или иной мере селеопасными. В ходе изучения приведены факторы селевой активности и проблемы их прогнозирования, а также указана необходимость мероприятий для полного решения вопроса прогнозирования и защиты от селевых явлений в Узбекистане [4].

От селей и оползней особенно страдают населенные пункты расположенные при горных районах и инфраструктуры железной дороги. А также страдают линии железных дорог Андижанской, Ферганской, Наманганской и Ташкентской областей и станции Дарбанд, Бойсун расположенные в железнодорожной линии Ташгузар – Байсун – Кумкурган. А также страдают здания и сооружения железной дороги (мосты, тунNELи и др.). О селе опасности (с оползневыми явлениями) в каждой области можно судить по числу предыдущих селе дней в году. Так как с 1950 года в до сегодняшнего дня по регионам Республики прошли следующие селе дни, а именно, по Наманганской области отмечено 180 дней с селями, по Ферганской долине – 119 дней с селями, по Сурхандарьинской области – 116 дней с селями, по Самаркандской области – 115 дней с селями, по Андижанской области – 73 дня с селями, по Джизакской области – 63 дня с селями, по Кашкадарьинской области – 74 дня с селями, в Ташкентской области – 55 дня с селями, в Навоийской области – 16 дней прошли с селями Можно начертить диаграмму селевых дней по Республике за последние годы [4].

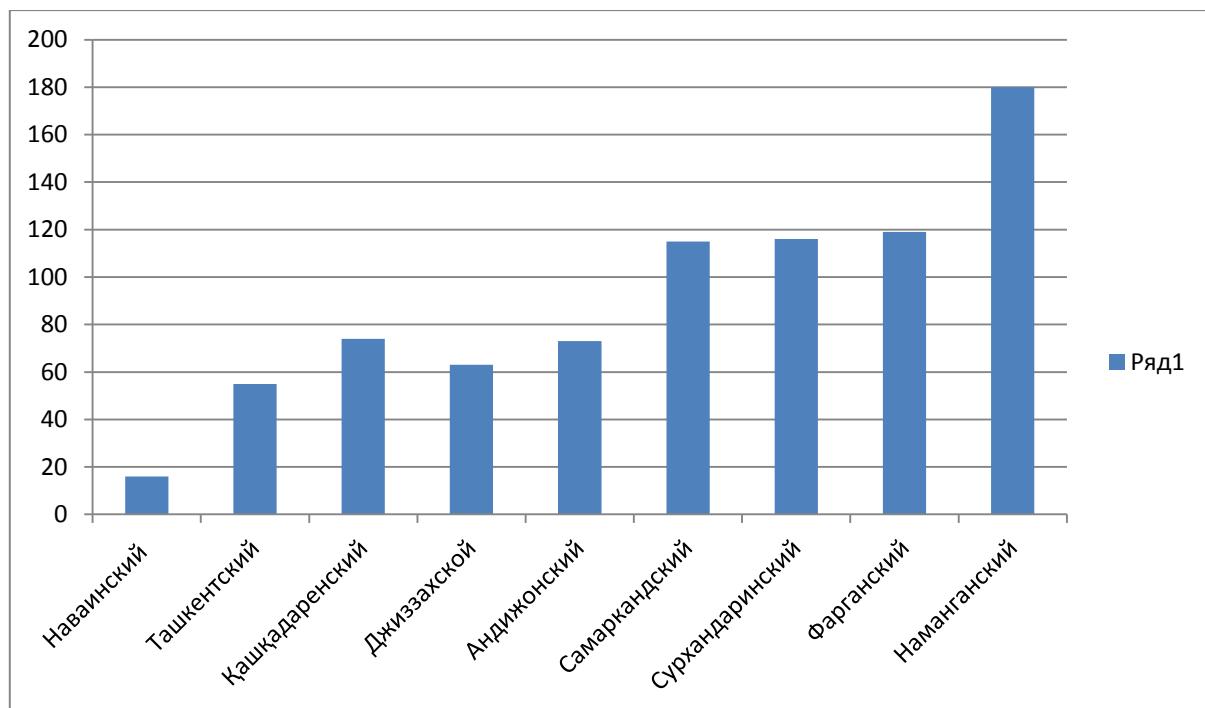


Рис. 2. Диаграмма показания селевых явлений в Республике Узбекистан с 1950 года в течении 36 лет

Селевые потоки причиняют ущерб отраслям экономики Республики. Это смывание железных дорог, оползни на железных дорогах приводят к сходу железнодорожного состава (рис. 3).



Рис. 3. 09:10, 03.05.19 г. Оползень произошел во время прохождения пассажирского поезда «Сарысия – Ташкент»

Ташкент, 2 мая – Sputnik. Оползень сошел на участке железной дороги и блокировал движение пассажирского поезда в Кашкадарьинской области на юге Узбекистана, пострадавших не было.

Это произошло 30 апреля на 103-м километре горной железной дороги Ташгузар – Байсун – Кумкурган.

«Оползень произошел во время прохождения пассажирского поезда № 081 «Сарыасия – Ташкент». Сход грунта заблокировал движение трех вагонов. Никто из пассажиров не пострадал». Но естественно проведены аварийно-восстановительные работы на которые потребуется время, это выхода графика движения приводящие к материальному ущербу.

Задача железной дороги от вредного воздействия водных потоков при селевых явлениях

Для защиты земляных сооружений от вредного воздействия водных потоков при селевых явлениях должны применять такие укрепления, как посев трав, одерновка, посадка кустарника, каменные мостовые, габионы и др. [5]. Характеристика способов укрепления приведена в таблице 1.

Таблица 1
Способы укрепления земляных сооружений

Способы укрепления	М	Скорость течения воды, м/с
Искусственный дерновый покров (семена многолетних злаковых и бобовых трав) Травяной покров в два раза увеличивает испарение воды за счет транспирации до 200–250 мм/г	0,20	1,5
Мощение камнем (одиночное или двойное)	1,50	2–6
Каменные наброски на откосы из разрыхленных слабовыветривающихся горных пород. В материале наброски должны соблюдать условие 50 % (также применяется наброска из тетраподов и т.д.)	1,50	4–5
Бетонные плиты, свободно лежащие с открытыми швами	0,70	Не регламентируется
Железобетонные разрезные шарнирно-соединенные плиты	1,00–1,50	Не регламентируется
Железобетонные плиты, омоноличенные по контуру	3,00	Не регламентируется
Монолитные железобетонные плиты	3,00	Не регламентируется
Гибкие железобетонные покрытия (с шарнирными элементами)	1,50	> 4–5
Габионные покрытия (габионы, матрасы Рено)	0,4–3,0	4–6

Задача от селей

Для инженерной защиты территорий, зданий и сооружений от селевых потоков следует применять сооружения и выполнять мероприятия, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Сооружения и мероприятия для инженерной защиты от селевых потоков

Вид сооружения и мероприятия	Назначение сооружения и мероприятия. Условие применения
<i>I. Селезадерживающие</i> Бетонные, железобетонные плотины (при возможности серо-бетонные, железосеробетонные), из каменной кладки: водосбросные, Сквозные. Плотины из грунтовых материалов (глухие)	Задержание селевого потока в верхнем бьефе. Образование селехранилищ
<i>II. Селепропускные</i> Каналы Селеспуски Мосты	Пропуск селевых потоков через объект или в обход него
<i>III. Селенаправляющие</i> Направляющие и ограждающие дамбы Шпоры	Направление селевого потока в селепропускное сооружение
<i>IV. Стабилизирующие</i> Каскады запруд Подпорные стены Дренажные устройства Террасирование склонов Агролесомелиорация	Прекращение движения селевого потока или ослабление его динамических характеристик
<i>V. Селепредотвращающие</i> Плотины для регулирования паводков Водосбросы на озерных перемычках	Предотвращение селеобразующих паводков
<i>VI. Организационно-технические</i> Организация службы наблюдения и оповещения	Прогноз образования селевых потоков
<i>Примечание</i> – Применение труб для пропуска селевых потоков не допускается.	

