



ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В XXI ВЕКЕ

**VII Всероссийская научно-практическая
конференция**

**Сборник научных трудов магистрантов,
аспирантов и молодых ученых**





**ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В XXI ВЕКЕ

VII Всероссийская научно-практическая конференция

**Сборник научных трудов магистрантов,
аспирантов и молодых ученых**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского национального исследовательского
технического университета
2017**



УДК 614.8.084
ББК 65.246.я73
Т 41

Техносферная безопасность в XXI веке. Сборник научных трудов магистрантов, аспирантов и молодых ученых. VII Всероссийская научно-практическая конференция / под редакцией проф. С.С. Тимофеевой. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2017. – 425 с.

В сборнике представлены научные материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Техносферная безопасность в XXI веке».

Целью конференции является создание площадки для формирования творческих связей и обмена опытом между молодыми учеными и специалистами, обсуждение вопросов развития научных исследований и внедрения инновационных разработок в области техносферной безопасности.

Technosphere safety in XXI century. Collection of Scientific Papers of masters, post-graduates, young scientists / Edited by prof. S.S. Timofeeva. – Irkutsk : publisher Irkutsk National Research Technical University, 2017.

All-Russian Conference «Technosphere safety in XXI century» scientific papers were shown in the Collection.

The aim of the Conference is to create platform for the collaboration and sharing of experiences between young scientists and specialists, discuss questions of development of scientific research and implementing advanced methods in the field of technosphere safety.

Key words: technosphere safety, professional risk, emergency risk, ecological risk, risk management

Научный редактор – д-р техн. наук, профессор С.С. Тимофеева

ISBN 978-5-8038-1232-6

© ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 2017

*В жизни надо уметь рисковать.
Не бойся сделать первый шаг
Не было бы риска – не было бы и прогресса.
В.В. Вересаев (Смидович)*

*Разумный риск – самая похвальная сторона
человеческого бытия.
Джордж Савил Галифакс*

Предисловие

Главным продуктом производства современного общества являются знания и информация. Современное общество сохранило некоторые черты капиталистического строя, так как индустриальное производство по-прежнему занимает лидирующие позиции в экономике всех государств.

Приобретенными новыми чертами современного общества являются:

- увеличение значения информации, и информационных технологий в жизни общественности;
- возрастание числа людей, занятых в сфере предоставления информационных услуг;
- повсеместное использование достижений научно-технического прогресса: телефонов, компьютеров, интернета;
- появление электронных СМИ, которые представляют собой конкуренцию для традиционных печатных СМИ;
- становление информационного пространства: информация приобретает статус продукта и услуги, на которой с каждым днем повышается спрос потребителей;
- развитие цифровых рынков, электронных хозяйственных и социальных сетей.
- увеличение числа техногенных аварий и катастроф, экологически обусловленных заболеваний, снижение рождаемости и других демографических характеристик общества.
- появление такого понятия в характеристике общества – «общество риска».

«Общество риска» – это постиндустриальная формация, от индустриального общества оно отличается главным образом тем, что если для индустриального общества характерно распределение благ, то для «общества риска» – распределение опасностей и обусловленных ими рисков. Опасности, проявляющиеся в данном обществе, принципиально отличаются от прежних тем, что они не имеют границ ни в пространстве, ни во времени. Для этих опасностей не существует государственных границ.

Согласно основоположнику концепции Ульриху Беку основной причиной возникновения «общества риска» является глобальное изменение производственных отношений, начавшееся во второй половине XX в. Появление новых технологических процессов порождает новые риски в еще большем количестве, чем старые. Риски начинают угрожать не только жизни индивида, но и всему обществу в целом. Производство рисков осуществляется не только на предприятиях, но и во всех сферах жизнедеятельности общества: экономической, политической, социальной, что становится особенностью рисков модернизации. Суть изменения возникновения рисков состоит в том, что «логика производства богатства» индустриального общества заменяется «логикой производства риска». Так в результате модернизации общество становится «обществом риска». Ульрих Бек отмечает невозможность дистанцирования от рисков в современном мире и ставит проблему минимизации рисков и даже управления ими.

Прежде чем управлять рисками, надо научиться их измерять. Поэтому в настоящее время появилось множество научных публикаций и нормативных документов, где рассматриваются методы оценки рисков и технологии их минимизации, как в профес-

сиональной сфере, так и в результате аварий, загрязнения окружающей среды и других экологических нагрузок.

Кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Иркутского национального исследовательского института в седьмой раз представляет возможность магистрантам, аспирантам и молодым ученым России обсудить на конференции «Техносферная безопасность в XXI веке» проблемы современного «общества риска».

Цель конференции

- Создание площадки для формирования творческих связей и обмена опытом между магистрантами, аспирантами и молодыми учеными в решении проблем современного «общества риска»;
- Укрепление сотрудничества между кафедрами и поиск направлений совместных исследований;
- Обсуждение и внедрение инновационных разработок в области обеспечения техносферной безопасности.

Основные направления работы конференции:

- 1) Техносферная безопасность: анализ риска, прогноз и моделирование опасных технологических процессов, условия и охрана труда.
- 2) Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность как составная часть единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.
- 3) Технологии техносферной безопасности.
- 4) Рациональное использование природных ресурсов, технологии и способы защиты окружающей среды и «зеленое строительство».
- 5) Социально-экономические и правовые аспекты техносферной безопасности.
- 6) Образование в области техносферной безопасности, требования профессиональных стандартов.

Зав. кафедрой промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности,
доктор технических наук, профессор,
почетный работник высшего образования
Светлана Семеновна Тимофеева

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОСФЕРА И РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Тимофеев С.С., ст. преподаватель

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Техносферное давление проявляется в виде негативного влияния на здоровье человека, на состояние экосистем, наносит существенный ущерб среде обитания, создает рискованные ситуации. Создание новых технологий ведет к производству новых технологических рисков. Социокультурный контекст общества риска, в этом случае, рассматривается как среда, которая реагирует на последствия технологических рисков. Каждый риск обладает рядом специфических свойств, которые влияют на выбор способа управления им.

Ключевые слова: техносфера, индустриально технологический уклад, риск, риск-ориентированный подход, управление риском.

MODERN TECHNOSPHERE AND RISK-ORIENTED APPROACH

Timofeeva S.S., Doctor of Technical Sciences. Sciences, Professor

Timofeev S.S., senior teacher

Irkutsk National Research Technical University

Technospheric pressure is manifested in the form of negative impact on human health, on the state of ecosystems, causing significant damage to habitat, creating risky situations. The creation of new technologies leads to the production of new technological risks. The socio-cultural context of the risk society, in this case, is considered as an environment that reacts to the consequences of technological risks. Each risk has a number of specific properties that affect the choice of how to manage it.

Key words: technosphere, industrial technological structure, risk, risk-oriented approach, risk management.

История цивилизации – это история изменения взаимодействия человека со средой обитания и история развития техники и технологических укладов. На протяжении многих веков среда обитания медленно изменяла свой облик и соответственно виды и уровни негативного воздействия менялись несущественно. Резкое нарастание негативного воздействия на среду обитания произошло в конце XX века с появлением техносферы. Под техносферой стали понимать регион биосферы, преобразованной людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях удовлетворения все нарастающих материальных и социально-экономических потребностей человечества. Этот процесс продолжается с еще большими скоростями в XXI веке. Сегодня уже пора задуматься над тем, в каком мире мы живем, и что ждет современную цивилизацию. Попробуем проанализировать современные тенденции в развитии техники и технологии и современного общества.

Трудами Н. Д. Кондратьева, Д. С. Львова и С. Ю. Глазьева было сформулировано понятие цикличности в экономике и «технологический уклад» [1–3]. Технологический уклад (волна) – совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства; в связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным. В настоящее время в мир идет к шестому технологическому укладу, приближается к нему, работает над ним. Россия находится сегодня в основном в третьем, четвертом и на первых этапах пятого технологического уклада. К последнему относятся главным образом предприятия высокотехнологичного военно-промышленного комплекса

На ранних стадиях развития общества доминировали так называемые доиндустриальные уклады, базировавшиеся на мускульно-ручной и конно-ручной энергетике, в основе которой лежала мускульная энергия (сила) животных и человека. Основу этих технологических укладов составляли изобретения, усиливающие мускульные возмож-

ности человека и животных: колесо, рычаг, винт, редуктор, гончарный круг, меха в кузницах и многие другие приспособления.

С наступлением эры машин начался так называемый индустриальный период развития земной цивилизации. Первый индустриальный технологический уклад базировался на использовании энергии воды. Постепенно появились основанные на этой энергетике новые технологии в текстильной промышленности и сельском хозяйстве (например, водяные мельницы, приводы механизмов). Изменился и быт, из которого стали исчезать простейшие, основанные на мускульной силе орудия для переработки зерна и других пищевых продуктов. Пик развития этого технологического уклада по разным оценкам приходится на конец XVII – начало XVIII столетия.

Второй индустриальный технологический уклад основан на использовании энергии пара и угля (изобретена паровая машина, паровой двигатель, локомобиль), что привело к развитию железнодорожного паровозного транспорта, пароходства, механизации производства. В сельском хозяйстве появились паровые мельницы и другие использующие энергию пара машины, существенно повысившие производительность труда и в значительной мере высвободившие человека от тяжелого ручного труда. В быту граждан стали применяться отвечающие этому технологическому укладу устройства: самовары, титаны и другие, в том числе металлическая посуда, появившаяся в результате индустриализации этого промысла.

Третий индустриальный технологический уклад (1890–1940 гг.) базируется на использовании электрической энергии, развитии на этой основе тяжелого машиностроения, электротехнической и радиотехнической промышленности. По мере освоения возможностей, заложенных в данном технологическом укладе, на базе использования электроэнергии были изобретены и внедрены радиосвязь, телеграф и другие пионерные инновации, обеспечившие дальнейшее развитие промышленности, создание рабочих мест, подъем материального, культурного и жилищно-бытового уровня, а также других параметров качества жизни граждан. Электрификация существенно преобразила быт граждан: появились осветительные приборы, радио, радиоприемные устройства и другая бытовая техника.

Четвертый индустриальный технологический уклад (1940–1990 гг.) базируется на использовании энергии углеводородов, на изобретении и применении двигателя внутреннего сгорания, электродвигателя и развитии на этой основе автомобиле-, тракторо- и самолетостроения с дальнейшим использованием энергетики нефтепродуктов, изобретении синтетических материалов. Появились и широко распространились компьютеры и программные продукты для них, радары. Атом используется в военных и затем в мирных целях. Организовано массовое производство на основе конвейерной технологии.

Пятый индустриальный технологический уклад (1990–2040 гг.) опирается на возможности электронной и атомной энергетики, инновациях в области микроэлектроники, информационных технологий, геномной инженерии, биотехнологий, приведших к освоению космического пространства, появлению спутниковой связи и других возможностей человека. Сегодня нам трудно представить быт современного человека без видео- и аудиотехники, сотовых телефонов, Интернета и т. д. Происходит переход от разрозненных фирм к единой сети крупных и мелких компаний, соединенных электронной сетью на основе Интернета, осуществляющих тесное взаимодействие в области технологий, контроля качества продукции, планирования инноваций.

Сейчас человечество стоит на пороге шестого индустриального уклада или первого постиндустриального технологического уклада (примерно 2030–2090 гг.) Шестой технологический уклад будет характеризоваться развитием робототехники, биотехнологий, основанных на достижениях молекулярной биологии и геномной инженерии, нанотехнологии, систем искусственного интеллекта, глобальных информационных сетей, интегрированных высокоскоростных транспортных систем. В рамках шестого технологического уклада дальнейшее развитие получит гибкая автоматизация производства,

космические технологии, производство конструкционных материалов с заранее заданными свойствами, атомная промышленность, авиаперевозки, существенно расширится применение возобновляемых источников энергии [4].

В результате смены технологических укладов техносфера пришла на смену биосфере, и в результате на планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами. В наибольшей степени экосистемы разрушены в развитых странах – Европе, Северной Америке, Японии. Естественные экосистемы сохранились здесь на небольших площадях, которые окружены со всех сторон территориями, нарушенными деятельностью человека. Поэтому сохранившиеся относительно небольшие пятна биосферы подвержены сильному техносферному давлению.

Техносферное давление проявляется в виде негативного влияния на здоровье человека, на состояние экосистем, наносит существенный ущерб среде обитания, создает рискованные ситуации. Создание новых технологий ведет к производству новых технологических (прежде всего индустриальных) рисков. Социокультурный контекст общества риска, в этом случае, рассматривается как среда, которая реагирует на последствия технологических рисков (загрязнения, промышленные аварии).

Под риском понимается событие, которое может произойти в будущем с определенной вероятностью и нанести определенный ущерб. Риск может быть результатом как действия, так и бездействия. Из этого следует, что даже если мы ничего не предпринимаем, то все равно рискуем. Поэтому риск является неотъемлемой частью нашей повседневной жизни и в современных условиях важно научиться управлять риском, смягчать негативные воздействия.

Каждый риск обладает рядом специфических свойств, которые влияют на выбор способа управления им. С практической точки зрения имеет смысл обратить внимание на следующие четыре свойства риска, а именно: вероятность; сила воздействия; управляемость; взаимосвязанность (цепочки причинно-следственных связей).

Ульрих Бек, изучая современное общество и происходящие в нем процессы, опубликовал книгу «Общество риска. На пути к другому модерну» и назвал современное общество – «обществом риска». Согласно У. Беку создание новых технологий ведет к производству новых технологических (прежде всего индустриальных) рисков. Социокультурный контекст общества риска, в этом случае, рассматривается как среда, которая реагирует на последствия технологических рисков (загрязнения, промышленные аварии)[5].

Проблема риска непосредственно связана со стремительной индустриализацией, с одной стороны, и с непредвидимыми (негативными) последствиями модернизации, с другой. Неслучайно, У. Бек проводит аналогию – производство и распределение богатства в индустриальном обществе сменяется производством и распределением риска в современном обществе риска. Из этой логики следует определение риска: *«Риск может быть определен как систематическое взаимодействие общества с угрозами и опасностями, индуцируемыми и производимыми процессом модернизации как таковым. Риски, в отличие от опасностей прошлых эпох, являются следствием угрожающей силы модернизации и порождаемых ее чувств неуверенности и страха»* [5].

«Общество риска» – это общество, производящее технологические и социальные риски. Производство рисков возникает во всех сферах жизнедеятельности общества – экономической, политической, социальной. Следовательно, производство риска ведет за собой и следующие фазы: распространение и потребление риск (рис. 1).

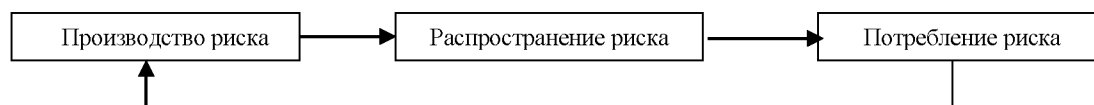


Рис. 1. Схема производства, распространения и потребления риска

Накопление риска ведет к реализации эффекта бумеранга – росту экологически обусловленных заболеваний, высокой смертности, низкой рождаемости и т. д.

Риски, согласно концепции «общества риска» У. Бека, преодолевают границы государств и получают глобальное значение. Универсальные для всех обществ опасности сопровождают постиндустриальное социальное производство, в какой бы стране оно не находилось. Упомянутый выше «эффект бумеранга» разрывает границы национальных государств. Техногенные катастрофы и промышленные аварии отражаются не только на состоянии экологической среды данной страны, но также и соседних стран. Последствия подобных катастроф сказываются в экономической сфере как правило, двояким образом: катастрофа уменьшает ресурсы страны, и перетягивает их значительный объем на ликвидацию последствий.

Процесс генерации риска можно представить схемой:

Опасность – Проявление – Эффекты – Оценивание.

В каждой из этих стадий необходимо иметь методики, позволяющие производить анализ риска и иметь стратегии управления рисками. Одной из таких стратегий является стратегия предложенная М. Меркхофером (табл. 1).

В России последние годы интенсивно развивается система стандартов менеджмента рисков, уже опубликовано более двух десятков стандартов, в которых рекомендуются методы оценки рисков и процедуры анализа рисков [6-8], а также на государственном уровне принята концепция риск-ориентированного подхода.

В современной России насчитывается более 45 тысяч опасных производственных объектов различного назначения. Все механизмы и агрегаты, задействованные в промышленности, являются сложными техническими системами, которые в случае реализации аварийной ситуации могут угрожать как здоровью обслуживающего персонала, так и жизни людей, которые находятся в пределах функционирования предприятий. В качестве нормативного документа для решения задачи по повышению уровня безопасности функционирования опасных производственных объектов Правительством Российской Федерации в 2011 г. была одобрена Концепция совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 года. Основной акцент в принятом документе сделан на современный подход к обеспечению безопасной эксплуатации ОПО, использованию так называемого риск-ориентированного подхода.

Риск-ориентированный подход – выявление, анализ и прогнозирование опасностей промышленных аварий, оценка риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах для оптимизации необходимых организационно-технических мер предупреждения аварий, недопущения возникновения угроз крупных промышленных аварий и повышения эффективности обеспечения промышленной безопасности на отдельном опасном производственном объекте и (или) в системе поднадзорных объектов в целом

Таблица 1

Стратегии управления риском

Процесс производства риска	Стратегия управления риском	Примеры модификации в риск-цепи		
		Модификация источника риска	Модификация процесса проявления	Модификация эффектов
1	2	3	4	5
Совместное производство рисков (cogeneration) • Производственные риски (риски работников) Риски потребителя вследствие покупки товара	<i>Нормативные стандарты:</i> Стандарты безопасности; Регулирование рекламы; Запрещение товаров	Запрещение использования определенных пестицидов в сельском хозяйстве	Установка максимальной ежедневной дозы радиации для работников	Развития сети общественного питания с целью снижения потребления пищи всухомытку

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
	<i>Мотивация:</i> Вознаграждение за рискованную работу; Налогообложение	Налоговые поощрения для замены небезопасного оборудования	Увеличение налогов на опасные продукты для снижения его потребления	Цитрусовые напитки для сотрудников, работающих во вредных условиях
	<i>Нормативные стандарты:</i> Стандарты безопасности; Регулирование рекламы; Запрещение товаров	Запрещение использования определенных пестицидов в сельском хозяйстве	Установка максимальной ежедневной дозы радиации для работников	Развития сети общественного питания с целью снижения потребления пищи всухомятку
	<i>Мотивация:</i> Вознаграждение за рискованную работу Налогообложение	Налоговые поощрения для замены небезопасного оборудования	Увеличение налогов на опасные продукты для снижения его потребления	Цитрусовые напитки для сотрудников, работающих во вредных условиях
	<i>Распространение информации</i> Товарные наклейки; Предупреждения	Предписывать производителям указывать информацию о товаре	Необходимость предупреждений о безопасности на потребляемых товарах	Предостерегающие инструкции на ядовитых товарах
Последствия производства • Загрязнения воды, воздуха • Аварии на атомных станциях и химических предприятиях	<i>Нормативные стандарты:</i> Регулирующие производства правила	Установка новых стандартов для эмиссии загрязнения	Разработка планов эвакуации населения для загрязняющих производств	Предписание автопроизводителям устанавливать противоударные бамперы
	<i>Мотивация:</i> Лицензии на возможность загрязнения; Страхование; Компенсации	Налогообложение в зависимости от количества загрязнений	Субсидирование общественного транспорта с целью снижения использования личного транспорта	Предлагать населению недорогие воздушные фильтры
	<i>Распространение информации:</i> Государственные исследования загрязняющих производств	Субсидирование правительством технологии контроля загрязнений	Предупредительные таблички на опасных территориях	Публиковать индекс загрязнения, чтобы побудить граждан снизить активность во время сильных загрязнений

Источник: Merkhofer M. Decision Science and Social Risk Management: A Comparative Evaluation of cost-benefit analysis, decision analysis, and other formal decision-aiding approaches. Dordrecht: Reidel, 1987. P.15.

Задачами риск-ориентированного подхода являются:

- построение карты опасностей различных аварий на промышленных объектах с учетом современного уровня развития и состояния промышленности в Российской Федерации и корреляции с развитием науки и уровнем развития промышленной безопасности;
- поиск грамотного решения, позволяющего достичь минимизации ущерба с применением современных средств и методов обеспечения промышленной безопасности с опорой на проверенные средства федеральных норм и правил промышленной безопасности.
- выбор компенсационных мероприятий, позволяющих сориентироваться по месту на составленной карте опасностей (то есть оценить имеющиеся и доступные кадро-

вые, материально-энергетические и научно-технические ресурсы) и проложить на карте безопасную «дорогу» развития новой отечественной промышленности.

Риск-ориентированный подход закреплен законодательно постановлением правительства Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 (ред. от 22.07.2017) «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». Согласно документу, перечень видов государственного контроля, при проведении которого обязательно применяется риск-ориентированный подход, расширился на 33 пункта. Ранее в этом списке значился пожарный и санитарно-эпидемиологический контроль, надзор в сфере связи и контроль за соблюдением норм трудового права. Правительство посчитало, что проверки бизнеса с учетом рисков его опасности необходимо распространить на: контроль (надзор) в сфере миграции; надзор в области безопасности дорожного движения; лицензионный контроль за деятельностью по сбору, транспортировке, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности; экологический надзор; земельный надзор; карантинный фитосанитарный контроль и ветеринарный надзор; транспортный надзор; контроль (надзор) в области транспортной безопасности; лицензионный контроль за деятельностью по перевозкам пассажиров автомобильным транспортом, оборудованным для перевозок более 8 человек (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется по заказам либо для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя); лицензионный контроль за производством и оборотом этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции; надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; лицензионный контроль за деятельностью по тушению пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры; лицензионный контроль за деятельностью по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений; надзор в области гражданской обороны; надзор во внутренних водах и в территориальном море Российской Федерации за маломерными судами, используемыми в некоммерческих целях, и базами (сооружениями) для их стоянок; контроль качества и безопасности медицинской деятельности; надзор в сфере обращения лекарственных средств; контроль за обращением медицинских изделий; надзор в области защиты прав потребителей; энергетический надзор; строительный надзор; контроль за соблюдением антимонопольного законодательства Российской Федерации; контроль за соблюдением законодательства о контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд, осуществляемый Федеральной антимонопольной службой; контроль (надзор) в сфере государственного оборонного заказа; контроль (надзор) в области регулируемых государством цен (тарифов); надзор в сфере рекламы; метрологический надзор, осуществляемый Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии; лицензионный контроль за предпринимательской деятельностью по управлению многоквартирными домами; контроль (надзор) в области долевого строительства многоквартирных домов и (или) иных объектов недвижимости; жилищный надзор. Чиновники уверены, что расширение перечня видов контроля, при проведении которого применяется риск-ориентированный подход, позволит снизить нагрузку на бизнес, а также повысить качество контрольно-надзорных мероприятий.

В настоящее время разрабатываются критерии отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или классу (категории) опасности по каждому виду контроля. В частности, вышли методические рекомендации МР 5.1.0116-17 «Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причине-

ния вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий».

Разработана методика определения надзорных мероприятий в отношении надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера[9].

В соответствии с данной методикой установлено три категории объектов надзора. К каждой категории определены объекты надзора и периодичность проведения в отношении них плановых проверок (табл. 2).

Таблица 2

Методика определения периодичности осуществления надзорных мероприятий в области ЗНТЧС в зависимости от установленной категории

Категории объектов надзора	Объекты надзора	Периодичность проведения плановых проверок
1 категория	Юридические и физические лица, эксплуатирующие критически важные объекты и потенциально опасные объекты, а также входящие в состав функциональных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)	Не чаще 1 раза в 3 года
2 категория	Федеральные органы исполнительной власти, государственные корпорации и организации, уполномоченные на создание функциональных подсистем РСЧС Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации	Не чаще 1 раза в 5 лет
3 категория	Иные федеральные органы исполнительной власти, юридические лица и индивидуальные предприниматели	Не проводятся

Таким образом, в России идет целенаправленное реформирование систем контроля рисков во всех сферах жизни. Следовательно сегодня на уровне государства признано, что современное общество – это «общество риска».

Список использованной литературы

1. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвиденья: избранные труды. – М. : Экономика, 2002.
2. Глазьев С. Ю. Выбор будущего. – М. : Алгоритм, 2005.
3. Львов Д. С. Эффективность управления техническим развитием. М. : Экономика, 1990.
4. Авербух М.В. Шестой технологический уклад и перспективы России (краткий обзор)//Вестник Ставропольского государственного университета. – № 7. – 2010. – С.159–166.
5. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М., 2000.
6. ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009. Менеджмент риска. Термины и определения.
7. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.
9. О плане мероприятий МЧС России, направленных на поэтапное внедрение системы оценки рисков и управления ими при осуществлении государственного надзора, методиках определения периодичности осуществления плановых надзорных мероприятий в зависимости от категории, характеризующей степень риска объектов защиты и территорий: Письмо МЧС России от 11.08.2015 № 43-3828-19.

УДК 502.5

**СЕНДАЙСКАЯ РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ
СНИЖЕНИЯ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**Тимофеева С.С., д-р техн.наук, профессор
Тимофеев С.С., ст. преподаватель**

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрена стратегия снижения рисков стихийных бедствий, принятая ООН на 2015–2030 годы. Проанализировано содержание Сендайской рамочной программы (СРП). Рассмотрены задачи и ожидаемые результаты реализации СРП, методология оценки рисков и современные базы данных по стихийным бедствиям. Даны основные направления реализации СРП в России.

Ключевые слова: стихийные бедствия, риски, Сендайская рамочная программа, методология, снижение рисков.

**SENDAY FRAMEWORK CONVENTION AND METHODOLOGY
OF DISASTER REDUCTION**

Timofeeva S.S., Dr. Tech. Science, Professor

Timofeev S.S., art. teacher

Irkutsk National Research Technical University

The strategy of disaster risk reduction adopted by the UN for 2015–2030 is considered. The content of the Sendai Framework Program (SRP) is analyzed. The tasks and expected results of the implementation of the PSA, the methodology of risk assessment and modern databases on natural disasters are considered. The main directions of the PSA implementation in Russia are given.

Keywords: natural disasters, risks, Sendai Framework Program, methodology, risk reduction.

В современном мире ежегодно растет число людей погибающих или получающих увечья в результате чрезвычайных ситуаций. В период с 1950 по 2000 годы число стихийных бедствий выросло в 6 раз. По данным Комитета Красного креста в XX веке стихийные бедствия унесли 10 миллионов человеческих жизней. Ежегодно число пострадавших от стихийных бедствий увеличивается в среднем на 6 %. Так, в 2005 году в мире в результате стихийных бедствий погибло 92000 человек и пострадало около 157 миллионов человек. Материальный ущерб составил 159 млн долларов. Бюро по снижению рисков бедствий (UNISDR) с 1980 года в катастрофах погибло 1,6 миллиарда человек (UNISDR, 2015). По оценкам, к 2030 году глобальный средний ежегодный убыток возрастет до 415 млрд Долл. США (МСУОБ ООН, 2015 год)[1-3].

Вопросами снижения риска стихийных бедствий занимается Организация объединенных наций с 60-х годов прошлого века. Она взяла на себя координацию деятельности международного сообщества по эффективному использованию сил и средств при реагировании на стихийные бедствия и ликвидации их последствий. Это стало предметом обсуждения на Генеральных Ассамблеях ООН и привело к организации в 1978 г. Управления по координации чрезвычайной помощи ООН. Последующая разработка концепции подготовки к стихийным бедствиям, реагирования на них и ликвидации последствий привела к необходимости создания Стратегии ООН по снижению риска бедствий. Первой всемирной акцией по снижению риска бедствий было объявление Международного десятилетия ООН по уменьшению опасностей стихийных бедствий с 1990 по 2000 годы. В рамках Десятилетия ООН были сформулированы основные принципы и механизмы сотрудничества государств в рассматриваемой сфере, закрепленные в международных обязательствах и договорах.

В 1994 году в Иокогаме (Япония) состоялась первая Всемирная конференция по уменьшению стихийных бедствий, на которой были приняты: Иокогамская стратегия и План Действий для безопасности мира: руководство по защите от природных бедствий, готовность и смягчение последствий. Иокогамская стратегия стала первым международным документом, закрепившим основные направления деятельности мирового сообщества в области снижения опасности бедствий. В 1999 году было создано Бюро по снижению рисков бедствий (UNISDR) и принята международная стратегия по снижению бедствий. Бюро является координирующим центром в системе ООН по организа-

ции взаимодействия всех организаций и агентств, работающих в направлении снижения риска, реализации международного плана по снижению риска.

Следующим документом, определившим направление дальнейшего развития системы принципов и направлений деятельности международного сообщества и отдельных государств по снижению опасности бедствий стала Хиогская рамочная программа действий на 2005 – 2015 годы (ХРПД) «Создание потенциала противодействия бедствиям на уровне государства и общин», принятая на II Всемирной конференции по уменьшению опасности бедствий 22.01.2005 в г. Кобе префектуры Хиого (Япония), в которой участвовало 168 государств, включая Российскую Федерацию. Результаты реализации ХРПД в Российской Федерации были представлены в Национальном докладе III Всемирной конференции по снижению риска бедствий в марте 2015 года в г. Сендае (Япония).

Итогом десятилетия явился «Глобальный аналитический доклад о мерах по уменьшению опасности бедствий за 2015 год: обеспечение устойчивого развития – будущее управление рисками бедствий». В докладе проанализированы факторы риска, усиливающие воздействие опасных природных явлений, технологических и биологических катастроф. Показано, что факторами риска, в наибольшей степени способствующими повышению глобального уровня риска, являются бедность и неравенство, изменение климата и его колебания, стихийная и стремительная урбанизация, отсутствие ответственного землепользования, а также демографические изменения, нерациональное использование природных ресурсов и ухудшение состояния экосистем. Согласно результатам глобальной многофакторной оценки рисков на основе использования техники вероятностного моделирования, разработанной Управлением Организации Объединенных Наций по снижению риска бедствий и его партнерами, ежегодный риск, связанный только с землетрясениями, наводнениями, тропическими циклонами и цунами, оценивается в 360 млрд долл. США.

Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 годы была принята на Всемирной конференции 18 марта в качестве замены Хиогской рамочной программы действий и одобрена Генеральной Ассамблеей 3 июня 2015 года в ее резолюции 69/283.

В Сендайской рамочной программе (СРП) намечен широкий, ориентированный на нужды и интересы людей подход к снижению риска бедствий, и она применяется к риску мелкомасштабных и крупномасштабных стихийных бедствий, вызванных неблагоприятными факторами природного или антропогенного характера, а также к соответствующим экологическим, технологическим и биологическим опасностям и рискам. Она призвана служить ориентиром для мероприятий по управлению риском бедствий, охватывающих разные виды угроз, на всех уровнях, а также в пределах секторов и между различными секторами. Для того чтобы достичь результата, необходимы сильное политическое руководство и твердая приверженность.

Ожидаемым результатом реализации СРП является существенное снижение риска бедствий и сокращение потерь в результате бедствий – человеческих жертв, утраты источников средств к существованию и ухудшения состояния здоровья людей, а также неблагоприятных последствий для экономических, физических, социальных, культурных и экологических активов людей, предприятий, общин и стран

Для достижения этого результата СРП определены семь глобальных целевых задач, включающих снижение к 2030 году числа погибших и пострадавших в бедствиях по отношению к предыдущему десятилетнему периоду 2005–2015 годы и уменьшение причиняемых бедствиями ущербов. Для реализации СРП определены также четыре приоритетных направления деятельности на глобальном, национальном и местном уровнях:

1. Понимание риска бедствий, включающее анализ, оценку и управление риском бедствий, а также смягчение их последствий

2. Совершенствование организационно-правовых рамок управления риском бедствий. Этот принцип включает укрепление соответствующей законодательной и методической базы на всех уровнях управления от национальных правительств до органов местного самоуправления

3. Инвестиции в меры по снижению риска бедствий в целях укрепления потенциала противодействия. Содержание этого принципа очевидно – без вложения средств в предупреждение и смягчение последствий бедствий невозможно решения задачи снижения риска бедствий, причем средства, инвестируемые в безопасность, многократно окупаются при реализации бедствий.

4. Повышение готовности к бедствиям для обеспечения эффективного реагирования и внедрение принципа «сделать лучше, чем было» в деятельность по восстановлению, реабилитации и реконструкции. Реализация этого принципа подразумевает, в первую очередь совершенствование строительных норм и правил для повышения устойчивости инфраструктуры к бедствиям и проведение работы с населением по безопасности жизнедеятельности, включая учения и тренировки

В основном тексте СРП приводится более подробное описание рекомендуемых мероприятий, проводимых на национальном, местном и глобальном уровнях для решения задач в каждом из четырех приоритетных направлений.

В Российской Федерации реализация СРП проводится на основе принятых национальных обязательств и постановления Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от 26 февраля 2016 г. № 70 [5].

Межведомственное взаимодействие в области снижения риска бедствий реализуется в рамках функционирования РСЧС. Главным исполнителем в системе МЧС России, ответственным за осуществление мер по реализации приоритетов СРП определен Департамент гражданской защиты МЧС России.

В целом СРП является методическим руководством к деятельности международных организаций, национальных правительств, органов муниципального самоуправления, общественных организаций и частных компаний по достижению основного результата – сокращению потерь и ущерба в результате бедствий природного и антропогенного характера

Одним из ключевых направлений снижения риска бедствий для всех стран является повышение устойчивости городов и муниципальных образований к бедствиям. Происходящая в настоящее время активная урбанизация, характерная для всех стран, приводит к росту городского населения и, как следствие, повышению его уязвимости к бедствиям из-за некачественного планирования территории, заселения прибрежных территорий, и территорий, подверженных затоплению, оползням, селям и другим опасностям.

ООН развернуло Глобальную кампанию по повышению устойчивости городов к бедствиям под девизом «Мой город готовится!». Координатором этой Глобальной кампании является Управление ООН по уменьшению риска бедствий (МСУОБ ООН), в ней также участвуют агентства ООН «ХАБИТАТ» и Европейская экономическая комиссия.

Участники кампании «Мой город готовится!» на уровне мэров и администраций проводят ежегодную самостоятельную оценку (или оценку с привлечением независимых экспертных организаций) устойчивости к бедствиям своих городов. Самооценка проводится по установленному алгоритму, включающему подсчет баллов по результатам ответов на вопросы Оценочной карты, содержащей около 250 вопросов, ответы на которые оценены по 5-балльной шкале. По результатам готовится и размещается на специализированном сайте: формализованный отчет, содержащий результаты оценки, описание имеющихся пробелов, описание планируемых мероприятий по повышению безопасности города и др.

Участие городов в Кампании предоставляет возможность ознакомления с лучшими практиками по повышению устойчивости городов к бедствиям, участие-

вать в международных семинарах и тренингах, публикации лучших результатов в интернете и СМИ, получение номинации «Образцовый город», возможность правительствам городов получения премии Саакавы за повышение устойчивости городов к бедствиям.

В Российской Федерации, в рамках проведения Глобальной кампании, МЧС России организован Всероссийский конкурс по повышению устойчивости городов к чрезвычайным ситуациям «Мой город готовится», а также проводятся обучающие семинары. Начата подготовка преподавателей высшей школы в данном направлении.

В Иркутской области подобная подготовка начата на базе кафедры промышленной экологии и БЖД, так как именно на данной кафедре готовят магистрантов по программе «Народосбережение. Управление профессиональными, экологическими и аварийными рисками»

Подробнее рассмотрим методологию оценки рисков стихийных бедствий, изложенную в материалах Управления ООН по уменьшению риска бедствий (МСУОБ ООН).

Комплексная оценка рисков рассматривает весь спектр возможных событий стихийных бедствий и их основополагающих факторов и неопределенностей. Она может начинаться с анализа исторических событий, включать перспективные направления развития территорий, а также прогнозировать будущие опасности связанные прежде всего с тенденциями изменения климата.

Данные об опасностях на определенной территории собираются на основе анализа паспортов безопасности, которые согласно приказу МЧС должны быть разработаны муниципалитетом.

Оценка рисков производится для оценки возможных экономических, инфраструктурных и социальных последствий, связанных с определенной опасностью или множественными опасностями (GFDRR, 2014b). Компоненты оценки риска (и связанных с ним потерь) включают:

- Опасность определяется как вероятность ощущения определенной интенсивности опасности (например, землетрясения, циклона и т. Д.) В определенном месте и обычно определяется историческим или определяемым пользователем сценарием, вероятностной оценкой опасности или другим методом. Некоторые модули опасности могут включать вторичные опасности (такие как сжижение почвы или пожары, вызванные землетрясениями, или штормовой налет, связанный с циклоном).

- Экспозиция представляет собой совокупность имущества и инфраструктуры, подверженных опасности, и может включать социально-экономические факторы.

- Уязвимость объясняет восприимчивость к повреждению активов, подверженных воздействию сил, создаваемых этой опасностью. Функции хрупкости и уязвимости оценивают коэффициент ущерба и последующие потери соответственно и / или социальные издержки (например, число раненых, бездомных и убитых), вызванных опасностью, в соответствии с определенным воздействием.

Риск оценивается как произведение вероятности реализации опасности на экспозицию и уязвимость.

Информация о рисках является важной основой для управления рисками бедствий в широком спектре секторов:

- В страховом секторе количественная оценка риска стихийных бедствий имеет важное значение, учитывая, что на капитал платежеспособности большинства компаний, не связанных с страхованием жизни, оказывает сильное влияние их воздействие на природный риск катастроф.

- В строительном секторе количественная оценка потенциального риска, ожидаемого в течение срока службы здания, моста или критического объекта, приводит к созданию и изменению строительных норм.

- В секторах землепользования и городского планирования надежный анализ риска наводнений также стимулирует инвестиции в защиту от наводнений и, возможно, также влияет на изменения в страховании.

- На уровне сообщества понимание событий опасности - будь то из живой памяти или устных и письменных историй – может информировать и влиять на решения о готовности, включая спасательные процедуры для спасения жизни и расположение важных объектов.

Хорошо известно, что риск не является статичным и что он может очень быстро измениться в результате развития опасности, воздействия и уязвимости. Таким образом, лица, принимающие решения, должны сегодня участвовать в риске, с которым они сталкиваются завтра.

Риск стихийных бедствий представляет собой общий риск, и предприятия, государственный сектор и гражданское общество участвуют в его строительстве; следовательно, снижение риска бедствий (СРБ) должно рассматриваться как общая ценность. Таким образом, СРБ требует подхода, ориентированного на людей и многосекторального подхода, создания устойчивости к многочисленным опасностям и создания культуры профилактики и безопасности.

Профилактика риска включает:

1. Прямое избежание неблагоприятного воздействия опасностей и связанных с ними бедствий (зачастую менее дорогостоящих, чем стихийные бедствия и ответные меры).

2. Смягчение – уменьшение или минимизация неблагоприятного воздействия опасного события.

3. Передачу риска – процесс формального или неофициального изменения финансовых последствий конкретных рисков от одной стороны к другой, при которой домохозяйство, сообщество, предприятие или государственная власть получают ресурсы от другой стороны после стихийного бедствия в обмен на текущие или компенсационные социальные или финансовые выгоды предоставленной этой другой стороне.

4. Подготовленность – знания и возможности правительств, организаций по профессиональному реагированию и восстановлению, общин и отдельных лиц для эффективного прогнозирования, реагирования и восстановления последствий возможных, неминуемых или нынешних бедствий.

В настоящее время информация о рисках стихийных бедствий аккумулируется в различных базах данных [4], доступных в сети Интернет. Базы данных о катастрофах позволяют нам исследовать закономерности и тенденции риска бедствий на основе прошлых событий. Знание этих тенденций может помочь нам прогнозировать будущие потери от подобных событий (частые события), а также понять, как можно эффективно минимизировать этот риск.

Базы данных об авариях различаются по своему подходу, включая порог того, что квалифицируется как катастрофа, а также методы, используемые для сбора данных.

База данных *EM DAT* ведется центром исследований эпидемиологии – CRED. В ней собирается информация о различных типах бедствий, которые наиболее распространены в данной стране и которые оказали значительное историческое воздействие на конкретные группы населения. Помимо предоставления информации о человеческом воздействии стихийных бедствий, таких как число людей, убитых, раненых или затронутых, EM-DAT предоставляет оценки экономического ущерба, связанные со стихийными бедствиями, и взносы международной помощи, связанные с бедствиями. Эта информация может помочь заинтересованным сторонам на национальном и глобальном уровнях.