Проведенный анализ и требование строительства и инженерных требований селевых явлений в железнодорожном пути требует обеспечения безопасности железной дороги от влияния селевых потоков и оползневых явлений горных и предгорных районах Республики.

Это необходимые активные мероприятия по обеспечению безопасности железной дороги. Особенно в Тошгузар – Байсун – Кумкурган и Ангрен – Пап:

- Необходимо создание системы единого управления безопасности. Создаваемая система поддержания безопасности должна контролировать безопасность железных дорог во всех направлениях Республики особенно селеопасных и оползнев опасных местах. А именно в горных, предгорных районах где проходит железная дорога вместе с работниками геологический разведки и работниками МЧС (УЧС областей) проведение разведывательных работ;
- Постоянное изучение железной дороги с помощью «Дронов» в горных и предгорных районах, особенно весной при резком повышении температур;
- Закрепить чувствительные элементы или приборы определяющие сдвиг земли (при оползнях) в холмах где мало растений, песчаных местах;
- Где ожидаются ливневые дожди и сели необходимо рыть канавки вдоль железнодорожного полотна [5];
- В горных и предгорных районах где проходит железная дорога вдоль железнодорожного полотна надо закрепить камни-ловушки и уловители грязи и других природных веществ [7];
- Создать аварийно спасательные группы (группу быстрого реагирования) входящие силы ГЗ РЖУ или станции, вооружить их техникой и другими необходимыми инвентарями. Выдать помещение, спецодежду, необходимые инвентарии, технику для восстановительных работ, средства связи, организовать дежурства в случае ЧС (сели и оползни).

Выше перечисленные мероприятия и расходы уходящие на них окупятся, чем в случае селевых явлений приводящие к оползням и перекрытие железных дорог грязью и другими горными веществами (до прихода дорожной службы и перегона техники а также других работ уходит время) приводящие к остановке составов, выхода из графика движений и других ряда материальных ущербов.

- С силами ГЗ в масштабе станции провести учебно-тактические занятия с имитацией смываания железной дороги селями или завалы дороги оползнями. (подготовка сил ГЗ на быстрое реагирование, на последствие ЧС природного характера);
- В случае резкого изменения температуры особенно горных или предгорных районах создать сеть сообщения с УЧСом региона.

Список литературы:

1. Географический «АТЛАС» Узбекистана. – Т.: «Картография», 2019. – С. 99–100.
2. Закон РУз «О защите населения и территории от ЧС техногенного и природного характера» от 20.09.1999 г.
3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 19 февраля 2007 г. «О мерах по предупреждению чрезвычайных ситуаций,

связанных с паводковыми, селевыми, снеголавинными и оползневыми явлениями, и ликвидации их последствий».

4. Ахмедов М.А., Салямова К.Д. Селевое явление Узбекистана // Вестник Университета гражданской защиты Белорусии. – 2018. – Т. 2. – № 2.
5. СП 342.1325800.2017. Свод правил. Защита железнодорожных путей и сооружений от неблагоприятных природных явлений. Правила проектирования и строительства.
6. Программа предупреждения селей и паводков в Узбекистане [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://uzdaily.uz/articles-id-18974.htm>.
7. Ниязметов С.С. Автореферат диссертационной работы. – Москва, 2011.
8. Туйчиев Т.Б., Нурходжаев А.К., Гурьянов В.Ф. Учебное пособие по проблемам ГЗ в Республике Узбекистан. – Ташкент: Институт ГЗ, 2002.

Информация об авторах:

Сулайманов Суннатилла Сулайманович – Ташкентский государственный транспортный университет;

Алиев Обид Туйчиевич – к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет;

Мустофоев Абдунаби Куйсинович – соискатель, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Абдазимов Шавкат Хакимович – д.т.н. (DSc), доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ У РАБОТНИКОВ ПРИ РЕМОНТЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Сунгатова Л. М.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Иванова Н. А.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассмотрены образовательные подходы к формированию культуры безопасности у работников нефтяной промышленности, проанализированы современные методы обучения и пути повышения эффективности образовательных программ.

Ключевые слова: культура безопасности, нефтегазовая отрасль, обучение.

Безопасность труда в нефтегазовом секторе традиционно является приоритетным направлением. Ремонт нефтяных скважин – это комплекс операций, связанных с высокой степенью риска: возможны выбросы газонефтяной смеси, утечки токсичных веществ, механические травмы, возгорания и аварийные разливы.

По данным отраслевой статистики, более 60–70 % аварийных ситуаций связаны с человеческим фактором: нарушением инструкций, недостаточной подготовкой персонала и отсутствием практических навыков. В этой связи образование и подготовка работников становятся ключевым инструментом снижения рисков и обеспечения промышленной и экологической безопасности.

Культура безопасности – это не только знание правил и нормативов, но и осознанное поведение работников, основанное на личной ответственности за собственную безопасность и безопасность окружающих.

Основные элементы культуры безопасности:

- знание нормативных требований и технологических инструкций;
- осознанное выполнение правил охраны труда;
- готовность к действиям в аварийных ситуациях;
- уважительное отношение к жизни и здоровью коллег;
- экологическая ответственность.

Формирование такой культуры возможно только при системном подходе к образованию, включающем как теоретическую подготовку, так и практические тренинги.

В нефтегазовой отрасли широко используется вахтовый метод работы, что приводит к значительным нагрузкам на организм работников. Усталость, недосыпание, стресс и длительное пребывание в неблагоприятных условиях могут снижать внимание и концентрацию, что напрямую влияет на уровень безопасности.

Исследования показывают, что вероятность ошибки у уставшего работника увеличивается на 20–30 %. Таким образом, образовательные программы должны включать не только технические аспекты безопасности, но и тренинги по управлению стрессом, правильной организации труда и отдыха.

Рассмотрим причины и последствия происшествий в таблице 1.

Таблица 1

Влияние человеческого фактора на аварийность в нефтегазовой отрасли

Причина происшествий	Примеры последствий
Нарушение инструкций	Травмы, возгорания, аварийные остановки
Недостаток подготовки	Ошибки при работе с оборудованием
Усталость и переутомление	Потеря концентрации, несчастные случаи
Несоблюдение правил использования СИЗ	Отравления, ожоги, травмы
Прочие факторы	Организационные ошибки

В рамках обеспечения безопасности большое значение имеет обучение работников безопасным методам выполнения работ и соблюдению нормативных требований. Рассмотрим основные современные методы обучения:

1. Традиционные формы обучения:
 - лекции и инструктажи;
 - аттестация и проверка знаний;
 - практические занятия на учебных полигонах.
2. Инновационные подходы к обучению.
 - Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR).

Использование VR/AR-тренажёров даёт возможность воссоздать реальные сценарии аварийных ситуаций. Работники могут тренироваться в условиях, максимально приближённых к реальным, но без угрозы для здоровья.

- Цифровые двойники.

Технология цифровых двойников применяется для прогнозирования отказов оборудования и обучения работников безопасным действиям при различных сценариях. В будущем такие технологии могут стать стандартом подготовки специалистов.

- Онлайн-обучение.

Дистанционные курсы и вебинары особенно актуальны для сотрудников, работающих вахтовым методом. Современные системы позволяют интегрировать элементы геймификации, что повышает вовлечённость работников.

- Геймификация и симуляционные тренинги.

Применение игровых методик позволяет повысить мотивацию работников. Симуляционные тренинги помогают проигрывать аварийные сценарии и закреплять правильные действия в критических условиях.

Проведем сравнение традиционных и цифровых методов обучения в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение традиционных и цифровых методов обучения

Методы обучения	Преимущества	Недостатки
Лекции и инструктажи	Доступность, простота	Слабая практическая направленность
Учебные полигоны	Возможность отработки практических навыков	Высокая стоимость, ограниченный масштаб
VR/AR-симуляторы	Безопасность, моделирование аварий	Требует оборудования и инвестиций
Онлайн-курсы	Доступность вахтовым работникам	Нет практической составляющей
Цифровые двойники	Прогнозирование рисков	Сложность внедрения
Геймификация	Вовлеченность, мотивация	Может отвлекать от сути

Также можно выделить корпоративные программы. Крупные нефтегазовые компании внедряют собственные стандарты обучения, включающие обязательные курсы по охране труда и экологии. Практика показывает, что работники, проходящие ежегодные тренинги, совершают на 40–50 % меньше нарушений правил безопасности.

Эффективность образовательных программ во многом зависит от их организации:

- непрерывность обучения – регулярное повышение квалификации;
- дифференциация программ – отдельные курсы для рабочих, инженеров, руководителей;
- обязательная аттестация – проверка знаний и практических навыков перед допуском к опасным работам;
- обратная связь – учёт предложений работников и анализ ошибок, допущенных в ходе обучения.

Экологическая составляющая обучения

Ремонт скважин связан не только с угрозами для работников, но и с рисками загрязнения окружающей среды. Поэтому программы обучения должны включать:

- правила безопасного обращения с химическими реагентами;
- методы предотвращения и ликвидации аварийных разливов;
- практику работы с сорбентами и заградительными бонами;
- формирование экологического сознания работников.

В таблице 3 наглядно представлены экологические риски и меры образовательного воздействия.

Тем самым обучение объединяет промышленную и экологическую безопасность в единую систему.

Таблица 3

Экологические риски и меры образовательного воздействия

Экологический риск	Возможные последствия	Образовательные меры
Разлив нефти	Загрязнение почвы и водоёмов	Обучение локализации разливов
Утечка химреагентов	Отравление экосистем	Курсы по безопасному хранению
Газовые выбросы	Загрязнение атмосферы	Тренинги по работе с оборудованием
Нарушение утилизации	Долгосрочные экологические угрозы	Обучение обращению с отходами

Исследование показало, что:

- ключевым фактором аварийности остаётся человеческий фактор;
- традиционные методы обучения должны дополняться инновационными технологиями (VR/AR, цифровые двойники, симуляторы);
- непрерывное образование и аттестация персонала позволяют значительно снизить риск аварий;
- включение экологического компонента в образовательные программы обеспечивает комплексную защиту как работников, так и окружающей среды.

Таким образом, образование становится не просто инструментом передачи знаний, но и стратегическим механизмом формирования культуры безопасности в нефтегазовой отрасли. Оно должно учитывать не только технические и организационные аспекты, но и психофизиологические факторы, а также вопросы устойчивого развития.

Список литературы:

1. ISO 45001:2018. Международный стандарт. Системы управления охраной труда и техникой безопасности.
2. Борщев В.Я. Промышленная безопасность в нефтегазовой отрасли: учеб. пособие / В.Я. Борщев, М.А. Промтов. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. – 97 с.
3. Горькова Н.В. Охрана труда: учеб. пособие для СПО / Н.В. Горькова, А. Г. Фетисов, К.М. Мессинева. – 5-е изд., стер. – С.Пб: Лань, 2025. – 220 с.
4. Игумнов С. Г. Основы промышленной безопасности в вопросах и ответах: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во. ДЕАН, 2013. – 96 с.

Информация об авторе:

Сунгатова Лиана Марселевна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Иванова Наталья Александровна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ДЛЯ СТУДЕНТОВ: ИНТЕРАКТИВНЫЙ ПОДХОД

Сухорукова П. В.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ерёменко О. В.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлено приложение для студентов, позволяющее наглядно изучать специальную оценку условий труда (СОУТ). Приложение моделирует процесс оценки условий труда, объединяя теорию и практику. Экспериментальное использование показало, что приложение повышает понимание ключевых этапов СОУТ и служит эффективным инструментом интерактивного обучения.

Ключевые слова: СОУТ, приложение, методика проведения, практика.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) является фундаментальным инструментом обеспечения безопасности работников и создания здоровых условий труда на предприятиях. Этот процесс направлен на систематическое выявление, анализ и классификацию факторов производственной среды, способных оказывать влияние на здоровье сотрудников. Понимание и грамотное применение методов СОУТ требует от студентов не только знания нормативной базы, но и способности практически применять методики оценки в реальных или смоделированных условиях [1].

Современное образование в области техносферной безопасности сталкивается с вызовом: как эффективно объединить теорию, практику и интерактивное обучение, чтобы студенты могли освоить сложные концепции СОУТ без необходимости постоянного присутствия на производственных объектах. В этом контексте разработка специализированного приложения для студентов становится стратегически важной образовательной инициативой. Приложение выполняет роль цифрового образовательного комплекса, в котором интегрированы все ключевые элементы изучения СОУТ: от нормативно-правовой базы до практических применений оборудования.

Однако, несмотря на значимость СОУТ, в открытом доступе представлено крайне ограниченное количество современных и функциональных инструментов для обучения и практического применения данной дисциплины. Более 40 % специалистов допускают ошибки при расчёте класса условий труда, что подчёркивает необходимость создания удобного, интерактивного и автоматизированного инструмента для студентов и начинающих специалистов.

Проанализировав существующую ситуацию и выявив недостатки, было принято решение разработать собственное приложение для изучения специальной оценки условий труда.

Приложение состоит из 8 основных разделов: методика проведения, измерительные приборы, нормативно-правовая документация, часто задаваемые вопросы, тестирование, работодателю про СОУТ, расчет класса условий труда и генерация документов (рис. 1).