База данных *Система инвентаризации стихийных бедствий – DesInventar*. Эту базу ведет Управление Организации Объединенных Наций по уменьшению опасности бедствий и приводятся информация о стихийных бедствиях и потерях.

Известна база данных *Исследователь Sigma*, в которой события регистрируются с 1970 года по настоящее время. В базе данных собирается информация о погибших, пропавших без вести, раненых и бездомных, а также ведется подробный учет застрахованных и незастрахованных убытков.

В базе данных *NatCatService* фиксируются сведения о катастрофах естественно-го происхождения. База содержит около 30 000 записей данных. Ежегодно регистрируется и анализируется около 1000 событий. Эта информация может использоваться для документирования и анализа рисков и тенденций в зависимости от степени и интенсивности отдельных стихийных бедствий в различных частях мира.

В базе данных *Глобальный идентификационный номер бедствия (GLIDE)*, которую ведет Азиатский центр уменьшения опасности бедствий (ADRC). База данных может предоставлять информацию о дате, продолжительности, местоположении, величине, источнике и описании катастрофических событий. Эта информация может быть собрана на основе номера GLIDE, даты, типа бедствия и страны и будет содержать информацию об людских и экономических потерях.

Информационный центр по управлению стихийными бедствиями (DMIC) министерства по борьбе со стихийными бедствиями и помощи представляет информацию о бедствиях на национальном уровне, такую, как информационные бюллетени профсоюзов, базу данных о стихийных бедствиях, карту опасности и отчеты о ситуации с подробной информацией о возмещении ущерба, пострадавших людей, состоянии здоровья и ответах правительства.

Имеется множество национальных баз данных о стихийных бедствиях во многих странах, в том числе и в России.

Ниже приводим некоторые примеры из баз данных.

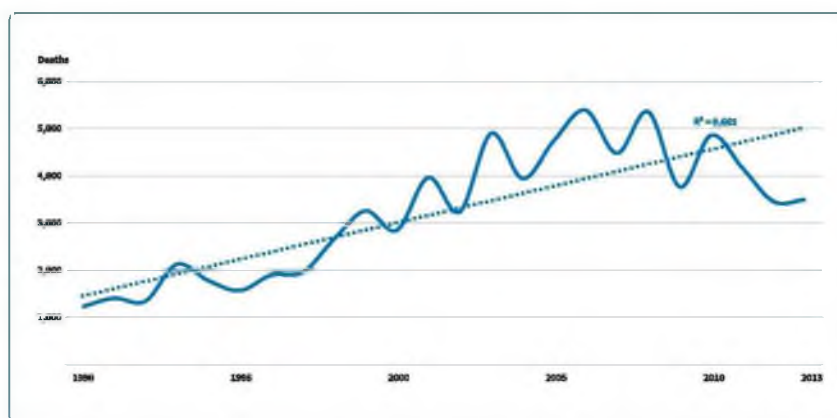


Рис. 1. Обширная смертность, 1990–2013 годы (65 стран, 2 штата Индии) МСУОБ ООН с данными из национальных баз данных о потерях (МСУОБ ООН, 2015 год)

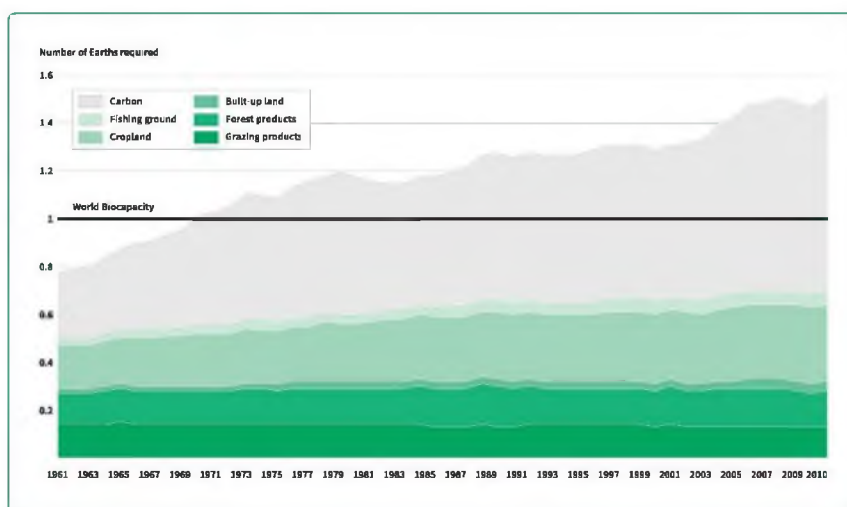


**Рис. 2. Потребность человека уже превышает возможности планеты
Глобальная сеть следа (2013) в МСУОБ ООН (2015 год)**

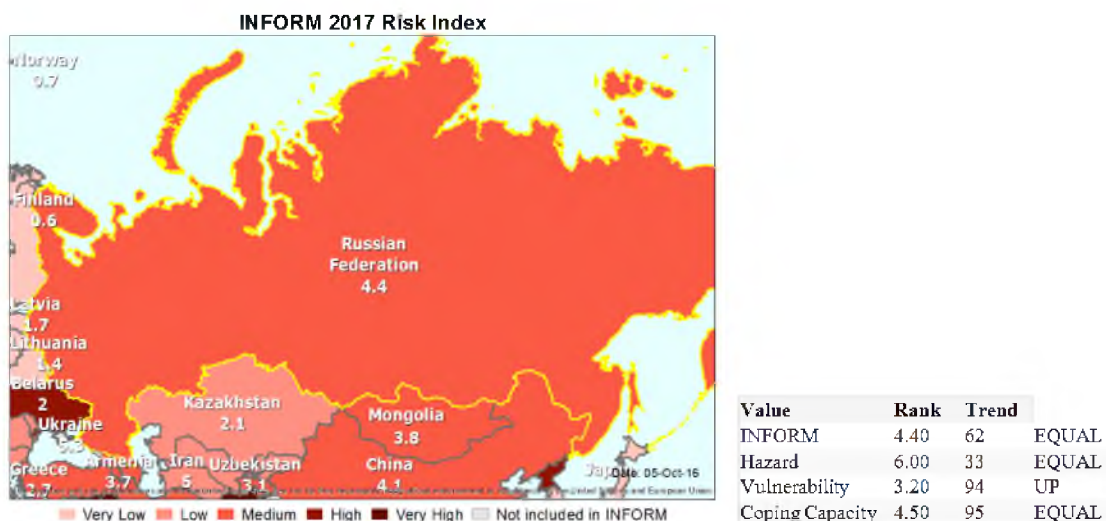


Рис. 3. Глобальный риск Российской Федерации

В заключение следует отметить, что в настоящее время стремление к неограниченному экономическому росту привело к увеличению и неустойчивому чрезмерному потреблению энергии, пресной воды, лесов и морских мест обитания, чистого воздуха и богатой почвы в глобальном масштабе. Многие экосистемы, которые играют жизненно важную роль в защите и обеспечении ресурсов, деградируют до восстановления, что может увеличить уровни опасности, повысить уязвимость объектов экономики. Резко увеличилось число стихийных бедствий, сформировалось общество риска и необходимо предпринимать меры по смягчению последствий рисков. Это осознано человечеством и разработана и начала реализовываться Сендайская рамочная программа, призванная разработать и реализовать единую методологию сокращения стихийных бедствий. Эта программа начинает реализовываться в России и можно надеяться, что человечество справится с новыми вызовами и обеспечит устойчивое развитие.

Список использованной литературы

1. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf.
2. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН 3 июня 2015 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N1516719.pdf>.
3. Региональная Платформа по снижению риска бедствий Центральная Азия и Южный Кавказ для выполнения Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий 2015–2030 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.preventionweb.net/files/49434_CONCEPT_NOTE_CASC_Regional_Platform_for%20DRR%20\(RUS\)-670.pdf](http://www.preventionweb.net/files/49434_CONCEPT_NOTE_CASC_Regional_Platform_for%20DRR%20(RUS)-670.pdf).
4. Отчет МСУОБ ООН по глобальной оценке за 2015 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.preventionweb.net/risk/disaster-risk>.
5. Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mchs.gov.ru/law>

**Раздел 1. Техносферная безопасность: анализ
риска, прогноз и моделирование опасных
технологических процессов, условия
и охрана труда**

УДК 679.8.612.19

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Александрова А.Ю., аспирант направления «Техносферная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрена система показателей эффективности контрольно-надзорной деятельности, основанного на применении риск-ориентированного подхода и место риск-ориентированного подхода в Российской Федерации.

Ключевые слова: риск, опасность, безопасность, показатели, меры безопасности, риск-ориентированный подход, промышленность, опасные объекты экономики, управление риском.

RISK-ORIENTED APPROACH IN INDUSTRY

Aleksandrova A.J., graduate student

Timofeeva S.S., d. sc., prof

Irkutsk National Research Technical University

The system of performance indicators of control and supervisory activities based on the application of the risk-oriented approach and the place of the risk-oriented approach in the Russian Federation are considered.

Key words: risk, danger, safety, indicators, security measures, risk-oriented approach, industry, dangerous objects of the economy, risk management.

В настоящее время в России наблюдается отход от традиционных организационно-технических мер обеспечения безопасности. Традиционные механизмы инспекционного контроля дополняются и модернизируются риск-ориентированными подходами обеспечения безопасности.

Риск-ориентированный подход – выявление, анализ и прогнозирование опасностей промышленных аварий, оценка риска и возможных масштабов последствий аварий на опасных производственных объектах для оптимизации необходимых организационно-технических мер предупреждения аварий, недопущения возникновения угроз крупных промышленных аварий и повышения эффективности обеспечения промышленной безопасности на отдельном опасном производственном объекте или в системе поднадзорных объектов в целом [1].

Риск-ориентированный подход постепенно внедряется в промышленность. Согласно Постановлению Правительства РФ от 16 февраля 2017 года № 197 все работодатели будут отнесены к одной из пяти категорий, в зависимости от показателя потенциального риска причинения вреда жизни и здоровью работников, их трудовым правам, связанным с правом получения оплаты труда в установленный срок [2].

По мнению российских законодателей, использование риск-ориентированного подхода при проведении трудовых проверок снизит административную нагрузку на субъекты хозяйственной деятельности, а также повысит уровень эффективности контрольно-надзорных органов.

Соответственно процесс внедрения риск-ориентированного подхода в промышленности начинается с законодательства.

Изменения в законодательстве коснулись таких законов как ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и ФЗ-219 «Об охране окружающей среды».

Согласно ФЗ-219, объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду в зависимости от уровня такого воздействия подразделяются на четыре категории:

I категория – объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий;

II категория – объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду;

III категория – объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду;

IV категория – объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. № 806 [3] «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации», деятельность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и используемых ими производственных объектов относят к определенной категории риска (см. табл. 1).

Таблица 1

Категории риска для производственных объектов, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей

Категории риска	Классы (категории) опасности	Особенности осуществления мероприятий по контролю
Чрезвычайно высокий риск	1 класс	Плановая проверка проводится один раз в период, предусмотренный положением о виде государственного контроля (надзора)
Высокий риск	2 класс	
Значительный риск	3 класс	
Средний риск	4 класс	Плановая проверка проводится не чаще одного раза в период, предусмотренный положением о виде государственного контроля (надзора)
Умеренный риск	5 класс	
Низкий риск	6 класс	Плановые проверки не проводятся

Критериев отнесения объектов к определенной категории риска огромное количество. Так, например, к категории высокого риска относятся объекты основного общего и среднего (полного) общего образования; объекты, на которых осуществляется предоставление социальных услуг с обеспечением проживания, а также оказание стационарной медицинской помощи. К категории значительного риска относятся объекты, относящиеся к особо опасным, технически сложным и уникальным объектам. К категории среднего риска относятся объекты, относящиеся по функциональной пожарной опасности к классу Ф1.3, высотой 28 метров и более. К категории низкого риска относятся временные постройки, киоски, навесы и другие подобные постройки, иные объекты защиты.

Как видно, риск-ориентированный подход охватывает все отрасли производства. Также это коснулось и государственного надзора в сфере экологии. Согласно Постановлению Правительства РФ от 27 июля 2017 года № 886 [4], риск-ориентированный подход будет применяться в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при федеральном государственном экологическом надзоре и лицензионном контроле за деятельностью по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности. Это позволит повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности в этих сферах при оптимальном использовании материальных, финансовых и кадровых ресурсов органов федерального

государственного контроля, снизить административное давление на предприятия и организации малого и среднего бизнеса при контрольных и надзорных мероприятиях.

В части государственных надзоров в области охраны атмосферного воздуха, использования и охраны водных объектов, государственного надзора за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр, государственного земельного надзора) и лицензионный контроль за деятельностью по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности также с 1 января 2018 года будет применяться риск-ориентированный подход.

Если обратиться к опыту прошлых лет, то риск-ориентированный подход в технических отраслях промышленности применялся крайне редко. Так, при столкновении с проблемой крупных аварий и в условиях недостатка знаний об их угрозах приходилось устанавливать сверхжесткие требования безопасности, в некоторых случаях замораживавшие развитие отдельных опасных технологий и даже отраслей. Так, после крупной аварии под Уфой в 1989 г. в последующих СНиП 2.05.06-8 были установлены требования к прокладке магистральных трубопроводов СУГ с 3–5 км расстояниями до соседних объектов с присутствием людей. Фактически единственным способом предотвращения тяжелых последствий таких крупных аварий была выбрана «защита расстоянием».

Для применения метода «защита временем» требовался инструментарий оценки и мониторинга опасностей аварий. По опыту аэрокосмонавтики и ядерной энергетики в области промышленной безопасности он стал складываться и развиваться как «анализ риска» (анализ опасностей и оценка риска), а в последнее время как риск-ориентированный подход [5].

Не так давно термин «риск» был инновационным, чего не скажешь в настоящее время. Он стал все чаще вытеснять или подменять смысл привычного нам термина «опасность» и «безопасность». В настоящее время термин «риск» стал лидером по употреблению в отраслевых и технических нормах и правилах Российской Федерации. На рис. 1 показана динамика употребления данного термина в нормативных документах.

В Российских нормативных и технических документах термин «риск» используют чаще всего как синоним понятия «опасность» для того, чтобы усилить эмоциональную окраску понятия опасных явлений.

В области промышленной безопасности понятие «риск-ориентированный» появилось не так давно, поэтому для решения насущных и постановки будущих задач предупреждения аварийности и травматизма важно наполнять его специфической предметной окраской, подпитывать актуальным терминологическим содержанием, отвечающим истории отечественной промышленной безопасности и современному состоянию российских опасных производств. Такая работа ведется и в Правительстве РФ, и в Ростехнадзоре, мы видим ее результаты в официальных документах, в программных публикациях и заявлениях ответственных лиц [6–7]. Однако официальный формат не всегда позволяет в достаточной степени раскрыть и донести различия исходного, обычного и специального смысла ключевых понятий.

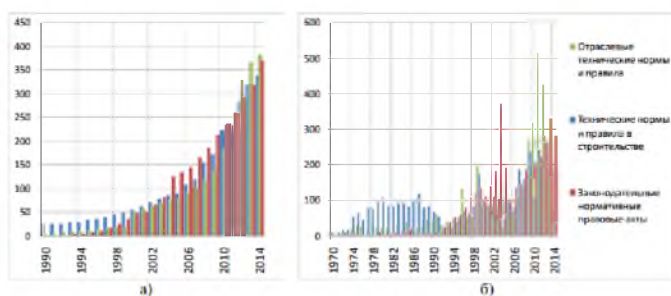


Рис. 1. Количество нормативных документов РФ в промышленной сфере:
а) в которых употребляется слово «риск»; б) вновь принятых со словами «безопасность», «опасность», «риск» [1]

В нашей стране само словосочетание «управление риском» уже достаточно глубоко вжилось в промышленный язык, чтобы ставить под сомнение его прямой смысл. Если учитывать тот факт, что управляют обычно объектами или процессами, то это ставит под сомнение сам смысл риска. Ведь мы не можем с точностью утверждать, что риск – это какой-то объект или процесс. Поэтому мы воображаем, что риск – это характеристика опасного явления, сущность опасности и мера проявления этой опасности. Другими словами в риск-ориентированном подходе в промышленной безопасности важно различать как манипулятивное «управление риском», так и организационно-техническое управление самим опасным объектом, а не его воображением «риска». Ведь с учетом привычных опасностей могут появляться и другие неопознанные прежде угрозы. Нужно уметь распознавать будущие опасности – в этом состоит сущность Российского риск-ориентированного подхода. Тем самым можно сказать, что изучение опасностей – это путь к безопасности, а игнорирование – угроза и предпосылка для будущих опасных явлений.

Риск-ориентированный подход требует кропотливой работы по идентификации процессов и связанных с ними рисков, оценке руководством приемлемого уровня для каждого из рисков. Эта работа должна быть проведена не только одновременно. Необходимо периодическая переоценка изменений рисков, связанных с изменениями процессов, нормативных требований и других внешних факторов, внедрением новых технологий и т. д. Развитие риск-ориентированных подходов предполагает принятие надзорным органом решений на основе профессионального суждения о состоянии промбезопасности на конкретном объекте, то есть введение и укрепление института кураторов, поскольку только куратор аккумулирует всю информацию о функционировании ОПО, позволяющую вести надзор комплексно и практически в режиме реального времени, а также своевременно реагировать.

К примеру, к категории высокого риска будет отнесена деятельность субъектов, отнесенных к категории особой важности по гражданской обороне либо эксплуатирующих потенциально опасные объекты. А к категории значительного риска – деятельность субъектов, включенных в состав сил функциональных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций либо отнесенных к первой категории по гражданской обороне.

В результате проверки будут проводиться со следующей периодичностью:

- для категории высокого риска – один раз в 2 года;
- для категории значительного риска – один раз в 3 года;

для категории среднего риска (к этой категории будут относить деятельность ИП и организаций только в рамках государственного надзора в области гражданской обороны) – не чаще чем один раз в 5 лет.

Риск-ориентированный подход позволит повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности в различных сферах промышленности, снизить административное давление на предприятия и организации малого и среднего бизнеса при контрольных и надзорных мероприятиях.

Огромный плюс такого подхода в том, что на основе категории риска объекта промышленности органы надзора будут приходить с проверкой на объект не потому, что прошло три года с последней проверки, а потому, что эксплуатация объекта связана существенными рисками. И если учесть историю промышленного объекта, то оценивание рисков на нем будет производиться на основе множества критериев.

Главными задачами риск-ориентированного подхода будут являться построение карт опасности рисков определенного промышленного объекта, научное и техническое обоснование присвоения критерия риска и назначение ответственного в государственном надзоре. Еще одной задачей данного подхода будет являться – поиск взаимодополняемых современных технических и экономических средств и методов обеспечения безопасности на промышленном объекте с опорой на проверенные средства в федеральных нормах и правилах промышленной безопасности. И заключительная задача риск-

ориентированного подхода – оценка имеющихся и доступных кадровых, материально-энергетических и научно-технических ресурсов. То есть это безопасное развитие промышленности посредством контроля того или иного объекта промышленности с учетом актуальных федеральных норм и правил в области промышленной безопасности.

В итоге риск-ориентированный подход изначально важен для надзорных организаций. Ведь от уровня риска объекта промышленности зависит частота его проверок. Но, и от частоты проверок зависит соблюдение норм и правил техники безопасности на промышленных объектах и соблюдение Российского законодательства в области охраны окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Гражданкин А.И. Риск-ориентированный подход и критерии приемлемого риска промышленных аварий // Промислова безпека. – № 6. – 2012. – С. 36–39.
2. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2017 года № 197 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
3. Постановлению Правительства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
4. Постановлению Правительства РФ от 27 июля 2017 года № 886 197 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
5. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация видов деятельности и хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: метод. Рекомендации. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015.
6. Anthony Giddens. Fate, Risk and Security. In: A.Giddens. Modernity and Self-Identity: Self and Society in the Late Modern Age. Cambridge : Polity Press, 1991, p.109–143. Энтони Гидденс СУДЬБА, РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ (1991). – THESIS, 2004, вып. 5.
7. Health Effects of the Chernobyl accident and special health care programmes. World Health Organization, 2006 [Электронный ресурс]. Режим доступа : http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/who_chernobyl_report_2006.pdf.

УДК 658.562.3

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Буковцева А.К., магистрант программы «Комплексная безопасность,
народосбережение, ресурсосбережение в системе БЖД»

Темерев С.В., д-р хим. наук, доцент

Алтайский государственный университет

Рассмотрены промышленные риски, выявлена индивидуальность промышленных рисков отдельного предприятия, доказана необходимость разработки для каждого вида промышленной деятельности внутренней системы управления риском.

Ключевые слова: риск, промышленность.

MONITORING AND ANALYSIS OF RISK MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Bukovtseva A.K., master of the program «Complex safety,
national saving, resource saving in the system of life safety»

Temerev S.V., D. Sc., docent

Altai State University

Are considered industrial risks, the individuality of industrial risks of an individual enterprise is revealed, the necessity of the development for each type of industrial activity of the internal system of risk management.

Keywords: risk, industry.

В современном мире любая производственная деятельность сопровождается возникновением определенных промышленных рисков, поэтому особенно важным при ведении производства становится своевременный учет динамики систем управления рисками и готовность к возникновению новых рисков.

Риск – это вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда [1].

Применительно к производственной сфере риск определяют как возможность потери части ресурсов и/или недополучения доходов по сравнению с уровнями и значениями, рассчитанными исходя из предпосылок о наиболее рациональном использовании ресурсов и принятого сценария развития рыночной конъюнктуры [2].

Промышленный риск – это риск, возникающий при любых видах деятельности, связанных с производством продукции, ее реализации, товарно-денежными и финансовыми операциями, маркетингом, коммерцией, осуществлением социально-экономических и научно-технических проектов [3].

Процесс управления промышленными рисками основан на выявлении и внедрении управленческих мероприятий, направленных на уменьшение рисков, минимизацию возможных неблагоприятных последствий деятельности производства.

Управление промышленными рисками включает в себя следующие основные разделы:

- выявление, анализ и оценка значимости рисков;
- разработка, планирование и внедрение мероприятий по снижению рисков;
- мониторинг эффективности управления рисками, их актуализация (плановая, повторная, дополнительная (внеплановая) идентификация и оценка) [3].

Эффективность организации систем управления промышленными рисками определяется классификацией рисков. Составление системы классификационных признаков риска позволяет четко определить место каждого риска в системе управления рисками, дает понимание его природы, позволяет установить структурные характеристики, и разрабатывать мероприятия, позволяющие снижать уровень риска по результатам его оценки.

Особенностью классификации рисков промышленных предприятий является ее условность, поскольку сложно провести жесткий раздел границ между видами рисков, так как все они находятся во взаимосвязи, изменяя и дополняя друг друга, имеют смешанный характер, могут быть составной частью друг друга [2].

В статье С.А. Ланкина «Классификация и проблем оценки рисков промышленного предприятия» представлена подробная система классификационных признаков рисков промышленного предприятия.

На стадии анализа производственных рисков проводится их оценка, позволяющая выявить возможности ущербов и рисков, их вероятные границы. Далее оцененные риски формируются по степени важности в соответствии с возможными ущербами, выявляются наиболее существенные риски, которые отслеживаются на протяжении всей производственной деятельности [4].

Основная цель оценки риска определить максимально допустимый риск для конкретного вида случаев. Далее необходимо провести оценку и анализ отобранных факторов.

Сравнительный анализ используемых методов оценки рисков позволил выделить два подхода: качественный и количественный.

Основная специфическая особенность качественного подхода в исследовании рисков состоит в том, что сначала проводится идентификация рисков проекта, а затем

стоимостная оценка последствий риска и разработанных мероприятий по борьбе с ними. Качественный анализ должен проводиться на стадии планирования деятельности.

Количественный анализ, базирующийся на инструментарии теории вероятности и математической статистики, состоит, в числовом измерении, влияния изменений рисков факторов проекта на изменение эффективности проекта и опирается на базисный вариант бизнес-плана проекта и проведенный качественный анализ [2].

Однако в силу простоты математических расчетов, наиболее распространенными являются статистические методы.

Особый интерес в последнее время проявляется к аналитическим методам оценки рисков, а именно методам, учитывающим распределение вероятностей. Данные методы применяются, как правило, для оценки рисков инвестиционных или инновационных проектов.

Для решения задачи прогнозирования рисков можно использовать все известные методы статистики и экономики, которые позволяют оценить параметры объекта вперед на некоторый интервал времени.

Таким образом, существует совокупность методов определения вероятности потерь, которые позволяют произвести приблизительную оценку общего объема рисков для промышленного предприятия.

Промышленное предприятие, осуществляя свою деятельность может отказаться от реализации того или иного решения, связанного с рисками, причем данные методы применимы в отношении значительных рисков как на стадии предварительной проработки решения, так и в процессе деятельности, как корректирующее воздействие в случае не санкционированного роста рисков [2].

На сегодняшний день существует большое количество методов минимизации риска, представленные различными учеными.

К основным способам минимизации рисков относят: распределение риска по разным агентам, страхование риска, осуществление самострахования рисков, организация диверсификации производства, лимитирование, осуществление альтернативного планирования, создание гибкой структуры производства, создание резервных фондов, мониторинг информации, обучение и тренировка персонала, применение гибких технологий, уклонение от риска [5-7].

Мероприятия по предотвращению или минимизации рисков являются существенной информационной составляющей в системе управления промышленными рисками, и в установленном порядке документируются. Данные документ включают в себя описание мер и действий по реагированию и предупреждению возможных ущербов, а также перечень основных ответственных лиц, задействованных в нейтрализации рисков и ущербов.

Вся система управления рисками является цикличной, поскольку в ходе производственной деятельности постоянно могут возникать новые риски, изменяться существенность риска. В связи с этим мониторинг эффективности управления рисками позволяет своевременно выявить и оценить новые риски или внести изменения в уже идентифицированные.

Эффективный мониторинг в управлении рисками направлен не только на контроль над выявлением и наблюдением за рисками, но и за реализацией организационно-технических мер, направленных для предупреждения риска. Данные мероприятия могут быть технико-технологические, методические, организационные и прочие. Главная их цель должна быть создание единой системы для эффективного предупреждения и возможности полного исключения риска. Все эти мероприятия должны быть адекватны, то есть их результат должен соответствовать затратам на их осуществление [3].

Управление промышленными рисками возможно только в случае применения четких разграничений функциональных обязанностей по идентификации и оценке риска внутри организации. Только при системном и цикличном подходе управление промышленными рисками будет эффективным и целенаправленным. Для целостности и

упорядоченности управления рисками эту систему можно представить в виде следующей схемы (рис. 1).

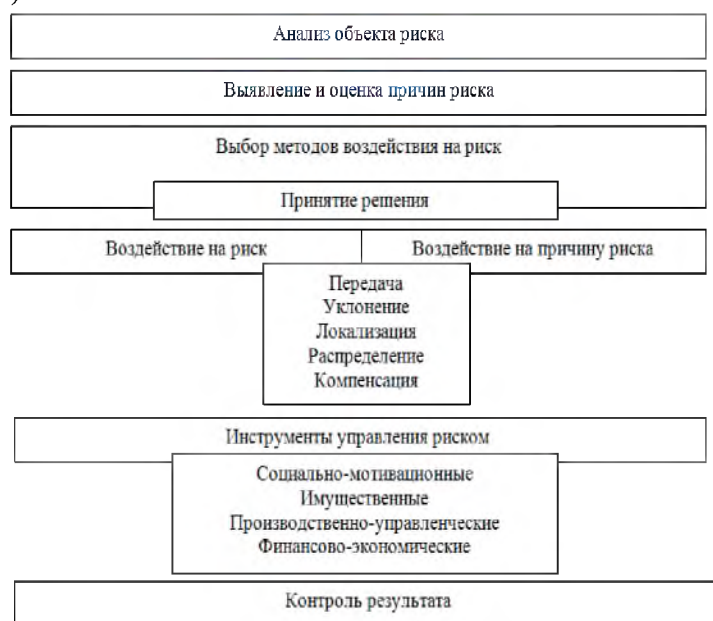


Рис. 1. Общая схема системы управления риском промышленных предприятий [6]

В современных условиях функционирование промышленных предприятий сопровождается рядом рисков. Для своевременного предупреждения риска необходимо построить эффективную систему их учета. Промышленные риски отдельного предприятия индивидуальны, поэтому для каждого вида промышленной деятельности необходимо разрабатывать внутренние системы управления риском.

Список использованной литературы

1. Российская федерация. Законы. О техническом регулировании: федер. закон №184: [принят Гос. Думой 15 декабря 2002]. – М., ред. от 27 декабря 2002. – 40 с.
2. Ланкина, С.А. Классификация и проблемы оценки рисков промышленного предприятия / С.А. Ланкина, В.И.Флегонтов // НАУКОВЕДЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-ЖУРНАЛ. – май – июнь 2015. – Том 7, № 3. – 16 с. – [Электронный ресурс] / С.А. Ланкина. – Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/90EVN315.pdf>
3. International standard. ISO 31000 «Risk management – Principles and guidelines» - edition of November 15, 2009.
4. International standard. IEC/ ISO 31010 «Risk management – Risk assessment techniques» – edition of December, 2009.
5. Саланина Е.В. Оценка и способы снижения риска при управлении производством (на примере предприятий пищевой промышленности Алтайского края): автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук. – Барнаул, 2005. – 14 с.
6. Машков Д.М. Совершенствование механизма управления рисками промышленного предприятия: дис. на соиск. уч. степ. канд. экон. наук. – М., 2015. – 136 с.
7. Тимофеева С.С. Прикладная техносфера рискалогия. Учеб.пос.. Иркутск.-Изд-во ИРНИТУ, 2014.-200с.

УДК 349.243(470)

ОХРАНА ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Буторина Е.А., магистрант программы «Безопасность технологических процессов и производств»

Петухова В. С., кандидат биологических наук, доцент
Тюменский индустриальный университет

Рассмотрена классификация несчастных случаев на производстве, проведен анализ несчастных случаев со смертельным исходом в Российской Федерации. Определена роль специалиста по охране труда в современном предприятии и предложен комплекс мероприятий по снижению уровня травматизма.

Ключевые слова: охрана труда, производственный процесс.

LABOR PROTECTION AT ENTERPRISE AS THE COMPOSITE PART OF PRODUCTION PROCESS

Butorina EA, master of the program «Safety of technological processes and productions»

Petukhova VS, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Tyumen Industrial University

The classification of accidents at work is considered, and an analysis of fatal accidents in the Russian Federation is made. The role of the occupational safety specialist in the modern enterprise has been defined and a set of measures to reduce the level of injuries has been proposed.

Key words: labor protection, production process.

В современном мире охрана труда имеет огромное значение в связи с тем, что производственная сфера интенсивно развивается и появляются новые виды деятельности. Безопасность труда является одной из главных составляющих жизнедеятельности человека. Проблема выживания требует от человека соблюдения необходимых мер безопасности.

Несчастный случай – это событие в результате, которого работники и (или) другие лица, участвующие в производственной деятельности при осуществлении правомерных действий, обусловленных трудовыми отношениями с работодателем либо совершаемых в его интересах, получили телесные повреждения, травмы, увечья [1].

Классификация несчастных случаев на производстве в соответствии с обозначенной схемой: лёгкие и средней тяжести; тяжёлые; со смертельным исходом; групповые; групповые с тяжёлыми последствиями [1].

В табл. 1 представлен анализ несчастных случаев со смертельным исходом.

Показатели смертного травматизма на производстве в Российской Федерации в 3–3,5 раза выше аналогичных показателей развитых стран (США, Япония, Германия и др.).

Виды происшествий со смертельным исходом представлены на рис. 1 [4].

Таблица 1

Анализ несчастных случаев со смертельным исходом

	Кол-во человек
Производственная деятельность	1,1 млн
ДТП	999,0 тыс.
Войны	502,0 тыс.
Насилие	563,0 тыс.
ВИЧ	312,0 тыс.

Основной задачей предпринимателей в конце прошлого века было достижение прибыли любой ценой, а в настоящее время – прибыль, производительность труда, конкурентность продукции и охрана труда неразделимы. Нормальные условия труда и безопасность рассматриваются как необходимые условия надежности и качества продукции [5].

Улучшение условий труда ведёт к повышению производительности труда и наоборот. При работе в условиях повышенной температуры (+30°C), производительность труда может снизиться до 50 %, производственный шум может снизить производительность труда от 5 до 20 %, а хорошее освещение увеличивает производительность труда на 10–15 %. Комплекс мероприятий по улучшению условий труда может привести к повышению производительности труда до 30 % [2].

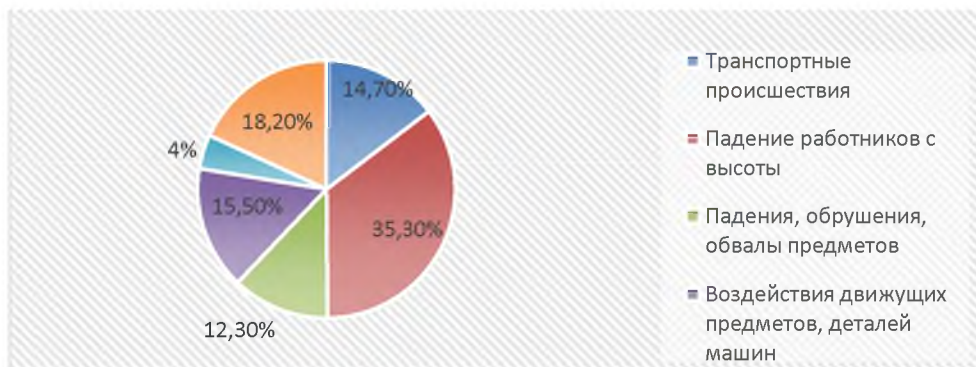


Рис. 1. Виды происшествий со смертельным исходом

Мероприятия по охране труда обеспечивают и экологический эффект, выраженный в снижении загрязнения воздушной среды, воды и почвы, а также в сохранении здоровья самого человека, являющегося главным объектом экологии [3].

Особое внимание на предприятии уделяется безопасности труда. Несоблюдение правил безопасности на предприятии может привести к нарушению систем жизнедеятельности как отдельного работника, так и трудового коллектива в целом [5].

Инженеры и специалисты отделов техники безопасности занимаются обеспечением норм безопасности труда. Данные специалисты должны быть на любом предприятии. Большая часть их работы связана с подготовкой правил внутреннего трудового распорядка, инструкциями по охране труда для каждой должности, инструкциями по пожарной безопасности. Также инженер по охране труда отвечает за соответствие нормам безопасности рабочих мест.

Для снижения уровня травматизма на предприятии инженер по охране труда может предложить комплекс мероприятий для работников, например:

1. Создать руководство для компании, в котором описывается техника безопасности и мероприятия по ее контролю. Можно включить туда различные инструкции по тому, как и где складировать опасные и токсические материалы.

2. Регулярно сообщать сотрудникам, насколько важна для компании политика безопасности. Для этого также можно распространять на производстве разную информацию о технике безопасности.

3. Необходимо убедиться, что персонал компании выполняет правила безопасности на рабочем месте. Для этого нужно осмотреть особо опасные зоны, чтобы проверить, выполняются ли там все предписания и правила.

4. Нужно обеспечить персонал необходимыми инструментами, чтобы они были подготовлены и не импровизировали с подручными материалами.

5. Составить план тренингов для отработки ситуаций, в которых возможна вероятность ЧП. Нужно предусмотреть обязательную практику для новых сотрудников и ежегодные тренинги для всех членов компании.

6. Нужно быть готовым отреагировать на возникновение пожара, убедившись, что в компании приняты все необходимые меры пожарной безопасности, чтобы минимизировать количество несчастных случаев

7. Можно организовать тренинги по оказанию первой помощи.

8. После каждого несчастного случая обязательно оформление отчета о происшествии.

9. Необходимо убедиться в том, что все входы и выходы на производство находятся в рабочем состоянии и к ним без проблем можно добраться, так как от соблюдения этой нормы техники безопасности напрямую зависят человеческие жизни.

10. Нужно завести книгу регистрации ЧП, которой может воспользоваться ответственный за безопасность. В этом реестре должны быть записаны все, даже самые незначительные происшествия.

Таким образом можно сделать вывод о том, что для обеспечения оптимальных условий труда и снижения уровня травматизма на предприятии важную роль играет специалист по охране труда, который должен обеспечить контроль соблюдения правил пожарной безопасности на предприятии и предотвращение несчастных случаев на производстве. Для того чтобы создать конкурентоспособное и динамично развивающееся предприятие с высокой прибылью необходимо обеспечить безопасность и нормальные условия труда для трудящихся

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ, ч. 1 ст. 227 ТК РФ ч. 3 п. 3 Положения об особенностях расследования несчастных случаев, утвержденного Постановлением Минтруда России от 24.10.2002 № 73, далее - Положение о расследовании несчастных случаев).
2. Электронный ресурс. – Режим доступа : <http://dvkuot.ru/index.php/tk/144-ozenka>
3. Электронный ресурс. – Режим доступа : <https://www.uralweb.ru/pages/other/5286.html>.
4. Электронный ресурс. – Режим доступа : http://www.trkodeks.ru/article_proizvodstvennaya-travma/Proizvodstvennye-travmy/Klassifikatsiya-neschastnyh-sluchaev-na-proizvodstve/.
5. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков. Практикум Иркутск: изд-во ИРНИТУ, 2014-180с.

УДК 331.45

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

Волкова А.О., магистрант программы «Управление техносферной безопасностью»

Вахрушева Ю.В., магистрант программы «Управление
техносферной безопасностью»

Селюнина Н.В., ст. преподаватель

Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова

В работе рассмотрены варианты развития и повышения эффективности работников в области охраны труда, как наиболее важный фактор обеспечения безопасности на производстве.

Ключевые слова: охрана труда.

INCREASE OF EFFICIENCY IN THE FIELD OF LABOR PROTECTION

Volkova A.O., master of the program «Technospheric Security»

Vakhrusheva J.V., master of the program «Technospheric Security»

Selunina N.V., senior teacher

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The paper considers options for developing and improving the efficiency of workers in the field of labor protection, as the most important factor in ensuring safety in the workplace.

Key words: labor protection.

Несоблюдение мер и требований по технике безопасности, охране труда, пожарной безопасности, очень часто может привести к нежелательному исходу. Несмотря на то, что работники могут быть проинформированы и в нужной степени подготовлены, в условиях рабочей обстановки, умственного и физического напряжения они просто забывают или отвлекаются от выполнения именно этих требований.

Стимулирование рабочих является одной из целей повышения эффективности охраны труда, как улучшения производственных показателей и достижения поставленных задач охраны труда в организации. К целям в области охраны труда относятся:

- степень ответственности за несчастные случаи и производственный травматизм в организационных структурах,

- мероприятия, направленные на предупреждение и предотвращение этих происшествий, которые в свою очередь могут привести к административному и уголовному привлечению руководителей организаций.

Эффективность работы любой программы или деятельности, зависит от того насколько грамотно и хорошо проработана была составлена эта программа по охране труда. Стоит обратить внимание на то, что правильно изложенные и сформулированные меры по предупреждению опасных ситуаций на всех уровнях производственной инфраструктуры повышают эффективность работы охраны труда. Они должны включать в себя:

1. Планирование производственных мощностей,
2. Организацию обучающих курсов подготовки и переподготовки рабочих и руководителей всех уровней,
3. Проектирование оборудования (основного и вспомогательного),
4. Проведение дополнительных семинаров и занятий по вопросам охраны труда, охраны окружающей среды, срочным мерам и способам реагирования и реабилитации.

Для осуществления успешной и эффективной работы программы также необходимо административная работа, заключающаяся в постоянном взаимодействии руководства и рабочих, и их наставничества. Требования должны распространяться на все мероприятия по повышению эффективности охраны труда в области производства.