Рис. 1. Разделы приложения

Методика проведения

Раздел представляет пошаговый алгоритм проведения специальной оценки условий труда с позиции специалиста. Рассмотрены все ключевые этапы: подготовка к проведению СОУТ, проведение измерений и наблюдений, оформление протоколов, заполнение итогового отчёта. Информация соответствует действующим методическим рекомендациям Минтруда РФ, с акцентом на практическое применение и достоверность получаемых данных.

Студенты могут моделировать рабочие места с различными производственными факторами и на практике закреплять методику оценки условий труда [2].

Измерительные приборы

Для корректного проведения измерений крайне важно правильно использовать оборудование. В этом разделе систематизированы сведения о приборах, применяемых при СОУТ, включая их функциональные характеристики и инструкции по эксплуатации. Предоставленные рекомендации минимизируют ошибки при измерениях и особенно полезны для специалистов, впервые работающих на объекте, обеспечивая ориентир в выборе необходимого оборудования.

Нормативно-правовая документация

Понимание нормативной базы является фундаментом для проведения СОУТ. Раздел содержит актуальные законодательные акты, методические рекомендации и государственные стандарты, регулирующие порядок проведения оценки условий труда, что обеспечивает соблюдение всех требований законодательства.

Часто задаваемые вопросы

Раздел включает наиболее актуальные и типовые вопросы, возникающие у специалистов при проведении СОУТ, с подробными и корректными ответами. Это позволяет оперативно ориентироваться в практических и нормативных аспектах работы.

Тестирование

Для получения удостоверения эксперта по СОУТ специалист обязан успешно пройти квалификационное тестирование. В приложении реализован банк из 776 вопросов; тест формируется случайным образом из 40 вопросов, при этом успешным считается результат с не менее чем 36 правильными ответами.

Работодателю про СОУТ

Раздел предназначен для специалистов, отвечающих за организацию СОУТ на предприятии. Представлена пошаговая методика: издание приказа, формирование комиссии, выбор организации-исполнителя, подготовка графика проведения оценки и действия после её завершения. Такая структурированная инструкция позволяет минимизировать организационные риски и снизить вероятность нарушений.

Расчёт класса условий труда и генерация документов

На этапе расчёта класса условий труда часто возникают ошибки, связанные с некорректным применением методики или человеческим фактором. Для исключения подобных ошибок в приложении реализован автоматизированный калькулятор, который на основании введённых данных выполняет корректный расчёт класса условий труда. Дополнительно предусмотрена функция генерации документов: специалисты могут создавать необходимые документы, включая приказы, отчёты и сводные таблицы, что

упрощает подготовку и оформление официальной документации в соответствии с нормативными требованиями.

После разработки приложения по СОУТ акцент сделан на его практическую ценность: тестирование среди студентов и преподавателей позволяет выявлять ошибки и оптимизировать интерфейс, интеграция в учебный процесс обеспечивает эффективное освоение методик оценки условий труда, а дальнейшее продвижение на образовательных и мобильных платформах создаёт возможности для широкого распространения. Монетизация может реализовываться через лицензирование и платные функции, при этом сбор статистики использования и оценка эффективности обучения обеспечивают постоянное совершенствование приложения и повышение его ценности для студентов и специалистов в области охраны труда.

Список литературы:

1. Беляков Г.И. Охрана труда и техника безопасности: учебник для прикладного бакалавриата. – М.: Академический проект, 2018. – 432 с.
2. Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».

Информация об авторе:

Сухорукова Полина Вадимовна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Ерёменко Ольга Викторовна – к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

ВИРТУАЛЬНАЯ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ (VR/AR) КАК ДРАЙВЕР ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Фахрутдинов Т. Р., Фахрутдинова Р. Р.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Шварцбург Л. Э.

ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается потенциал технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в формировании профессиональных компетенций в сфере экологической и производственной безопасности. Анализируются ключевые преимущества иммерсивного обучения, включая снижение затрат, безопасность отработки навыков, повышение вовлеченности и эффективности усвоения материала. Так же проблематика связанная с внедрением технологии.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, образование, производственная безопасность, экологическая безопасность, цифровые компетенции, иммерсивное обучение.

Введение

Растущая сложность производственных и экологических систем требует от специалистов не только теоретических знаний, но и отработанных практических навыков действий в нештатных и аварийных ситуациях. Традиционные методы обучения (лекции, инструктажи) не позволяют в полной мере сформировать эти навыки. Проведение учений на реальных объектах связано с высокими рисками, затратами и часто невозможно. Вследствие чего растет интерес к новым технологиям помогающим закрыть данную потребность, одни из самых эффективных на данный момент являются VR/AR, позволяющий перенести процесс практики в цифровую среду.

Цель в данной статьи мы поставили проанализировать потенциал и конкретные кейсы применения технологий VR и AR для решения указанных проблем в подготовке и поддержке специалистов по безопасности.

Краткое определение

Виртуальная реальность (VR) (рис. 1) – технология, которая создает полностью синтетическое, интерактивное окружение, воспринимаемое человеком через органы чувств (зрение, слух). Пользователь полностью погружается в цифровой мир.

Дополненная реальность (AR) (рис. 2) – технология, которая накладывает виртуальные объекты (трехмерные модели, анимацию, звуки) на изображение реального мира. Это происходит в реальном времени через камеру устройства, добавляя новые слои информации к физическому пространству [1].



Рис. 1. Очки виртуальной реальности HTC Vive Pro 2.0



Рис. 2. AR Смарт-очки Google Glass Enterprise Edition 2

Использование технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) при обучении работников обеспечивает ряд ключевых преимуществ:

1. Снижение затрат на организацию и оснащение специализированных учебных классов.
2. Полная безопасность при отработке навыков в условиях, имитирующих реальную угрозу жизни и здоровью.
3. Приобретение практического опыта в стенах учебного заведения без выезда на полигоны.
4. Моделирование типовых чрезвычайных ситуаций с высокой степенью реализма, соответствующих практике различных специалистов охраны труда.
5. Повышение вовлеченности и вариативности в учебном процессе.
6. Стимулирование мотивации обучающихся к глубокому освоению учебного материала.
7. Повышение эффективности усвоения знаний и формирования практических компетенций [2].

Примеры применения VR и AR технологий

Интересные кейсы VR технологий в обучении можно рассмотреть у компании Modum Lab, предоставляющие тренажёры по охране труда от работы в работе до подземный работ в шахтах:

Тренажер «Безопасное поведение в подземном руднике» – это виртуальный симулятор для обучения правилам безопасности в шахте. Он погружает пользователя в реалистичные условия, где можно безопасно отработать действия в критических ситуациях.

В программе тренажера вы научитесь основам, представленным на рис. 3.