Далее следует вопрос принятия информации работником, то как он готов с ней работать и выполнять сами требования безопасности на производстве. При этом повышение эффективности охраны труда прямо пропорционально связана с концепцией мотивации, неоднократно проходящей большое количество исследований. Данная концепция несет в себе разграничения причин и способов «мотивации», как вариант изменения стереотипов поведения работников, так и переход к новой модели поведения. Главным вопросом этой концепции являются проблемы взаимоотношений между установкой и личностным поведением.

По вопросам охраны труда и технике безопасности в литературе описывают множество теорий и методов охраны труда, действие которых держится на взаимодействии мотивирующих факторов. Наиболее показательные и действенные теории привлекли внимание для возможности улучшить показатели в работе охраны труда.

Одна из моделей системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда описана в стандарте OHSAS 18001-2007:

1. Планируйте: установите цели и создайте процессы, необходимые для получения результатов в соответствии с политикой организации в области ОЗиОБТ.
2. Делайте: реализуйте процессы.
3. Проверяйте: проводите мониторинг и измерение процессов по отношению к политике в области ОЗиОБТ, целям, законодательным, нормативным и другим требованиям и сообщайте о результатах.
4. Действуйте: предпринимайте действия для постоянного улучшения показателей деятельности в области ОЗиОБТ [1].

Еще одна из моделей, разработанная Б.Ф.Скиннером, организационные меры управления поведением или ОМТК, определяет все внимание на поведении и закономерностях его изменения, также методов контроля над поведением.

Скиннер отстаивал функциональный анализ поведения организма. Такой анализ устанавливает точные, реальные и обусловленные взаимоотношения между открытым поведением (реакцией) организма и условиями окружающей среды (стимулами), контролирующими их. Эти переменные должны существовать независимо от нас, быть очевидными и определяемыми количественно. Исходя из этого, можно предположить, что поведение человека может меняться под влиянием внешних факторов и окружающей среды. Поэтому, исследуя взаимодействие между средой и человеком, можно выявить закономерность и прогнозировать поведение, в дальнейшем управляя его факторами [2].

Третья модель, методы тотального контроля качества или МТКК – выдвигает во главе сам процесс и возможности его изменения с дальнейшим его применением, предложенная У.Е.Деммингом. Одним из принципов концепции Демминга является вовлеченность персонала в процесс работы. Суть принципа такова, что у работника должен пропасть страх опасности на рабочем месте и его потере, в следствии чего проявится доверие к изменениям, а руководству необходимо выполнять и поддерживать необходимое для этого окружение и место [3,4].

В этих моделях есть как достоинства, так и недостатки. Модель ОМУП делает главный упор на наблюдениях и замере результатов работы, при том наблюдается быстрый рост положительных результатов. Но минус модели заключается в специфической реакции на внешнюю среду, обстановку, которая может привести к отсутствию аргументов, подтверждающих надежность и стабильность системы.

Модель МТКК акцентирует внимание на участии рабочих и руководства в принятии решений, усилении связей в системе корпоративного общества и наращивании потенциала и возможностей на уровне охраны труда и здравоохранения. Также есть и свои минусы в теории, такие как:

- затрата большого количества времени на участие в процессе принятия решений, как служащих, так и руководства,
- введение новых систем работы, устанавливаемых в производстве,
- потеря длительного времени для проявления положительных результатов.

Рассмотреть возможность принятия двух моделей в работе по совершенствованию и повышению эффективности охраны труда в организациях необходимо, так как всегда есть достоинства и недостатки, для более успешной работы нельзя останавливать взгляд только на одной концепции. Все три модели дополняют друг друга и могут повысить уровень работы в организации.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://files.stroyinf.ru/>.
2. Визавитин О. И., Таякин С. Д. Достижения, предметы критики и виды психологии бихевиоризма // Молодой ученый. – 2016. – №10. – С. 1347–1349.
3. Менеджмент качества, Принципы теории У.Е.Демминга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.kpms.ru/General_info/TQM.htm.
- 4 Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков. Практикум Иркутск: изд-во ИРНИТУ, 2014-180с.

УДК 614.8:571.54

ПОКАЗАТЕЛИ ТРАВМАТИЗМА НА ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ И КИТАЯ

Дроздова И.В., *магистрант программы «Народосбережение, управление профессиональными, экологическими и аварийными рисками»*

Тимофеева С.С., *доктор технических наук, профессор*

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Выполнен сравнительный анализ производственного травматизма на золотодобывающих предприятиях России и Китая в ретроспективной 5 лет. Рассчитаны удельные показатели производственного травматизма.

По данным статистики за период в 5 лет (2011–2015 г) установлено, что объем добычи золота в Китае превышает объемы добычи в России в среднем в 1,78 раза, уровень производственного травматизма сопоставим между странами.

Ключевые слова: золотодобыча, производственный травматизм, коэффициент частоты, удельные показатели травматизма

INDICATORS OF TRAUMATISM AT GOLD-RETAINING ENTERPRISES OF RUSSIA AND CHINA

Drozdova I.V., master of the program «Conservation, management of professional, environmental and emergency risks»

Timofeeva S. S., doctor of engineering sciences, professor
Irkutsk National Research Technical University

A comparative analysis of industrial injuries at gold-mining enterprises in Russia and China in a retrospective 5 years is performed. Specific indicators of industrial injuries are calculated.

According to statistics for the period of 5 years (2011–2015) it was established that the volume of gold mining in China exceeds the volume of production in Russia by an average of 1,78 times, the level of industrial injuries is commensurate between countries.

Key words: gold mining, occupational traumatism, frequency coefficient, specific indicators of injuries

Добычей золота в мире занимались с древнейших времен. За весь период такого вида промышленности было добыто около 170 тонн золота. Половина добытого металла уходит на производство ювелирных украшений, которые имеют достаточно высокую стоимость. Ученые установили, что, если собрать весь мировой запас золота в одном месте, то получится огромный куб, высота которого будет составлять около тридцати метров [1].

На рис. 1 приведен исторический график мировой добычи золота в мире.

В 2015 году мировая добыча золота достигла отметки в 3158 тонны, что оказалось на 41 % больше значения добытого золота, зафиксированного в 2014 году (достаточно малый процент изменения) [2].



Рис. 1. Исторический график мировой добычи золота

Лидирующие страны по мировой добыче золота:

- являются 12,9 % – Китай. Он занимает первое место. 300 тонн – таков рекорд китайских золотодобывающих корпораций. При этом страна не собирается сбавлять темп развития. По прогнозам, ее еще очень долго не удастся кому-либо догнать.
- 11,2 % – Россия. В 2016 году было добыто 288 тонн этого полезного ископаемого. В список лидеров вошли Красноярский край и Алтай.
- 9,5 % – Южная Африка. Годовой объем равен 250 тонн драгоценного металла. В 70-х годах здесь поставили небывалый рекорд — было добыто более 1 млн килограмм желтого металла. Это самая грандиозная добыча золота в мире.
- 9 % – Австралия. Страна занимает четвертую позицию. Добывающие золото компании отправляют в национальный резерв более 225 тонн в год. Самые большие месторождения находятся на востоке и севере материка.
- 8,9 % – США. Больше всего золота добывают в Перу. Ежегодно в банки страны поставляется 175 тонн. После добычи желтый металл тщательно промывается в во-

дах Мариатеги. В этих местах также процветает и незаконная золотодобыча, занятый ею рынок достигает 20 %.

Горнодобывающая промышленность относится к числу отраслей промышленности с высоким уровнем травматизма, вредными условиями труда и негативным воздействием на окружающую среду.

Работодатели стремятся увеличить объемы добычи, поэтому внедряют сложную технику и технологии добычи и извлечения полезных ископаемых, не думая при этом об уровне безопасности горнорабочих. Поэтому наблюдается увеличение частоты несчастных случаев, масштабы их последствий как в территориальном эквиваленте, так и в материальном и в человеческом.

Целью настоящей работы является оценка и сравнительный анализ травматизма на горнодобывающих предприятиях России и Китая.

Объекты и методы исследования

В работе выполнен сбор и анализ статистических данных по информационным ресурсам Росстата, Ростехнадзора, Роструда по производственному травматизму на объектах золотодобычи России, ресурсы интернета по травматизму в Китае с ретроспективой 5 лет.

Производственный травматизм оценивали коэффициентом частоты несчастных случаев

$$K_f = \frac{HC}{N} \cdot 1000;$$

где K_f – коэффициент частоты несчастных случаев;

HC – число несчастных случаев за анализируемый период (обычно один календарный год);

N – среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде.

Результаты и их обсуждение

Для начала рассмотрим статистику производственного травматизма в добывающей промышленности в России (см. табл. 1). Данные взяты с сайта Росстата, периодического издания «Россия в цифрах» и годового отчета Инспекции по труду.

Таблица 1

Статистическая информация по производственному травматизму в добывающей промышленности в России

Год	Среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде, N [3]	Число несчастных случаев за истекший период, HC [4,5]	Коэффициент частоты несчастных случаев, K_f
2011	1 417 132	2 376	1,68
2012	1 430 908	2 234	1,56
2013	1 570 613	2 067	1,32
2014	1 502 319	1 938	1,29
2015	1 539 796	1 909	1,24

Как видно из данных табл. 1 в период с 2011 по 2015 г. коэффициент частоты несчастных случаев в России снизился на 26 %.

В табл. 2 приведены собранные статистические данные по уровню производственного травматизма на горнодобывающих предприятиях Китая. Исходные взяты из баз данных Статистики ООН.

Из данных табл. 2 можно сделать вывод, что коэффициент частоты несчастных случаев в Китае увеличился на 45,1 %.

Как следует из рис. 2 коэффициент частоты несчастных случаев в Китае растет год от года, напротив в России этот показатель практически остается на одной уровне. Коэффициент частоты производственного травматизма в Китае превышает российский в 6,3–15,2 раза.

Теперь сравним уровни травматизма на двух золотодобывающих предприятиях АО «ПОЛЮС Вернинское» (Иркутская область, г. Бодайбо) и Shandong Gold Group (провинция Шаньдун, Китай) (см. табл. 3).

Таблица 2

**Статистическая информация по производственному травматизму
в добывающей промышленности в Китае**

Год	Среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде, N [6]	Число несчастных случаев за истекший период, HC	Коэффициент частоты несчастных случаев, K_f [7]
2011	6 116 000	79 263	12,96
2012	6 310 000	6 184	9,77
2013	6 365 000	99 294	15,60
2014	5 965 000	112 560	18,87
2015	5 458 000	102 665	18,81

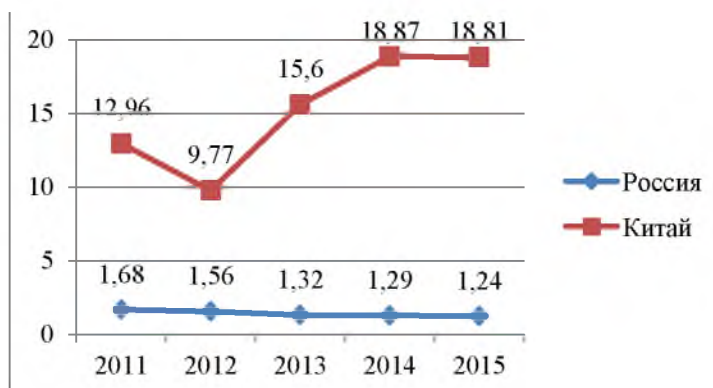


Рис. 2. Коэффициент несчастных случаев на горных предприятиях России и Китая

Таблица 3

**Статистическая информация по производственному травматизму
на золотодобывающих предприятиях России и Китая**

Год	АО «ПОЛЮС Вернинское»			Shandong Gold Group		
	Среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде, N	Число несчастных случаев за истекший период, HC	Коэффициент частоты несчастных случаев, K_f	Среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде, N [8]	Число несчастных случаев за истекший период, HC [8]	Коэффициент частоты несчастных случаев, K_f
2011	986	4	4,06	12 795	2	0,16
2012	991	3	3,03	12 812	1	0,08
2013	984	1	1,02	12 784	3	0,23
2014	987	1	1,01	12 764	0	0,00
2015	980	1	1,02	12 793	0	0,00

Используя данных табл. 3, построим сравнительный график (рис. 3).

Согласно данным, уровень производственного травматизма в золотодобывающей компании в Китае ниже показателей аналогичной компании в России.

Наибольший травматизм несчастных случаев на горных предприятиях в Китае отмечается при угледобыче [9].

Так, например, в 2010 году в Китае произошло 6 крупных аварии на горнодобывающих предприятиях: в январе 25 человек погибли и 3 оказались в ловушке в результате пожара в шахте в Хунане; 1 марта в результате наводнения на шахте Лотушань в ловушке оказались 77 рабочих, из которых 45 были спасены, 1 был подтвержден погибшим, а 31 были признаны пропавшими без вести; 29 марта 153 человека оказались в ловушке на шахте Ванцзялин в Шаньси; 13 мая по меньшей мере 21 человек погибли и

пять получили ранения, когда произошел взрыв на объекте частной компании Юаньян в округе Пудин, Аньшунь, Гуйчжоу; В 2013 году на китайских шахтах погибло 1049 рабочих.

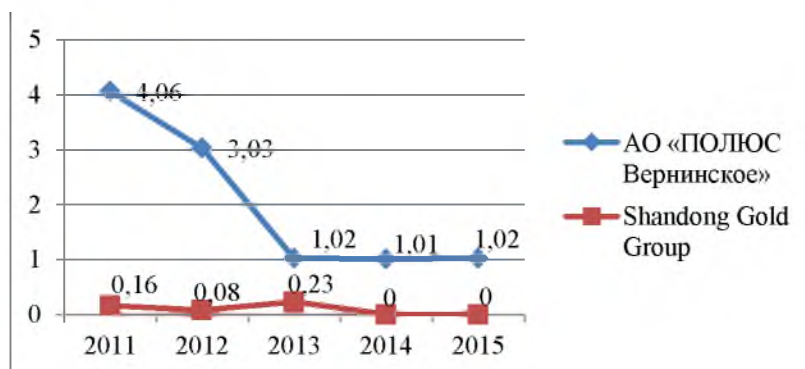


Рис. 3. Коэффициент несчастных случаев на золотодобывающих предприятиях России и Китая

Считают, что многие случаи смерти остаются неучтенными, и истинный показатель смертности может составлять более 10 000 человек в год. И это не в счет шахтеров, которые умирают от черных легких и других респираторных заболеваний. Китайское правительство признает более 2000 смертей при добыче полезных ископаемых ежегодно

Заключение

Можно сделать вывод, что уровень производственного травматизма на горнодобывающих предприятиях Китая выше, чем в России. Это связано с огромным количеством несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом, в шахтах по добыче угля. В золотодобывающей промышленности по сравнению с угледобычей, ситуация значительно легче, риски смертельного травматизма минимальны.

Список использованной литературы

1. Международное информационное агентство «РИА Новости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ria.ru> (дата обращения 01.05.2017 г.).
2. Thomson Reuters, GFMS Gold Survey 2016 // Сайт «Золотодобыча. Геология, горное дело, обогащение, металлургия, консалтинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zolotodb.ru/articles/other/world/11444> (дата обращения 15.05.2017 г.).
3. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/# (дата обращения 10.05.2017 г.).
4. Россия в цифрах. 2016 : Крат. стат. сб. // Росстат. – М., 2016 – 543 с.
5. Сайт Федеральной службы по труду и занятости Роструд [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.rostrud.ru/press_center/doklady/otchet-y-o-deyatelnosti-federalnoy-sluzhby-po-trudu-i-zanyatosti/ (дата обращения 10.05. 2017 г.);
6. China Statistical Yearbook. 2016/ China Statistics Press – Beijing, 2016 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexeh.htm> (дата обращения 16.10.2017 г.).
7. База данных Статистики ООН [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://data.un.org/Data.aspx?q=injuries+china&d=SDGs&f=series%3aSL_EMP_INJURWKR%3bref_area%3aMAC (дата обращения 16.10.2017 г.).
8. Свободная энциклопедия «Wikipedia» - Золотодобыча [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%8B%D1%87%D0%B0> (дата обращения 16.10.2017 г.);
9. Свободная энциклопедия «Wikipedia» - List of coal mining accidents in China [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

УДК 331.453

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА ВЫСОТЕ

Илюшкина П.А., магистрант направления «Техносферная безопасность»

Анищенко Ю.В., кандидат технических наук, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

На примере предприятия газовой промышленности проведена оценка профессионального риска при проведении работ на высоте, выявлены основные причины травмирования и предложены меры по обеспечению безопасности работников при выполнении данного вида работ.

Ключевые слова: риск, работа на высоте, травматизм.

OCCUPATIONAL RISKS ASSESSMENT FOR FALL FROM THE HEIGHT

Ilyushkina P.A., master of the program «Technosphere Safety»

Anishchenko Yu.V., PhD, associate professor

National Research Tomsk Polytechnic University

In terms of gas industry, occupational risk assessment for fall from the height was evaluated, the main causes of injury were identified and measures were proposed to ensure workplace safety for this type of work.

Key words: risk, work at height, traumatism.

Выполнение работ на высоте является неотъемлемой частью в различных областях промышленности.

Понятие «работа на высоте» представляет собой деятельность людей, подверженных таким рискам, которые связаны с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более, в том числе [1]:

1) при осуществлении работником подъема на высоту более 5 м, или спуска с высоты более 5 м по лестнице, угол наклона которой к горизонтальной поверхности составляет более 75°;

2) при проведении работ на площадках на расстоянии ближе 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 1,8 м, а также, если высота защитного ограждения этих площадок менее 1,1 м.

Кроме того, к работам на высоте относятся процедуры, связанные с рисками, при которых возможно падение работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, поверхностью жидкости или сыпучих мелкодисперсных материалов, выступающими предметами.

Падение с высоты составляет более 30 % смертельных случаев в России, поэтому снижение травмирования работников в данной сфере является важной задачей.

Целью работы является оценка профессионального риска при выполнении работ на высоте на примере предприятия газовой промышленности. Результаты оценки позволят подобрать необходимые мероприятия для управления риском.

Риск в общем случае рассчитывают суммированием произведений возможных значений ущерба здоровью работника на вероятности их наступления. Значение вероятности и ущерба можно определять статистическим данным за прошедшие промежутки времени. При отсутствии этих данных применяют метод экспертных оценок.

Оценку рисков на рабочем месте проводят в следующей последовательности [2]:

1. Идентифицируют опасности и при необходимости их проявления.

2. Для каждой опасности определяют ущерб и соответствующий весовой коэффициент.

3. Определяют качественные значения вероятностей наступления ущербов и исхода, не связанного с наступлением ущерба, и соответствующие им весовые коэффици-

енты. Численные значения указанных вероятностей (частот) наступления ущерба, вызванного проявлением опасности, определяют путем деления весового коэффициента на сумму весовых коэффициентов, присвоенных идентифицированным опасностям и исходу, не связанному с наступлением ущерба.

4. Путем перемножения значений вероятностей наступления ущербов на соответствующие весовые коэффициенты определяют риск для каждой опасности.

5. По шкале оценки значимости рисков оценивают значимости рисков по каждой идентифицированной опасности.

6. Путем сложения рисков для каждой идентифицированной опасности на рабочем месте определяют общий риск.

7. По шкале оценки значимости рисков оценивают риск на рабочем месте.

В качестве примера оценим профессиональный риск электромонтера по обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередач, работающего на газотранспортном предприятии. Работник данной профессии осуществляет ремонт, монтаж, демонтаж и техническое обслуживание линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше, средств изоляции и грозозащиты с применением средств механизации; техническое обслуживание линий электропередач всех напряжений, заземляющих спусков, контуров заземления; производит работы на высоте до 6–8 метров. В работе применяет соответствующее оборудование и инвентарь, например, слесарно-монтажный инструмент, канат для его передачи, каску, защитные очки, предохранительный пояс, переносное заземление, электроизолирующие перчатки и боты, систему для самостоятельного спасения и эвакуации, динамическое страховочное устройство, трап с площадкой.

При выполнении электромонтером работ на высоте были выявлены возможные опасности и связанные с ними опасные события и последствия. Результаты оценки риска представлены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка рисков при выполнении работ на высоте

Идентифицированные опасности	Возможный ущерб (тяжесть)	Весовой коэффициент ущерба	Качественное значение вероятности наступления ущерба	Весовой коэффициент вероятности наступления ущерба	Численное значение вероятности (частоты) наступления ущерба	Риски по идентифицированным опасностям	Оценка значимости риска по отдельной опасности	Риск на рабочем месте	Оценка значимости риска на рабочем месте
Расположение РМ на высоте относительно поверхности земли	Большой	15	Высокая	7	$7/40 \approx 0,18$	2,7	Низкий	11,6	Высокий
Разрушающиеся конструкции (леса, лестницы, стремянки)	Большой	15	Высокая	7	$7/40 \approx 0,18$	2,7	Низкий	11,6	Высокий
Повышенное скольжение	Большой	15	Средняя	3	$3/40 \approx 0,08$	1,2	Низкий		
Неблагоприятные погодные условия	Большой	15	Средняя	3	$3/40 \approx 0,08$	1,2	Низкий		
Перепады высот в зоне производства работ	Малый	5	Высокая	7	$7/40 \approx 0,18$	0,9	Низкий		
Острые кромки, шероховатость, заусенцы на поверхности инструментов и оборудования	Малый	5	Высокая	7	$7/40 \approx 0,18$	0,9	Низкий		
Напряжение в электрической цепи	Большой	15	Средняя	3	$3/40 \approx 0,08$	1,2	Низкий		
Физические перегрузки	Средний	10	Средняя	3	$3/40 \approx 0,08$	0,8	Низкий		

Таким образом, проведение работ на высоте является опасным видом деятельности и имеет высокую степень риска.

Из табл. 1 видно, что наибольший вклад в величину риска вносит расположение рабочего места на высоте относительно поверхности земли. Поэтому выявлены основные причины несчастных случаев при выполнении работ на высоте и построено дерево причин травмирования работника для данного вида работ (см. рис. 1).

На основании анализа причин возникновения несчастного случая предложены меры безопасности при проведении работ на высоте, которые включают ниже перечисленные направления:

1) Организационные (подготовительные) меры перед выполнением работ на высоте: разработка и выполнение плана проведения работ на высоте, разработка и утверждение технологических карт на производство работ; подготовка рабочего персонала (обучение по охране труда, проведение инструктажей); выдача наряд-допуска; назначение ответственных лиц за проведение работ; финансирование предупредительных мер по сокращению производственного травматизма.

2) Группа мер, реализуемая непосредственно при проведении работ на высоте: ограждение места производства работ, использование средств коллективной и индивидуальной защиты (их проверка на пригодность и соответствие требованиям законодательства); применение подъемников (вышек), лестниц, люлек, машин или механизмов; использование специальных систем (удерживающих, страховочных, систем позиционирования, спасения и эвакуации).

3) Контроль выполнения выше указанных требований как на подготовительном этапе, так и во время проведения работ.

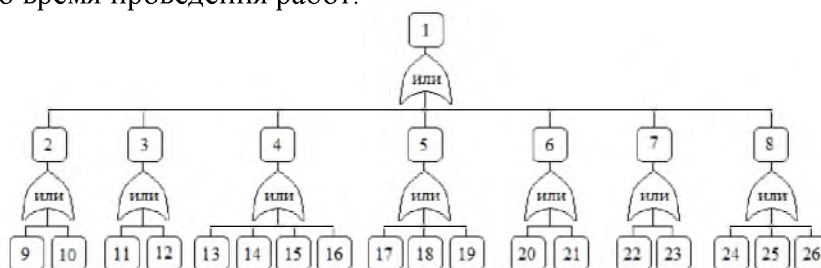


Рис. 1. Дерево причин травмирования работника при выполнении работ на высоте: 1 – падение с высоты; 2 – неприменение предохранительного пояса; 3 – неисправность предохранительного пояса; 4 – нарушение технологии ведения работ; 5 – неиспользование трапа с площадкой; 6 – неисправность трапа с площадкой; 7 – состояние человека; 8 – неблагоприятные погодные условия; 9 – отсутствие предохранительного пояса; 10 – преднамеренное неприменение предохранительного пояса; 11 – отсутствие своевременных проверок; 12 – применение не сертифицированного предохранительного пояса; 13 – недостаток опыта, низкий стаж; 14 – неосторожные действия работника; 15 – преднамеренные нарушения ведения работ; 16 – отсутствие наряд-допуска; 17 – невнимательность работника; 18 – отсутствие трапа с площадкой; 19 – преднамеренное неиспользование; 20 – недостаточная прочность и устойчивость трапа с площадкой; 21 – дефект в конструкции трапа с площадкой; 22 – потеря самообладания; 23 – нарушение координации движений; 24 – сильный ветер; 25 – гололед; 26 – наличие осадков

Как показывает практика, соблюдение только лишь правил и требований, прописанных в нормативно-правовых документах, не приводит к отсутствию травмирования работников. Существуют и альтернативные методы повышения уровня безопасности работников, например, проведение различных тренингов в организациях [3, 4]. В качестве одной из таких методик можно предложить систему проведения семинаров, которая включает четыре занятия. В соответствии с ними комплекс материалов называется:

- 1) «барьер»;
- 2) «вмешательство»;
- 3) «линия огня»;
- 4) «утомление».

Основная мысль системы «барьеров» заключается в том, что всегда возникновение инцидента связано с цепочкой событий, которые представляют собой нарушение работы «барьеров». Например, в качестве «барьеров» могут выступать ошибочные дей-

ствия или бездействия персонала, сигналы системы безопасности оборудования, проверка выполнения требований во время проведения работ и другое.

«Вмешательство», как способ повышения безопасности, заключается в том, что опытный и знающий сотрудник при обнаружении нарушений правил проведения каких-либо работ не должен оставлять это без внимания. Ему следует тактично и вежливо вмешаться в процесс, указав на ошибки, тем самым исключив возможность возникновения инцидента.

Система обеспечения безопасности «линия огня» говорит о том, что при выполнении работ любого вида необходимо всегда думать следующим образом: «Не окажусь ли я в зоне поражения при реализации возможных неблагоприятных событий?» Например, при выполнении работ на высоте, не стоит находиться внизу под рабочими во избежание падения сверху инструмента.

И, наконец, работнику необходимо следить за своим психическим и физическим состоянием здоровья. Поскольку утомление, как правило, вызвано недостатком сна, необходимо соблюдать правила режима сна.

Соблюдение выше перечисленных правил позволит снизить риск возникновения несчастных случаев, тем самым повысить уровень безопасности.

Таким образом, произведена оценка риска профессии электромонтер по обслуживанию и ремонту воздушных линий электропередач при выполнении работ на высоте. Результаты оценки показали высокую значимость риска, на основании чего предложен комплекс мероприятий по минимизации риска травмирования работника, что позволит повысить безопасность труда для данного рабочего места.

Список используемой литературы

1. Приказ Минтруда России от 17.06.2015 № 383н «О внесении изменений в Правила по охране труда при работе на высоте», утвержденные приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 155н.

2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков».

3. Paulo H. Marques, Vasco Jesus, Serafin A. Olea, Valter Vairinhos, Celeste Jacinto / The effect of alcohol and drug testing at the workplace on individual's occupational accident risk // Safety Science. – 2014. – № 68. – С. 108–120.

4. O.N. Aneziris, I.A. Papazoglou, H. Baksteen, M. Mud, B.J. Ale, L.J. Bellamy, A.R. Hale, A. Bloemhoff, J. Post, J. Oh / Quantified risk assessment for fall from height // Safety Science. – 2008. – №46. – С. 198–220.

5. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков. Практикум Иркутск: изд-во ИРНИТУ, 2014-180с.

УДК 614.8

СОСТОЯНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Клепиков А.И., студент ДРТТБ11/1

Астраханский государственный технический университет

Изложен перечень потенциально опасных объектов экономики Астраханской области с указанием возможных чрезвычайных ситуаций и перечислены мероприятия по их недопущению.

Ключевые слова: техносферная безопасность.

STATUS OF TECHNOSPHERIC SAFETY IN ASTRAKHAN REGION

Klepikov A.I., student

Astrakhan State Technical University

It sets out a list of potentially dangerous objects of the Astrakhan region's economy with possible emergencies and lists the measures for their prevention.

Key words: technospheric safety.

Территория Астраханской области подвержена широкому спектру опасностей, возникающих в процессе эксплуатации потенциально опасных объектов, магистральных газопроводах и нефтепроводах, объектов жилищно-коммунального хозяйства, гидротехнических сооружений, систем жизнеобеспечения населения.

В различных отраслях экономики области находятся в эксплуатации 48 потенциально опасных объектов, из них: 2 химически опасных, 15 взрывопожароопасных и 31 техногенноопасный (объекты транспортной инфраструктуры и уникальные объекты). В жилищно-коммунальном хозяйстве функционирует 467 котельных, 154 водозабора, 30 очистных сооружений водопровода, 24 очистных сооружений канализации. Протяженность водопроводных сетей составляет 4754,7 км, тепловых 792,0 км, канализационных 1418,2 км, электрических 13 563,0 км. По территории области проходит свыше 1200 км железнодорожных путей, 1246,6 км газо-, нефтепроводов, более 1400 км речных судоходных путей, более 7300 км автомобильных дорог.

Основными источниками возможных техногенных чрезвычайных ситуаций являются аварии на химически опасных объектах, нефте- и газопроводах, объектах жилищно-коммунального хозяйства, крупные авиационные и дорожно-транспортные происшествия.

Наиболее крупным химически опасным объектом является ООО «Газпром добыча Астрахань», который представляет собой единое производство, включающее объекты добычи, подготовки сырья и получения готовой продукции. Основным опасным веществом на этом предприятии является пластовый газ, содержащий в своем составе до 30 % сероводорода. Наибольшую опасность, с точки зрения поражения персонала и нанесения ущерба окружающей природной среде, представляют: Астраханский газоперерабатывающий завод (АГПЗ) и Газопромысловое управление (ГПУ) ООО «Газпром добыча Астрахань». При аварии на АГПЗ с выбросом сероводорода глубина зоны поражения может достичь 5,5 км. Пожар на АГПЗ будет сопровождаться на начальном этапе выбросом сероводорода в атмосферу, в дальнейшем пожаром разлившихся нефтепродуктов и расплавленной серы, с выбросом вредных веществ в окружающую среду, а также нанесением ущерба жизни и здоровью персонала и уничтожению оборудования. Пожар на объектах ГПУ на начальном этапе будет сопровождаться выбросом сероводорода в атмосферу, в дальнейшем горением сероводородсодержащей смеси. В зону поражения может попасть персонал ГПУ и персонал соседних объектов.

Остальные химически опасные производственные объекты области представлены станциями очистки воды и канализационных вод, аммиачными холодильными компрессорными холодильными установками предприятий пищевой промышленности.

В зонах возможного заражения при авариях на химически опасных объектах с выбросом активных химически опасных веществ в атмосферу находится около 5 % населения области (53 697 чел.), в том числе в г. Астрахани проживает около 86 % (46 114 чел.). Наибольшую опасность для населения г. Астрахани представляют объекты МУП г. Астрахани «Астрводоканал» (СОВ, СОК), расположенные в городской черте.

Значительный материальный и экологический ущерб может возникнуть в результате возникновения аварийных ситуаций на комплексе объектов нефтегазовых месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в северной части Каспийского моря. Наиболее опасными, запроектными авариями на территории комплекса объектов нефтегазового месторождения в северной части Каспийского моря могут явиться следующие аварии:

- затопление одной из платформ МЛСП в результате стихийного бедствия или столкновения с судном;
- затопление МПК в результате стихийного бедствия или столкновения с судном;
- выброс нефти при полной разгерметизации нефтепровода без возгорания, загрязнение воды и атмосферного воздуха.

При этом могут пострадать до 50 человек, а максимальный материальный и экологический ущерб может достигнуть 60 млрд руб.

Потенциальную опасность представляет состояние систем жизнеобеспечения населения и непосредственно объектов жилищно-коммунального хозяйства. Основной проблемой является ветхость водопроводно-канализационных и тепловых сетей, средний износ составляет более 63%, слабая материально-техническая база предприятий. Все это в совокупности может привести к авариям на объектах ЖКХ.

По данным ГИБДД УМВД по Астраханской области обстановка с обеспечением безопасности на дорогах области остается сложной. В 2016 году зарегистрировано 1320 (АППГ – 1320 ДТП), в которых погибли 103 (АППГ – 103) человек, пострадало 1748 (АППГ – 1748) человек. Основными причинами ДТП остаются снижение уровня дисциплины участников движения и ежегодный прирост парка автотранспорта, рост интенсивности движения, недостаточное финансирование работ по текущему и капитальному ремонту дорог.

Аварий и катастроф на железнодорожном транспорте и гражданских авиалиниях области в 2016 году не произошло. Обстановка на этом виде транспорта остается стабильной.

В 2016 году аварий на магистральных газопроводах и нефтепроводах, приведших к возникновению чрезвычайных ситуаций, в Астраханской области не зарегистрировано.

Астраханская область расположена в зоне повышенной гидрологической опасности. В текущем году за счет средств федерального и области бюджета проведены неотложные меры по ремонту гидротехнических сооружений (далее ГТС), укреплению ограждающих и берегозащитных дамб.

По итогам инвентаризации ГТС на территории Астраханской области расположено 510 ГТС, в том числе: в удовлетворительном состоянии – 374, требуют ремонта-136, бесхозяйных-127 (большая часть являются водоградительными валами), в 2015 году – 260 бесхозяйных ГТС.

Главным управлением МЧС России по Астраханской области совместно со Службой природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области проведено 55 совместных проверок муниципальных образований (эксплуатирующих организаций) 112 гидротехнических сооружений.

На территории Астраханской области работа по приведению ГТС в соответствие с требованиями действующего законодательства организована и находится на особом контроле Правительства Астраханской области и Главного управления МЧС России по Астраханской области. Проводимая работа в данном направлении позволила не допустить аварий и чрезвычайных ситуаций на ГТС.

Важным элементом в системе мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций является сеть наблюдения и лабораторного контроля Астраханской области (СНЛК). Она включает 45 учреждения: в том числе 16 учреждений Минздрава России, 12 учреждений Минсельхоза России, 10 учреждений Росгидромета, 2 учреждения Минприроды России, 5 ведомственных и объектовых лабораторий. СНЛК области располагает 152 постами радиационного и химического наблюдения.

Возможности СНЛК области составляют: по измерению гамма-фона, радиометрическим и дозиметрическим измерениям до 1000 измерений в сутки; по бактериологии, вирусологии, серологии до 300 анализов в сутки; по ОВ (АХОВ) до 150–200 анализов в сутки при условии достаточной обеспеченности необходимыми реактивами и ингредиентами.

Учреждения СНЛК обеспечены лабораторными приборами на 96,0 %. Количественное обеспечение приборами, лабораторным оборудованием учреждений СНЛК удовлетворительное. Но в тоже время отмечается острая нехватка приборов для химического экспресс-анализа АХОВ. Недостаточная укомплектованность врачабными кадрами. Недостаточный уровень обеспеченности диагностическими сыворотками, пита-

тельными средами для проведения индикации БС, реактивами и индикаторными трубками для определения ОВ и АХОВ (более 45 % подлежат обновлению). Всем организациям, входящим в состав СНЛК, требуется дополнительное финансирование для обновления и содержания приборной базы.

В течение 2016 года продолжена работа на потенциально опасных объектах и объектах повышенного риска по профилактике чрезвычайных ситуаций.

Основными направлениями профилактической инженерно-технической деятельности были следующие:

- проведение планово-предупредительных ремонтов всех видов;
- поэтапная замена морально устаревшего и физически изношенного оборудования;
- повышение надежности систем и средств диспетчерского управления, технических средств контроля и противоаварийной автоматики;
- внедрение безопасных технологий, изъятие из технологических процессов АХОВ и других опасных веществ;
- внедрение передовых технологий контроля за окружающей средой.

В лучшую сторону можно отметить работу проведенную на предприятиях ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», филиале ПАО «МРСК Юга» – «Астраханьэнерго», ООО «Газпром добыча Астрахань», Астраханском и Зензелинском ЛПУ магистральных газопроводов, Центральном регионе АО «КТК-Р» (Каспийский Трубопроводный Консорциум - Р).

На всех потенциально опасных производственных объектах ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» для предупреждению аварий и локализации их последствий заложены следующие организационные и инженерные решения:

- установлены устройства по предотвращению разгерметизации оборудования и выбросов опасных веществ в количествах, создающих угрозу производственному персоналу и окружающей среде;
- установлены системы контроля химической обстановки, обнаружения взрывоопасных концентраций опасных веществ;
- все объекты оборудованы системами предупреждения развития и локализация аварий, связанных с выбросами (сбросами) опасных веществ и газодинамическими явлениями (внезапные выбросы газа);
- установлены системы автоматического регулирования, блокировок, сигнализации и безаварийной остановки производственных процессов;
- все объекты оборудованы резервными источниками энергоснабжения, вентиляции и водоснабжения, системами связи и материалами для ликвидации последствий аварий;
- все объекты оборудованы автоматическими системами оповещения об авариях.

С целью повышения надежности работы электрических сетей и бесперебойного снабжения электроэнергией потребителей ПАО «МРСК Юга» - «Астраханьэнерго» в 2016 году выполнен большой объем работ по ремонту, замене, техническому освидетельствованию и выводу из эксплуатации выработавшего свой срок оборудования. В филиале для поддержания оборудования в соответствии с требованиями НТД реализована ремонтная программа. Выполнен ремонт 22 подстанций, более 2,2 тыс. км воздушных линий электропередачи, около 22 км кабельных линий, 529 трансформаторных подстанций. В филиале создан в полном аварийный запас материальных средств, в том числе 32 резервных источника энергоснабжения общей мощностью 661,1 кВт. Для оперативного реагирования на возможные аварийные ситуации задействуется 147 бригад численностью 557 чел. и 408 ед. техники, в том числе 5 мобильных подразделений повышенной готовности.

На АГПЗ ООО «Газпром добыча Астрахань» проводились профилактические инженерно-технические мероприятия, направленные на поддержание работоспособности и технической готовности этих объектов. За отчетный период проведен запланиро-

ванный комплекс планово-предупредительных ремонтов и плановое обслуживание оборудования. Проводилась работа по обновлению основных производственных фондов, исчерпавших свой ресурс. Спланированный комплекс диагностических, ремонтных и профилактических работ проведен в установленном объеме.

В ЛПУ магистральных газопроводов проводилась планомерная работа по ремонту и обслуживанию основных производственных фондов:

- переизоляция магистральных газопроводов, отбраковка труб с выполнением ремонта дефектных мест или вырезкой дефектных участков;
- ремонт подводных переходов, засыпка оголенных участков подводной части;
- ремонт объектов энергетики, ЭХЗ (противокоррозийной защиты), КИПиА;
- проведение дефектоскопии газопроводов, ГРС и АГРС.

В течение года проводилась оценка состояния окружающей среды в зоне влияния объектов ЛПУ:

- сокращены выбросы метана, оксидов азота и оксида углерода в атмосферу на 22%;
- сокращена доля отходов производства и потребления, передаваемых сторонним организациям на захоронение на 10%.

В АО «КТК-Р» продолжена работа по проведению профилактических работ по обслуживанию оборудования НПС (насосной перекачивающей станции) и линейной части магистрального нефтепровода «Тенгиз-Новороссийск». В текущем году выполнены работы по модернизации и монтажу нового оборудования для увеличения производительности нефтепровода.

С целью снижения чрезвычайных ситуаций связанных с дорожно-транспортными происшествиями, в рамках выполнения мероприятий государственной программы «Развитие дорожного хозяйства Астраханской области» и подпрограммы «Повышение безопасности дорожного движения в Астраханской области», на содержание автомобильных дорог, мостов и паромных переправ лимит финансирования составил 1851,9 млн рублей. В целях обеспечения бесперебойного и безопасного проезда транспортных средств по автомобильным дорогам общего пользования регионального значения и поддержания транспортно-эксплуатационного состояния реализованы следующие мероприятия:

- устранено 114,3 тыс. м² повреждений на покрытии в виде ямочности на асфальтобетонных покрытиях;
- установлено и заменено 1224 шт. дорожных знаков;
- установлено и заменено 570 шт. сигнальных столбиков;
- установлено и заменено 122,7 пог.м. барьерных ограждений;
- планировка грунтовых и щебеночных дорог автогрейдером – 10 752,3 тыс. м².

На участках автомобильных дорог общего пользования регионального значения обустроено 16 пешеходных переходов, в том числе на пешеходных переходах непосредственно прилегающих к дошкольным образовательным и общеобразовательным организациям и организациям дополнительного образования с установкой соответствующих дорожных знаков и нанесением дорожной разметки.

Для безопасного движения в зимний период заготовлены в полном объеме противогололедные материалы, подготовлена к работе специализированная дорожная техника.

В целях обеспечения жизнедеятельности населенных пунктов области проводится работа по подготовке и содержанию паромных переправ и наплавных мостов. На их содержание в 2016 году выделено 94,4 млн руб.

В целях обеспечения безаварийной эксплуатации жилищно-коммунального хозяйства и энергетики в осенне-зимний период 2016–2017 годов на объектах ЖКХ выполнены все плановые работы. Созданы необходимые запасы топливных и материально-технических ресурсов. Подготовлен обслуживающий персонал, разработаны планы взаимодействия при ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций.

К работе в осенне-зимний период подготовлено 467 (100 %) котельных, обеспечивающих теплоносителем объекты жилищно-коммунального хозяйства и социальной сферы. В полном объеме выполнены мероприятия по подготовке 792,0 км тепловых сетей. Также на 100 % к осенне-зимнему периоду подготовлено водопроводно-канализационное и газовое хозяйство области. В муниципальных образованиях и на предприятиях коммунального комплекса созданы аварийные резервы материально-технического запаса.

Из областного бюджета в 2016 году на строительство, ремонт и реконструкцию объектов коммунальной инфраструктуры, жилищного фонда, а также на закупку жидкого топлива профинансировано более 233,9 млн рублей.

Список использованной литературы

1. Материалы для ежегодного государственного доклада о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.mchs.gov.ru/activities/results/2016_god.

УДК 614.8

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РФ ДЛЯ ПАССАЖИРОВ И ПЕРСОНАЛА АВИАКОМПАНИЙ

Колобова Д.Е., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Хамидуллина Е.А., к.х.н., доцент

Иркутский национально исследовательский технический университет

На основе статистической информации рассчитаны индивидуальный и социальный риски для авиапассажиров в РФ, оценен уровень производственного смертельного и не смертельного травматизма персонала российских авиакомпаний. Показано, что уровень социального риска существенно выше допустимого, а производственный травматизм персонала в Иркутской области в 1,5 раза выше среднероссийского.

Ключевые слова: травматизм, риск.

SAFETY ANALYSIS OF RUSSIAN AIR MODE FOR PASSENGERS AND AIRLINE PERSONNEL

Kolobova D.E., master of the programe «Technosphere safety»

Khamidullina E.A., Cand.Chem.Sci, Senior lecturer

Irkutsk National Research Technical University

Individual and social risks for Russian airline passengers were calculated using statistic date. The level of industrial injuries including both fatal and non-fatal, for airline personnel was estimated. It has been shown that airline passengers social risk is bigger than acceptable one and industrial injuries of airline personnel in Irkutsk region are bigger than Russian one in 1,5 times.

Key words: traumatism, risk.

Воздушный транспорт является неотъемлемой частью мировой экономики. Самолеты – являются самым популярным видом транспорта. Большая часть людей во всем мире выбирают самолеты, как способ путешествия внутри и за пределы своей страны.

Устойчивое развитие пассажирского авиационного транспорта является важнейшим средством развития экономической жизни, решением многих политических и социальных вопросов, способствует динамичному развитию многих базовых отраслей промышленности. Ежегодно, воздушным транспортом путешествуют и передвигаются около 1,5 млрд человек, этот вид транспорта становится все более популярным, и объемы, как грузоперевозок, так и пассажироперевозок с каждым годом увеличивается. На рис. 1 показана диаграмма, свидетельствующая о росте пассажирооборота за период 2009–2015 гг. [1].

В мире существует большое количество авиакомпаний. Каждая страна имеет свою собственную, а в крупных странах и не одну авиакомпанию. В течение года в мире насчитывается более миллиона авиаперелетов. Каждая авиакомпания ставит перед собой задачи стать для пассажиров надежным перевозчиком, улучшать сервис для пассажиров, использовать только новые, прошедшие множество проверок самолеты [2]. При этом ведущие авиакомпании не забывают об условиях труда работников, выполняющих комплексное обслуживание самолетов.

Целью данной работы является оценка безопасности воздушного транспорта РФ для пассажиров и персонала авиакомпаний.

В табл. 1 представлены исходные данные по авиационным происшествиям за период 2009 по 2016 гг., на основе этих данных рассчитали значения индивидуального и удельного рисков для авиапассажиров, которые представлены на диаграмме (рис. 2).

Полученные результаты свидетельствуют о тенденции снижения риска для авиапассажиров российских компаний, хотя при сравнении с аналогичными показателями других стран мира отмечается низкий уровень российской авиабезопасности. В общественном докладе «О состоянии безопасности в отрасли пассажирских авиаперевозок» отмечают серьезные проблемы безопасности авиаперевозок российскими авиакомпаниями [3].

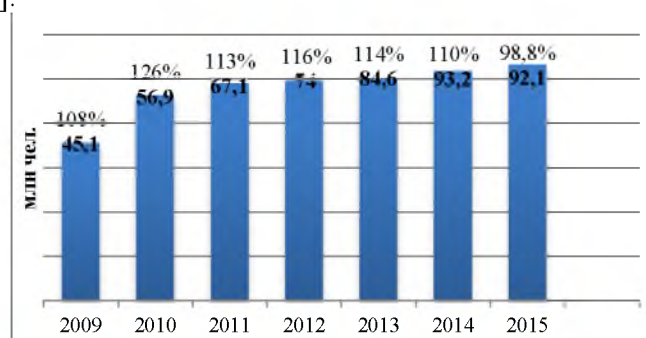


Рис. 1. Динамика роста авиаперевозок за 2009–2015 гг.

Таблица 1

Исходные данные для расчета индивидуального риска пассажиров

Год	Количество аварий	Количество пострадавших	Общее число пассажиров, млн чел.	Общее расстояние, млн км
2009	27	217	45,1	2,5
2010	28	106	56,9	2,6
2011	58	102	67,1	2,6
2012	43	71	56,9	2,65
2013	35	114	65,2	2,7
2014	41	45	72,9	2,6
2015	41	260	73,5	2,45
2016	46	3	67,6	2,4

Индивидуальный риск – это вероятность для человека пострадать от воздействия неблагоприятных, опасных факторов. Социальный риск характеризует те же угрозы для группы людей одновременно. Социальный риск выражают графически как зависимость частоты нежелательных событий, в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N .

В данной работе выполнили оценку социальных рисков пассажирских авиаперевозок российскими авиакомпаниями. Для построения F/N диаграммы были проанализированы статистические данные по авиационным происшествиям с 2004 по 2016 гг. с воздушными судами российских авиакомпаний без учета причин происшествия, учитывались только аварии с гибелью людей и с воздушными судами любой категории (самолеты всех марок и вертолеты). Источником исходных данных послужили стати-

стические данные сайта Россавиации [1]. Исходные данные представлены в табл. 2 за 13-летний период.

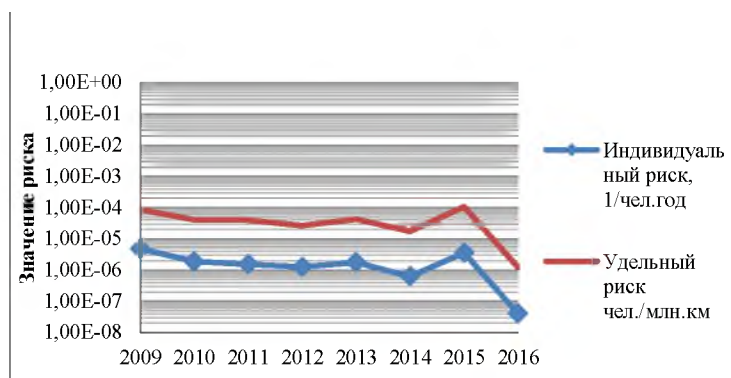


Рис. 2. Динамика индивидуального и удельного рисков для пассажиров Российских авиакомпаний в период 2009–2016 гг.

Таблица 2

Исходные данные для построения F/N диаграммы

Кол-во аварий	Кол-во пострадавших, чел.	Кол-во аварий	Кол-во пострадавших, чел.	Кол-во аварий	Кол-во пострадавших, чел.
260	0	1	13	1	50
54	1	1	14	1	62
35	2	2	16	1	64
12	3	1	19	1	88
12	4	1	21	1	92
8	5	2	24	1	96
1	6	1	28	1	113
5	7	1	33	1	168
3	8	1	44	1	170
4	9	1	47	1	224
2	10	–	–	–	–
1	12	–	–	–	–

Анализ обобщенных статистических данных показывает, что общее количество аварийных ситуаций с гибелью людей за 13 лет составило 159 случаев, т. е. около 12 аварий в год со средним количеством погибших за год 112 человек и, следовательно, 9 погибших в каждой такой ситуации. Доля крупных аварий (с количеством погибших 10 человек и более) составила 15,72 % или 1 крупная авария на примерно 7 произошедших аварий. Наихудшая авария произошла 31.10.2015 г. над территорией государства Египет российской авиакомпании Когалымавиа, когда на борту авиалайнера произошел террористический акт, в результате которого 224 человека погибло, а воздушное судно – полностью уничтожено.

F/N диаграмма представлена на рис. 3.

В 2016 г в России приняли национальный стандарт [5,6], регламентирующий значения допустимого индивидуального и социального рисков ЧС для населения и устанавливающий значение социального риска, как частоты гибели одновременно 10 человек и более, равным 10^{-5} , это значение показано на построенной *F/N* диаграмме. Принятое в России допустимое значение социального риска не подразумевает критерия неприятия риска, поэтому на диаграмме прямая допустимого риска параллельна горизонтальной оси и не имеет наклона. Соотношение получившейся кривой и уровня допустимого риска свидетельствует о недопустимо высоком уровне социального риска при пассажирских авиаперевозках в России.

Уровень безопасности персонала авиакомпаний оценили также на основании статистических данных по производственному травматизму в организациях воздушно-

го транспорта России в целом и авиакомпаниях, базирующихся в Иркутской области [1, 4]. Для Иркутской области рассмотрели авиакомпании Ангара, Киренское Авиационное предприятие, Бодайбинское Авиационное предприятие ЗАО ЛЕНСИБ. Динамика рисков производственного травматизма и гибели работников авиакомпаний представлена на рис. 4.

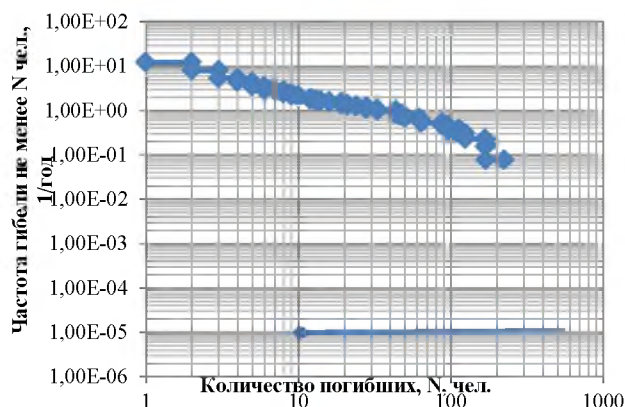


Рис. 3. F/N диаграмма (социальный риск) пассажирских авиаперевозок в России

Результаты проведенного анализа свидетельствуют о снижении производственного травматизма на воздушном транспорте в РФ. Производственный травматизм со смертельным исходом в Иркутской области превышает средний показатель по России более чем в 1,5 раза. Уровень не смертельного травматизма в Иркутской области сопоставим с аналогичным показателем по РФ.

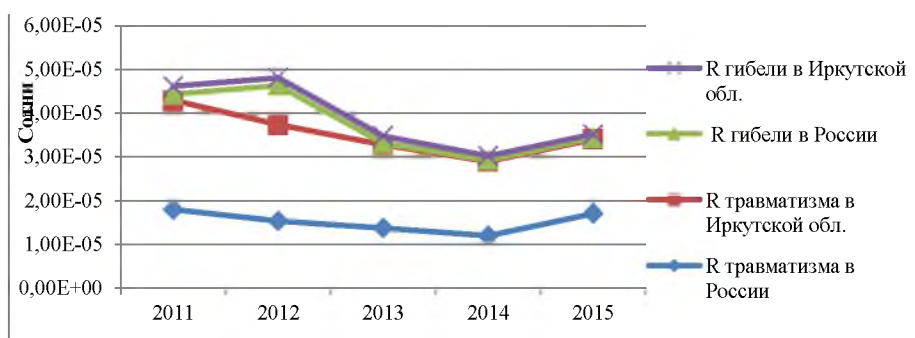


Рис. 4. Динамика рисков производственного травматизма и гибели работников авиакомпаний

Таким образом, статистическая оценка безопасности авиапассажиров в РФ свидетельствует о допустимых индивидуальных рисках, в то время как социальный риск в несколько раз превышает установленные допустимые значения. Уровень производственного травматизма в авиакомпаниях высокий и требуется постоянный контроль и внимание для его снижения. Политика безопасности авиакомпаний должна работать и на повышение приоритетности охраны труда.

Список использованных источников

1. Сайт Федеральное агентство воздушного транспорта (Россавиация) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.favt.ru/>
2. Сайт Ведущие авиакомпании мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.webkursovik.ru/kartgotrab.asp?id=-34464>
3. О состоянии безопасности в отрасли пассажирских авиаперевозок. Общественный доклад [Электронный ресурс]. – Режим доступа :

<http://www.ashurkova.ru/proekty/obschestvennye-doklady/o-sostoyanii-bezopasnosti-v-otrasli-passazhirskikh-aviaperevozok.html>.

4. Россия в цифрах. 2016 : Крат. стат. сб./Росстат-М., 2016 – 543с.

5. ГОСТ Р 22.10.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайных ситуаций. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.

6. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков. Практикум Иркутск: изд-во ИРНИТУ, 2015.-

УДК 331.45

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ
ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ
К БЕЗОПАСНОМУ ТРУДУ**

Кравченко М.В., аспирант

Локтионов О.А., магистр

Лисобой Ю.М., магистр

Кондратьева О.Е., д-р техн. наук, доцент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Рассмотрены перспективы использования результатов специальной оценки условий труда для повышения мотивации работников и работодателей на создание условий для обеспечения безопасности труда и стимулирование здорового образа жизни.

Ключевые слова: условия труда, специальная оценка, нормативные акты, производственные факторы.

**THE POSSIBILITY OF USING THE RESULTS OF SPECIAL ASSESSMENT
OF WORKING CONDITIONS TO ENHANCE MOTIVATION
TOWARDS WORKING SAFETY**

Kravchenko M. V., PhD student

Loktionov O.A., master

Lisoboy Yu.M., master

Kondrateva O.E., D. Sc., associate prof

National Research University «MPEI»

The prospects usage of the results of special assessment of working conditions is considered to increase motivation for workers and employers to create conditions to ensure safety and promote a healthy lifestyle

Key words: working conditions, special evaluation, normative acts, production factors.

Здоровье персонала – важнейший ресурс любой компании. И, если за рубежом для большинства предприятий – это очевидная истина, то для многих руководителей российских предприятий расходы на стимулирование здорового образа жизни работников не являются приоритетными.

На рис. 1 представлены основные процедуры, направленные на обеспечение безопасности труда на предприятии. Причем, для работодателя наиболее очевидна необходимость проведения процедур, отнесенных к первому уровню. Как правило, именно они традиционно закладываются в бюджет для обеспечения безопасности труда.

В работе проводится оценка возможностей, которые дает в направлении обеспечения безопасности труда специальная оценка условий труда (СОУТ) – процедура, которая в любом случае является обязательной для российских предприятий.

В соответствии с Федеральным законом 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [1] СОУТ является комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиениче-

ских нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

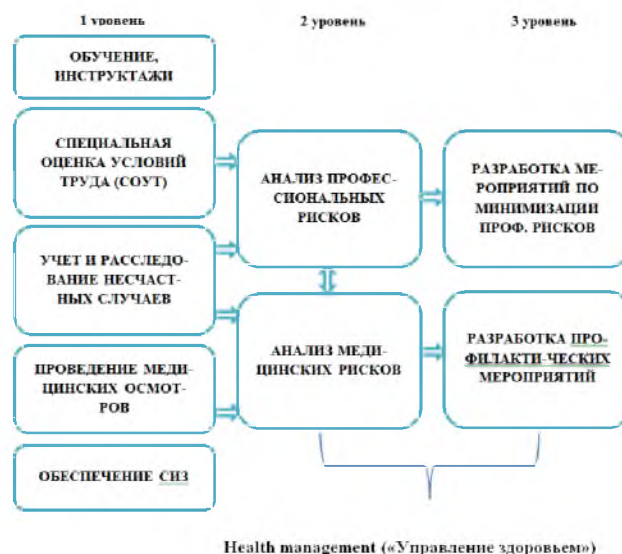


Рис. 1. Основные процедуры, направленные на обеспечение безопасности труда на предприятии

К основным нормативно-правовым актам, регламентирующим проведение СОУТ, относятся:

- Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О специальной оценке условий труда».
- Федеральный закон от 28.12.2013 № 421-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О специальной оценке условий труда».
- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н «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» (с изменениями и дополнениями).
- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 декабря 2014 г. № 976н «Об утверждении методики снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом».
- Постановление Правительства РФ от 14 апреля 2014 г. № 290 «Об утверждении перечня рабочих мест в организациях, осуществляющих отдельные виды деятельности, в отношении которых специальная оценка условий труда проводится с учетом устанавливаемых уполномоченным федеральным органом исполнительной власти особенностей» (с изменениями и дополнениями).

Для обеспечения безопасных условий труда необходимо наличие как минимум двух обязательных условий, таких как:

- Безопасные условия труда на рабочем месте.
- Способность работника соблюдать требования безопасности при проведении работ, зависящая от широкого спектра факторов, в числе которых квалификация работника, его психическое и физическое состояние и др.

Причем, основным механизмом для контроля наличия первого условия в нашей стране является именно СОУТ. Ответственным за обеспечения безопасных условий труда в соответствии со ст. 212 Трудового Кодекса является работодатель. Рассмотрим

подробнее возможности использования результатов СОУТ для повышения способности работника обеспечивать безопасный труд, которая во многом определяется степенью его мотивации.

Нарушение требований безопасности труда, как правило, происходит в случаях, когда при выполнении трудовых функций приоритетом работника не является психологическая установка на безопасность. Наиболее распространенными в этом случае являются психологические установки, направленные на:

- Повышение вознаграждения за труд.
- Минимизацию усилий.
- Удовлетворение от результата труда.
- Общепринятое поведение (вести себя так, как принято в коллективе).

При этом необходимо заметить, что при рациональной организации работ психологическая установка на безопасное проведение работ может и должна совпадать с установками на общепринятое поведение и удовлетворение от результата труда. Для повышения мотивации работника на безопасный труд необходимо наличие благоприятного отношения к требованиям охраны труда у непосредственного и вышестоящего руководителей, при котором на всех ступенях аппарата управления рабочим процессом существует интерес к обеспечению безопасных условий труда, очевидный для работника [2].

Руководители зачастую недооценивают роль такого фактора, как создание психологического климата в коллективе и переоценивают значение финансового стимулирования работника. Политика создания условий для безопасного труда должна быть направлена на коллективный поиск членами производства на всех его ступенях путей предупреждения несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

В ст. 7 № 426-ФЗ [1] регламентировано, что результаты проведения специальной оценки условий труда могут применяться, в частности, для:

1) разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников;

2) информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения их здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и о полагающихся работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;

3) обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты;

4) осуществления контроля за состоянием условий труда на рабочих местах.

Таким образом, проведение СОУТ позволяет:

– обеспечить убежденность работника в заинтересованности руководителей в обеспечении безопасных условий труда;

– сформировать у работника осознание коллективной ответственности участников рабочего процесса за его безопасность;

– обеспечить информированность работника об условиях труда и возможных рисках, то есть является эффективным механизмом повышения мотивации работника на безопасный труд.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О специальной оценке условий труда».

2. Комментарий к Трудовому кодексу Российской Федерации. Изд. 6-е, испр., доп. и перераб. [Текст] / отв. ред. проф. Ю.П. Орловский. – М. : «КОНТРАКТ»: ИН-ФРА-М, 2014. – 1680 с. ISBN 978-5-98209-157-4

3. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков. Практикум Иркутск: изд-во ИРНИТУ, 2014-180с.

**ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ
ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

Молчанова Т.М., аспирант направления «Геоэкология»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

В статье рассмотрено воздействие вредных и опасных факторов условий труда на работников предприятий по добыче полезных ископаемых. Проанализированы статистические данные профессиональных заболеваний в Иркутской области. Проведена сравнительная оценка профессиональных рисков работников трех крупных предприятий Иркутской области, добывающих гипс, гранит и уголь. Установлено, что высокорисковыми профессиями на исследуемых предприятиях являются взрывник и машинист дробильной установки (Заларинское гипсовое месторождение), взрывник и машинист буровой установки (Ангасольское месторождение гранита), взрывник и помощник машиниста буровой установки (Азейский угольный разрез). Для этих профессий предложены мероприятия по улучшению условий труда.

Ключевые слова: горнодобывающая промышленность, профессиональные заболевания, профессиональные риски, оценка балльным методом

**EVALUATION OF PROFESSIONAL RISKS OF EMPLOYEES OF MINING
PROCESSES OF THE IRKUTSK REGION**

Molchanova T. M., graduate student

Timofeeva S. S., doctor of engineering. Sciences, Professor

Irkutsk National Research Technical University

The article considers the impact of harmful and dangerous factors of labor conditions on workers of enterprises engaged in the extraction of minerals. Statistical data of occupational diseases in Irkutsk region are analyzed. A comparative assessment of the professional risks of employees of three large enterprises of the Irkutsk region extracting gypsum, granite and coal was carried out. It has been established that the explosive and machinist of the crushing plant (Zalarinsky gypsum deposit), the blaster and the drill rig operator (the Angasol granite deposit), the blaster and the assistant to the drill rig operator (Azey coal mine) are the high-risk professions at the enterprises under investigation. For these occupations, measures have been proposed to improve working conditions.

Key words: mining industry, professional diseases, occupational risks, score evaluation.

Горнодобывающая промышленность является одной из ведущих, перспективных и важных отраслей глобальной экономики.

На современном этапе общественного развития горнодобывающая деятельность относится к одним из самых влияющих на состояние природной среды занятий человечества. Нет другой отрасли хозяйства, которую можно было бы сравнить с горнодобывающей промышленностью по силе негативного воздействия на здоровье работающих и природные экосистемы.

Горнодобывающая промышленность является существенным источником нарушения и загрязнения всех элементов экосистемы: рельеф, атмосфера, поверхностные и подземные воды, почвенно-растительный покров, животный мир.

Не смотря на развитие способов добычи, применение современной техники и оборудования труд горняка остается одним из самых тяжелых. Работники горных предприятий ведущих добычу полезных ископаемых подвергаются целому комплексу опасных и вредных факторов производственной среды (пыль, шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат и др.).

Добыча полезных ископаемых осуществляется пятью основными способами [1]: открытым (карьерным), подземным (шахтным), комбинированным, гидротехнологическим (скважинным) и дражным.

Подавляющее количество твердых полезных ископаемых добывается из недр открытым (карьерным) способом. Открытая система разработок считается более прогрессивной и в экономическом, и в гигиеническом отношении.

Основными вредными факторами при разработке открытым способом являются:

- неблагоприятные климатические условия, такие как пониженная температура в холодный период года, повышенная температура в теплый период года, а так же повышенная подвижность воздуха;
- шум, создаваемый горной техникой и оборудованием при разработке месторождений, а так же при производстве взрывных работ;
- пыль различного состава (состав зависит от добываемой сырья, но в основном пыль диоксида кремния), которая образуется в результате добычи, погрузки-разгрузки, транспортировки руды и при проведении взрывных работ;
- загазованность рабочей зоны химическими веществами, такими как оксид углерода и оксиды азота, образующиеся при работе машин и оборудования с двигателями внутреннего сгорания, а также при взрывных работах;
- повышенный уровень общей и локальной вибрация возникающий при работе в горных машинах, применяемые для погрузки, разрушения и транспортировки сырья (бульдозеры, экскаваторы, самосвалы и т. п.) и при работе с ручным электро- и пневмоинструментами;
- тяжелые физические нагрузки, связанные с подъемом и переносом тяжестей у работников при отсутствии средств автоматизации или механизации труда;
- недостаточность искусственного и отсутствие естественного освещения при работах в ночную смену;
- повышенные уровни электромагнитных полей и излучений при непосредственных работах с электрооборудованием (экскаваторы, буровые станки и т. п.).

На рис. 1 представлены данные по удельному весу работников организаций РФ, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда по отдельным видам экономической деятельности за последние 4 года [2-3]. Как следует из рис. 1 условия труда при добыче полезных ископаемых по факторам производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса ежегодно относятся к одним из самых вредных условий труда.

Длительное воздействие неблагоприятных факторов на работников добычи полезных ископаемых, способствует формированию и развитию профессиональных заболеваний, а так же приводит к длительной утрате трудоспособности и инвалидности.

В структуре профессиональных заболеваний работающих в горной промышленности на первом месте находятся болезни костно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата, на втором месте – нейросенсорная тугоухость, на третьем месте – вибрационная болезнь; доля пневмокониозов составляет 7,0 % профессиональных заболеваний [4].



Рис. 1. Распределение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, от общей численности работников соответствующего вида экономической деятельности (%)

В Иркутской области картина по профессиональным заболеваниям из года в год не меняется: в разрезе видов экономической деятельности наиболее высокие показате-

ли профессиональной заболеваемости продолжают оставаться в деятельности воздушного транспорта и при добыче полезных ископаемых.

Среди нозологических форм преобладали заболевания органов слуха в 2016 г. – 41,1 % (в 2015 г. – 51,0 %), вибрационная болезнь – 34,6 % (30,4 %), заболевания органов дыхания – 17,5 % (13,2 %), заболевания опорно-двигательного аппарата – 5,7 % (3,04 %), инфекционные заболевания – 0,38 % (1,0 %) (рис. 2) [4-5].

Основные причины заболеваемости – это неблагоприятные условия труда, в частности изношенное оборудование, игнорирование средств индивидуальной защиты. Кроме того, сотрудники предприятий, на которых высок риск возникновения профзаболеваний, часто отказываются от медосмотра.

Среди работников мужчин профессиональные заболевания (отравления) наиболее часто регистрировались в следующих профессиях: машинист экскаватора (12,7 %), сборщик-клепальщик (8,1 %), электролизник расплавленных солей (7,2 %), пилот (5,8 %), слесарь-ремонтник (5,5 %), машинист бульдозера (4,9 %), машинист буровой установки (4,9 %), водитель автомобиля (3,8 %), тракторист (3,8 %), машинист крана (2,3 %), плавильщик (2,0 %) и др.

Чтобы избежать или хотя бы уменьшить вероятность возникновения профессиональных заболеваний у работников нужно провести оценку профессионального риска и на основании полученных результатов предпринять меры по улучшению условий труда.



Рис. 2. Нозологические заболевания в Иркутской области за 2016 г

На сегодняшний день в Иркутской области функционирует более 150 горнодобывающих предприятий, на которых занята значительная часть населения области. В настоящей работе проведен анализ производственной деятельности отечественных предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых в Иркутской области.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования в данной работе выбраны наиболее крупные горнодобывающие предприятия области: Заларинское гипсовое месторождение ООО «КНАУФ ГИПС БАЙКАЛ», Ангасольское месторождение гранита ОАО «Первая нерудная компания» и Азейский угольный разрез ООО «Компания «Востсибуголь» (см. табл.1).

Таблица 1

Основные сведения об объектах

Наименование месторождения	Месторасположение	Добываемое сырье	Производительность (т/год)	Уровень запасов (тыс. тонн)
Заларинское гипсовое месторождение	Нукутский район Усть-Ордынского Бурятского автономного округа Иркутской области	гипс	1 000 000	37,1
Азейский угольный разрез	Тулунский район Иркутской области	уголь	7 300 000	109
Ангасольское месторождение гранита	Слюдянский район Иркутской области	гранит, щебень строительный	1 000 000	27,3

Данные предприятия ведут добычу полезных ископаемых открытым способом, так же имеют подобные технологические процессы – добычные, буровзрывные и дробильные, на которых заняты работающие одготипных профессии. Данные технологические процессы сопровождаются выделением пыли, тяжестью трудового процесса рабочих, наличием шума и вибрации, а также значительным воздействием на окружающую среду.

В настоящее время существует множество методов для оценки профессиональных рисков, самым объективным считается балльный метод, т. к. метод балльных оценок основывается на базе данных специальной оценке условий труда (ранее аттестации рабочих мест) и использует оценку класса опасности труда, которая определяется согласно нормативным документам.

Для прогноза степени соответствия состояния условий труда нормативным значениям предложена и используется система специальных баллов (шестибалльная система) [6].

При этом баллы имеют следующий смысл:

- 1 – оптимальные условия труда;
- 2 – допустимые условия труда;
- 3 – не вполне благоприятные условия (класс 3.1);
- 4 – неблагоприятные условия (класс 3.2);
- 5 – весьма неблагоприятные условия (класс 3.3);
- 6 – сверхэкстремальные, критические условия (класс 3.4).

Чем выше балл, тем больше несоответствие состояния условий труда по данному фактору действующим нормам и тем больше опасное и вредное его действие на организм.

Для каждого рабочего места необходимо рассчитать уровень безопасности по каждому опасному фактору производственной среды, т. е. по факторам, имеющим класс условий труда от 2 до 3.4. Так как баллы могут устанавливаться в зависимости от класса условий труда, то очевидно, что уровень безопасности $S_{ПС}$ будет общим для всех опасных факторов производственной среды с аналогичными классами условий труда.

Соответствие уровней безопасности и риска классам условий труда приведено в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Уровень безопасности

Класс условий труда	Уровень безопасности
2	0,83
3.1	0,67
3.2	0,5
3.3	0,33
3.4	0,17

Таблица 3

Уровень риска

Отклонение	Уровень риска
менее 10 %	Низкий риск
10–30 %	Средний риск
30–60 %	Высокий риск
более 60 %	Очень высокий риск

Величина $S_{ПС}$ определяет обобщенный уровень безопасности производственной среды, отнесенный к трудовому стажу.

$$S_{ПС} = \prod_{i=1}^n S_{ПСi}.$$

Приняв, что все факторы производственной среды действуют независимо друг от друга, для оценки обобщенного уровня риска $R_{ПС}$ будем иметь:

$$R_{ПС} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{ПСi}.$$

Расчетные значения уровня профессионального риска по каждому рабочему месту необходимо сравнить с максимально допустимым риском для данного рабочего места. Это сопоставление необходимо для ранжирования рисков, требующих скорейшего вмешательства и корректировки [7-9].

Для расчета профессиональных рисков балльным методом по выбранным объектам были взяты основные рабочие места: машинист буровой установки, машинист экскаватора, машинист бульдозера, машинист дробильной установки, водитель погрузчика, водитель автомобиля, взрывник, бурильщик.

Результаты и их обсуждение

На исследуемых горных предприятиях воздух рабочей зоны загрязнен пылью и аэрозолями со значительным превышением гигиенических нормативов. При выполнении технологических процессов открытым способом добычи также на рабочих местах работников ведущих профессий (машинист экскаватора, бульдозера, бурового станка, водитель технологического транспорта и др.) преобладают повышенные уровни шума и вибрации, инфразвука, неблагоприятный микроклимат. Усугубляющим фактором развития профессиональной патологии на открытых горных работах является прежде всего неблагоприятный режим работы (12-ти часовой), который приводит к полуторакральной сменной нагрузке сочетанного воздействия вредных и опасных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы, рассчитанные на 8 часовую смену и отсутствие профилактики. Не выдерживается основной принцип – соблюдение гигиенических ПДК и ПДУ. Система не учитывает факторов риска развития профессионального заболевания, позволяющих установить дозо-временную зависимость и использовать принцип защиты временем путем утверждения режимов труда и отдыха в процессе работы.

Пылевой фактор представлен пылью сложного химического состава, состоящей из аэрозолей преимущественно фиброгенного действия при содержании SiO_2 в пыли от 10 до 70 %. Основными источниками выделения вредных газов являются взрывные работы, работающий автотранспорт, процессы окисления и горения полезного ископаемого, а также выделение вредных газов из пород и межпластовых вод. Отдельные, наиболее гигиенически значимые компоненты отработанных газов, обусловленные работой двигателей внутреннего сгорания, определяются в количествах, не превышающих ПДК.

Результаты расчетов безопасности и риска получения профессионального заболевания сведены в табл. 4.

Таблица 4

Сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания

Наименование рабочего места	Обобщенный уровень безопасности (ОУБ) $S_{nc} = \prod_{i=1}^n S_{nci}$	Обобщенный уровень риска (ОУР) $R_{nc} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{nci}$	Максимально допустимый уровень обобщенного риска (МДУ)	Откл. ОУР от МДУ, %	Уровень риска
1	2	3	4	5	6
Заларинское гипсовое месторождение (ООО «КНАУФ ГИПС БАЙКАЛ»)					
Водитель погрузчика	0,13	0,87	0,81	6	низкий
Машинист бульдозера Д-175	0,11	0,89	0,78	9	низкий
Машинист буровой установки	0,16	0,84	0,78	6	низкий
Водитель, занятый на транспортировании горной массы	0,16	0,84	0,78	6	низкий
Механик горной добычи и дробления	0,11	0,89	0,78	9	низкий
Машинист дробильных установок	0,04	0,96	0,78	18	средний
Машинист конвейера	0,11	0,89	0,78	9	низкий
Взрывник	0,06	0,94	0,74	20	средний
Машинист экскаватора на вскрыше	0,22	0,78	0,73	5	низкий
Ангасольское месторождение гранита (ОАО «Первая нерудная компания»)					
Машинист экскаватора на добыче	0,22	0,78	0,73	5	низкий

1	2	3	4	5	6
Машинист бульдозера Т-330	0,22	0,78	0,73	5	низкий
Машинист бульдозера Т-170	0,22	0,78	0,73	5	низкий
Машинист буровой установки	0,12	0,88	0,78	10	средний
Бурильщик шпуров (ПР-20, 4 разряда)	0,14	0,86	0,78	8	низкий
Взрывник (5 разряда)	0,12	0,88	0,78	10	средний
Водитель, занятый на транспортировании горной массы	0,22	0,78	0,73	5	низкий
Азейский угольный разрез (ООО «Компания «Востсибуголь»)					
Водитель, занятый на транспортировании горной массы	0,17	0,83	0,78	5	низкий
Машинист бульдозера Т-170	0,17	0,83	0,73	10	средний
Машинист экскаватора	0,17	0,83	0,78	5	низкий
Машинист буровых установок	0,09	0,90	0,78	12	средний
Машинист тепловозов	0,17	0,83	0,73	10	средний
Машинист колесной техники	0,14	0,85	0,78	7	низкий
Взрывник	0,06	0,93	0,73	20	средний
Помощник машиниста буровой установки	0,10	0,89	0,73	16	средний

Согласно проведенным расчетам балльным методом установлено, высокорисковыми профессиями на исследуемых предприятиях являются следующие: взрывник и машинист дробильной установки (Заларинское гипсовое месторождение), взрывник и машинист буровой установки (Ангасольское месторождение гранита), взрывник и помощник машиниста буровой установки (Азейский угольный разрез). Максимальное фактическое отклонение от допустимого лежит в интервале от 10 до 20.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для профессий взрывника, машиниста дробильных установок и машиниста буровых установок в первую очередь необходимо минимизировать риски химических (действие аэрозолей) и физических (шум) и эргономических (тяжесть труда) факторов.

На рис. 3 представлена сравнительная диаграмма доли высокорисковых профессий от их общего числа на рассматриваемых предприятиях полученная балльным методом.



Рис. 3. Сравнительная диаграмма доли (%) высокорисковых профессий от общего числа всех профессий рассматриваемых предприятий полученная балльным методом

К основным мерам по улучшению условий труда для работников с наиболее высокими показателями профессионального риска следует отнести:

- совершенствование технологических процессов;
- регулярное использование индивидуальных средств защиты;
- наличие, исправность и регулярное использование коллективных средств защиты;

- качественное проведение предварительных и периодических медицинских осмотров;
- защита временем;
- медико-биологические меры профилактики, включающие физические упражнения, санаторно-курортное лечение, направленные на повышение общей резистентности организма, элиминацию депонированной в легких пыли, лечебное питание, психологическую и психотерапевтическую помощь. Важное место занимает пропаганда здорового образа жизни.
- стаж, при выполнении трудовых обязанностей.

Заключение

В заключении следует отметить, что комплекс неблагоприятных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки вызывает у рабочих высокорисковых профессий исследованных предприятий формирование хронической патологии, такой как болезни костно-мышечной и нервной систем, системы кровообращения, органов дыхания, пищеварения, уха и сосцевидного отростка.

Установлено, что чем больше стаж работы, тем выше относительный риск нарушений здоровья и этиологическая доля вклада условий труда, т. е. более выражена связь нарушений здоровья с работой.

Список используемых источников

1. Светашов М.С. Организация автомобильных перевозок в добывающей отрасли при карьерном способе добыче полезных ископаемых / Светашов М.С., Куликов А.В. // Сборник научных трудов SWorld. – 2014. – Вып. 4. – Т. 2. – С. 10–16.
2. Официальный сайт «Федеральной службы государственной статистики» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gks.ru>.
3. Официальный сайт «Портал «Труд-эксперт. Управление» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.trudcontrol.ru>
4. Государственный доклад «О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения Иркутской области по итогам деятельности за 2016 год». [Электронный ресурс]. // Министерство здравоохранения РФ [сайт]. – Режим доступа : <https://www.rosminzdrav.ru/ru>
5. Государственный доклад «О состоянии здоровья населения и организации здравоохранения Иркутской области по итогам деятельности за 2015 год». [Электронный ресурс]. // Министерство здравоохранения РФ [сайт]. – Режим доступа : <https://www.rosminzdrav.ru/ru>
6. Тимофеева С.С. Основы теории риска : учеб. пособие / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидуллина. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ. – 2012. – 128 с.
7. Косырев О.А. Новая концепция оценки профессиональных рисков // Справочник специалиста по охране труда. – 2010. – № 2. – С. 12–23.
8. Путилова О.Ю. Методика идентификации опасностей и оценки рисков // Справочник специалиста по охране труда. – 2012. – № 10. – С. 78–87.
9. Яговкин Н. Г. Оценка профессионального риска опасного производственного объекта: балльный метод экспертных оценок // Безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 9. – С. 39–43.

УДК 331.461

АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РИСКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ

Овчинникова И.С., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Сечин А.И., д-р техн. наук, профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В данной работе автором проводится анализ территориального риска промышленной площадки на примере опасного производственного объекта города Томск, опираясь на основу методики анализа риска.

Ключевые слова: территориальный риск, аварийный риск.

ANALYSIS OF TERRITORIAL RISK OF THE INDUSTRIAL SITE

Ovchinnikova IS, master of the program «Technospheric safety»

Sechin AI, D. Sc., prof.

National Research Tomsk Polytechnic University

In the paper author presents the analysis of an industrial site territorial risk on the example of the Tomsk hazardous industrial facility. The analysis is based on the risk assessment method.

Key words: territorial risk, emergency risk.

В настоящее время природный газ является одним из основных видов источников энергии. Он активно используется в качестве топлива на тепло–электростанциях и др. подобных производственных объектах. Но с ростом использования такого вида энергии возрастает и потенциальная угроза развития чрезвычайной ситуации. Одна из причин потенциальной угрозы – утечка газа, которая способна привести к возникновению пожара или взрыва.

Однако очень часто вышеуказанные производственные объекты располагаются в непосредственной черте населенного пункта. Анализ открытых источников показал, что вероятность разгерметизации газового оборудования с последующим взрывом на промышленных площадках составляет от $5 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ /год. Поэтому представляется актуальным изучить условия и варианты развития данной чрезвычайной ситуации.