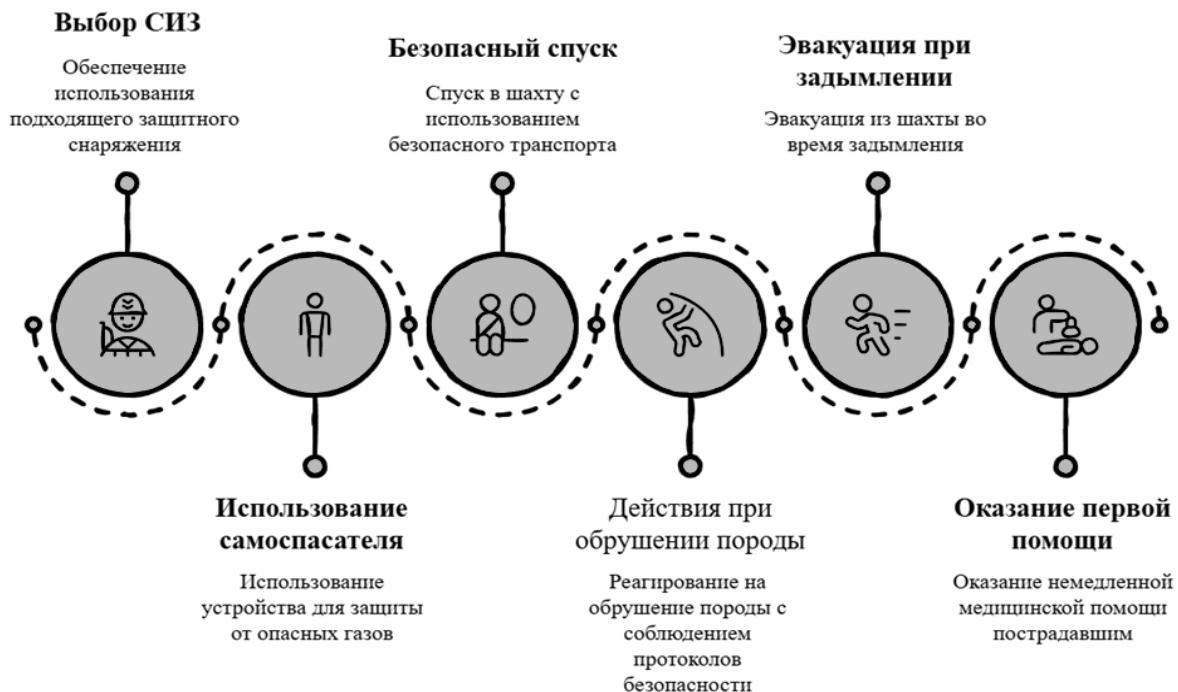


Рис. 3. Программа VR тренажёра «Безопасное поведение в подземном руднике»

Ярким кейсом использования AR технологий является компания Chevron. Сотрудники проходят тренировки в AR-среде, где проводят: отработку эвакуации цифровые подсказки и маршруты прокладываются прямо в поле зрения работника в реальном цеху, а также тренировку с опасными веществами: AR позволяет «видеть» виртуальную утечку газа и отрабатывать процедуры ее устранения без реального риска.

Проблематика

Несмотря на широкие перспективы, интеграция технологий виртуальной и дополненной реальности в образование сопряжена с рядом существенных вызовов. К ним относятся:

- Высокая стоимость закупки необходимого оборудования и создания качественного образовательного контента.
- Проблемы технического характера, включая высокие системные требования и вопросы совместимости с существующей ИТ-инфраструктурой.
- Недостаточная проработка методик применения и сложности интеграции данных технологий в утвержденные учебные программы.
- Вопросы обеспечения эргономики и минимизации негативного воздействия на здоровье пользователей [3].

Проведенный анализ позволяет констатировать, что технологии виртуальной и дополненной реальности перестали быть футуристической концепцией и превратились в мощный практический инструмент трансформации подготовки специалистов в области экологической и производственной безопасности. Они эффективно решают фундаментальную

проблему, обозначенную во введении: разрыв между теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для действий в сложных, опасных и нештатных ситуациях.

VR/AR-технологии обеспечивают глубокое иммерсивное погружение, позволяя отрабатывать навыки до автоматизма в условиях, максимально приближенных к реальным, но абсолютно безопасных. Это кардинально повышает уровень готовности персонала к чрезвычайным ситуациям, от пожара на нефтяной платформе до химической аварии.

Несмотря на очевидный потенциал, внедрение иммерсивных технологий сопряжено с вызовами такими как высокая стоимость разработки качественного контента, необходимость адаптации нормативной базы и преодоление «цифрового сопротивления» в традиционных отраслях. Однако тренд на цифровизацию и растущая доступность свидетельствуют о том, что эти барьеры будут постепенно преодолены.

Список литературы:

1. Куликов С.В. Применение VR/AR-технологий для подготовки специалистов в области пожарной безопасности // Символ науки (международный научный журнал). – 2024. – № 7-1. – С. 42–44.
2. Сайылова С., Ныязмаммедов Э., Закиров М. Виртуальная и дополненная реальность в образовании // Инновационная наука (международный научный журнал). – 2025. – № 4-2. – С. 79–81.
3. Мухамадиева К.Б. Дополненная и виртуальная реальность в образовании // Образование и проблемы развития общества (международный научный журнал). – 2021. – № 1 (14). – С. 68–75.

Информация об авторах:

Фахрутдинов Талгат Рафисович – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»;

Фахрутдинова Рушания Рафисовна – студент, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

Научный руководитель:

Шварцбург Леонид Эфраимович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН».

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗА ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Эрхонбоев Н. А.

Научный руководитель: к.т.н., доц. Алиев О. Т.

Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье представлена информация об организации обучения в области охраны труда на предприятиях, повышении эффективности системы контроля охраны труда на рабочих местах, ознакомлении работников с законодательством, нормативно-правовыми актами, стандартами, нормативно-техническими документами, положениями, правилами внутреннего распорядка и состоянием охраны труда, а также о внедрении новой системы контроля взамен устаревшей.

Ключевые слова: охрана труда, трехступенчатый контроль, база данных, несчастные случаи, обучение, информационная система, ММКТ (Комплексная система охраны труда), работники.

Во «Всеобщей декларации прав человека», принятой Генеральной Ассамблеей ООН 10 декабря 1948 года резолюцией 217A (III), закреплены следующие положения:

- Каждый человек имеет право на жизнь, свободу и личную неприкосновенность (статья 3);
- Каждый человек имеет право на труд, свободный выбор работы, справедливые и благоприятные условия труда и защиту от безработицы (статья 23).

Статья 23 Декларации направлена на обеспечение свободы труда, равенства заработной платы, справедливых условий и права на членство в профсоюзах, и по сей день служит основой трудового законодательства многих стран.

Наше государство гарантировало своим гражданам обеспечение занятости в соответствии с нашим основным законом – Конституцией. В связи с этим в нашей стране создано множество вакансий как в непроизводственной, так и в производственной сферах.

В статье 42 Конституции Республики Узбекистан, принятой в новой редакции (статья 37 в старой редакции), закреплены права каждого на достойный труд, свободный выбор профессии и вида деятельности, работу в благоприятных условиях труда, отвечающих требованиям безопасности и

гигиены, получение справедливой оплаты труда без какой-либо дискриминации и не ниже установленного минимального размера оплаты труда, а также на защиту от безработицы в установленном законом порядке. Конкретные меры, направленные на практическую реализацию данной конституционной гарантии, определены в Законе Республики Узбекистан «Об охране труда», принятом 22 сентября 2016 года, Трудовом кодексе Республики Узбекистан, вступившем в силу 30 апреля 2023 года, коллективных соглашениях, коллективных договорах и других нормативных документах.