Таким образом, цель работы – анализ территориальных рисков промышленной площадки на примере объекта города Томск.

В качестве объекта исследования была взята промышленная площадка, расположенная в черте города, а именно, газораспределительный пункт Томской Государственной районной электростанции–2.

При проведении анализа риска использовался количественный метод оценки риска. Для выявления опасных событий и сценариев была составлена вариационная модель развития ЧС на основе «дерева событий», где за главное событие был принят взрыв на газораспределительном пункте (рис. 1).

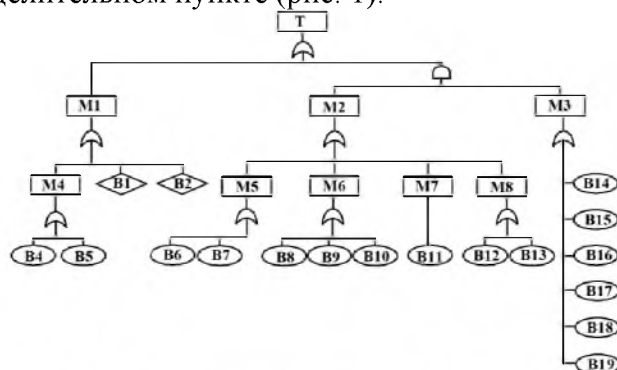


Рис. 1. Вариационная модель взрыва на ГРП

Таблица 1

Разработка вариационной модели взрыва на ГРП

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события
1	2	3
T	Взрыв на ГРП	$1,36 \cdot 10^{-4}$ /год
M1	Внешние факторы	$6,01 \cdot 10^{-6}$ /год
M4	Чрезвычайная ситуация на данной территории	$1,2 \cdot 10^{-3}$ /год
B4	Антропогенное воздействие	$1,1 \cdot 10^{-6}$ /год
B5	Природное воздействие	$12 \cdot 10^{-7}$ /год
B1	Нарушение коммунальных энергосистем	$0,47 \cdot 10^{-3}$ /год
B2	Террористический акт	$0,9 \cdot 10^{-7}$ /год
M5	Ненадлежащее техническое обслуживание оборудования	$1,15 \cdot 10^{-6}$ /год

1	2	3
B6	Брак в оборудовании	$2 \cdot 10^{-6}$ /год
B7	Несвоевременное техническое обслуживание	$1 \cdot 10^{-4}$ /год
M6	Искра от электропроводки	$0,6 \cdot 10^{-5}$ /год
B8	Заводской брак в изоляции электропроводки	$1 \cdot 10^{-7}$ /год
B9	Короткое замыкание	$1,91 \cdot 10^{-6}$ /год
B10	Нарушение изоляции электропроводки	$0,9 \cdot 10^{-5}$ /год
M7	Статическое электричество	$0,5 \cdot 10^{-4}$ /год
B11	Отсутствие заземления оборудования	$0,5 \cdot 10^{-7}$ /год
M8	Нарушение техники безопасности	$2,1 \cdot 10^{-6}$ /год
B12	Незнание техники безопасности	$1,9 \cdot 10^{-6}$ /год
B13	Халатность	$1,2 \cdot 10^{-6}$ /год
M3	Разгерметизация газового оборудования	$2,4 \cdot 10^{-4}$ /год
B14	Некачественное сырье	$1 \cdot 10^{-3}$ /год
B15	Неисправность датчиков	$1 \cdot 10^{-2}$ /год
B16	Усталость металла	$1 \cdot 10^{-6}$ /год
B17	Человеческий фактор	$1 \cdot 10^{-1}$ /год
B18	Механическое воздействие	$1 \cdot 10^{-7}$ /год
B19	Неправильный режим эксплуатации	$16 \cdot 10^{-6}$ /год

На рис. 1 указаны варианты событий, которые могут привести к возникновению взрыва. Для события М3 (разгерметизация газового оборудования) указаны причины и виды воздействия, которые могут привести к разгерметизации. Однако разгерметизация может быть двух видов: частичная (B20) и полная (B21) (рис. 2).

Проведем расчет вероятности развития сценариев возникновения взрыва.

$$\begin{aligned}
 P(M4) &= B4+B5=1,1 \cdot 10^{-6}+12 \cdot 10^{-4}=1201,1 \cdot 10^{-6}; \\
 P(M1) &= M4+B1+B2=1,22 \cdot 10^{-6}+0,47 \cdot 10^{-5}+0,9 \cdot 10^{-7}=6,01 \cdot 10^{-6}; \\
 P(M5) &= B6+B7=2 \cdot 10^{-6}+1 \cdot 10^{-4}=102 \cdot 10^{-6}; \\
 P(M6) &= B8+B9+B10=1 \cdot 10^{-7}+1,91 \cdot 10^{-6}+0,9 \cdot 10^{-5}=11,01 \cdot 10^{-6}; \\
 P(M7) &= P(B11)=0,5 \cdot 10^{-7}; \\
 P(M8) &= B12+B13=1,9 \cdot 10^{-6}+1,2 \cdot 10^{-6}=3,1 \cdot 10^{-6}; \\
 P(M3) &= B14+B15+B16+B17+B18=1 \cdot 10^{-3}+1 \cdot 10^{-2}+1 \cdot 10^{-6}+1 \cdot 10^{-1}+1 \cdot 10^{-7}+16 \cdot 10^{-6}=0,111; \\
 P(M2) &= M5+M6+M7+M8=102 \cdot 10^{-6}+11,01 \cdot 10^{-6}+5 \cdot 10^{-6}+2,1 \cdot 10^{-6}=1,162 \cdot 10^{-4}; \\
 P(T) &= M1+M2 \cdot M3=6,01 \cdot 10^{-6}+120,11 \cdot 10^{-6} \cdot 10,11 \cdot 10^{-1}=1,891 \cdot 10^{-5}.
 \end{aligned}$$

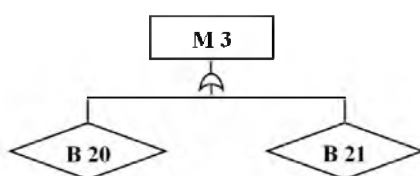


Рис. 2. Вариационная модель видов разгерметизации

При выполнении оценки риска принято рассматривать наиболее худший вариант развития ЧС. Наиболее неблагоприятным сценарием будет полная разгерметизация оборудования, однако наиболее вероятным сценарием является частичная разгерметизация оборудования. Поэтому было решено провести расчеты по обоим вариантам развития ситуации.

При выполнении расчетов были приняты следующие исходные величины:

- расчетное время отключения трубопровода – 300 с (из-за отсутствия данных об имеющемся оборудовании на объекте исследования) [1];
- расстояние на котором будет рассматриваться интенсивность теплового излучения – 500 м (при детальном анализе географического расположения объекта исследования и учета годовой розы ветров, было выявлено, что средний радиус от промышленной площадки до жилых объектов, и объектов способных привести к возникнове-

нию вторичных опасностей составляет 500 м. Поэтому данное расстояние является значимым для рассмотрения параметров взрыва на данном расстоянии).

Масса выделившегося газа за 300 с при частичной разгерметизации составила 453,6 кг, при полной разгерметизации $135,4 \cdot 10^3$ кг [2].

Расчет интенсивности теплового излучения и время существования огненного шара производился по следующей формулам:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau; \quad (1)$$

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303}. \quad (2)$$

Таким образом интенсивность теплового излучения для частичной разгерметизации составит $0,039 \text{ кВт/м}^2$, при полной разгерметизации $7,9 \text{ кВт/м}^2$.

Тогда t_s частичной разгерметизации составит 5,87 с, а при полной разгерметизации 33 с.

Из полученных значений видно, что интенсивность теплового излучения огненного шара на расстоянии 500 м будет полностью безопасна для человека. А в результате полной разгерметизации в этом же радиусе будет происходить разложение деревянных конструкций, обугливание ткани, резины. Для людей через 20–30 с наступят непереносимые болевые ощущения, при более длительном воздействии ожоги 1, 2 степеней.

Для определения зон очага взрыва необходимо провести оценку воздействия ударной волны.

При взрыве выделяют следующие зоны:

- зона бризантного действия;
- зона действия огненного шара;
- зона воздушной ударной волны [3].

А так же выделяют:

- 1) зону полных разрушений ($\Delta P_\phi = 50 \text{ кПа}$);
- 2) зону сильных разрушений ($\Delta P_\phi = 30 \text{ кПа}$);
- 3) зону средних разрушений ($\Delta P_\phi = 20 \text{ кПа}$);
- 4) зону слабых разрушений ($\Delta P_\phi = 10 \text{ кПа}$).

Для определения зон очага взрыва необходимо расчетным путем найти радиусы зон разрушений.

Радиус зоны детонационной волны:

$$R_1 = 1,75 \sqrt[3]{M} \quad (3)$$

где M – масса взрывающего вещества.

Радиус зоны продуктов взрыва:

$$R_2 = 1,7 \cdot R_1 \quad (4)$$

Избыточное давление на границе действия продуктов взрыва:

$$\Delta P_{\phi 2} = \frac{233}{\sqrt{1 + 0,41 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 - 1}} \quad (5)$$

Для определения радиусов зон полных, сильных, средних и слабых разрушений необходимо использовать значение относительной величины Ψ , а полученные результаты свести в таблицу для построения графика.

$$\Psi = 0,24 \cdot \frac{R_2}{R_1}; \quad (6)$$

$$\text{При } \Psi \leq 2, \Delta P_{\phi 3} = \frac{700}{3 \times (\sqrt{1 + 29,8 \cdot (\Psi)^3} - 1)}; \quad (7)$$

$$\text{При } \Psi \geq 2, \Delta P_{\phi 3} = \frac{22}{\Psi \times \sqrt{\log \Psi + 0,158}}. \quad (8)$$

1 сценарий. Частичная разгерметизация

При взрыве 453,6 кг метана будут следующие величины избыточного давления (см. табл. 2).

Для определения зон полных, сильных, средних и слабых разрушений составим график, по которому определим радиусы зон (рис. 3).

Таблица 2

Зависимость избыточного давления от радиуса при частичной разгерметизации

Радиус, м	5	10	15	20	25	30
Величина избыточного давления, Па	22170	2868	920,2	436,6	256,6	171,5

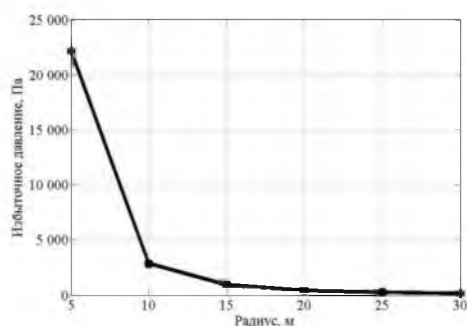


Рис. 3. Графическая зависимость избыточного давления от радиуса при частичной разгерметизации

Из рисунка видно, что зоны полных и сильных разрушений будут отсутствовать.

Радиус зоны средних разрушений – 5,5 м.

Радиус зоны слабых разрушений – 8 м.

2 сценарий. Полная разгерметизация

При взрыве 135 370 кг метана будут следующие величины избыточного давления (см. табл. 3).

По полученному графику определяем радиусы для зон полных (50 кПа), сильных (30 кПа), средних (20 кПа) и слабых (10 кПа) разрушений.

Радиус зоны полных разрушение – 338 м;

Радиус зоны сильных разрушений – 462 м;

Радиус зоны средних разрушений – 610 м;

Радиус зоны слабых разрушений – 1010 м.

Для наглядности отобразим полученные радиусы на топографической карте (рис. 5).

Таблица 3

Зависимость избыточного давления от радиуса при полной разгерметизации

Радиус, м	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Величина избыточного давления, кПа	172,9	76,9	45,8	31,3	23,1	18	14,8	12,5	10,8

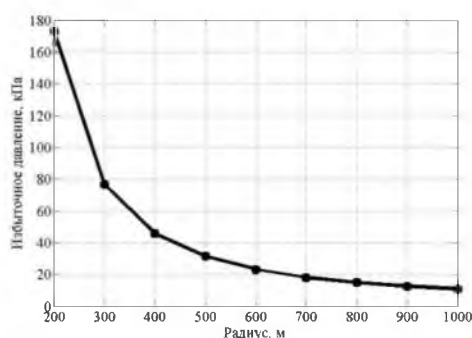


Рис. 4. Зависимость избыточного давления от радиуса при полной разгерметизации

Из полученного рисунка видно, что в зоны полных, сильных и средних разрушений попадают важные объекты инфраструктуры города (автодорога, автозаправочные станции, железная дорога, и т. д.).

Проанализировав результаты видно, что при частичной разгерметизации разрушения получит лишь само здание ГРП и расположенное в нем оборудование, у близлежащих строений возможно выбивание стекол, разрушение слабых конструкций, возгорание деревянных конструкций и сооружений. Угроза жизни здоровью людей возможна лишь при нахождении в радиусе меньшим, чем 110 м.

При полной разгерметизации последствия взрыва колоссальны. В зону полных и сильных разрушений попадает половина территории ГРЭС-2, а так же другие площадки ОПО, расположенные на данном производственном объекте, которые гарантированно повлекут за собой развитие вторичных взрывов. В зону полных разрушений попадают две крупные площадки с открытыми распределительными устройствами ГРЭС-2, а именно трансформаторы под напряжением для охлаждения которых используется масло. Так как из-за промышленных целей участок с открытыми распределительными устройствами имеет большую площадь, то для охлаждения трансформаторов используются несколько тонн масла, которое нагрето до высоких температур. Поэтому при возникновении взрыва на ГРП площадки ОРУ будут представлять большую угрозу в возникновении вторичных взрывов. Так же существует высокая вероятность травмирования и угрозы жизни людей и сотрудников предприятия. Из рис. 5 видно, что в зону средних разрушений попадают четыре автозаправочные станции, которые будут в свою очередь представлять угрозу возникновения вторичных опасностей, а так же участок дороги, по которому в дневное время проходит большой поток машин, и участок железной дороги. Большая часть жилых зданий попадает в зону слабых разрушений: возможны разрушения окон, дверей, легких перегородок, завалов не образуется.

В ходе проделанной работы удалось разработать алгоритм наглядной методологии анализа территориальных рисков.

Первым этапом необходимо дать климатогеографическую характеристику района расположения объекта исследования. Это необходимо для того, чтобы понять каким стихийным бедствиям подвержен объект, с целью выявления природных факторов, которые способны привести к развитию ЧС. Обязательным в этом пункте является рассмотрение годовой розы ветров, чтобы определить наиболее вероятное движение продуктов взрыва или движение облака ТВС, которое при встрече с источником зажигания может повлечь за собой развитие ЧС за пределами объекта утечки.



Рис. 5. Зоны разрушений

Следующим этапом провести технолого-производственную характеристику объекта. На этом этапе рассматривают область производства, в которой работает объект исследования, специфику технологического процесса и производимые им услуги. В результате данный этап позволяет выделить опасные производственные площадки объекта, нарушение технологического процесса, которое может привести к возникновению аварийной ситуации и развитию ЧС. Далее для работы исследователю необходимо выбрать одну из наиболее представляющих интерес площадок ОПО для проведения анализа территориального риска.

Следующим этапом – построение и анализ вариационной модели. Иными словами для объекта исследования необходимо построить дерево отказов, которое позволит наглядно отразить варианты сценария развития аварии на объекте, которые в последствии приведут к развитию ЧС. За верхнее (головное событие) следует принимать вид ЧС, который необходимо изучить. В ходе анализа вариационной модели проводят расчет частоты событий всех выявленных сценариев развития ЧС. Расчет необходимо производить с подножья дерева отказов направляясь к вершине (верхнему событию). Такой вид анализа позволяет получить вероятность развития той или иной ЧС, учитывая особенности и специфику технологического процесса объекта исследования.

После определения сценариев и вероятности развития ЧС необходимо приступить к самой затратной по времени части – расчет и определение параметров взрыва. Данная часть состоит из двух этапов: расчет интенсивности теплового излучения, времени существования огненного шара и построение потенциального территориального риска (определение зон очага взрыва).

Финальный этап – разработка мероприятий направленных на предупреждение развития ЧС. Для выбора мероприятия направленных на повышение безопасности потенциально опасного объекта необходимо отталкиваться от вероятности событий, описанных в вариационной модели. К примеру, если наиболее вероятным событие, которое влечет за собой возникновение ЧС ситуации, является удар молнии, то наиболее целесообразным будет разработка мероприятий направленных на уменьшение риска развития ЧС в случае удара молнии, а именно применение молниезащиты. Если наиболее вероятное событие – замыкание электропроводки, то необходимо предложить мероприятия по улучшению электробезопасности.

Вышеизложенные этапы можно представить в виде схематичной блок-схемы, которой можно пользоваться при проведении анализа территориальных рисков промышленной площадки на основе методики анализа риска (см. рис. 6).

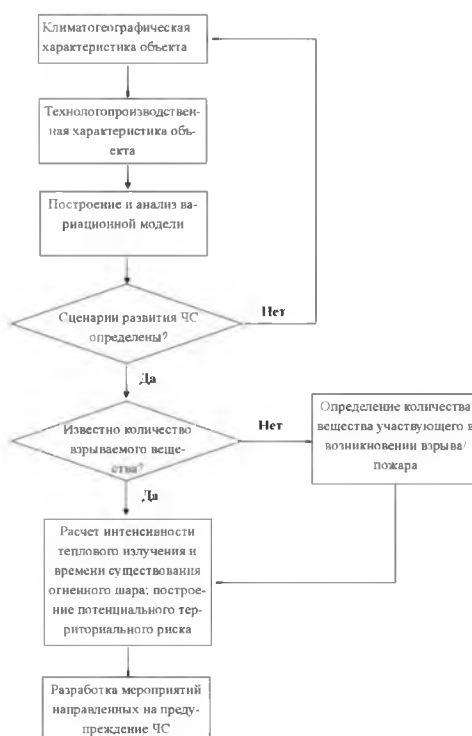


Рис. 6. Алгоритм методологии анализа территориальных рисков промышленной площадки

Выводы. В ходе выполнения работы был произведен анализ действующего опасного производства Томской ГРЭС–2, в результате которой была составлена вариационная модель развития аварийных ситуаций на объекте.

ционная модель наиболее худшего сценария развития ЧС на газораспределительном пункте и определена вероятность взрыва природного газа.

Проведены расчеты и определены зоны поражения в случае возникновения ЧС на исследуемом объекте в результате частичной и полной разгерметизации газового оборудования. Из полученных данных было выполнено картирование территориального риска, которое позволило наглядно отобразить зоны поражения ударной волны в результате взрыва газа на промышленной площадке.

В конечном итоге, благодаря проделанной работе, был составлен алгоритм методологии анализа территориальных рисков, который можно использовать при выполнении анализа территориальных рисков для любой площадки опасного производственного объекта.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М. : Стандартинформ, 2014 год.
2. Овчинникова И.С. Анализ территориальных рисков промышленной площадки на основе методики анализа риска [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/40530>
3. Федеральное агентство по образованию / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова / Теория горения и взрыва / А.Н. Лопанов, Ю.В. Хомченко. – Б. : 2010. – 43 с.
4. Погодный сервис World Weather [Электронный ресурс] / Архив погоды в Томске. – Режим доступа : <https://world-weather.ru/archive/russia/tomsk/> , свободный, – Яз. рус.
5. Техногенные системы, их взаимодействие с окружающей средой [Электронный ресурс] / – Потенциальный (территориальный) и социальные риски. – Режим доступа : <http://3ys.ru/tekhnogennye-sistemy-ikh-vzaimodejstvie-s-okruzhayushchej-sredoj/potentsialnyj-territorialnyj-i-sotsialnyj-riski.html>, свободный, – Яз. Рус
6. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков. практикум-Иркутск:Изд-во ИРНИТУ, 2015.-152 с..

УДК 666.982

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ФОРМОВОЧНОГО ЦЕХА ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Попова Н.А., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Волчатова И.В., канд. биол. наук, доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрены результаты специальной оценки условий труда в организациях по производству железобетона Иркутской области и республики Бурятия, произведена прогнозная оценка профессиональных рисков для работников формовочного цеха.

Ключевые слова: профессиональный риск, железобетон.

FORECAST EVALUATION OF PROFESSIONAL RISKS FOR WORKERS OF THE FORMING PLANT OF FERROCONCRETE FACTORIES

Popova N.A., Master Degree Student of the program «Technosphere Safety»

Volchatova I.V., Dr., Associate Professor, Candidate of Biological Sciences

Irkutsk National Research Technical University

The results of a special assessment of working conditions in organizations for the production of reinforced concrete in the Irkutsk region and the Republic of Buryatia are considered, and a prognostic assessment of occupational risks for workers in the molding shop.

Key words: professional risk, reinforced concrete.

Строительная отрасль набрала большие обороты в современной экономике. Все больше привлекается рабочая сила, техника и, одновременно с этим, растут профессиональные риски и уровень травматизма. По данным Росстата, в строительстве доля работников, занятых во вредных условиях труда, составляет 20,2 % от общего количества работающих. Перечень строительных материалов, используемых в строительной индустрии, довольно широк. Среди них значительную долю составляют железобетонные изделия (ЖБИ) и конструкции, технологический процесс производства которых состоит из ряда самостоятельных операций, объединяемых в отдельные процессы. Все операции условно разделяют на основные, вспомогательные и транспортные.

К основным операциям относят [1] приготовление бетонной смеси, включая подготовку составляющих материалов; изготовление арматурных элементов и каркасов; формирование изделий, куда входит их армирование; тепловую обработку отформованных изделий, освобождение готовых изделий от форм и подготовка форм к очередному циклу; отделка и обработка лицевой поверхности некоторых видов изделий и т. п. Кроме основных технологических операций, на каждом этапе производят вспомогательные операции: получение и подачу пара и воды, сжатого воздуха, электроэнергии, складирование сырьевых материалов, полуфабрикатов и готовой продукции, пооперационный контроль и контроль качества готовой продукции и другие, необходимые для выполнения основных операций. К транспортным относят операции по перемещению материалов, полуфабрикатов и изделий без изменения их состояния и формы.

Целью данной работы является прогнозная оценка профессиональных рисков работников формовочного цеха производства ЖБИ.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов были выбраны следующие предприятия:

- ООО «Селенгинский завод ЖБИ» (респ. Бурятия, Кабанский район, п. Селенгинск), далее ООО «СЗЖБИ»;
- ООО «Восточно-Сибирский завод железобетонных конструкций» (Иркутская область, г. Шелехов), далее ООО «ВСЗЖБК»;
- ООО «ИРКУТСКСТАЛЬБЕТОН» (г. Иркутск).

Процедура определения прогностических профессиональных рисков основана на использовании материалов специальной оценки условий труда, проводимой на предприятиях в соответствии с требованиями Федерального закона № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 г. [2].

Результаты и их обсуждение

Расчет профессиональных рисков работников [3] производился для следующих профессий формовочного цеха:

- формовщик ЖБИ и конструкций;
- машинист крана (крановщик);
- формовщик формовочного агрегата.

Профессиональный риск для работников вышеперечисленных профессий связан с такими вредными производственными факторами, как шум, вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД). Данные факторы образуются за счет использования следующего оборудования: вибрационный электрический стол, мостовой электрический кран, шлифовальная машинка, бетоносмеситель принудительного действия, бетоносмеситель принудительного перемешивания, пропарочные камеры и т. д. [4]. Итоговые классы условий труда для рабочих мест работников формовочных цехов производства железобетона представлены в табл. 1.

Результаты расчетов обобщенного уровня безопасности, обобщенного уровня риска и годового профессионального риска показали, что для рассмотренных профессий ООО «ВСЗЖБК» и ООО «СЗЖБИ» они одинаковы (табл. 2). Обобщенные уровни риска превышают рассчитанные для них максимально допустимые уровни. Наибольший уровень риска отмечен для профессии формовщика формовочного агрегата.

Таблица 1

**Итоговые классы условий труда для рабочих мест работников
формовочных цехов производства железобетона**

Наименование рабочего места	Итоговый класс условий труда		
	ООО «ИРКУТСКСТАЛЬБЕ- ТОН»	ООО «ВСЗЖБК»	ООО «СЗЖБИ»
Формовщик формовочного агрегата	3.3	3.2	3.2
Формовщик ЖБИ и конструкций	3.3	3.3	3.2
Машинист крана	3.2	3.2	3.2

Обобщенный уровень безопасности перечисленных профессий имеет низкие показатели, в особенности для формовщика формовочного агрегата и крановщика. Отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допустимого ярко выражено у формовщика формовочного агрегата.

Таблица 2

**Сводная таблица безопасности и риска получения
профессионального заболевания рабочими ООО «СЗЖБИ» и ООО «ВСЗЖБК»**

Наименование рабочего места	Обобщенный уровень безопасности $S_{nc} = \prod_{i=1}^n S_{nci}$	Обобщенный уровень риска $R_{nc} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{nci}$	Максимально допустимый уровень обобщенного риска	Отклонение фактического уровня проф. риска от максимально допустимого, %
Формовщик формовочного агрегата	0,088	0,91	0,854	6,15
Формовщик ЖБИ и конструкций	0,066	0,93	0,882	5,56
Крановщик	0,088	0,91	0,882	3,08

В табл. 3 приведена сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания рабочими ООО «ИРКУТСКСТАЛЬБЕТОН».

Как видно из расчетных значений, обобщенные уровни риска получения профессиональных заболеваний всех рассмотренных профессий превышают рассчитанные для них максимально допустимые уровни. Максимальный уровень риска отмечен для профессий формовщика формовочного агрегата и формовщика ЖБИ и конструкций.

Таблица 3

**Сводная таблица безопасности и риска получения
профессионального заболевания рабочими ООО «ИРКУТСКСТАЛЬБЕТОН»**

Наименование рабочего места	Обобщенный уровень безопасности $S_{nc} = \prod_{i=1}^n S_{nci}$	Обобщенный уровень риска $R_{nc} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{nci}$	Максимально допустимый уровень обобщенного риска	Отклонение фактического уровня проф. риска от максимально допустимого, %
Формовщик формовочного агрегата	0,066	0,934	0,882	5,56
Формовщик ЖБИ и конструкций	0,066	0,934	0,882	5,56
Крановщик	0,088	0,910	0,882	3,08

Результаты расчета уровня безопасности по каждому рабочему месту и отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допустимого представлены в табл. 4. При сравнительной оценке профессиональных рисков работников формовочного цеха было выявлено, что уровень обобщенного профессионального риска работников ООО «СЗЖБИ» выше, чем у работников ООО «ВСЗЖБК», на 2,74 % и на 1,43 % выше, чем у работников ООО «ИРКУТСКСТАЛЬБЕТОН». Эта разница не существенна, т. е. работники формовочного цеха всех исследованных предприятий практически одинаково подвержены воздействию вредных факторов производственной среды.

Таблица 4

Сравнительная оценка профессионального риска работников формовочного цеха предприятий по производству железобетона

Наименование рабочего места	Обобщенный уровень безопасности			Отклонение фактического уровня проф. риска от максимально допустимого, %		
	ООО «СЗЖБИ»	ООО «ВСЗЖБК»	ООО «ИР-КУТСКСТАЛЬБЕТОН»	ООО «СЗЖБИ»	ООО «ВСЗЖБК»	ООО «ИР-КУТСКСТАЛЬБЕТОН»
Формовщик формовочного агрегата	0,147	0,146	0,118	6,26	6,15	5,56
Формовщик ЖБИ и конструкций	0,147	0,118	0,118	6,26	5,56	5,56
Машинист крана (крановщик)	0,098	0,118	0,118	2,06	3,08	3,08

Заключение

Для уменьшения негативного воздействия вредных и опасных факторов на работников производства ЖБИ и конструкций, а также снижения повышенного уровня профессионального риска необходимо вводить в действие следующие мероприятия: модернизация производственного оборудования; реконструкция стен формовочного цеха шумопоглощающей облицовкой; замена шлифовального оборудования на более экологичное; введение в производство оборудования по уборке формовочного цеха; использование более эффективных средств индивидуальной защиты органов слуха; своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов; своевременная очистка воздуховодов и вентиляционных установок; установка местной вытяжной вентиляции.

Список использованной литературы

1. Голышев А.Б., Бачинский В.Я. Проектирование железобетонных конструкций: справочное пособие. – Киев : Изд-во Будивельник, 1990. – 345 с.
2. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».
3. Тимофеева С.С., Хамидуллина Е.А. Основы теории риска : учеб. пособие. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. – 129 с.
4. Тихонов И.Н., Мешков В.З., Расторгуев Б.С. Проектирование армирования железобетона : учеб. пособие. – Москва : АО «ЦИТП», 2015. – 274 с.

УДК 658.38

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Салахутдинова А.К., магистрант программы «Управление рисками»

Рябчикова И.А., к.б.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Проведена оценка профессиональных рисков работников гидрометеорологического техникума с использованием разных методов. Риск получения профзаболевания определяется такими условиями труда, как недостаточная освещенность, высокая напряженность труда и существует для всех рассмотренных профессий. Исследован уровень эмоционального выгорания работников. Рассмотрены мероприятия по снижению профессионального стресса.

Ключевые слова: оценка рисков, условия труда, стресс, труд преподавателей

PROFESSIONAL RISKS OF EMPLOYEES OF EDUCATIONAL INSTITUTION

Salakhutdinova, A. K., master

Ryabchikova I. A., Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

Assessment of professional risks of employees of hydrometeorological technical school with use of different methods is carried out. The risk of receiving an occupational disease is defined by such working conditions as poor illuminating intensity, high tension of work and exists for all considered professions. Level of an emotional burnup of workers is investigated. Actions for decrease in a professional stress are considered.

Keywords: assessment of risks, working conditions, stress, work of teachers

В современном мире риск присущ любой профессиональной сфере деятельности человека, в том числе педагогической. Профессия педагога (преподавателя) коренным образом отличается от всех других, имеет повышенные профессиональные риски, что в свою очередь, требует и особой заботы о себе. Требования, предъявляемые к педагогу, не могут быть выполнимы, если в учебном заведении не будут созданы благоприятные условия для решения задач, поставленных перед ним.

Из неблагоприятно воздействующих в последние годы на здоровье педагогов факторов, выделяют [1]:

- повышенные рабочие нагрузки, обусловленные смещением акцента деятельности от непосредственной работы с учащимися на необоснованно высокую отчетность;
- введение системы последиplomной аттестации педагогов, отнимающей огромное количество времени и явно понижающей качество взаимодействия с учащимися в аттестационный период;
- существующий социальный дискомфорт из-за невысокого размера заработной платы педагогов и падения роли профсоюзов;
- ухудшение возможностей заботы педагогов о личном здоровье из-за финансовых трудностей, сложности получения квалифицированной (и, прежде всего, профильной) медицинской помощи, путевок для лечения и т. п.

Ведущими факторами риска, оказывающих влияние на здоровье педагогов, называют: высокое психоэмоциональное напряжение; необходимость переключать внимание на самые разнообразные виды деятельности; постоянная нагрузка на речевой аппарат; гиподинамия; ортостатические нагрузки; низкий уровень психологической культуры; индивидуальные психофизиологические свойства (например, слабая нервная система) и ряд других [2].

Профессия преподавателя связана с риском возникновения таких профзаболеваний, как различные нарушения голосообразования, болезни сердечно-сосудистой системы (гипертонические проявления, вегетососудистая дистония, стенокардия и др.), верхних дыхательных путей, нарушения зрения, остеохондроз, варикозное расширение вен нижних конечностей и др. По сравнению с другими профессиональными группами у педагогов достаточно высок риск возникновения невротических расстройств, накопления «тяжелых» форм неврозов, психосоматических проблем, развитие «эмоционального выгорания» [1, 3].

Цель работы – оценка профессиональных рисков работников образовательного учреждения на примере ГБПОУ ИО «Иркутский гидрометеорологический техникум».

Иркутский гидрометеорологический техникум был открыт в 1970 году. В настоящее время в техникуме ведется подготовка по 4 специальностям: гидрология, метеорология, радиотехнические информационные системы, рациональное использование природоохозяйственных комплексов. Студенты изучают специальные профессиональные программы по сбору и обработке данных о состоянии погоды, водных объектов и уровне загрязнения природной среды.

Общее количество работников техникума – 86 человек, из них педагогических работников – 35 человек, что составляет 40% от общей численности работников. 21 % педагогических работников имеют стаж работы меньше 5 лет, из них 15% менее 2 лет [4].

Для оценки были выбраны работники следующих профессий: преподаватель информатики, преподаватель химии, библиотекарь и секретарь учебной части. Профессиональный риск оценивали по двум методикам. В основе первой заложены результаты специальной оценки рабочих мест, по второй – рассчитывали индивидуальный профриск (ИПР) в зависимости от условий труда работника, индивидуальных показателей здоровья и стажа работы во вредных условиях труда [5–7].

Вредность условий труда на рабочем месте оценивается на основе интегральной оценки условий труда, определенной по результатам гигиенической оценки всех присутствующих на рабочем месте производственных факторов (см. табл. 1)

Таблица 1

Оценка условий труда работников гидрометеорологического техникума

Вредный фактор	Профессия			
	Секретарь учебной части	Преподаватель информатики	Преподаватель химии	Библиотекарь
Неионизирующие электромагнитные поля и излучения	2	2	–	2
Химический	–	–	3.1	2
Освещение	3.2	3.2	3.2	3.2
Микроклимат	–	2	2	–
Аэрационный состав воздуха	3.1	3.1	–	3.1
Тяжесть труда	2	2	2	3.1
Напряженность труда	3.1	3.1	3.1	3.1
Общая оценка условий труда	2	2	2	2

В соответствии с методикой классы условий труда рассматриваемых профессий были переведены в условные баллы, по значениям которых рассчитали относительный уровень безопасности и риска получения профессионального заболевания работником. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета уровня безопасности и риска получения профессионального заболевания работником

Наименование рабочего места	Обобщенный уровень безопасности $S_{ПС} = \prod_{i=1}^n S_{ПСi}$	Обобщенный уровень риска $R_{ПС} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{ПСi}$	Максимально допустимый уровень обобщенного риска	Отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допустимого, %
Преподаватель химии	0,12	0,88	0,81	8 %
Библиотекарь	0,06	0,94	0,81	16 %
Преподаватель информатики	0,09	0,91	0,81	12 %
Секретарь учебной части	0,12	0,88	0,75	17 %

Ранжирование профессиональных рисков производилось по шкале отклонения фактического уровня риска от максимально допустимого, приведенного в методике [7].

Таким образом, для профессии преподаватель химии уровень профессионального риска – низкий, для библиотекаря, преподавателя информатики и секретаря учебной части – средний. При этом у секретаря вероятность получения профессионального заболевания наибольшая.

В табл. 3 представлены результаты расчета индивидуального профессионального риска для работников техникума.

Таблица 3

Индивидуальный профессиональный риск работников техникума

Наименование профессии	Уровень ИПР
Преподаватель химии	0,14 (средний риск)
Библиотекарь	0,11 (низкий риск)
Преподаватель информатики	0,075 (низкий риск)
Секретарь учебной части	0,13 (средний риск)

Итак, индивидуальный профессиональный риск преподавателя химии и секретаря учебной части определен как средний, у преподавателя информатики и библиотекаря – низкий.

При оценке профессионального риска работников образовательных учреждений помимо физических условий труда необходимо учитывать также состояние здоровья и особенности личности, и факторы организации труда (длительность работы, величина рабочей нагрузки, характер контроля и др.). Последние могут стать причиной возникновения стрессов и психосоциальных рисков, связанных с работой. К одному из проявлений профессионального стресса работников образовательных учреждений относят «синдром профессионального выгорания» («синдром психического выгорания»). Синдром выгорания представляет собой состояние эмоционального, умственного истощения, физического утомления, возникающее в результате хронического стресса на работе [3]. Его развитие характерно для профессий медицинских работников, педагогов, социальных работников, сотрудников МЧС, работников правоохранительных органов.

В связи с этим нами проведено исследование по выявлению «профессионального (эмоционального) выгорания» работников техникума по методике К. Маслач и С. Джексона, в адаптации Н. Водопьяновой [8]. В исследовании приняло участие 19 человек, включая 15 преподавателей, 4 административных служащих.

Методика предназначена для диагностики «эмоционального истощения», «деперсонализации» и «профессиональных достижений». Эмоциональное истощение рассматривается как основная составляющая эмоционального выгорания и проявляется в сниженном эмоциональном фоне, равнодушии или эмоциональном перенасыщении.

Вторая составляющая (деперсонализация) сказывается в деформации отношений с другими людьми. В одних случаях это может быть повышение зависимости от окружающих. В других – усиление негативизма, циничность установок и чувств по отношению к реципиентам: пациентам, клиентам и т. п.

Третья составляющая эмоционального выгорания – редукция личностных достижений — может проявляться либо в тенденции негативно оценивать себя, занижать свои профессиональные достижения и успехи, негативизме по отношению к служебным достоинствам и возможностям либо в преуменьшении собственного достоинства, ограничении своих возможностей, обязанностей по отношению к другим.

Тест содержит 22 утверждения о чувствах, переживаниях, связанных с выполнением рабочей деятельности. Соответственно, чем ниже человек оценивает свои возможности и достижения, меньше удовлетворен самореализацией в профессиональной сфере, тем больше выражен синдром выгорания.

На рис. 1 проиллюстрированы результаты оценки уровня профессионального (эмоционального) выгорания работников гидрологического техникума.

Анализ полученных данных показал, что у педагогического состава снижен эмоциональный фон, выражено равнодушие, эмоциональное пресыщение. Так, *очень высокий* уровень выгорания по каждому из трех показателей отмечается: 28 % работников эмоционально истощены, у 37 % деформированы отношения с другими людьми, у 36 % занижены личная самооценка, профессиональные достижения и успехи. Полученные результаты являются предварительными и требуют более детальных исследований. Например, следует учитывать конкретные значения субшкал (факторов), которые имеют возрастные и гендерные (половые) особенности. Так, некоторую степень эмоционального истощения можно считать нормальным возрастным изменением, а определенный уровень деперсонализации – необходимый механизм психологической защиты для целого ряда социальных (или коммуникативных) профессий в процессе профессиональной адаптации.

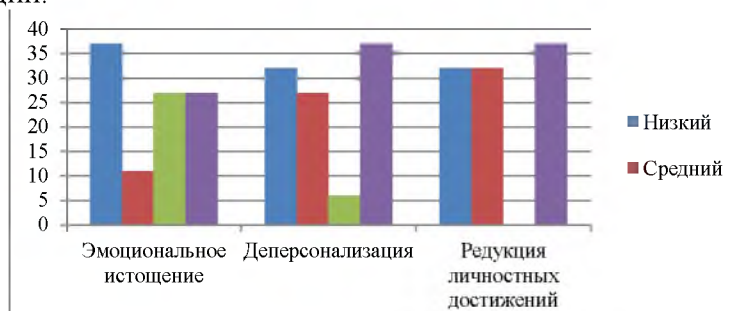


Рис 1. Уровень профессионального выгорания работников гидрометеорологического техникума (%)

С целью профилактики профессионального стресса необходима разработка мероприятий, направленных на снижение действия стрессовых факторов, среди которых должны быть [3]:

- улучшение условий труда, проведение специальной оценки условий труда с учетом стрессоформирующих факторов (степень ответственности, значимость возможной ошибки и др.);
- профессиональное развитие и самосовершенствование;
- освоение путей управления стрессом (создание в организации благоприятного социально–психологического климата, организация спецтренингов, обучение работников приемам релаксации, ауторегуляции, самопрограммирования);
- снятие производственного напряжения (перерывы в работе, отдых);
- уход от ненужной конкуренции (чрезмерное стремление к выигрышу порождает тревогу, делает человека агрессивным);
- поддержание хорошей физической формы (сбалансированное питание, отказ от курения, алкоголя) и др.