В частности, на предприятиях железнодорожного транспорта разработаны и реализуются меры по охране труда на основании Положения об организации работ по охране труда на предприятиях АО «Узбекистон Темир Йуллари», утвержденного приказом председателя правления АО «Узбекистон Темир Йуллари» № 500-Н от 11 мая 2021 года.

Несомненно, правильная организация охраны труда и обеспечение надежного и стабильного управления зависят от того, как функционирует система контроля. Главы V и VI вышеупомянутого положения посвящены контролю и анализу состояния охраны труда.

Контроль является важной задачей управления охраной труда. Контролю подлежат:

- а) соответствие состояния рабочих мест требованиям охраны труда;
- б) соблюдение требований трудового законодательства, решений директивных органов, других нормативных документов по охране труда, государственных стандартов и правил;
- в) выполнение работ по реализации задач управления охраной труда;
- г) своевременное и правильное расследование несчастных случаев на производстве;
- д) выполнение приказов, распоряжений, указаний, мероприятий и планов по охране труда.

Основными видами внутреннего контроля являются:

- а) оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц;
- б) административно-общественный (трехступенчатый) контроль;
- в) контроль, осуществляемый службами охраны труда;
- г) контроль, осуществляемый службами главных специалистов;
- д) общественный контроль.

Система контроля должна быть направлена преимущественно на проверку выполнения цеховыми и отдельными службами, мастерами, бригадирами и конкретными исполнителями своих обязанностей по охране труда. Все виды контроля должны не только выявлять отклонения от стандартов, правил и норм охраны труда, но и анализировать причины нарушений, а также включать разработку мероприятий по их устраниению.

При контроле состояния охраны труда должно предусматриваться метрологическое обеспечение, включающее методы и средства измерений для контроля параметров условий труда, безопасности производственного

оборудования и технологических процессов, а также качества средств защиты работников.

Для анализа состояния охраны труда можно использовать следующее:

- материалы о несчастных случаях и профессиональных заболеваниях (акты формы Н-1);
- сведения о заболеваемости и временной утрате трудоспособности (листки нетрудоспособности формы З-1);
- акты расследования аварий, пожаров, обрушений и т.п.;
- предписания контролирующих организаций, технической инспекции труда, государственных экспертов по условиям труда;
- данных аттестации рабочих мест;
- паспортных данных санитарно-технического состояния цехов;
- журналов проверок 1-го и 2-го этапов контроля, актов 3-го этапа.

При анализе работ по охране труда можно использовать:

- планы работ по охране труда и отчеты об их выполнении;
- журналы регистрации проведения инструктажей по охране труда;
- протоколов аттестации рабочих мест по условиям труда; графиков проведения 2-го и 3-го этапов контроля;
- протоколов совещаний по охране труда;
- графиков планово-предупредительного ремонта и испытаний оборудования;
- заявок на материальное обеспечение охраны труда и других документов.

Методика проведения и организации трехступенчатого контроля состояния охраны труда

Общие правила. Трехступенчатый административно-общественный контроль в системе управления охраной труда является основной формой совместного контроля администрации и профсоюзных комитетов за состоянием условий труда и безопасности труда на рабочих местах, производственных участках, в цехах, а также за соблюдением всеми структурными подразделениями, должностными лицами и работниками законодательства, стандартов безопасности труда, правил, норм, инструкций и других нормативных технических документов по охране труда. Трехступенчатый контроль не исключает осуществления руководителями и инженерно-техническими работниками предприятия административного контроля в соответствии с должностными обязанностями, а также проведения общественного контроля.

Исходя из специфики производства, структуры предприятия и охвата его подразделений, трехступенчатый контроль охраны труда осуществляется во всех цехах, отделах и сменах предприятия. Согласно правилам, на каждом этапе должны контролироваться следующие объекты:

- на первом этапе – рабочие места, оборудование, средства защиты и исполнители работ;

- на втором этапе – бригады, посты, группы и цеха, аналогичные подразделения на участках и другие;
- на третьем этапе – производственный цех, участок и другие подразделения предприятия. Включение производственных подразделений в объекты трехступенчатого контроля осуществляется администрацией предприятия и профсоюзным комитетом.

Трехступенчатый контроль возглавляют руководитель предприятия и председатель профсоюзного комитета.

Рассмотрим сильные и слабые стороны системы контроля состояния охраны труда (рис. 1).

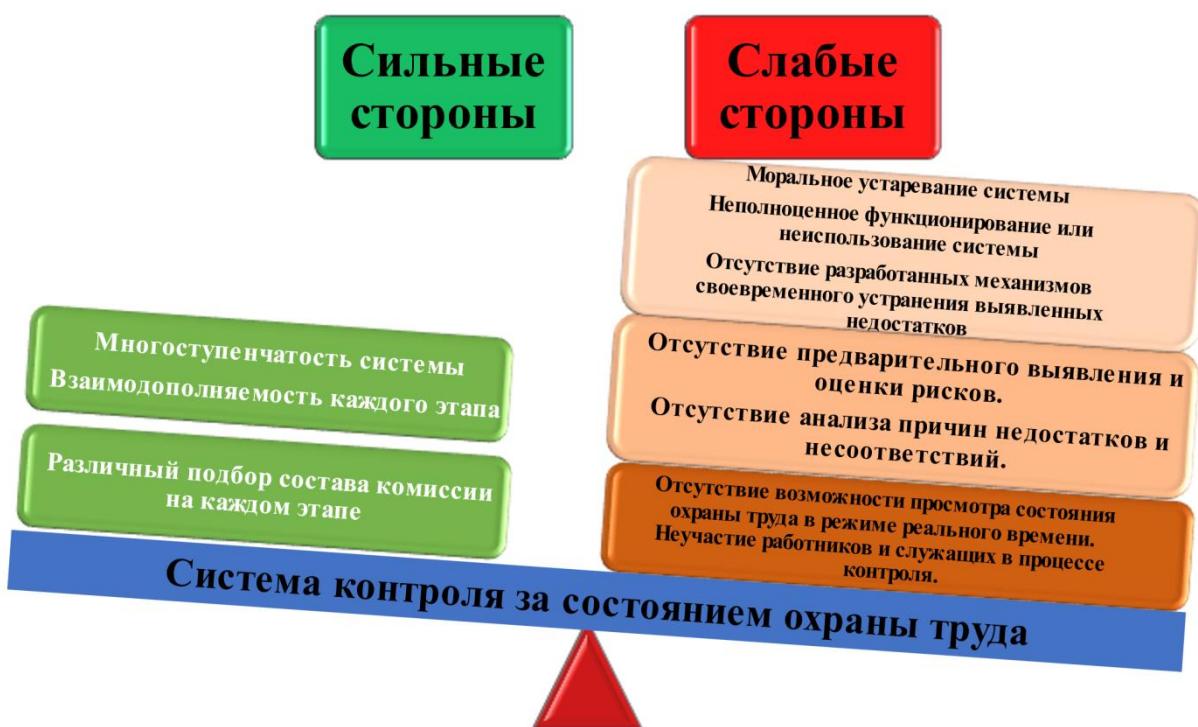


Рис. 1. Сильные и слабые стороны системы контроля состояния охраны труда

Как видно из этой инфографики, трехступенчатая система контроля является важным фактором в системе мероприятий по улучшению условий труда и повышению культуры безопасности, обеспечивая коллективную ответственность всех сотрудников, от рядового работника до руководителя предприятия, за состояние охраны труда. Однако она уже недостаточно эффективна и морально устарела.