Список использованной литературы

1. Маклаков А.Г. Общая психология: Учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2008. – 583 с.
2. Багнетова Е.А., Шарифуллина Е.Р. Профессиональные риски педагогической среды / Фундаментальные исследования. – 2013. – №1. – С. 28–32.
3. Бабанов С.А. Профессиональные факторы и стресс: синдром эмоционального выгорания // Трудный пациент. – 2009. – № 12. – С. 42–46.
4. Отчет по самообследованию за 2016 год ГБПОУ ИО «Иркутский гидрометеорологический техникум», 2016 г. – 31 с.
5. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. 2.2. Гигиена труда Введ. 11.01.2003. М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 13 с.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска Введ.12.01.2011. М. : ИПК Издательство стандартов, 2004. – 75 с.

7. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки профессиональных рисков : практикум. – Иркутск : Изд-во Ирниту, 2014. – 180 с.

8. Социально-психологическая диагностика развития личности и малых групп / Н.П. Фетискин, В.В.Козлов, Г.М. Мануйлов. – М., – 2002. – 374 с.

УДК 504.062.2

АНАЛИЗ РИСКОВ В СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ ТЭС С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Созинова Д. Н., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Фомина Е. Е., к-т техн. наук, доцент

Российский государственный университет нефти и газа

(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

Проведен анализ условий возникновения и развития аварий на группе сетей газопотребления, эксплуатация которых осуществляется с отступлениями от требований промышленной безопасности, а также предложены компенсирующие мероприятия.

Ключевые слова: электроэнергия, тепловая электростанция, риск.

RISK ANALYSIS IN THE NETWORK OF GAS CONSUMPTION FOR JUSTIFICATION OF SAFETY

Sozinova D. N., master of program «Technosphere safety»

Fomina E. E., C. Sc., Associate Professor

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

The analysis of the emergence and development of accidents at the group of networks of gas consumption, the operation of which is performed with deviations from the industrial safety requirements, was done and proposed compensating measures was offered.

Keywords: electric power, thermal power station, risk.

В настоящее время в Российской Федерации происходят масштабные изменения законодательства в области промышленной безопасности. В первую очередь это связано с приведением требований к техническим устройствам, применяемым на опасных производственных объектах (далее – ОПО), в соответствие с законодательством о техническом регулировании. Так 28.07.2014 года вступили в силу новые Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления», действия которых распространяются на сети газопотребления тепловых электрических станций (далее – ТЭС).

По данным Министерства энергетики РФ средний возраст оборудования ТЭС в России составляет 30 лет. В табл. 1 представлена возрастная структура генерирующего оборудования ТЭС [1].

Таблица 1

Возрастная структура генерирующего оборудования ТЭС

Возраст генерирующего оборудования	% от установленной мощности
До 30 лет	41,0
31–50 лет	52,0
Более 50 лет	7,0

Объектом исследования были восемь ТЭС с характеристиками, указанными в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика объектов исследования

Объект	Тип по целевому назначению	Тип по назначению	Категория по надежности отпуска	Наличие электрофицированной задвижки
1	2	3	4	5
№ 1	Пиковая	Отопительная	Вторая	Нет
№ 2	Центральная	Отопительно-производственная	Первая	Нет

1	2	3	4	5
№ 3	Пиковая	Отопительная	Вторая	Да
№ 4	Центральная	Отопительная	Первая	Да
№ 5	Пиковая	Отопительная	Вторая	Нет
№ 6	Пиковая	Отопительная	Вторая	Нет
№ 7	Пиковая	Отопительная	Вторая	Нет
№ 8	Центральная	Отопительно-производственная	Первая	Нет

В связи с тем, что на момент ввода в эксплуатацию большинства сетей газопотребления ТЭС, ФНП «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» не действовали, соблюдение установленных ими требований на многих объектах не представляется возможным.

Сети газопотребления (табл. 2), являются ОПО III класса опасности, входящие в состав АО «Татэнерго», эксплуатация которых осуществляется с отклонением от требований п. 65 ФНП:

«Перед растопкой котла из холодного состояния должна быть проведена при включенных в работу тягодутьевых механизмах предпусковая проверка плотности закрытия запорной арматуры перед горелками котла, включая ПЗК котла, а также автоматическая проверка плотности закрытия двух ПЗК, установленных перед каждой горелкой котла. При обнаружении негерметичности затворов отключающих устройств растопка котла не допускается» [2].

Проектом завода-изготовителя не было предусмотрено оборудование горелок котлов двумя, располагаемыми последовательно предохранительными запорными клапанами (ПЗК) и автоматическим отключающим устройством, установленным между ними, которые прекращают подачу газа при понижении его давления (рис. 1).

Вместо этого безопасная работа оперативного персонала и водогрейных котлов обеспечивается технологическими защитами котельных путем автоматического перевода котла в безопасное состояние в случае возникновения аварийной или предаварийной ситуации.

Технологические защиты прекращают подачу топлива (природный газ) в котел при:

- 1) погасании пламени в топке от прибора «Факел»;
- 2) понижения давления газа перед горелками при замыкании контактов электроконтактного манометра (далее – ЭКМ).

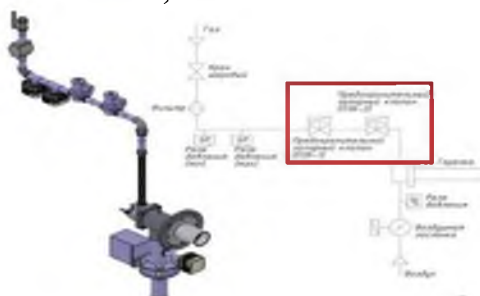


Рис. 1. Схема подачи газа в горелку котла с ПЗК

При срабатывании защит, а также при дистанционном отключении котла с помощью ключа пульта управления, производятся следующие операции по останову котла:

- 1) закрывается быстрозапорный клапан (далее – БЗК);
- 2) закрывается задвижка на подводе газа к котлу;
- 3) закрываются электрифицированные задвижки на газе у всех горелок (данная система защиты предусмотрена только в трех котельных из восьми рассматриваемых).

При возникновении неисправности или исчезновении питания защит срабатывает звуковая сигнализация и загорается «Защиты отключены». В положении «Отключено» не проходит сигнал «Разрешение на открытие газовой задвижки», соответственно, подача газа в газопровод котла ни в ручном, ни в автоматическом режиме невозможна.

Для возможности продолжения эксплуатации рассматриваемых объектов необходимо разработать обоснование безопасности ОПО, в котором доказывается, что риск возникновения аварии с учетом отступлений от требований промышленной безопасности является приемлемым и осуществляется разработка компенсирующих мероприятий.

При качественной оценке риска аварии необходимо определить вероятности реализации события (инцидента), перерастания инцидента в аварию и оценить последствия реализации аварии. Критерии качественной оценки риска были разработаны в соответствии с ГОСТ Р ИСО 31000:2010 (ISO 31000:2009) «Менеджмент риска. Принципы и руководство» и на основе ГОСТ 27.310-95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения», Руководством по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [3-5].

Для оценки уровня риска перерастания инцидента в аварию и качественной оценки ее последствий использовалась матрица «Вероятность события – Тяжесть последствий».

По результатам анализа эксплуатации подобных объектов и с учетом отступлений от требований промышленной безопасности определено, что наиболее характерными опасными событиями, являются:

- выделение газа в объем топок котлов и/или помещения котельной;
- возгорание и/или взрыв выделившегося газа;
- травмирование работающих при пожаре;
- отравление газом, находящихся в помещении котельной.

С момента начала аварии до полного прекращения подачи, газ может выделиться как в объем топки, так и в объем котельной.

Рассмотрим, какие отказы могут привести к выделению газа в объем топки и/или котельной. Если значение давления упадет ниже установленного для каждого котла критического значения и одновременно откажет ЭКМ, тогда операции по останову котла не выполняются. Однако, отказ одного ЭКМ не приводит к неконтролируемому выделению газа, так как при погасании пламени в топке из-за пониженного давления топлива сигнал на останов котла будет подан от прибора «Факел». И только одновременный отказ ЭКМ и «Факела» приведет к загазованности.

Система защиты организована следующим образом: при поступлении сигнала на останов котла хотя бы от одного из датчиков, неконтролируемое выделение газа произойдет только при одновременном несрабатывании задвижки на поводе газа к котлу, БЗК и, при наличии, электрифицированной задвижки на горелках. На рис. 2 и 3 приведены деревья отказов систем защиты без электрифицированной задвижки на горелке и с ней соответственно. Статистические данные об отказах приняты в соответствии с [6].

Поскольку значительная часть оборудования котельной работает от электропитания, также следует рассмотреть аварийные ситуации, связанные с возможными его отказами. Питание водогрейных котельных реализовано от двух независимых источников напряжения через блок автоматического включения резервного питания (рис. 4). Если же оба источника питания (основной и резервный) отключаются, то на котлах закрывается отсечной газовый клапан и перекрывает доступ газа на котел.

Оценим вероятность одновременного отказа обоих источников электропитания. По статистическим данным вероятность отказа одного источника $\sim 10^{-4}$ год⁻¹, а вероятность отказа отсечного клапана $\sim 10^{-3}$ год⁻¹ [6]. Считая отказы каждого из двух источников электропитания и отказ устройства защиты независимыми событиями, получим, что вероятность одновременного отказа обоих источников и устройства защиты равна произведению вероятностей каждого события и составляет $\sim 10^{-11}$ год⁻¹. Таким образом,

неконтролируемая подача газа, связанная с отключением обоих источников электропитания, событие маловероятное и может не рассматриваться.

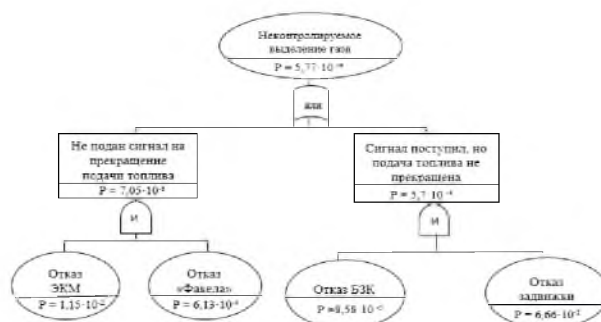


Рис. 2. Дерево отказов автоматики безопасности без электрифицированной задвижки, где P – вероятность отказа, год⁻¹

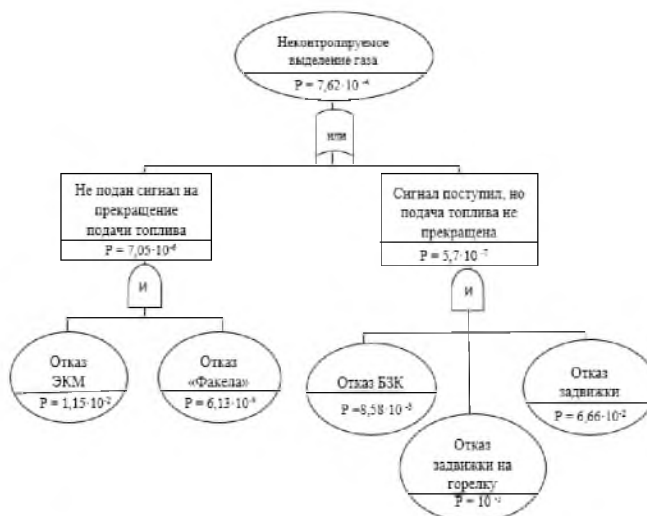


Рис. 3. Дерево отказов автоматики безопасности с электрифицированной задвижкой, где P – вероятность отказа, год⁻¹

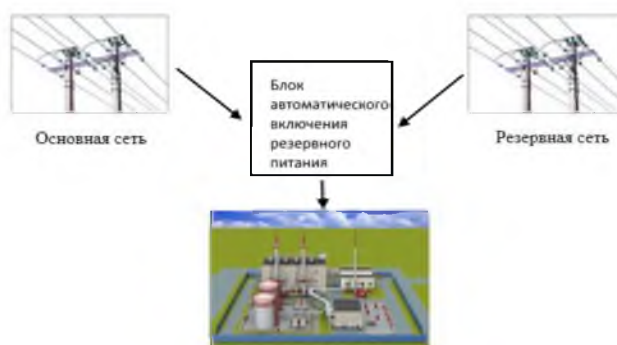


Рис. 4. Схема электропитания котельной

Поскольку предельно допустимая концентрация метана в воздухе рабочей зоны – 7000 мг/м³ [7], получается, что отравление природным газом возможно только во время сна или бессознательного состояния. Поэтому в дальнейшем будут рассмотрены только последствия возгорания и/или взрыва природного газа, вероятность которых гораздо больше.

В табл. 3 приведены сценарии аварий, связанные с понижением давления в технологическом трубопроводе подачи газа в котел при отсутствии ПЗК.

В результате реализации перечисленных в сценариях отказов может происходить либо выделение газа в помещение котельной, либо в объем топки, либо в оба ука-

занных объема. В любом из трех случаев количество газа, которое успеет выделиться после отказа, зависит от обычной подачи (расхода) его на горелке. В том случае, когда газ выделяется и в топку, и в помещение котельной, считаем, что это выделение происходит в равных количествах.

Таблица 3

Сценарии аварий

Обозначение	Описание
С.1	одновременный отказ ЭКМ и прибора «Факел» → отсутствие сигнала на останов котла → выделение газа в объем котла → возможность возгорания или взрыва
С.1.1	одновременный отказ ЭКМ и прибора «Факел» → отсутствие сигнала на останов котла → выделение газа в объем котельной → возможность возгорания или взрыва
С.1.2	одновременный отказ ЭКМ и прибора «Факел» → отсутствие сигнала на останов котла → выделение газа в объем топки и котельной → возможность возгорания или взрыва
С.2	сигнал на останов котла подан → одновременный отказ всех устройств, перекрывающих подачу газа на горелку → выделение газа в объем топки → возможность возгорания или взрыва
С.2.1	сигнал на останов котла подан → одновременный отказ всех устройств, перекрывающих подачу газа на горелку → выделение газа в объем котельной → возможность возгорания или взрыва
С.2.2	сигнал на останов котла подан → одновременный отказ всех устройств, перекрывающих подачу газа на горелку → возможность возгорания или взрыва

В результате расчетов получено, что процентное содержание газа в топке котла и в помещении котельной не превышает 1 %, так как горелки оборудованы мощными вентиляторами, а в помещении котельных содержится большой объем чистого воздуха и имеется естественная вентиляция. Так как для природного газа нижний концентрационный порог воспламенения принимается за 4,5 % объема, верхний концентрационный порог воспламенения за 14,5 %, можно утверждать о невозможности самовоспламенения или взрыва. Поэтому в дальнейшем будут рассматриваться только сценарии с возгоранием газа от внешних источников воспламенения, вероятность которого принимается равной $2,1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$ [6].

Вероятности событий, приводящих к неконтролируемому выделению, определяется с помощью дерева отказов. Считаем, что вероятности выделения газа в топку, в помещения котельной и в оба этих объема одинаковы и равны 1/3, поэтому сценарии С.1, С.1.1, С.1.2, а также сценарии С.2, С.2.1, С.2.2 равновероятны.

Таким образом:

$$P_{C.1} = P_{C.1.1} = P_{C.1.2} = \frac{1}{3} P_{\text{возг.}} P_{\text{отс.сигнала}} \quad (1)$$

$$P_{C.2} = P_{C.2.1} = P_{C.2.2} = \frac{1}{3} P_{\text{возг.}} P_{\text{отк.сист.прекращения подачи топлива}} \quad (2)$$

Итоговые вероятности реализации всех сценариев, а также результаты качественной оценки риска представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты оценки риска

Сценарий	Вероятность реализации сценария, год^{-1}	Качественная оценка вероятности	Качественная оценка последствий	Оценка риска
При отсутствии электрифицированной задвижки на горелках				
С.1, С.1.1, С.1.2	$4,93 \cdot 10^{-8}$	Крайне маловероятное (Е)	Умеренные (3)	Приемлемый
С.2, С.2.1, С.2.2	$4 \cdot 10^{-6}$	Маловероятное (D)	Умеренные (3)	Приемлемый
При наличии электрифицированной задвижки на горелках				
С.1, С.1.1, С.1.2	$4,93 \cdot 10^{-8}$	Крайне маловероятное (Е)	Умеренные (3)	Приемлемый
С.2, С.2.1, С.2.2	$4 \cdot 10^{-9}$	Крайне маловероятное (Е)	Умеренные (3)	Приемлемый

По данным табл. 4 видно, что риск события, реализуемого по любому сценарию, приемлемый, что допустимо для эксплуатации ОПО. Так же это подтверждается данными Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [8, 9], при сравнении полученных расчетных величин с величиной фонового риска аварии на объектах газопотребления и газораспределения за период 2012–2016 гг. (рис. 5 [8]).

$$R_{\text{ф}} = \frac{\text{Количество аварий за год}}{\text{Количество ОПО}} = 5,2 \cdot 10^{-4} \text{ аварий} \cdot \text{год}^{-1} \quad (3)$$

По штатному расписанию в помещении котельной постоянно находится один работающий – машинист водогрейных котлов. Тогда индивидуальный риск за год при работе в 1 смену равен произведению вероятности выделения и возгорания газа в помещении котельной, умноженной на относительную долю рабочего времени ($q = 0,22$), в течение которого работающий находится в опасной зоне [5]:

$$P_{\text{инд}} = q \sum_{i=1}^n P_i, \quad (3)$$

В итоге получаем, что в котельных, где отсутствует электрифицированная задвижка, $P_{\text{инд}} = 2,67 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$, а в других $P_{\text{инд}} = 3,51 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$.

Для производственных объектов допустимый уровень индивидуального риска $R_{\text{инд}} \leq 10^{-6} \text{ год}^{-1}$, допускается увеличение $R_{\text{инд}}$ до 10^{-4} год^{-1} , при этом должны быть предусмотрены меры по обучению персонала действиям при пожаре и по социальной защите работников, компенсирующие их работу в условиях повышенного риска [10].

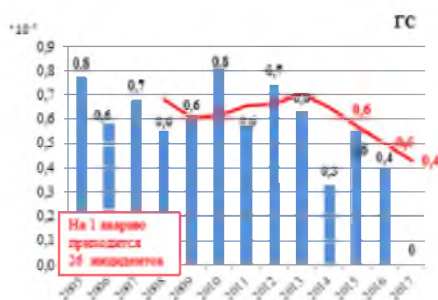


Рис. 5. Фоновый риск аварии на объектах газораспределения и газопотребления

При сравнении двух вариантов автоматики безопасности, применяемой в сетях газопотребления АО «Татэнерго» видно, что включение в технологические защиты электрифицированной задвижки, перекрывающей подачу газа на горелку, повышает уровень надежности системы.

Для обеспечения безопасности штатной работы сетей газопотребления необходимо соблюдать следующие условия в течение всего срока эксплуатации ОПО:

- проведение технического обслуживания, планового текущего ремонта, капитального ремонта в установленные сроки;
- проведение проверок работоспособности датчиков погасания пламени и ЭКМ, автоматических сигнализаторов загазованности в помещениях котельных;
- неисправности регуляторов, вызывающие повышение или понижение рабочего давления, неполадки в работе предохранительных клапанов, а также утечки газа, должны устраняться в аварийном порядке;
- проверять параметры срабатывания предохранительных запорных клапанов, задвижек не реже 1 раза в мес., а также по окончании ремонта оборудования;
- осуществлять контроль загазованности (постоянный, периодический, после длительного простоя). Порядок осуществления контроля загазованности утверждает технический руководитель тепловой станции.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что решение о безопасной эксплуатации опасных производственных объектов – сетей газопотребления ТЭС – обоснованно.

Список использованной литературы

1. Шишкин А. Н., Заместитель Министра энергетики Российской Федерации. «ТЭК России: курс на безопасность» [Электронный ресурс] / А. Н. Шишкин. – Режим доступа : http://riskprom.ru/_ld/2/234_XEJ.pdf.
2. Приказ Ростехнадзора от 15.11.2013 № 542 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 № 30929).
3. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 21.12.2010 № 883-ст).
4. ГОСТ 27.310-95. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения (введен в действие Постановлением Госстандарта России от 26.06.1996 № 429).
5. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
6. ГН 2.2.5.1313-03 «Химические факторы производственной среды. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27.04.2003) (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2003 № 4568).
7. The application of BS EN 61508 to industrial boiler installations. Health and safety executive (2013) [Electronic resource] / Mode of access: <http://www.hse.gov.uk/Research/rpdf/r17.pdf> (date of access 21.10.17).
8. Официальный сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gosnadzor.ru>.
9. Приказ Ростехнадзора №349 от 23.08.2016 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методика установления допустимого риска аварии при обосновании безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса»
10. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 29.07.2017).

УДК 665.7:614

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРОИЗВОДСТВА МАСЕЛ В РОССИИ И ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ НА ПРИМЕРЕ АО «ЗАВОД МАСЕЛ» «АНГАРСКОЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ»

Толстихина Ю.А., магистрант программы «Управление рисками»

Медведева С.А., д-р хим. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрена перспектива производства моторных масел в России. На примере «Завод масел» АО «АНХК» дана оценка некоторых производственных рисков, направлений внедрения инновационных технологий улучшения качества масел и условий труда

Ключевые слова: производственный риск, нефтепереработка.

ANALYSIS OF THE PROSPECTS OF OIL PRODUCTION IN RUSSIA AND ASSESSMENT OF PRODUCTION RISKS BY THE EXAMPLE OF A JOINT-STOCK COMPANY «OIL PLANT» «ANGARSK PETROCHEMICAL COMPANY»

Tolstikhina J.A., master of the program «Risk Management»

Medvedeva S.A., D. Sc., prof

Irkutsk National Research Technical University

The perspective of the production of motor oils in Russia is considered. On the example of the joint-stock company «oil plant» Angarsk petrochemical company assessment of

some production risks, directions of introduction of innovative technologies and improvement of working conditions are made.

Keywords: production risk, oil refining.

Современное автомобилестроение является ведущей отраслью машиностроения промышленности развитых стран, влияющей на процессы их экономического развития. Автомобилестроение дает импульс развитию других отраслей, стимулирует занятость населения в производстве автомобильной техники и ее компонентов. Бурное развитие автомобилестроения и других видов транспорта неотъемлемо связано с развитием и совершенствованием технологии получения моторных масел.

Цель работы заключалась в анализе состояния и перспектив развития отрасли производства моторных масел в России.

Добыча сырой нефти – главного сырья для производства моторных масел растет год от года, обеспечивая перспективу их производства. Примером того может служить деятельность флагамена мировой нефтегазовой промышленности – компании Exxon Mobil. Это крупнейшая из шести нефтяных суперкрупных фирм с ежедневным производством 3,921 миллионов баррелей, осуществляет добычу нефти в различных регионах мира, включая США, Канаду, Ближний Восток и др., имеющая долю в 45 нефтеперерабатывающих заводах в 25 странах мира, располагающая сетью АЗС более чем в 100 странах. ExxonMobil – сегодня участник проекта «Сахалин-1», где владеет 30 % акций проекта. В рамках проекта «Сахалин-1» на месторождении Одопту Exxon Neftegas пробурила скважину на 12,345 километра, ставшую самой длинной в мире по состоянию на конец января 2011 года [1, 2]. Россия по объему первичной переработки нефти занимает третье место в мире, а по объему добычи, по информации ОПЕК на 2016 г. – первое (14,05 % общемировой добычи), опередив Саудовскую Аравию (13 %) и США (12 %) [3].

Потребление моторных масел в мире составляет примерно 60 млн т в условном топливе в год и растет из года в год [4]. Объем потребления смазочных материалов в России в 2014 г. составил 2,5 млн т, что на 14 % больше, чем в 2011 году (2,2 млн т) хотя спрос сократился на 6 % – с 1,6 млн т [5].

Особенностью Заводов масел является то, что они работают практически на вторичном сырье – продуктах переработки нефти, поэтому заводы, как правило, располагаются на территории или вблизи нефтеперерабатывающих предприятий, способствуя экологичности производства в целом.

Наибольший объем производства моторных масел сконцентрирован в Приволжском Федеральном округе (рис. 1). Там сосредоточено почти 40 % всего российского выпуска этого вида продукции. Доля Сибирского Федерального округа составляет 22 %, а Иркутской области – 8 % от общего объема выпуска моторных масел в России [5, 6].

Почти половина российского производства масел принадлежит ОАО «Лукойл». Далее в рейтинге производителей следуют крупные компании – ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Газпромнефть», ОАО «ТНК ВР Холдинг», ОАО «НК Башнефть», ОАО «НК РуссНефть». Доля остальных не превышает 0,1 % выпускаемого объема нефтяных масел.

По данным аналитиков [5] российские предприятия показывают разнонаправленную динамику производства моторных масел. В 2015 г. производство моторных масел в стране осталось на уровне 2014 г. и составило – 519,8 т, но меньше по сравнению с периодом 2010–2013 гг. Однако объем производства в начале 2016 года в натуральном выражении уже вырос на 10 % г/г.

В целом объем рынка моторных масел имеет стабильный рост, благодаря ежегодным приростам в объеме импорта и относительно стабильном выпуске масел отечественными предприятиями. Потребление моторного масла напрямую зависит от благосостояния населения, а от него в свою очередь зависит динамика автомобильного рынка России, который ныне переживает бурный рост.

По оценке агентства «Информанализ», на рынке моторных масел соотношение импортных и отечественных масел составляет 60 % и 40 % соответственно. Однако в настоящее время на рынке все же наблюдается устойчивый рост спроса на российские масла. Поскольку практически все отечественные нефтяные компании освоили выпуск масел уровня качества по API SF/CC классов вязкости по SAE от 5W-30 до 20W-40, соответствующих современным требованиям к моторным маслам, предъявляемым, например, со стороны «АвтоВАЗа».

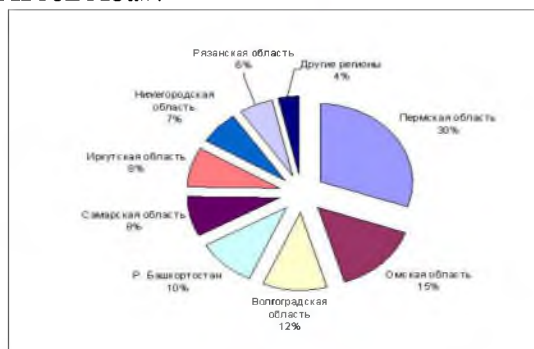


Рис. 1. Структура производства моторных масел по областям РФ, 2007 г.
(Источник: ABARUS Market Research, ФСТС РФ)

Крупнейшим предприятием нефтеперерабатывающей промышленности по переработке нефти и выпуску нефтепродуктов на территории Иркутской области является АО «Ангарская нефтехимическая компания» (АНХК) крупнейшее предприятие Восточной Сибири по переработке нефти, выпуску нефтепродуктов и нефтехимии. В структуре АНХК осуществляет свою деятельность АО «Завод масел» [7, 8]. На заводе масел АНХК производится более 103 наименований товарной продукции.

По ключевым показателям - объему и глубине переработки нефти – АНХК входит в первую десятку среди предприятий отрасли Российской Федерации. О высоком качестве выпускаемой продукции, высоком уровне промышленной безопасности и охраны труда свидетельствуют признанные заслуги предприятия. Так в 2008 году продукция АНХК стала лауреатом ежегодного конкурса «100 лучших товаров России». Золотым и серебряным логотипами отмечены базовые масла «Роснефть basic grade» ряда марок. Система менеджмента АНХК сертифицирована Bureau Veritas Certification на соответствие требованиям ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO/TS 29001 в области качества, экологии и промышленной безопасности и охраны труда (рис. 2).

Однако, как и любое производство, Завод масел является источником загрязнения окружающей среды, к тому же технологии получения моторных масел связаны с использованием вредных и пожароопасных химических веществ (различных растворителей, фенола), оборудования под высоким давлением и др.

В связи с этим к предприятиям такого типа предъявляются высокие требования по использованию герметичного оборудования во всех технологических процессах и операциях, связанных с производством, транспортированием, применением, хранением масла и предотвращением разливов масел.



Рис. 2. Цех расфасовки масел на Заводе масел» АО «АНХК»

В отношении любого опасного производственного объекта в настоящее время требуется обеспечение определенного приемлемого уровня безопасности его работы (допустимого уровня ожидаемых потерь). Для обозначения этого уровня общепринятым является термин «риск», допустимый уровень которого нормируется государством. Для установления величин риска пользуются статистическим материалом по надежности (аварийности, заболеваемости и т. д.) определяемого фактора. Пороговой величиной риска, при которой невозможно принятие положительного решения, является значение больше, чем $1 \cdot 10^{-3}$ [9].

Таблица 1

Идентификация производственных рисков некоторых опасностей на Заводе масел

Опасность	Риск		
	Вероятность	Значимость	Качественное и количественное значение показателя риска
Применение опасных химических веществ	Возможно $1 \cdot 10^{-5}$	Низкая 0,02	Крайне низкий $0,02 \cdot 10^{-5}$
Использование оборудования	Возможно $1 \cdot 10^{-5}$	Низкая 0,02	Крайне низкий $0,02 \cdot 10^{-5}$
Работы, связанные с давлением	Возможно $1 \cdot 10^{-5}$	Низкая 0,02	Крайне низкий $0,02 \cdot 10^{-5}$
Работа с емкостями, трубопроводами, заполненными жидкостями, газом	Возможно $1 \cdot 10^{-5}$	Крайне низкая 0,01	Крайне низкий $0,01 \cdot 10^{-5}$
Чрезвычайные ситуации	Возможно $1 \cdot 10^{-5}$	Умеренная 0,05	Умеренный $0,05 \cdot 10^{-5}$

В табл. 1 приведена идентификация рисков некоторых возможных опасностей на Заводе масел в зависимости от вызывающих их факторов, рассчитанных в виде количества инициируемых событий определенного вида за период 1 год.

Статистические значения рисков в текущей социально-производственной среде оцениваются величиной порядка 10^{-4} . Из таблицы видно, что все риски, связанные с опасными условиями труда и воздействием их на человека, лежат в пределах допустимых значений рисков. При этом предприятием разработана программа управления рисками, включающая соблюдение требований НТД (по пожарной безопасности, охране труда) [8].

В связи с непрерывно увеличивающимся многообразием условий применения масел и смазок, характеризующимся широким диапазоном скоростей, нагрузок и рабочих температур, требуется широкий ассортимент смазочных материалов, различных по физико-химическим и эксплуатационным свойствам, жидких и мазиобразных или твердых при нормальной температуре. В связи с этим производство моторных масел будет совершенствоваться и увеличиваться в объемах производимой продукции, тем более что в настоящее время и в ближайшее десятилетие двигатели внутреннего сгорания останутся основными для различных мобильных машин.

Жесткая конкуренция на рынке современных отечественных моторных масел обязывает российские нефтяные компании постоянно совершенствовать свою продукцию, изготавливать масла по самым передовым инновационным технологиям с использованием эффективных российских и импортных присадок. Искать экологическое сырье для получения новой линейки моторных масел, например, природный газ. Общая тенденция совершенствования технологии масел направлена на развитие смазочных материалов и базовых масел с еще большей чистотой, более низкой испаряемостью и более длительным сроком эксплуатации. Масла нового поколения должны обеспечить защиту систем снижения токсичности выхлопных газов, оказать содействие в сокращении потребления горючего. Создание масел нового поколения с заданным молекулярным составом предполагает использование нанотехнологий и наноматериалов, что повышает риски производства и потребует более жесткого контроля в области охраны труда.

Рынок моторных масел (соотношение импортных и отечественных масел) очень динамичен. В связи с активным ростом российского автопарка и изменением его структуры в пользу автомобилей иностранного производства увеличивается и импорт моторных масел. В целях преимущества и стабилизации российского рынка наши компании должны не только усовершенствовать качество моторных масел, на которые уже наблюдается рост спроса, но и активно проводить рекламную и маркетинговую политику, вплоть до организации пресс-туров на свои предприятия с приглашением журналистов и блогеров из разных стран.

Список использованной литературы

1. Ekson_Mobil [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/ExxonMobil>
2. Exxon Mobil (Эксон Мобил) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://economic-definition.com/US_companies/Exxon_Mobil_Ekson_Mobil__
3. Какое место занимает Россия по добыче нефти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forexneft.ru>...mesto-zanimaet-rossiya-po...nefti/
4. Восстановление отработанного масла – Основные средства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://os1.ru/.../7540-vosstanovlenie-otrabotannogo-masla-nenujnye-problemy-ili-zo...>
5. Обзор российского рынка смазочных масел [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-russian-lubricants-market-rus/%24FILE/EY-russian-lubricants-market-rus.pdf>
6. Колтыкова Е. Рынок моторных масел в России. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.indexbox.ru/news/Proizvodstvo-motornyh-masel-v-Rossii-nestabilno/>.
7. АО «Ангарская нефтехимическая компания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www/aoanhk.rosneft.ru>.
8. Производство масел. АО «Ангарская нефтехимическая компания» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : rosneft.ru...of...Proizvodstvo...Angarskaja...kompanija/.
9. Медведева С.А. Экологический риск. Общие понятия, методы оценки / С.А. Медведева // XXI век. Техносферная безопасность. – № 1 (1). – 2016. – С. 67–81.

УДК 504.062.2

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА МАШИНИСТА ЭКСТРУДЕРА

Шилович Л.В., магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Игнатович И.А., к.т.н., доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»

Авторами ставится задача идентифицировать вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте машиниста экструдера. Провести их количественную оценку по методике, а также предложить мероприятия по уменьшения профессионального риска на рабочем месте машиниста экструдера.

Ключевые слова: травматизм, профессиональный риск.

EVALUATION OF PROFESSIONAL RISK OF THE DRIVER OF THE EXTRUDER

Silovich, L. V., graduate student of the Department «Safety and harmonious life»

Ignatovich I. A., candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department «Safety and harmonious life»

Federal state budgetary educational institution of higher professional education «Omsk state technical University»

The authors seeks to identify harmful and hazardous production factors at the workplace of the machinist of the extruder. To conduct a quantitative assessment on the methodology and to propose measures for reduction of occupational risk at the workplace of the machinist of the extruder

Key words: traumatism, occupational risk.

Сегодня, вопросы оценки профессиональных рисков являются актуальными. Одной из основных задач демографической политики Российской Федерации до 2025 года является: «сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехода в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками (включая информирование работников о соответствующих рисках, создание системы выявления, оценки и контроля таких рисков), а также за счет экономической мотивации для улучшения работодателем условий труда [1].

Работодатели, создающие новые рабочие, места должны знать, как современная техника и технологии производств влияют на здоровье и безопасность работников. Какие могут быть вредные и опасные производственные факторы. Быть уверенными, что их производство не окажет негативного влияния на здоровье человека, а если технология производства такова, что нельзя полностью исключить все вредные и опасные производственные фактора, тогда необходимо разрабатывать мероприятия по уменьшению этих факторов.

Первоочередной задачей на вновь созданном рабочем месте является проведение специальной оценки условий труда. Специальная оценка условий труда является комплексом мероприятий по идентификации вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных [1]. Также специальная оценка позволяет узнать о имеющихся на рабочем месте рисках повреждения здоровья.

Технический прогресс принес в наш век новую технику, технологии и соответственно появление новых должностей и профессий. Для многих людей является загадкой, чем занимается машинист экструдера. И что это за техника с непривычным слуху названием. Между тем, в каждом доме есть изделия, сделанные на данном агрегате, а должность машинист экструдера является востребованной. С помощью экструзионных линий изготавливаются пленки, пвх профиль, пластиковые изделия, а руководит процессом производства этих изделий машинист экструдера.

Экструзионная линия – это агрегат состоящий из множества вращающихся и движущихся механизмов и узлов. В качестве опасностей, воздействующих на рабочем месте машиниста экструдера следует рассматривать:

1. Химические опасности, так как при термоокислительной деструкции полимеров в воздух рабочей зоны выделяются следующие вещества: формальдегид, ацетальдегид, оксид углерода, уксусная кислота. При концентрации продуктов термоокислительной деструкции полимеров выше предельно допустимой, возможны хронические и острые отравления.

2. Механические опасности:

- падение, спотыкание, в результате россыпи сырья,
- падение с высоты, в результате отсутствия ограждения,
- затягивание в подвижные части машины,
- падение груза.
- порезы частей тела;
- не исправность блокировочных устройств.

Механические опасности, могут привести к травме.

3. Электрические опасности:

- пробой изоляции,
- неисправность заземление,
- статическое напряжение.

4. Термические опасности:

- опасность ожога при контакте частей тела с частями оборудования, имеющими высокую температуру.

5. Организационные недостатки:
– отсутствие инструкций по охране труда, производственных инструкций, плакатов, памяток.

– отсутствие аптечек,

– допуск к работе без обучения, стажировки, инструктажа по охране труда.

6. Опасность возгорания:

– в результате попадания массы сырья на нагретые части оборудования, в результате не герметичности плоскощелевой головки.

Несмотря на то, что на рабочем месте машиниста экструдера присутствуют множество опасностей, при проведении специальной оценке условий труда было установлено, что условия труда машиниста экструдера являются допустимыми (2 класс условий труда). В табл. 1 представлены результаты специальной оценке условий труда.

Таблица 1

Оценка условий труда по вредным и опасным факторам

Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда
Химический	2
Биологический	–
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2
Шум	–
Инфразвук	–
Ультразвук	–
Вибрация общая	–
Вибрация локальная	–
Неионизирующие излучения	–
Ионизирующие излучения	–
Параметры микроклимата	2
Световая среда	2
Тяжесть трудового процесса	2
Напряженность труда	2
Итоговый класс условий труда	2

Следует отметить, что при проведении специальной оценке условий не предусмотрено проведение измерений и исследований различных факторов производственной среды и трудового процесса по следующим показателям:

- естественное освещение;
- коэффициент пульсации освещенности, яркость;
- освещенность рабочей поверхности в производственных помещениях;
- электромагнитные поля, создаваемые ПЭВМ;
- большинство показателей напряженности труда;
- травмоопасность на рабочих местах;
- психологические и эмоциональные нагрузки.

Определим количественную оценку риска по методики [3], результаты представим в табл. 2.

Согласно ГОСТ Р 12.0.010.2009 [3] была проведена оценка профессионального риска на рабочем месте машиниста экструдера, и было установлено, что риск относится к категории – умеренный.

Недаром, аксиома о безопасности жизнедеятельности гласит: «Любая деятельность потенциально опасна», однако главная задача работодателя – это свести риски к минимуму. Таким образом, при проведении специальной оценке условий труда, рабочее место машиниста экструдера было отнесено ко второму классу.

При оценки профессионального риска, было выявлено, что риск относится к категории умеренный. Следовательно, требуются разработка мероприятий по снижению риска.

В качестве мероприятий по снижению рисков на рабочем месте машиниста экструдера следует рассматривать:

- 1) Профотбор.
- 2) Обучение, стажировки, инструктажи.
- 3) Проведение инструктажей пятиминутки перед началом рабочего дня.
- 4) Распространение листовок, памяток по безопасным способам и приемам выполнения работ.
- 5) Ежегодное проведение проверок знаний.
- 6) Проведение первичного и периодического медицинского осмотра.
- 7) Учет и своевременная выдача специальной одежды, а также смывающих и обезвреживающих средств.
- 8) Регулярное проведение производственного контроля.
- 9) Соблюдение графиков чистки вентиляционных систем, чистки светильников, а также регулярная замена перегоревших ламп.
- 10) Применение чек листов.

Таблица 2

**Определение количественной оценки риска
на рабочем месте машиниста экструдера**

Идентифицированные опасности	Возможный ущерб	Весовой коэффициент	Качественное значение вероятности наступления ущерба	Весовой коэфф. вероятности наступления ущерба	Численное значение вероятности (частоты) наступления ущерба	Риски по идентифицированным опасностям (Б.3)	Оценка значимости риска по отдельной опасности	Риск на рабочем месте	Оценка значимости риска на рабочем месте (Б.3)
	По табл. Б.1		По табл. Б.2						
Воздействие химических аэрозолей	средний	10	высокая	7	7/34=0,21	2,1	низкий	10,65	Умеренный
Падение, в результате россыпи сырья или пролитых жидкостей	малый	5	Средняя	3	3/34=0,09	0,45	низкий		
Опасность падения с высоты	большой	15	средняя	3	3/34=0,09	1,35	низкий		
Затягивание в подвижные части машины	большой	15	средняя	3	3/34=0,09	1,35	низкий		
Падение груза	большой	15	средняя	3	3/34=0,09	1,35	низкий		
Электрический ток	средний	10	средняя	3	3/34=0,09	0,9	низкий		
Статическое напряжение	малый	5	средняя	3	3/34=0,09	0,45	низкий		
Термическая	малый	5	средняя	3	3/34=0,09	0,45	низкий		
Возгорания	большой	15	средняя	3	3/34=0,09	1,35	низкий		
Организа-ционные	средний	10	средняя	3	3/34=0,09	0,9	низкий		

Двадцать первый век принес нам новые рабочие места. Новая техника и новые технологии позволяют работодателям создавать такие рабочие места как машинист экструдера с допустимыми условиями труда. Однако опасности травмирования все же имеются. Проведя оценку профессионального риска на рабочем месте машиниста экструдера, а также используя результаты специальной оценки условий труда, было установлено, что рабочее место машиниста экструдера отвечает гигиеническим нормам, однако необходимо проводить систематическую оценку опасностей.