В настоящее время на многих промышленных предприятиях вопрос охраны труда с каждым днем все больше сводится к излишней бумажной работе, показным журналам, брошюрам и различным мероприятиям, организуемым исключительно для фотоотчетов [1].

В пункте 2.3 Стратегии «Цифровой Узбекистан 2030» поставлена задача согласования программ внедрения современных информационных технологий на промышленных предприятиях с программами технологического перевооружения этих предприятий [1].

В связи с этим вместо трехступенчатого контроля по охране труда предлагается внедрить комплексную систему охраны труда (ММКТ).

ММКТ по охране труда обычно понимается как всеобъемлющая система оценки состояния охраны труда на рабочем месте. Это многоуровневая система управления. Она не только создает безопасные условия труда, но и помогает выявить факторы профессионального риска.

Внедрение автоматизированной системы управления ММКТ позволит:

- оперативно получать в режиме реального времени и за любой выбранный период времени информацию о состоянии работ по вопросам охраны труда в структурных подразделениях филиалов (в целом для службы, территориального управления, филиала), проводить их анализ и принимать корректирующие меры (планировать);
- систематизировать и анализировать причины правонарушений в области охраны труда;
- отслеживание выявленных нарушений и их незамедлительное устранение (принятие корректирующих мер);
- учет микротравм, их видов и причин;
- ведение учета изъятия предупредительных карточек по охране труда;
- сокращение объема информации, используемой на бумажных носителях.

Список литературы:

1. Aliyev O.T., Erxonboyev N.A. Mehnatni muhofaza qilishning kompleks tizimi ma'lumotlar bazasini ishlab chiqish // “Texnosfera xavfsizligi” ilmiy texnik jurnalı. – 2025. – № 1[9]. – 13–16 b.
2. Erxonboyev N.A., Aliyev O.T. Inson omilining “inson-transport-ishlab chiqarish muhit” tizimining xavfsizligiga ta’siri. // Научный журнал транспортных средств и дорог. – 2024. – № 3. – 16–20 b.
3. Алиев О.Т., Разиков Р.С. Эффективность использования системы ММКТ-П на предприятиях АО «Узбекистон темир йуллари» // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Научные труды республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых (18–19 декабря 2018 г.) Коллектив авторов / Под ред. проф. А.И. Адилходжаева. – Ташкент: ТашИИТ, 2019. – С. 30–31.
4. Xazfsizlik alifbosi // O’zbekiston Temir Yo’llari [Электронный ресурс] – URL: https://railway.uz/uz/interaktivnye_uslugi/azbuka_bezopasnosti/

5. Асташкина Л.А., Алиев О.Т., Есмагулова О.М. Стратегия обеспечения безопасности и надежности перевозочного процесса на железнодорожном транспорте / Л.А. Асташкина, О.Т. Алиев, О.М. Есмагулова // Проблемы безопасности российского общества. (научно-практический журнал). – 2017. – № 4. – С. 91–95.

Информация об авторе:

Эрхонбоев Нодирбек Абдуносир угли – PhD, докторант, Ташкентский государственный транспортный университет.

Научный руководитель:

Алиев Обид Туйчиевич – к.т.н., доцент, Ташкентский государственный транспортный университет.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Человеко- и природозащитные техника и технологии			5
1.	Абдувахитов Ш.Р. <i>(науч. рук. Абдазимов Ш.Х.)</i>	Влияние выхлопных газов автотранспорта на здоровье человека и окружающую среду	6
2.	Ануфренка И.Л. <i>(науч. рук. Белоусова В.П.)</i>	Факторы влияния на производственные и экологические риски при цианировании стальных изделий	12
3.	Атаева Б.Х., Атаев Х.	Химия и экология пластовых вод нефтяных месторождений	17
4.	Воронова Е.А. <i>(науч. рук. Ягольницер О.В.)</i>	Применение гидроциклонирования для очистки атмосферных сточных вод	21
5.	Донцова С.Е. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Обеспечение безопасности работников при передвижении по автомобильным дорогам	26
6.	Елисеева Е.С. <i>(науч. рук. Шварцбург Л.Э.)</i>	Мусор в стиль: эко-творчество в домашних условиях	33
7.	Заборовский Т.	Динамические характеристики во время бурения	37
8.	Ильяшенко А.А. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Промышленные выбросы и методы их очистки	44
9.	Камилов Х.М.	Влияние конструктивных элементов подвижного состава на безопасность труда составителей поездов	48
10.	Камилов Х.М.	Воздействие экстремальных климатических условий на здоровье и функциональное состояние работников железнодорожного транспорта	53
11.	Колотилина А.Д. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Меры по контролю и снижению шума в Москве	58
12.	Коноплев П.Д. <i>(науч. рук. Белоусова В.П.)</i>	Производственные и экологические риски при электродуговой сварке	62
13.	Короткова Д. <i>(науч. рук. Ермолаева Н.В.)</i>	Новые вызовы психофизиологической безопасности в условиях цифровизации и гибридных форм занятости	66
14.	Косточкин И.Н. <i>(науч. рук. Певцов Б.Г.)</i>	Зеленая энергетика в производственных процессах: от угля к солнцу	70
15.	Макрицкая Д. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Загрязнение окружающей среды нефтепродуктами в РФ: масштабы, источники, последствия и пути её решения	75

16.	Малаховский В.В. <i>(науч. рук. Белоусова В.П.)</i>	Инновационные методы снижения производственных рисков на сварочном участке	78
17.	Марченко А.В. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Система воздухоочистки процессов металлообработки	82
18.	Митрохина Е.А. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Общая классификация методов очистки промышленных выбросов от пыли	87
19.	Морозов Д.А., Медов Р.О. <i>(науч. рук. Ермолаева Н.В.)</i>	Аддитивные технологии в машиностроении	94
20.	Морозов Н.А. <i>(науч. рук. Ягольницер О.В.)</i>	Повышение экологической и производственной безопасности в окрасочном цехе	100
21.	Мякотникова М.С. <i>(науч. рук. Шварцбург Л.Э.)</i>	Негативное воздействие на окружающую среду потребления и отходов при технологическом процессе токарной обработки	104
22.	Немченко А.А. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Обеспечение безопасности работников при воздействии шума в ремонтном цехе	109
23.	Нурматов Х.М.	Оценка устойчивости и прогнозирование состояния дорог в сейсмических зонах	114
24.	Петренко М.В. <i>(науч. рук. Рябов С.А.)</i>	Методы профилактики производственного травматизма при работах на высоте	121
25.	Птицына Д.С. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Вторичное использование твердых промышленных отходов	126
26.	Скиданенко Е.П. <i>(науч. рук. Еременко О.В.)</i>	Специальная оценка условий труда в малярном цехе	132
27.	Стрекалова К.А. <i>(науч. рук. Рябов С.А.)</i>	Ключевые направления модернизации природоохранных технологий цементного предприятия	136
28.	Товмасян С.Г. <i>(науч. рук. Ягольницер О.В.)</i>	Влияние искусственного интеллекта на окружающую среду	141
29.	Хорина Д.В. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Повышение эффективности взаимодействия сотрудников отдела охраны труда и работников строительного магазина	147
30.	Хорошилова С.А. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Анализ метода проектирования промышленного изделия матрица выбора Пью на примере противошумных наушников	151
31.	Хусаинов К.Р. <i>(науч. рук. Белоусова В.П.)</i>	Производственные риски технологического процесса сборки электронных печатных плат	155

32.	Шевчук А.С. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Использование экзоскелетов и умных касок для обеспечения безопасности работников на производстве	161
33.	Aliyev O.T., Qabulova S.R. <i>(науч. рук. Tursunov Z.Sh.)</i>	Harmful factors in the transport system and their impact on the environment	166
34.	Erhonboyev N.A. <i>(науч. рук. Aliyev O.T.)</i>	Existing issues in occupational safety and health in railway transportation	171
Секция 2. Информационные технологии в обеспечении экологической и производственной безопасности			177
35.	Голованов Н.С. <i>(науч. рук. Ермолаева Н.В.)</i>	Разработка системы контроля за использованием СИЗ на предприятиях	178
36.	Журавлев Д.К. <i>(науч. рук. Ягольницер О.В.)</i>	Обзор способов применения нейронных сетей с целью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду при добыче полезных ископаемых	183
37.	Ибрагимова Г.Р., Каюмов Ш.Ш., Нурмухаммадова Н.Н.	Совершенствование технологии закрытия люков полувагонов с учётом требований охраны труда и производственной экологии	188
38.	Катков А.Ю. <i>(науч. рук. Шварцбург Л.Э.)</i>	Разработка стенда автоматизированной системы диспетчеризации энергетических отходов	195
39.	Колпакова А.В. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Разработка программного комплекса оперативного контроля и информирования о превышении нормативных значений технологических параметров	199
40.	Павлова Е.А. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Роль искусственного интеллекта в прогнозировании аварийных ситуаций на производстве и предотвращении экологических катастроф	203
41.	Свирапова С.В. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Помощь искусственного интеллекта при работе с нормативными документами	207
42.	Хмелевская Н.Е. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Применение искусственного интеллекта для анализа несчастных случаев и аварий	212
43.	Цевенков Д.О. <i>(науч. рук. Гвоздкова С.И.)</i>	Применение систем искусственного интеллекта для мониторинга и предотвращения техногенных аварий	216
44.	Шакина К.А., Артемьева М.С. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Применение автоматизированной системы регулировки температуры воздуха в помещениях Единого деканата с помощью экосистемы	222

Секция 3. Экологически ориентированное управление			228
45.	Агаев А.Ф. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Повышение эффективности применения СОТС путем управления продуктами термодеструкции	229
46.	Алимов М.К. <i>(науч. рук. Гладун В.Д.)</i>	Физика в управлении отходами техносферы	236
47.	Балакина В.А. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Влияние ценностей поколения Z на развитие устойчивого производства и экологической безопасности	244
48.	Гиёсзода Д.А. <i>(науч. рук. Шварцбург Л.Э.)</i>	Систематизация подходов к оценке опасности химических веществ и анализу существующих факторов риска	248
49.	Дегтярева С.А. <i>(науч. рук. Ягольницер О.В.)</i>	Влияние изменения нормативной базы на оценку качества атмосферного воздуха	253
50.	Захарова В.Д. <i>(науч. рук. Иванова Н.А.)</i>	Чрезвычайные ситуации и важность управления ими	257
51.	Иванов В.А. <i>(науч. рук. Мелёхина Л.А., Подшивалова М.В., Фролова Г.А.)</i>	Экологический контроль атмосферного воздуха на предприятии пищевого профиля	261
52.	Икрамова Д.З. <i>(науч. рук. Светашев А.А.)</i>	Экологическая эффективность мультимодальных пассажирских перевозок при внедрении интегрированных тарифных схем	265
53.	Кривицкая Д.В. <i>(науч. рук. Мелёхина Л.А., Подшивалова М.В., Фролова Г.А.)</i>	Применение мониторинга для экологического контроля отходов I–II класса опасности	271
54.	Левашова П.А. <i>(науч. рук. Еремёнко О.В.)</i>	Методы и приборы контроля химических веществ на рабочем месте электрогазосварщика как меры по предотвращению негативного воздействия на здоровье работника	278
55.	Попов Д.В., Комарова В.Е.	Особенности использования целей устойчивого развития на предприятиях крупного и среднего бизнеса на российском рынке	284
56.	Рябцева К.Р. <i>(науч. рук. Ермолаева Н.В.)</i>	Оценка эффективности природоохранных мероприятий на примере анализа динамики загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах Хабаровского края	294

57.	Синкевич К.В. (науч. рук. Бутор Л.В.)	Оптимизация процесса закупок на промышленных предприятиях на принципах логистики	298
58.	Титков А.А. (науч. рук. Мелёхина Л.А., Подшивалова М.В., Фролова Г.А.)	Разработка программы экологического мониторинга водного объекта	305
59.	Федоров М.О. (науч. рук. Рябов С.А.)	Применение нечеткой логики в области охраны труда и экологической безопасности	309
Секция 4. Образование в области защиты окружающей среды и безопасности труда			315
60.	Апресян Г.А. (науч. рук. Белоусова В.П.)	Практическое применение технологий виртуальной реальности в экологическом образовании и мониторинге	316
61.	Булатова Р.И. (науч. рук. Рябов С.А.)	Создание биолаборатории в рамках кафедры ИНЭБ и её функционирование	320
62.	Жаксибаева Б.М. (науч. рук. Халилова Р.Х.)	Самостоятельная работа экологических дисциплин: цель, содержание и значение	325
63.	Медешев Б.Э. (науч. рук. Камилов Х.М.)	Охрана труда на железнодорожном транспорте Узбекистана	330
64.	Сулайманов С.С., Алиев О.Т., Мустофоев А.К. (науч. рук. Абдазимов Ш.Х.)	Анализ угрозы селевых и оползневых явлений на объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта в Республике Узбекистан	336
65.	Сунгатова Л.М. (науч. рук. Иванова Н.А.)	Формирование культуры безопасности у работников при ремонте нефтяных скважин	343
66.	Сухорукова П.В. (науч. рук. Еремёнко О.В.)	Специальная оценка условий труда для студентов: интерактивный подход	347
67.	Фахрутдинов Т.Р., Фахрутдинова Р.Р. (науч. рук. Шварцбург Л.Э.)	Виртуальная и дополненная реальность (VR/AR) как драйвер формирования компетенций в области экологической и производственной безопасности	351
68.	Эрхонбоев Н.А. (науч. рук. Алиев О.Т.)	Современное состояние и перспективы системы контроля за охраной труда на предприятиях железнодорожного транспорта	355

Научное издание

Под ред. **Бутримовой Елены Владимировны,**
Шварцбурга Леонида Эфраимовича

ПРОИЗВОДСТВО. ТЕХНОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ.
(ПРОТЭК'25)

Сборник трудов Всероссийской молодёжной научно-технической конференции
с международным участием