Список использованной литературы

1. Указ Президента РФ от 09.10.2007 № 1351 (ред. от 01.07.2014) «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» // Консультант Плюс. Версия Проф [Электронный ресурс]. – дата обращения 23.10.2017).
2. Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) «О специальной оценке условий труда // Консультант Плюс. Версия Проф [Электронный ресурс]. – дата обращения 23.10.2017).
3. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 10.12.2009 № 680-ст) // Консультант Плюс. Версия Проф [Электронный ресурс]. – дата обращения 23.10.2017).
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности : учеб. Для вузов / С.В. Белов и [др.] // Под общ. Ред. С.В. Белова. – 7-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2007. – 616 с.
5. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки производственных рисков. Практикум, Иркутск: Изд-во ИРГТУ. -2014.-180 с.

Раздел 2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность как составная часть единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

УДК 614.841.22

**ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ
ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Альшакова А.С., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Просвирина Д.С., магистрант программы «Пожарная безопасность»

*Южно-Уральский государственный
(национальный исследовательский) университет*

Рассмотрен процесс производства ферросплавов на металлургическом предприятии. Выявлены основные проблемы, связанные с пожаровзрывоопасными свойствами пыли ферросплавов. Предложены необходимые исследования для снижения вероятности пожаров и взрывов на производстве ферросплавов.

Ключевые слова: пожар, взрыв, ферросплавы.

**DUST-AIR MIXTURES OF FERROALLOY PRODUCTION
EXPLOSION HAZARD**

Alshakova A.S., master of the program «Fire safety»

Prosvirina D.S master of the program «Fire safety»

South Ural State (National Research) University

Ferroalloys production process at metallurgical enterprise is considered. The main problems associated with fire and explosive properties of ferroalloy dust have been identified. The necessary studies are proposed to reduce the probability of fires and explosions in a production of ferroalloys.

Key words: fire, explosion, ferroalloys.

На сегодняшний день, производство ферросплавов – это одна из востребованных и стратегически важных отраслей отечественной металлургии. Ферросплавы – это сплавы железа с кремнием, марганцем, хромом, вольфрамом и другими элементами, применяемые в производстве стали для улучшения ее свойств и легирования.

Выплавка ферросплавов производится как в открытых печах, так и в закрытых сводом печах, с последующим обеспыливанием отходящих газов в системе газоочистки.

Ферросплавное производство относится к взрывопожароопасному, так как в процессе получения ферросплавов образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, которые создают опасность возникновения пожаров и взрывов на предприятии, а также угрозу для жизни и здоровья работников.

Из литературных источников известно, что при производстве ферросплавов – ферросилиция, феррохрома, ферросиликохрома, силикокальция, ферромарганца неоднократно имели место аварии, связанные с образованием и взрывом их аэрозвесей.

При изготовлении ферросплавов взрывоопасными технологическими процессами являются процессы дробления, измельчения, отсева, транспортирования, брикетирования, а также процессы пылеочистки в аспирационной системе и пылеулавливающих устройствах. Запыленный газ отсасывается из печи и подается в систему газоочистки. Для очистки технологических газов в ферросплавных цехах применяется различные системы газоочистки.

При производстве ферросплавов возможно распространение взрыва (пожара) по технологической цепочке, связывающей отдельное оборудование и аппараты. Распространение взрыва также возможно по воздуховодам аспирационной системы с выходом за пределы технологического оборудования, вовлекая во взрывной процесс осевшую на его поверхности и строительных конструкциях пыль.

В настоящее время на ферросплавных предприятиях скопились десятки тысяч тонн уловленной газоочистными сооружениями пыли. Пыль, собранная в газоочистных сооружениях, хранится в биг-бэгах и при продолжительном хранении способна самовоспламениться. Из-за свойств пыли ферросплава самовоспламениться, пожар или взрыв возможен не только при воздействии источника зажигания, но и при определенных условиях окружающей среды.

Такая обстановка угрожает экологии и создает взрывопожароопасную обстановку на предприятии, поэтому для решения этой проблемы на предприятиях разрабатываются технологии повторного использования пыли ферросплавов в производстве.

Одним из основных направлений борьбы с отходами является реализация концепции безотходного производства, которая заключается в эффективной утилизации и повторном использовании пыли ферросплавного производства, в частности, гранулирования ферросплавов, брикетирования путем превращения пыли в кусковой материал (брэкс). В результате брикетирования мелкое сырье вновь будет пригодно для закладки в металлургические печи [1].

В технологии повторного использования пылей особый интерес представляет изучение влияния технологических параметров процесса производства ферросплавов на физико-химические и взрывопожароопасные свойства пылей и пылевоздушных смесей, в состав которых могут входить пыли FeSi, FeMg, FeCr и др.

Свойства пылевоздушных смесей определяются температурой газо-воздушной смеси, скоростью движения пылевоздушного потока, содержанием в газовой смеси газов, которые в открытых печах сгорают непосредственно над колошником, а затем разбавляются воздухом, дисперсным составом пыли, удельной поверхностью, химическим составом газовой фазы пылевоздушной смеси.

Например, газы, выделяющиеся из печей, выплавляющих ферросплавы, имеют температуру 200–250 °С, очищенный колошниковый газ закрытых ферросплавных печей является высококалорийным топливом с теплотворной способностью 9250–10 500 кДж/м³, содержание в газовой смеси угарного газа составляет от 10 мг/м³ и более. Характеристика газопылевоздушной смеси, образующейся при выплавке ферросплавов в открытых рафинировочных печах, представлена в табл. 1.

Из литературных источников известно, что пыли в смеси с газами могут образовывать так называемые «гибридные смеси», которые являются более взрывопожароопасными, чем компоненты их образующие. Особенности горения гибридных смесей характеризуются наличием горючего газа, который снижает НКПР пламени пыли в 2–3 раза, увеличивает скорость нарастания давления и значение взрывного давления пыли воздушной смеси, снижает минимальное взрывоопасное содержание кислорода и увеличивает флегматизирующую концентрацию инертных газов, а также увеличивает вероятность возникновения взрыва при увеличении энергии зажигания. Для газов она на два порядка выше, чем для пыли, поэтому наличие газов в смеси резко увеличивает вероятность взрыва (табл. 1)[2].

Пыли отдельных ферросплавов и пылевоздушные смеси ведут себя по-разному и их взрывопожароопасные свойства отличаются. Вследствие этого при производственной деятельности металлургических заводов возникают проблемы, связанные с пожаровзрывоопасностью пылегазовоздушной смеси отходов от производства ферросплавов.

В настоящее время взрывопожароопасные свойства пыли при производстве отдельных ферросплавов достаточно изучены (табл. 2).

Однако для повторного использования пыли в технологии брикетирования необходимо изучение технологических, физико-химических и взрывопожароопасных свойств пыли ферросплавов и пылевоздушных смесей, в составе которых могут присутствовать несколько видов пыли.

Таблица 1

Характеристика газопылевоздушной смеси, образующейся при выплавке ферросплавов в открытых рафинировочных печах

Ферросплав	Мощность трансформатора печи, МВА	Количество газопылевой смеси, выделяющейся из одного агрегата, тыс. м ³ /ч	Температура газопылевой смеси (на входе в шахту, °С)	Содержание пыли в газопылевой смеси, г/м ³	Среднее содержание в газопылевой смеси, мг/м ³				
					CO	SiO ₂	NO ₂	CrO ₃	MnO ₂
Феррохром низкоуглеродистый	5–7	80–85	80–90	1,0–1,2	10	–	20	3	–
Марганец металлический (электротермический)	5	80–85	80–90	0,4–0,5	10	6	20	–	12,5

Таблица 2

Показатели взрывопожароопасности пыли ферросилиция [3]

Марка сплава	Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), г/м ³	Минимальная энергия зажигания (W _{min}), мДж	Максимальное давление взрыва (P _{max}), кПа	Скорость нарастания давления при взрыве, кПа·с ⁻¹	Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК) по объему, %	Температура самовоспламенения, °С
ФС75	150	280	620	26 000	15	860

Для снижения вероятности пожаров и взрывов необходимо провести анализ взрывопожарной и пожарной опасности производства брикетирования ферросплавов: изучить состав и свойства пылевоздушной смеси после газоочистки, определить физико-химические свойства пылевоздушной смеси, температуру воспламенения и самовоспламенения пыли, нижний концентрационный предел распространения пламени, максимальное давление взрыва, а также разработать мероприятия, по взрывопожарной опасности, направленные на защиту людей от опасных факторов пожара.

Список использованной литературы

1. Экологическая программа ЧЭМК : Работа с твердыми отходами. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://chelindustry.ru/left_prom2.php?tt=3&tr=1&ids=3665
2. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли / А.Я. Корольченко. – М.: Изд-во Химия, 1986. – 216 с.
3. ГОСТ 1415-93. «Ферросилиций. Технические требования и условия поставки».
4. ГОСТ 12.1.041-83. «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования».

УДК 614.843

**МЕРЫ СНИЖЕНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ
НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА**

Гуляев М.В., доцент

Романцов И.И., к.т.н., старший преподаватель

Долговых К.С., магистрант направления Техносферная безопасность

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Рассмотрены проблемы исполнения подрядными организациями требований промышленной безопасности при ведении работ на месторождениях, из-за чего возникают аварийные ситуации, в которых страдает рабочий персонал.

Ключевые слова: нефтегазодобывающая промышленность, несчастный случай.

EMERGENCY DECREASE MEASURES ON THE OIL AND GAS FIELDS

Gulyaev M.V., assistant professor

Romantsov I.I., Ph.d, senior lecturer

Dolgovyh K.S., graduate student, major: Technosphere Safety

National Research Tomsk Polytechnic University

Abstract: oil and gas producers face the problem of industrial safety execution by contractors when working on fields, what causes emergencies when the field personnel are injured.

Key words: oil and gas production industry, accident.

В Уставе Международной организации труда (МОТ) изложены принципы, согласно которым работники должны быть защищены от опасных и вредных факторов, связанных с их работой. Различные источники ежегодно подсчитывают, что от несчастных случаев на производстве и болезней в мире умирает порядка 2 миллионов человек. Более 100 миллионов человек страдают от профессиональных заболеваний, связанных с работой, а число несчастных случаев, не связанных со смертельным исходом, составляет более 300 миллионов в год. Поэтому проблемы охраны труда и производственной безопасности остаются актуальными в производственной среде, не смотря на растущий уровень технологий контроля и систем безопасности.

Цель: выявить наиболее характерные нарушения в части организации и осуществления производственного контроля, а также предложить меры эффективного контроля и снижения возникновения опасных ситуаций на производстве.

В экономическом плане МОТ подсчитала, что более 4 % годового ВВП мира теряется вследствие профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве. Работодатели сталкиваются с потерей квалифицированного персонала, прогулами и высокими страховыми взносами из-за несчастных случаев на производстве и болезней вызванных трудовой деятельностью. Тем не менее многое из этого можно предотвратить с помощью внедрения эффективных методов предупреждения, отчетности, а также своевременных инспекций.

По статистике Международной ассоциации производителей нефти и газа (OGP) около 80 % несчастных случаев со смертельным исходом в 2008 году вызваны деятельностью подрядчиков. За 2015 год, уровень несчастных случаев со смертельным исходом на месторождениях составлял 65 % среди подрядных организаций против 35 % среди сотрудников компаний т. е. ущерб от сбоев в работе подрядчиков огромен. Все крупнейшие нефтегазовые компании обращают пристальное внимание на этот элемент Системы управления производственной безопасностью [1].

Согласно докладу о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2016 год в России на поднадзорных опасных производственных объектах нефтегазодобывающей промышленности произошло 8 аварий, что на 9 аварий (53 %) меньше, чем в 2015 году (17 аварий) [2].

Распределение происшествий по годам в нефтедобывающей промышленности указано в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что общее число происшествий за 2016 год заметно снизилось по сравнению с 2015 годом.

Случаев смертельного травматизма на объектах газодобывающей промышленности не зарегистрировано.

Таблица 1

Происшествия

Год	Травматизм	Групповые несчастные случаи		
		Общее число случаев	Пострадало	Погибло
2015	19	7	19	9
2016	12	3	6	1

Общий ущерб от происшедших аварий за 2016 год составил 119 млн 530 тыс. рублей, тогда как за аналогичный период 2015 года общий ущерб составлял 1 млрд 168 млн рублей [2].

В результате анализа аварийности, зафиксированного в 2016 году, установлено, что 40 % от общего количества аварий связаны со взрывами и пожарами на объектах, доля которых по сравнению с тем же периодом 2015 года возросла на 22 %.

Уменьшилось количество аварий, связанных с разливами нефтесодержащей жидкости и разрушением технических устройств, которое снизилось с 3 до 1 случая и в доленом отношении с 28 % до 20 %, и аварий с открытыми выбросами и фонтанами, которое снизилось с 5 до 1 случая и в доленом отношении с 45 % до 20 %.

Основной же причиной всех аварийных случаев явилась разгерметизация основных элементов трубопроводов из-за коррозии технических устройств.

Однако, несмотря на то, что большинство аварий связано с технической составляющей, в ее основе лежит человеческий фактор.

Для всех опасных производственных объектов нефтегазодобывающей промышленности организациями должны разрабатываться планы мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, в которые входят требования:

- оперативных действий персонала по локализации и предотвращению аварий;
- методов и способов ликвидации аварий и их последствий;
- мероприятий по эвакуации людей, которые не заняты ликвидацией аварии, за пределы опасной зоны;
- способов минимизации возможных взрывов и загораний, а также уменьшения тяжести последствий аварий.

На ряду с этим эксплуатирующая организация должна утвердить порядок допуска и организации безопасных работ, который должен регламентировать допуск подрядных организаций на опасный производственный объект. Часто монтаж, ремонт и другие операции проводятся сторонними организациями, поэтому очень важно регулировать проведение такого рода работ. Основным документом, который регулирует проведение работ там, где имеются значительные факторы производственной опасности, является наряд-допуск. Перечень таких работ, порядок оформления нарядов-допусков, а также перечни должностей специалистов, имеющих право выдавать и утверждать наряды-допуски, утверждаются техническим руководителем организации. Конечно, выполнение таких работ может разрешаться и без наряда-допуска, но с оформлением регистрации в специальном журнале работ, которые обладают повышенной опасностью.

Для выявления проблем в области безопасности, можно выделить несколько этапов. Например, проектирование и эксплуатирование опасного производственного объекта.

Рассматривая первый – проектировку, сталкиваемся с проблемой того, что нет четкой связи между проектной, подрядной и эксплуатирующей организацией. Проектировщики, не понимая технологический процесс, не могут учесть все вредные и опасные факторы производства, из-за чего условия труда могут быть либо не комфортными для работника, либо опасными. Эксплуатирующая организация при выполнении заказа зачастую не может выполнить те или иные требования нормативно-правовых документов, т. к. они противоречат друг другу, а заказчик при этом не участвует в процессе

монтажа или строительства объекта на конкретных этапах работ. Так же при проектировании должны исключаться застойные или тупиковые зоны в трубопроводах и технологическом оборудовании, поскольку они приводят к более интенсивному воздействию коррозии. Вместе с этим должны исключаться зоны контакта разнородных металлов и сплавов, чтобы предотвратить электрохимическую коррозию. Помимо проектирования, существуют особые требования к использованию технических устройств на опасных производственных объектах рассматриваемой отрасли. Технические устройства должны снабжаться системой защиты от аварии, которая должна переводить их в безопасное состояние или производить безопасное отключение при превышении параметров, которые предусмотрены технологическим регламентом.

На втором этапе – эксплуатации опасного объекта – проводят оценки условия труда, контролируют и проверяют все этапы технологического процесса. Большинство аварий возникает на этом этапе, например, при проведении пуска оборудования, поэтому его пуск после ремонта, капитального ремонта или монтажа проводят только после получения положительных результатов приемо-сдаточных испытаний. Поскольку нефтегазовая промышленность имеет дело с образованием гидратов и пробок при эксплуатации оборудования, то в обязательном порядке должны предусматриваться меры по предотвращению образования пробок и взрывоопасных смесей, которые могут образоваться при замерзании жидкостей или в процессе гидратообразования. Оборудование должно оснащаться необходимыми ограждениями, которые устанавливают безопасные зоны подхода к нему для персонала. Снятие ограждений должно автоматически исключать пуск в работу оборудования. Любые конструктивные изменения в технических устройствах должны сопровождаться проведением экспертизы промышленной безопасности, которая позволит идентифицировать безопасность эксплуатации таких объектов. В случае превышения срока эксплуатации технических устройств их дальнейшая эксплуатация завершается. Дальнейшая их эксплуатация возможна только после проведения экспертизы промышленной безопасности.

Однако данные ежегодного отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 12 месяцев 2016 года показывают, что не все проверки осуществляются. Так, из запланированных к проведению 13 796 контрольных проверок службами производственного контроля фактически проведено 9610 проверок (что составляет 69,7 % от плана), что указывает на неэффективность производственного контроля.

Из выявленных наиболее характерными нарушениями в части организации и осуществления производственного контроля являются:

- нарушение сроков проведения проверок или формальность их проведения;
- отсутствие контроля за своевременным устранением выявленных нарушений;
- отсутствие контроля за своевременным проведением экспертизы промышленной безопасности технических устройств, зданий, сооружений [2].

Таким образом для эффективного контроля и снижения возникновения опасных ситуаций на производстве необходимо:

1) После принятия решения о строительстве новых производственных объектов, организовать работу по ознакомлению проектной организации с действующими аналогичными объектами будущего строительства. Данный подход позволит сотрудникам проектной организации более эффективно вникнуть в особенности строящегося объекта и учесть все технологические нюансы на стадии проектирования.

2) При составлении графиков проверок учесть возможность приглашения специалистов с аналогичных производств для обеспечения тщательного и эффективного контроля проведения проверок на производстве. Данная процедура позволит устранить возможный факт фиктивного контроля. Это также даст возможность специалистам обмениваться опытом при проведении проверок.

3) учреждения, ведущее работу по подряду должны находится под постоянным контролем отделов охраны труда и промышленной безопасности организации в местах ведения работ.

4) При выявлении нарушений на объекте составлять рекомендационное письмо и направлять его по всем объектам аналогичного производства.

5) Внедрить меры поощрения эксплуатирующих организаций за своевременное выполнение проектов при строительстве, эксплуатации и т. д. без инцидентов.

Данные мероприятия будут способствовать как повышению эффективности мероприятий по охране труда, так и более тесному сотрудничеству организаций в области защиты работников от опасных и вредных факторов производства.

Список используемой литературы

1. Липчанский Д.С., Романцов И.И., Гуляев М.В. Мероприятия по выявлению и устранению опасных ситуаций в нефтегазовой отрасли // Успехи Современной Науки. – Т. 1. – № 5, 2017.

2. Доклад о правоприменительной практике контрольно-надзорной деятельности в Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору при осуществлении федерального государственного надзора в области промышленной безопасности за 2016 год.

3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

УДК 614.8

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Ерыгина А.Н., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Дроздова Т.И., доцент кафедры промышленной экологии и БЖД

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Проведен статистический анализ происшествий, аварий на водном транспорте при перевозке нефтепродуктов и выявлены возможные причины развития этих аварий. Выполнено моделирование наиболее опасной аварийной ситуации с разрушением резервуара, содержащего дизтопливо. Разработан ситуационный план развития аварии с указанием зон поражающих факторов.

Ключевые слова: пожарные риски, нефтепродукты, транспорт.

FORECASTING ESTIMATION OF FIRE RISKS IN THE TRANSPORT OF OIL PRODUCTS BY WATER TRANSPORT

Erygina A.N., master of the program «Fire safety»

Drozdova A.A., Associate Professor of the Department of Industrial Ecology and Life Safety
Irkutsk National Research Technical University

A statistical analysis of accidents, accidents on water transport during transportation of oil products has been carried out and the possible reasons for the development of these accidents have been identified. The modeling of the most dangerous emergency situation with the destruction of a tank containing diesel fuel is performed. A situational plan for the development of the accident was developed, indicating the zones of damaging factors.

Key words: fire risks, oil products, transport.

Большая протяженность территории нашей страны затрудняет своевременное обеспечение отдаленных северных районов жизненно необходимыми товарами. Процесс грузоперевозки связан с определенными сложностями: состояние магистральных дорог, либо их отсутствие в районах Крайнего Севера, а самое главное – безопасность перевозок пожароопасных грузов.

Цель данной работы – рассмотреть нефтеналивное судно как источник техногенной опасности, оценить аварийные риски при перевозке нефтепродуктов водным транспортом.

Обсуждение результатов и методы исследования

Изучение статистики грузооборота товаров показывают, что масштабность перевозимого груза для обеспечения различных отраслей народного хозяйства и жизненных потребностей жителей регионов растет с каждым годом. На рис. 1 представлен общий товарооборот страны за 2010–2016 годы [1].

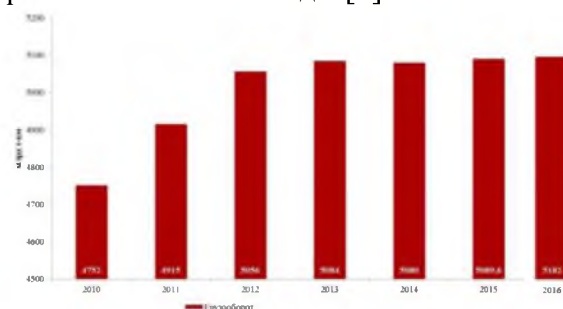


Рис. 1. Динамика грузооборота и объема перевезенных грузов

За 2016 г. всеми видами транспорта было перевезено 24,8 млн тонн груза и 96,6 млн человек.

Распределение перевозок всех видов грузов за летний период 2016 года в Иркутской области представлено на рис. 2.

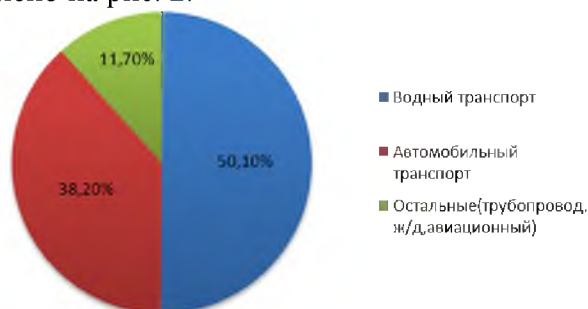


Рис. 2. Доля грузооборота

Перевозка грузов водными путями составляет свыше 50 %. Кроме того, водный путь доставки грузов в районы Крайнего Севера является приоритетным.

Так как в северных регионах страны, где сосредоточен огромный массив значимых для страны природных богатств и перспективных объектов в зоне вечной мерзлоты, наблюдается полное отсутствие инфраструктуры, кроме воздушных и водных сообщений. Это затрудняет поставку товаров для предприятий и населения. Для обеспечения нефтепродуктами и промышленными товарами районы Крайнего Севера введен комплекс мероприятий под названием «Северный завоз», который осуществляется через Осетровский речной порт.

В летний период главным звеном при выполнении «Северного завоза» является Осетровский речной порт (ОРП). Через ОРП проходит практически 80% грузов для северных районов Иркутской области, Республики Саха (Якутия) и прибрежных арктических районов от Хатанги до Колымы (рис. 3).

Современная инфраструктура ОРП включает в себя 1844 метров причального фронта, развитую сеть внутрипортовых железнодорожных путей, сообщаемых со станцией Лена (Восточно-Сибирская железная дорога), пассажирский речной вокзал в центре г. Усть-Кут. Порт располагает развитым складским хозяйством: 11 крытых складов общей площадью 70 000 кв. м; открытые складские площади – 391 000 кв. м. По-

мимо речного флота, в составе появились и морские суда, всего насчитывается 79 единиц флота.

Большая часть грузов в Осетровский порт доставляется в г. Усть-Кут железнодорожным транспортом до ст. Лена, далее в Осетровском порту перегружается на речной транспорт и после следуют до пункта назначения.



Рис. 3. Карта водных путей и территории обеспечения грузами районы Крайнего Севера через Осетровский речной порт

Основной объем перевозимых грузов (более 50 % – около 110 тыс. тонн) составляют топливно-энергетические ресурсы: уголь, сырая нефть, газоконденсат – пожароопасные грузы. Пожароопасные грузы перевозятся нефтеналивными танкерами и баржами грузоподъемностью от 600 до 3000 тонн. Обеспечение безопасности при перевозке грузов водным транспортом осуществляется в соответствии с Кодексом внутреннего водного транспорта Российской Федерации [2], а также [3,4].

Анализ статистических данных происшествий, аварий на водном транспорте при перевозке нефтепродуктов показал возможность развития опасных ситуаций, приводящих к пожарам. В табл. 1 приведены статистические данные о пожарах на водном транспорте в России в период с 2011 по 2016 года [5].

Таблица 1

Статистические данные пожаров на водном транспорте 2011–2016 гг.

Год	Повреждено/ уничтожено единиц	Количество пожаров, ед.	Прямой материальный ущерб, млн руб
2011	80/4	23 396	379
2012	86/9	24 240	1890
2013	62/12	23 361	2134
2014	248/17	23 092	2291
2015	68/8	20 810	2573
2016	234/13	19 303	2092

Причинами возникновения аварийной ситуации при перевозке нефтепродуктов танкерами могут быть:

- нарушение технологического процесса погрузки/разгрузки нефтепродуктов;
- нарушение технологического процесса бункеровки;
- повреждение корпуса танкера (при посадке на мель, столкновение судов между собой, навал и т. д.)

При аварийном проливе нефтепродуктов (дизтоплива) возникает ситуация, приводящая к пожару пролива. Для оценки поражающих факторов этой аварии используем программный комплекс ТОКСИ+ риск, а также методику определения расчетных величин пожарного риска [6-8].

Моделирование аварийных ситуаций проводим при условии реализации наиболее опасных сценариев - полное разрушение танкера с дизтопливом. Для прогнозной оценки аварии принимались следующие условия: стратификация F (наихудшие условия рассеяния при минимальном горизонтальном и вертикальном движении атмосферы), скорость ветра 1–2 м/с., средняя температура в период навигации 20 °С, направление ветра – Северо-Запад. Танкер находится на причале.

При таких сценариях развития аварий возможна реализация следующих событий:

- мгновенное воспламенение пролива дизтоплива с возникновением огненного шара или пожара пролива;
- отложенное воспламенение образование облака топливо-воздушной смеси (ТВС), в штилевых условиях, с последующим взрывом или возникновением пожара-вспышки или пожара пролива;
- рассеивание облака ТВС, при наличии ветра, без воспламенения.

Логические «дерево событий» представлены на рис. 4.

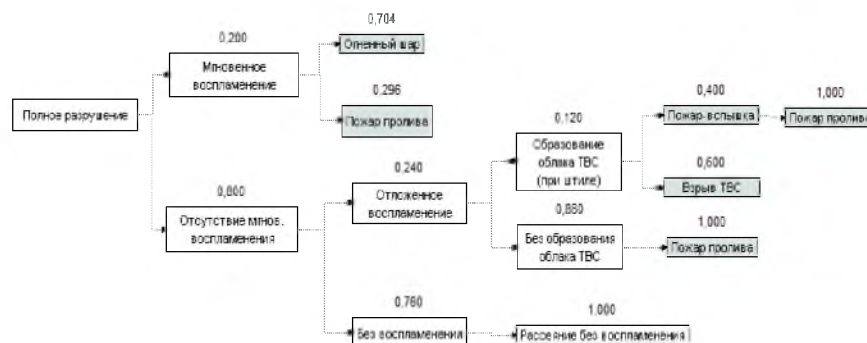


**Рис. 4. Дерево событий аварийной ситуации
«Полное разрушение резервуара, содержащего дизтопливо»**

Моделирование аварии пожара пролива для самой опасной ситуации (разрушение резервуара с дизтопливом в танкере) показало возможность поражения тепловым излучением людей. Сравнение результатов детерминированных критериев поражения приведено в табл. 2.

Зависимость интенсивности теплового излучения от расстояния, представленная на графике (рис. 5) показывает, что на расстоянии 100-127 м персонал может получить ожоги.

Смертельное поражение может получить персонал на расстоянии до 60 м (рис. 6).

Ситуационный план аварии показан на рис. 7. Экипаж судна находится в эпицентре аварии, что означает 100% вероятность смертельного поражения при данной аварийной ситуации. Для береговой зоны в зону поражения попадают помещения порта, где опасности смертельного поражения нет.

Таблица 2

**Сводная таблица расчетов для сценария «Полное разрушение резервуара»
для события «Пожар пролива»**

Название критерия	Методика определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2010 [7]	
	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны, м
Воспламенение резины	14,8	60,71
Воспламенение древесины	13,9	64,31
Непереносимая боль через 3–5 сек	10,5	79,95
Непереносимая боль через 20 сек.	7	101,01
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	127,41
Без негативных последствий	1,4	197,63

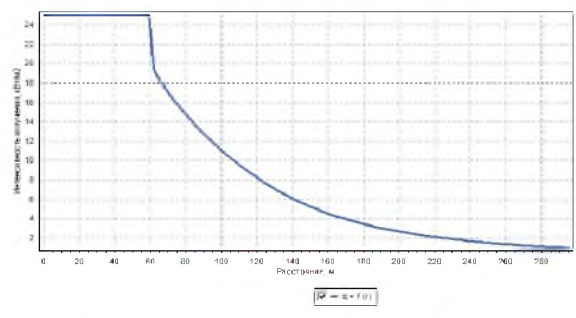


Рис. 5. График зависимости интенсивности излучения от расстояния при пожаре пролива дизтоплива

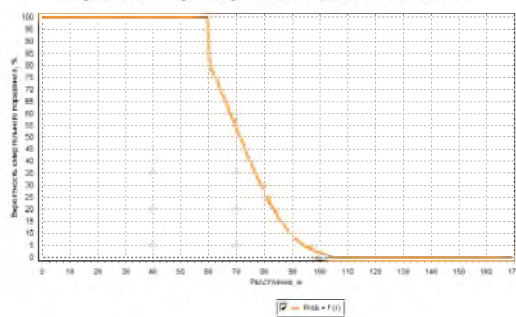


Рис. 6. Вероятностный график смертельного поражения при сценарии «Полное разрушение резервуара»



Рис. 7. Ситуационный план аварийной ситуации при развитии сценария «Полное разрушение оборудования с дизтопливом»

Закключение: нарушение технологического процесса погрузки/разгрузки нефтепродуктов, а также нарушение технологического процесса бункеровки может привести к аварийным ситуациям, связанным с проливом топлива. Показано, что при пожаре пролива с мгновенным воспламенением вероятность смертельного поражения для экипажа судна остается высокой.

Список использованной литературы

1. Быркова Е. Обзор рынка грузоперевозок: статистика и тенденции [Электронный ресурс] / Быркова Е. – Режим доступа : <http://www.провэд.рф>.
2. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 N 24-ФЗ (ред. от 03.07.2016).
3. Минтранса РФ от 24.12.2002 № 158 (ред. от 22.04.2003) «Об утверждении Правил пожарной безопасности на судах внутреннего водного транспорта Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 04.01.2003 № 4091).
4. Постановление Правительства РФ от 06.03.2012 № 193 (ред. от 10.08.2016)
5. МЧС Статистика пожаров [Электронный ресурс] / МЧС. – Режим доступа : <http://www.mchs.gov.ru>.
6. Девисилов В.А., Дроздова Т.И., Тимофеева С.С. Теория горения и взрыва : практикум : учебное пособие. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2015. – 384 с.

7. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 (ред. от 14.12.2010) «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2009 N 14541).

8. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков. Практикум. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2015.-152 с.

УДК 504.054

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ АММИАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Залюбовский М.Н., магистрант кафедры
техносферной безопасности и аналитической химии

Щербакова Л.В., кандидат химических наук, доцент кафедры
техносферной безопасности и аналитической химии

Алтайский государственный университет

Представлена система нейтрализации утечек аммиака из промышленных холодильников с использованием газовой и водяной установок автоматического пожаротушения. Принцип действия системы основан на блокировании образования аммиачного облака при помощи углекислого газа, а также высокой растворимости аммиака в воде. К достоинствам предложенной системы следует отнести эффективность, надежность, относительную простоту и невысокую стоимость.

Ключевые слова: пищевая промышленность, аммиак, пожаротушение.

NEUTRALIZATION EMISSIONS OF AMMONIA ON THE ENTERPRISES OF FOOD INDUSTRY

Zalybovskiy M.N., graduate student of the department of
technospheric safety and analytical chemistry

Shcherbakova L.V., candidate of chemical sciences, associate professor of the department of
technospheric safety and analytical chemistry

Altai State University

This is a system for neutralizing ammonia leakages from industrial refrigerators with using gas and water automatic fire extinguishing systems. The principle of the system is based on blocking the formation of an ammonia cloud with the help of carbon dioxide, and the high solubility of ammonia in water. The advantages of this system is efficiency, reliability, relative simplicity and low cost.

Keywords: food industry, ammonia, fire extinguishing.

В промышленных холодильных установках в качестве основных хладагентов используются аммиак и хладоны [1]. Вместе с тем, данные вещества не безопасны как для человека, так и для окружающей среды.

Хладоны разрушают озоновый слой [2], а при высоких температурах, например, во время пожара, превращаются в фосген – боевое отравляющее вещество, использовавшееся в Первой мировой войне. Аммиак, в свою очередь, является сильнейшим ядом, относящимся к аварийно химически опасным веществам (АХОВ) 4 класса опасности. На живые организмы аммиак оказывает удушающее и нейротропное воздействие [3], взрывоопасен в смеси с воздухом (при концентрациях в пределах от 15 до 28 объемных процентов аммиака) [4]. При вдыхании аммиак вызывает отек легких и поражает нервную систему человека. Сильно раздражает кожные покровы и слизистую оболочку глаз [5]. Аммиак в 1,7 раза легче воздуха, поэтому при аварии, например, на промышленном холодильнике, в случае выброса в атмосферу, распространяется на большие расстояния.

В соответствии с «Правилами безопасности аммиачных холодильных установок» (ПБ 09–595–03) предельно допустимая концентрация (далее – ПДК) аммиака в производственных помещениях составляет 20 мг/м³, в атмосфере населенных пунктов и

внутри жилых помещений $0,04 \text{ мг/м}^3$, а максимальная разовая концентрация в атмосферном воздухе населенных пунктов – $0,2 \text{ мг/м}^3$ [6].

Несмотря на это, аммиак нашел свое применение в промышленных холодильниках благодаря своей доступности и относительно невысокой цене. В соответствии с техническими характеристиками растворимость аммиака в воде составляет 700 объемов вещества на 1 объем воды при 20°C , т. е. для осаждения и нейтрализации 15 000 л аммиака теоретически необходимо 20,42 л мелкораспыленной воды.

Техногенную опасность представляет повреждение технических узлов и трубопровода промышленного холодильника с выбросом аммиака, которое может произойти по различным причинам: человеческий фактор (нарушение технологического процесса, либо правил пожарной безопасности), стихийное бедствие, (например, землетрясение), превышение нормативного срока эксплуатации (технический износ). Более половины промышленных холодильников введены в эксплуатацию еще в СССР и проработали по 25–30 лет [7, 8]. Следовательно, возрастает опасность возникновения техногенной аварии по причине износа технологического оборудования.

На хладокомбинатах проблемы предотвращения выбросов аммиака и обеспечение пожарной безопасности решаются параллельно [9]. Оборудование для определения наличия выброса и нейтрализации аммиака не связано со штатными средствами тушения пожаров. Однако существует реальная возможность задействовать «мощности» газовой и водяной установок автоматического пожаротушения для нейтрализации аварийных выбросов аммиака, что и предлагают авторы данной работы. Предлагаемый способ характеризует принципиальная схема использования автоматических установок пожаротушения для нейтрализации выбросов аммиака, представленная на рис. 1.

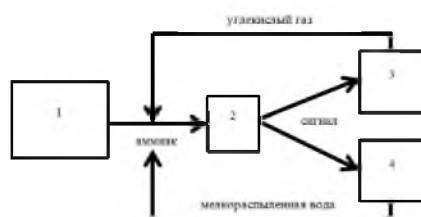


Рис. 1. Принципиальная схема использования газовой и водяной установок автоматического пожаротушения для нейтрализации выброса аммиака: 1 – промышленный холодильник; 2 – датчик для определения концентрации аммиака в воздухе; 3 – газовая установка автоматического пожаротушения; 4 – водяная установка автоматического пожаротушения

В соответствии с рис. 1, принцип действия предлагаемой схемы нейтрализации выбросов аммиака заключается в объединении системы контроля уровня загазованности и оповещения об аварийных утечках с газовой и водяной системами автоматического пожаротушения. При разгерметизации промышленного холодильника 1 происходит выброс аммиака. Повышение уровня аммиака в воздухе фиксирует датчик-сигнализатор (газоанализатор) концентрации паров аммиака 2. От датчика электрический сигнал поступает в блоки управления газовой 3 и водяной 4 автоматическими системами пожаротушения. К месту выброса подается углекислый газ, который препятствует образованию аммиачного облака и созданию взрывоопасных воздушных смесей, а затем – мелкораспыленная вода, растворяющая получаемый карбонат аммония. При снижении концентрации аммиака в производственном помещении до значений ПДК, датчик-анализатор выключает установки автоматического пожаротушения.

Использованная вода по специальным дренажным каналам попадает в фильтрационные установки с активированным углем, очищается и сбрасывается в канализацию.

К преимуществам предлагаемой схемы можно отнести 100-процентную автоматизацию процесса предотвращения выброса аммиака в атмосферу при аварии, надежную защиту персонала от негативного воздействия АХОВ, относительную простоту и невысокую стоимость. Предложенный вариант автоматической защиты от выбросов

аммиака позволит повысить техногенную устойчивость промышленных холодильных установок.

1. Althouse, Andrew D., Carl H. Turnquist, and Alfred F. Bracciano. 2003. Modern Refrigeration and Air Conditioning, 18th Edition. Tinley Park, IL : Goodheart-Wilcox Publishing.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 мая 1995 г. № 526 «О первоочередных мерах по выполнению Венской конвенции об охране озонового слоя и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой».

3. Camargo, J.A. and A. Alonso. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. Environment International 32: P. 831-849.

4. Dugdale, R.C., F.P. Wilkerson, V.E. Hogue, and A. Marchi. 2007. The role of ammonium and nitrate in spring bloom development in San Francisco Bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science 73(1-2):P. 17-29.

5. Григоренко М.М. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие. – СПбГУ-ЭФ, 2008. – 112 с.

6. Правила безопасности аммиачных холодильных установок (ПБ 09–595–03). – М. : Госгортехнадзор, 2003.

7. Белозеров Г.А., Медникова Н.М., Пытченко В.П. Анализ промышленной безопасности систем холодоснабжения действующих предприятий АПК и возможные пути их реконструкции//Холодильная техника. – № 8, 2006. – С. 22–27.

8. Овчаренко В. С., Афонский В. П. Основные аспекты комплексного подхода к расширению применения аммиачного оборудования в холодильной промышленности//Холодильная техника № 7, 2001. С. 13–15.

9. Осьмачко А.А., Береснева Н.А., Петров Е.Т. Особенности безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок. Безопасность труда в промышленности. – Выпуск 4, 2000. – С. 55–57.

УДК 614.841.224

РЕТРОСПЕКТИВА ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Захарченко А.Н., *сотрудник Главного управления МЧС России по Иркутской области*

Тимофеева С.С., *д-р техн. наук, профессор*

Гармышев В.В., *канд. техн. наук*

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Используя методы анализа социальной и математической статистик, выполнены исследования социально-экономических последствий пожаров за 1972–2016 гг. в Иркутской области: по количеству, прямому ущербу, гибели и травмированию людей. На основании существующей методологии дана оценка основных интегральных пожарных рисков на территории региона. Установлено, что уровень пожарной безопасности в области не отвечает современным требованиям безопасности.

Ключевые слова: пожар, риск.

RETROSPECTIVE ASSESSMENT OF THE MAIN FIRE RISKS ON THE TERRITORY OF IRKUTSK REGION

Zakharchenko A. N., *employees of the Main Department of EMERCOM of Russia
in the Irkutsk region*

Timofeeva S.S., *D. Sc., prof/*

Garmyshev V.V., *Cand. Of tech*

Irkutsk National Research Technical University

Using methods of analysis social and mathematical statistics, performed research on the socio-economic impact of fires in 1972–2016 in the Irkutsk region: in number, direct damage, death or personal injury. On the basis of the existing methodology for the estimation

of the basic integral fire risks in the region. Established that the level of fire safety in the region does not meet modern safety requirements.

Key words: fire, risk.

Ускорение темпов и расширение масштабов производственной деятельности, урбанизация в современных условиях неразрывно связана с использованием энергосыщенных технологий и опасных веществ. В результате возрастает потенциальная угроза для здоровья и жизни людей, окружающей среды, материальной базы производства. Постоянно растет число техногенных аварий и катастроф, среди которых пожары занимают лидирующие позиции [1].

Исследования показали, что Иркутская область за последние 17 лет (2000–2016 гг.) имеет устойчивые и самые высокие социально-экономические показатели последствий пожаров среди 12 субъектов Сибирского федерального округа (СФО) [1]. Так, на Иркутскую область ежегодно в среднем приходилось 17,2 % пожаров от общего их количества в округе, 20,1 % материального ущерба и 17,4 % гибели людей [2]. Установлено [3], что на территории области за 2000–2016 гг. ежегодно в среднем возникало более 4 тыс. пожаров. В дым и пепел превращались ценности, ежегодный материальный ущерб составлял около 300 млн руб. В огне пожаров погибало более 300 и травмировались до 250 человек [3].

Основываясь на данных последствий пожаров и существующих методов, целью работы является ретроспективный анализ и оценка интегральных пожарных рисков в одном из крупнейших и значимых регионов России – Иркутской области.

Как отмечают авторы [2,4], исследование и получение данных последствий пожаров позволит определить область исследований, направленных на поиск путей снижения риска, минимизации потерь от пожаров, а также расходов общества на пожарную безопасность.

Объект исследования

Общая площадь Иркутской области 774 846 км², что составляет 15,0 % территории СФО и 4,53 % всей территории России. На современной карте Иркутской области находится 33 административных района, 22 города, 55 поселков городского типа, 365 сельских поселений [3]. В табл. 1 представлены данные численности населения в регионе за период с 1972 по 2016 гг.

Таблица 1

Численность населения в Иркутской области за 1972–2016 гг.

Год	Количество жителей, тыс. чел.	Год	Количество жителей, тыс. чел.	Год	Количество жителей, тыс. чел.
1	2	3	4	5	6
1972	2347,5	1987	2867,5	2002	2581,7
1973	2462,3	1988	2843,2	2003	2577,7
1974	2378,9	1989	2830,6	2004	2560,8
1975	2393,4	1990	2794,8	2005	2545,3
1976	2472,3	1991	2797,0	2006	2526,9
1977	2487,7	1992	2793,8	2007	2513,8
1978	2524,9	1993	2784,1	2008	2507,6
1979	2559,5	1994	2764,2	2009	2505,5
1980	2623,2	1995	2748,1	2010	2428,7
1981	2639,8	1996	2727,3	2011	2427,9
1982	2687,4	1997	2708,1	2012	2424,3
1983	2712,3	1998	2686,2	2013	2422,1
1984	2741,7	1999	2667,8	2014	2418,3
1985	2787,2	2000	2644,1	2015	2414,9
1986	2826,1	2001	2623,1	2016	2412,8

Динамика основных показателей последствий пожаров приведена на рис. 1–3.

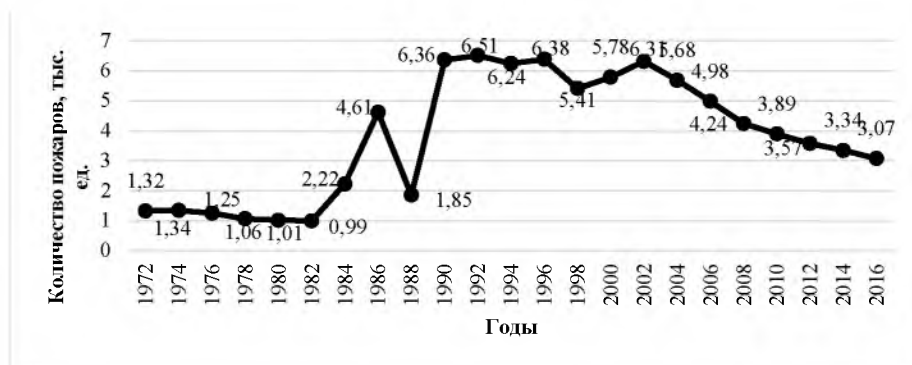


Рис. 1. Динамика количества пожаров в Иркутской области

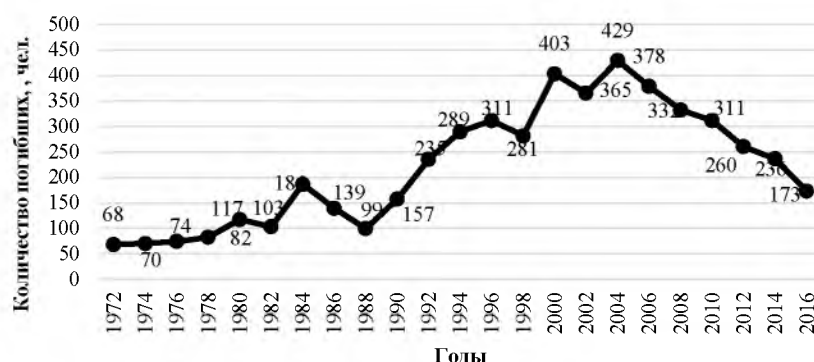


Рис. 2. Динамика гибели людей при пожарах в Иркутской области

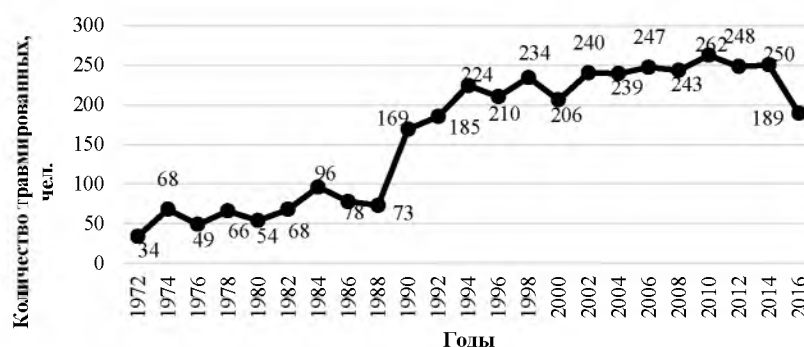


Рис. 3. Динамика травмирования людей при пожарах в Иркутской области

Последние десятилетия показали, что наука о риске становится одной из ведущих не только в мире, но и в России [1-4]. Современная жизнь человечества чрезвычайно чувствительна в отношении необходимости рисковать. Риски связаны со свойством случайности происходящих событий в мире процессов. Риск существует везде, где есть неопределенность будущего. Риск – это неизбежная реальность для всех. Он был, есть и будет везде: в природе, техносфере, обществе и экономике [4,5].

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей [6].

В практике МЧС России все большее внимание уделяется оценке пожарных рисков. Без подобных исследований невозможно решить проблему повышения уровня пожарной безопасности в регионе, стране [4].

На основании данных последствий пожаров в Иркутской области за 1972–2016 гг. были определены следующие показатели основных интегральных пожарных рисков по методике [1-5] :

- риск для любого человека оказаться в зоне действия опасных факторов пожара в течение года (число пожаров, приходящихся на одного человека), пожар · человек⁻¹ · год⁻¹;
- риск для любого человека погибнуть на пожаре (количество погибших от числа проживающих), жертва · человек⁻¹ · год⁻¹;
- риск для любого человека травмироваться на пожаре (количество травмированных от числа проживающих), жертва · человек⁻¹ · год⁻¹;

Динамика значений перечисленных выше пожарных рисков представлена на рис. 4–6.

В соответствии со статьей 79 Технического регламента «О требованиях пожарной безопасности» [6], нормативное значение индивидуального пожарного риска регламентируется на уровне 10^{-6} в год. В представленной работе период наблюдения составляет 45 лет, что вполне может считаться достаточно объективным для формирования обоснованных выводов в оценке основных интегральных пожарных рисков на территории Иркутской области.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что на территории Иркутской области на каждые 10 тыс. жителей приходилось около 18 пожаров, на каждые 100 тыс. жителей округа приходилось до 14 человек погибших и более 11 травмированных. Это позволяет сделать вывод, что уровень противопожарной защиты объектов, расположенных на территории Иркутской области, не соответствует нормативным требованиям [6].

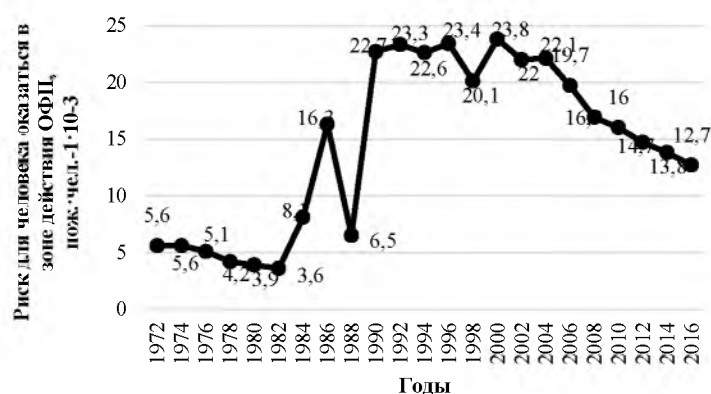


Рис. 4. Динамика значений риска для любого человека в Иркутской области оказаться в зоне действия опасных факторов пожара

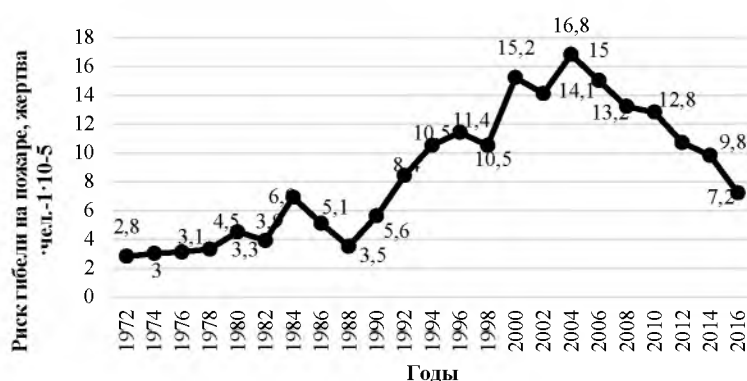


Рис. 5. Динамика значений риска погибнуть при пожаре (количество погибших от числа проживающих) в Иркутской области

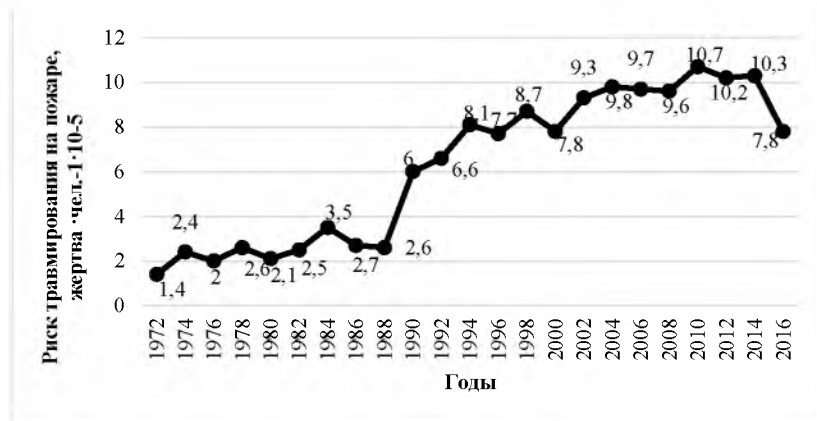


Рис. 6. Динамика значений риска травмироваться при пожаре (количество травмированных от числа проживающих) в Иркутской области

2. Полученные результаты исследования говорят о низкой эффективности функционирования систем предотвращения пожара и противопожарной защиты в регионе. В связи с этим в настоящее время необходима разработка и реализация оперативно-управленческих решений, направленных на снижение пожарных рисков путем координированного повышения эффективности работы подразделений ГУ МЧС России по Иркутской области, а также прямого финансирования социально и экономически обоснованных мероприятий.

Список использованной литературы

1. Гармышев В.В. О динамике пожарных рисков в Сибирском федеральном округе / В.В. Гармышев // Вестник ВСГТУ.
2. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Оценка пожарной опасности субъектов Российской Федерации Сибирского федерального округа на основе комплексного показателя пожарных рисков / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев // Фундаментальные исследования.
3. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Оценка пожарной опасности в муниципальных образованиях Иркутской области / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев // Вестн. Забайкал. гос.ун-та.
4. Брушлинский Н.Н. [и др.] Управление пожарной безопасностью субъектов Российской Федерации на основе анализа пожарных рисков / Н.Н. Брушлинский [и др.] // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций.
5. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски. Вып.1 Основные понятия / Н.Н. Брушлинский – М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 57 с.
6. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008г. № 123-ФЗ // Собр. Законодательства РФ. – 2008. – 30 (ч.1) – Ст. 3579.
7. Гармышев В.В. Оценка экологического риска пожаров в городских агломерациях (на примере г. Иркутска) и пути его снижения: дис. ...канд. тех. наук / В.В. Гармышев. – Иркутск, 2003. – 155 с.
8. Анализ оперативно-служебной деятельности Управления надзорной деятельности и профилактической работы Иркутской области за 2016 г. Иркутск: ГУ МЧС России по Иркутской области, 2016. – 12 с.
9. Анализ обстановки с пожарами и последствиями от них на территории Российской Федерации за 2016 год. – М. : Департамент надзорной деятельности МЧС России. – 21 с.
10. Лупанов С.А., Зуева Н.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2004 г. / С.А. Лупанов, Н.А. Зуева // Пожарная безопасность.
11. Лупанов С.А., Зуева Н.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2008 г. / С.А. Лупанов, Н.А. Зуева // Пожарная безопасность.

12. Лупанов С.А., Зуева Н.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2012 г. / С.А. Лупанов, Н.А. Зуева // Пожарная безопасность.

13. Лупанов С.А., Зуева Н.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2015 г. / С.А. Лупанов, Н.А. Зуева // Пожарная безопасность.

УДК 550.34; 69.07

АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И МОДЕЛИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА

Кузнецова И.В., магистрант программы «Управление рисками»

Бержинская Л.П., кандидат техн. наук, доцент

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Приведен ретроспективный анализ чрезвычайных ситуаций природного характера на территории РФ. Представлены данные о землетрясениях. Изучены методики расчета сейсмического риска. Предложены методики расчета риска, в зависимости от исходных данных и целей расчета.

Ключевые слова: сейсмический риск, модели расчета, землетрясения.

ANALYS OF EMERGENCY SITUATIONS AND THE MODEL OF SEISMIC RISK

Kuznetsova I. V., master

Berzhinskaya L.P., Ph.D., Associate Professor

Timofeeva S.S., D. Sc., prof.

Irkutsk National Research Technical University

The article shows a retrospective analysis of emergency situations on the territory of the Russian Federation. The data on earthquakes. Have been studied method of calculation of seismic risk. Proposed risk calculation methods, depending on the input data and calculation purposes. The proposed risk calculation methods are divided, depending on the input data and the calculation purposes.

Key words: seismic risk, calculation models, earthquakes.

Быстро развивающийся научно-технический прогресс кардинально изменил мир за последние сто лет, однако природно-техногенные катастрофы, как и в прошлые века, вызывают гибель людей, социальные потрясения и огромные материальные потери, являясь, по существу, дестабилизирующим фактором устойчивого развития общества. Возникновение ЧС природного характера контролировать невозможно. Однако обществу под силу не только спрогнозировать размер вероятного социального и экономического ущерба при реализации различных ЧС, но и принимать превентивные мероприятия для смягчения их последствий. Так, на Всемирной конференции по уменьшению стихийных бедствий в Йокогаме (1994 г.), была разработана общая стратегия, девизом которой стал принцип «Предупреждать катастрофы, ослаблять их последствия и быть готовыми к ним – экономически более выгодно, чем реагировать на них». «Невозможно достичь устойчивого экономического роста и сбалансированного развития страны без осуществления необходимых мер по уменьшению потерь от стихийных бедствий» [1].

Цель работы – анализ методов и подходов оценки сейсмических рисков, с целью ранжирования методик в зависимости целей расчета и имеющихся исходных данных.

Исследования проводятся методом статистического и сравнительного анализа. Объектами исследования являются методики расчета сейсмического риска, предложенные российскими и зарубежными авторами.

По данным академика В.И. Осипова [1] «демографические и социально-экономические изменения в мире способствуют росту числа природных катастроф и увеличению ущерба от них т. к. зоны развития опасных природных процессов все чаще пересекаются с зонами хозяйственного освоения и компактного проживания людей». Согласно статистике, в начале XX века во всем мире за год было зарегистрировано по-

рядка 10 крупных природно-техногенных ЧС, в 40–60-х годах прошлого века их число возросло до 65, а в конце столетия количество катастроф достигло почти 200.

Еще более ускоренными темпами растет материальный ущерб, связанный с природными катастрофами. В последние 40 лет экономические потери в мире удваивались примерно каждые 7 лет. По данным Международного центра катастроф (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, www.cred.be), только в 2008 г. природные опасности стали причиной гибели 235 тыс. чел. [Фролова]. По мнению академика В.И. Осипова [1] экономический ущерб только от шести видов опасных природных ЧС составляет в среднем 150 млрд долларов в год, а к 2050 г. он может достичь 300 млрд долларов.

В России насчитывают свыше 30 видов природных ЧС, размер ущерба от которых зависит не только от интенсивности каждой из катастроф, но и от уровня развития общества и условий его жизнедеятельности [2]. На основании ретроспективного анализа можно сделать вывод о динамике частоты и тяжести ЧС, а также о социальных потерях населения за исследуемый период на территории России [3]. Статистические данные [3] показывают, что несмотря на сокращение количества ЧС природного характера на территории РФ за последние 10 лет (с 2007–2017 по сравнению с 2000–2007 г.г.), количество пострадавших при ЧС увеличилось в несколько раз, что говорит о необходимости более детального подхода к предварительной оценке различных видов риска, опирающейся на местные данные и условия при разработке и выборе методики расчета, а также последующего совершенствования системы управления рисками. Следовательно, повышается актуальность изучения самих методов оценки риска, с необходимостью расчета различных видов риска для территорий с высокой частотой реализации природных ЧС, и выработке превентивных мер по минимизации этих рисков и их негативных последствий.

Динамика изменения числа пострадавших от ЧС по годам представлена на диаграмме (рис. 1).



Рис. 1. Число пострадавших в результате природных ЧС за исследуемый период

К основным ущербообразующим опасностям природного характера для объектов техносферы и населения, изучаемым в рамках данной работы, относят землетрясения. В статье [1] приводятся такие данные: «При землетрясении в японском городе Кобе (1995 г.) погибли 5,5 тыс. человек, пострадали 1,8 млн человек, а экономический ущерб составил 131,5 млрд долларов. Землетрясение в Китае (2008 г.) унесло жизни почти 70 тыс. человек, 2,4 млн человек пострадали, а экономический ущерб оценивается в 150–200 млрд долларов».

Землетрясения на территории Российской Федерации также являются наиболее опасным природным явлением. В зонах высокой сейсмической опасности проживают порядка 20 млн человек. Более 20 % территории РФ, на которой эксплуатируются атомные, гидро- и тепловые электростанции и иные критически важные объекты КВО расположены в сейсмически активной зоне. Ускоряющийся процесс урбанизации сейсмоопасных территорий при низком качестве строительства приводит к значительным материальным потерям и неоправданно большим человеческим жертвам. В зоне 9-

балльной сейсмичности находится Билибинская АЭС, в 7-балльной - Нововоронежская и Кольская АЭС. В 10-балльной зоне расположены Чиркейская, Миатлинская, Чирютская гидроэлектростанции; в 9-балльной – Саяно-Шушенская, Белореченская, Иркутская, Илымская и Усть-Среднеканская ГЭС; в 8-балльной – Зейская ГЭС. Десятки гидро- и тепловых электростанций расположены в 7-балльной зоне, в том числе Красноярская ГЭС.

Из вышеизложенного понятен интерес к использованию методов анализа сейсмического риска и методик обоснования мероприятий по защите населения и территории от возможных ЧС. Для оценки риска в результате реализации землетрясения используется понятие «сейсмический риск», смысловая интерпретация которого у разных исследователей неоднозначна. Так, например, *сейсмический риск* – это вероятность социального и экономического ущерба от возможных землетрясений в соответствии с расчетной сейсмической опасностью территорий и уязвимостью строительных и природных объектов» [4].

В работах американского специалиста, профессора А. Корнелла понятие сейсмический риск – это вероятность наступления в некотором регионе землетрясений определенной интенсивности за определенный отрезок времени [5].

В работах ЦНИИСК, ИФЗ АН СССР понятие «сейсмический риск» связывают с вероятностью разрушения сооружений [6].

Для расчета сейсмического риска используются различные модели риска, в зависимости от принятых исходных данных и показателей, необходимых для получения результатов на основе использования методов теории вероятности, статистического анализа и математического моделирования.

Модель ИФЗ АН СССР [6]

Согласно модели риска, предложенной коллективом авторов В.И. Кейлиса-Борока, И.Л. Нерсесова и А.М. Яглома, экономический эффект от использования антисейсмических мероприятий при строительстве конкретных типов зданий определяется разницей между дополнительными капиталовложениями, затраченными на антисейсмические мероприятия при строительстве и экономией от предотвращенных убытков при землетрясении [7].

В результате расчета определяются:

1. Предотвращенные убытки за N лет по формуле (1):

$$G_{RN} = \sum_{n=1}^N \sum_{C=C_{min}}^{C=C_{max}} L_{CB} D_{CR}^{(n)(1+d)^{-n}}, \quad (1)$$

где G_{RN} – предотвращенные за N лет убытки при усилениях, соответствующих расчетной сейсмичности объекта R ;

C_{min}, C_{max} – соответственно минимальная и максимальная интенсивности (в баллах) землетрясения, которые учитываются при расчетах убытков от землетрясений;

L_{CB} – среднегодовое число землетрясений с балльностью C при максимальной балльности на данной площадке, равной B (считается, что $L_{CB} \leq 1$ при $C \geq 7$);

D_{CR} – предотвращенный ущерб при землетрясении интенсивностью C баллов для объектов с расчетной сейсмичностью R ;

d – норма эффективности капиталовложений ($1/d$ называется иногда нормативным сроком окупаемости).

2. Чистая экономия от мероприятий по сейсмоусилению объектов при их строительстве рассчитывается по формуле (2):

$$E_N = G_{RN} - \delta_R, \quad (2)$$

где δ_R – стоимость антисейсмических мероприятий при расчетной сейсмичности объекта R баллов.

Относительная величина предотвращенного ущерба d_{CR} вычисляется по формуле (3):

$$d_{CR} = D_{CR} / \delta_R. \quad (3)$$

Следовательно,

$$D_{CR} = Q_{CO} - Q_{CR}, \quad (4)$$

где Q_{CO} – величина ущерба при землетрясении интенсивностью C ; и $R=0$ при отсутствии антисейсмических мероприятий; Q_{CR} – то же, при антисейсмических мероприятиях, соответствующих расчетной сейсмичности R баллов.

Особое внимание уделено определению значения L_{CB} – числу сотрясений территории при прогнозируемой сейсмической активности из определенных очаговых зон.

В заключении авторы метода сделали вывод, что антисейсмические мероприятия при строительстве зданий необходимо предусматривать даже тогда, когда они непосредственно не окупаются. Следует не только предотвращать материальные убытки, снижая отдельные источники опасности, но и, прежде всего, обеспечить безопасность населения.

Модель ЦНИИСК [6]

В модели авторов Я.М. Айзенберга и А.И. Неймана (Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций имени В. А. Кучеренко) при проектировании следует учитывать два критерия: один экономический, второй неэкономический, т. е. критерий, определяемый заданной минимальной надежностью или максимальным допускаемым сейсмическим риском [8].

Для сооружений с чисто экономической ответственностью достаточно учитывать один критерий – оптимальности антисейсмических усиления сооружений, за который принимаются средневероятные полные затраты, связанные с сейсмической опасностью. Оптимальные затраты на антисейсмические мероприятия определяются путем минимизации целевой функции, соответственно критерию оптимальности (5):

$$R = R_a + R_{ac}(I_c, T_0, R_a) = \min \quad (5)$$

где R – полные затраты, связанные с сейсмостойкой опасностью и относящиеся к данному зданию или сооружению;

R_a – первоначальные затраты на антисейсмические усиления зданий и сооружений;

$R_{ac}(I_c, T_0, R_a)$ – стоимость восстановления (ущерба) зданий и сооружений всех вероятностных (прогнозируемых) землетрясений за расчетный срок службы объектов.

Данная методика расчета основана на экономических показателях, однако помимо затрат на антисейсмические мероприятия учитывается и сейсмологические данные – степень опасности возможного сейсмического воздействия, повторяемость сейсмических событий за остаточный срок службы сооружения.

Модель Дж. Грандори

Среди зарубежных авторов Дж. Грандори внес наибольший вклад в исследование проблемы эффективности затрат на антисейсмические мероприятия. Согласно методике анализ сейсмического риска базируется на следующих предпосылках [9]:

1) Эффекты на поверхности земли (разрушение сооружений, материальные потери или человеческие жертвы), вызываемые единичным землетрясением, зависят от одного параметра – интенсивности землетрясения Y , которая может быть оценена по сейсмической шкале, по максимуму ускорений грунта, по спектральной интенсивности и т. п.

2) Функция распределения вероятности единичного землетрясения $F_Y(Y)$ и соответствующая функция плотности вероятности $f_Y(Y)$ известны и не зависят от времени прошедшего после предыдущего землетрясения.

3) На основании принятых ранее предпосылок сейсмическая опасность на конкретной площадке полностью определяется корреляцией между интенсивностью Y и средним периодом (математическим ожиданием) времени T между двумя землетрясениями интенсивностью $Y > Y_{ср}$.

4) Уровень сейсмостойкости здания определяется зависимостью между интенсивностью, отвечающей стадии полного разрушения сооружения, и расчетным значением величины перерезывающей сейсмической силы в основании.

5) Предполагается, что гибель людей может происходить только в случае полного разрушения сооружения (при интенсивности Y_c), при этом число жертв пропорционально числу людей, находящихся в здании. Риск человеческих жизней выражается числом V , равным ожидаемому числу жертв в год, отнесенных к одному проживающему.

Перечисленные предпосылки используются для оценки норм проектирования зданий в сейсмически опасных районах.

Существует подход, основанный на сравнении двух величин – максимальных затрат, которые способно заплатить общество для сохранения человеческой жизни и фактическая граничная (маргинальная) стоимость сохраненной жизни. Маргинальная стоимость $\mu(c)$ – это отношение приращения ΔD общих затрат, связанных с сейсмической опасностью (в том числе затраты, связанные с гибелью людей), к приращению ΔL количества сохраненных жизней (6):

$$\mu(c) = \Delta D / \Delta L \quad (6)$$

По существу значение μ соответствует определенному объему затрат на антисейсмические усиления, т. е. на сохранение дополнительно одной человеческой жизни.

Концепция маргинальной стоимости используется для выравнивания риска в различных регионах.

Принцип «сбалансированного риска» [16]

Максимально допустимый сейсмический риск, приемлемый для общества, зависит от уровня социально-экономического развития этого общества, от уровня тех средств, которые может потратить общество, чтобы минимизировать последствия многих видов риска. Трудность как раз и состоит в том, что отсутствует некая средняя регламентируемая величина уровня приемлемого сейсмического риска.

В основу «принципа сбалансированного риска» Уиггинса [16] положены два допущения:

1) Относительный риск для одного человека, подвергающегося сейсмической опасности, должен быть одинаков для всех зданий в течение всего срока их службы. Таким образом величина риска зависит от вероятности (повторяемости) землетрясений, срока службы здания и количества людей, находящихся в здании.

2) Риск гибели людей в результате разрушения зданий при землетрясении сопоставим с бытовым риском (автомобильные аварии, несчастные случаи на производстве и т. д.), который общество и государство вынуждены считать допустимым.

В работе автора приведены данные о величинах различных видов риска и результаты расчетов сейсмического риска. При сравнении полученных величин автор пришел к выводу, что для большинства районов, за исключением самых сейсмоактивных территорий, величины сейсмического риска оказываются ниже, чем большинство других видов риска.

На принципе сбалансированного риска основаны строительные нормы (коды) штата Калифорния, США, в разделе «Проектирование сейсмостойких зданий». Согласно указанному принципу, зданиям, имеющим различные сроки эксплуатации, назначают разные расчетные коэффициенты, распределяя их по степени риска на три группы с относительным сейсмическим риском 10^{-7} , 10^{-6} и 10^{-5} . Вопросов по назначению допустимого риска, связанного с человеческими жертвами, Уиггинс не касается, вынося их за рамки технических процедур.

Профессором Я.М. Айзенбергом (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко) этот принцип был подвергнут обоснованной критике. Он указал на некорректность отождествления бытового риска, осредненного во времени и по территории, с сосредоточенным риском землетрясения, поражающего крупный город или целый регион [7].

Модель Сейсмологического центра ИГЭ РАН [15].

Методика прогнозирования последствий землетрясений разработана Центром исследования экстремальных ситуаций совместно с Институтом геоэкологии РАН и институтом по вопросам ГОЧС МЧС России. Согласно данной модели индивидуаль-

ный сейсмический риск R_s зависит от сейсмической опасности H и сейсмической уязвимости зданий V_s . Уязвимость населения при сейсмической опасности в настоящей статье определяется как отношение между ожидаемым количеством пострадавших, включая погибших, раненых и понесших материальный ущерб, к общему количеству людей, размещенных в однотипных зданиях и/или в зданиях различных типов населенного пункта в целом [10].

Индивидуальный сейсмический риск R_s может быть рассчитан как математическое ожидание социальных потерь $M(N)$, с учетом общего количества жителей N в рассматриваемом населенном пункте и вероятности сейсмического события H (7):

$$R_s = H \cdot V_s(I) = H \cdot M(N)/N \quad (7)$$

где $V_s(I)$ – сейсмическая уязвимость населения для рассматриваемого населенного пункта;

H – вероятность сейсмического события в течение года;

N – общее число жителей в рассматриваемом населенном пункте.

Математическое ожидание $M(N_j)$ числа пострадавших в зданиях определенного j -го типа по населенному пункту в целом с учетом миграции населения определяется по формуле (8):

$$M(N_j) = \iint_{Sc} \int_0^{24} \int_{I_{min}}^{I_{max}} P_{Cj}(I) f(x, y, I) \psi_j(x, y) f(t) dI dt dx dy \quad (8)$$

где I_{min} и I_{max} – максимально и минимально возможные интенсивности сотрясений;

Sc – площадь населенного пункта;

$P_{Cj}(I)$ – вероятность смертельного исхода, ранения и потери имущества при условии повреждения зданий j -го типа от сейсмического воздействия с интенсивностью I ;

$f(x, y, I)$ – плотность вероятности случайной величины I в точке с координатами x, y ;

$\psi_j(x, y)$ – плотность населения в зданиях j -го типа в пределах рассматриваемой площадки;

$f(t)$ – функция, характеризующая размещение людей в зданиях в течение суток, получаемая на основе статистической обработки информации по перемещению людей в течение 24 часов.

Расчет $P_{Cj}(I)$ проводится по формуле (9):

$$P_{Cj}(I) = \sum_{i=1}^5 P_{Bi}(I) \cdot P(C_j/B_i) \quad (9)$$

где $P_{Cj}(I)$ – вероятность поражения людей при землетрясении интенсивностью I ;

$P_{Bi}(I)$ – вероятность наступления i -й степени повреждения здания при заданном значении интенсивности землетрясения;

$P(C_j/B_i)$ – вероятность получения людьми j -й степени поражения при условии, что наступила i -я степень повреждения здания.

Расчет $P_{Cj}(I)$ проводится для зданий и сооружений, классифицированных в соответствии со шкалой MMSK-86:

– тип А – здания со стенами из местных строительных материалов (глинобитные без каркаса, из самана или сырцового кирпича);

– тип Б – здания с деревянным каркасом с заполнителем из самана или глины и легкими перекрытиями; здания из жженого кирпича или бетонных блоков на цементном растворе; деревянные щитовые дома;

– тип В – рубленые деревянные дома в «лапу», железобетонные, каркасные, крупнопанельные и армированные крупноблочные дома;

– типы С7, С8, С9 – здания и типовые сооружения всех видов с антисейсмическими мероприятиями для расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно.

Математическое ожидание социальных потерь населения $M(N)$ для рассматриваемого населенного пункта в целом с учетом миграции населения во всех типах зданий в течение суток определяется по формуле (10):

$$M(N_j) = \sum_{j=1}^n \iint_{Sc} \int_0^{24} \int_{l_{min}}^{l_{max}} P_{cj}(l) f(x, y, l) \psi_j(x, y) f(t) dl dt dx dy \quad (10)$$

где n – число рассматриваемых типов зданий в соответствии со шкалой MMSK-86.

Комплексная оценка сейсмической надежности жилищного фонда [11]

Комплексная оценка сейсмической надежности жилищного фонда и сейсмического риска на примере территории города Иркутска была произведена специалистами ИЗК СО РАН [11].

Оценка надежности застройки на сейсмически активной урбанизированной территории связана с определением фактической сейсмостойкости зданий различных конструктивных систем. Примерная схема такой оценки представлена на рис. 2.

Комплексная оценка включает в себя несколько этапов работы.

Паспортизация зданий – это первый этап работы по обеспечению экономически целесообразного уровня сейсмической надежности эксплуатируемых зданий, в условиях постоянно возрастающего физического и сейсмического износа сооружений.

Паспортизации зданий в сейсмических районах преследуют две основные цели:

- оценка фактической сейсмостойкости зданий и сравнение ее с расчетной сейсмичностью территории, т. е. определение дефицита сейсмостойкости.
- сейсмический мониторинг за техническим состоянием строительного фонда.

На втором этапе работы проводятся экспериментальные исследования (вибрационные, сейсмовзрывные и т. п.) зданий-представителей массовой застройки при уровне динамического нагружения, сопоставимом по величине с инерционными нагрузками на здание при реальных землетрясениях.

Третий этап – это работы по сплошной паспортизации застройки – по площадям. Однако, учитывая реальные размеры жилищного фонда города, «нижняя граница» детальности, с учетом результатов двух предыдущих этапов паспортизации, соответствует не отдельному объекту, а микрорайонному уровню с усредненной оценкой уязвимости, как правило, типовой застройки.

Заключительный этап – оценка сейсмической надежности зданий с учетом физического износа его конструкций, при этом важной задачей методики является прогнозирование вероятной степени повреждения зданий при сейсмических воздействиях различной интенсивности – от 6 баллов до интенсивности, прогнозируемой картами ОСР-2015.

Необходимо заметить, что, в конечном счете, достоверность расчетов сейсмического риска зависит от надежности результатов паспортизации зданий – одного из звеньев методической цепочки: *сейсмическая опасность – паспортизация – надежность – сейсмический риск* [11].

Анализ сейсмостойкости жилищного фонда г. Иркутска показал, что доля сейсмостойких зданий (классы С7–С8) в жилищном фонде города Иркутска составляет 70 %. Численность населения на момент расчетов сейсмического риска (1995 г.) составляла 583 тыс. человек. Классы сейсмостойкости зданий назначены в соответствии со шкалами сейсмической интенсивности MMSK-86 и региональной шкалой РШСИ-2002 (ИЗК СО РАН). [12]. С учетом распределения зданий по административным округам города была определена количественная составляющая зданий различных типов и уровня сейсмостойкости в зонах разной интенсивности.

Оценка последствий землетрясений производилась по методике Сейсмологического центра ИГЭ РАН. Используя матрицы повреждаемости каждому типу зданий, в зависимости от его сейсмостойкости, присваивалась вероятная степень повреждения при разной интенсивности землетрясения. Результаты расчета показали, что суммарная доля зданий, пострадавших от прогнозируемого землетрясения, наиболее высока по Октябрьскому округу и составляет 5,39 % (181 438,18 м²) от общей площади застройки [12, 13].

Особенность метода «комплексной оценки надежности застройки» ИЗК СО РАН заключается в том, что фактическая сейсмостойкость жилых домов (основных источни-

ков экономического и социального ущерба), а, следовательно, прогноз надежности зданий, и оценка сейсмического риска основаны не на визуальных, зачастую субъективных данных, а на экспериментальной информации, имеющей объективный характер.

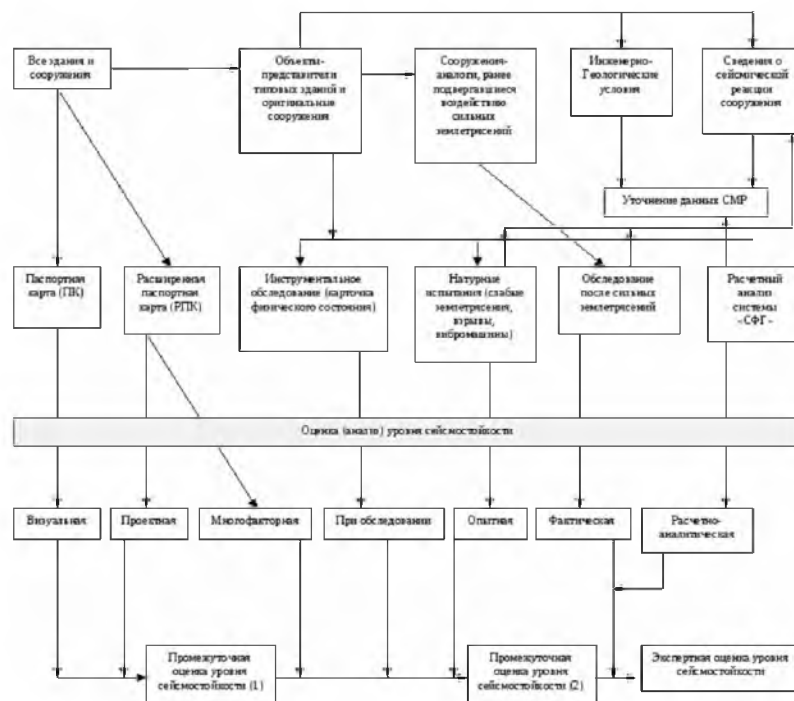


Рис. 2. Примерная схема комплексной оценки сейсмической надежности жилищного фонда

Таким образом анализ методик расчета сейсмического риска показал, что, результатами расчетов сейсмического риска являются количественные данные экономического и социального ущерба от возможных сценарийных землетрясений, характерных для конкретной территории с конкретными сейсмологическими характеристиками. Выбор моделей сейсмического риска зависит от конечной цели исследования.

Комплексная оценка сейсмической надежности, в основе которой заложены результаты по паспортизации зданий, позволяет провести анализ жилой застройки населенного пункта и выявить наиболее уязвимые в сейсмическом отношении объекты. Если целью расчетов служит оценка целесообразности и эффективности затрат на антисейсмическое усиление зданий используются модель Дж. Грандори или другие аналогичные модели.

При прогнозировании социально-экономических последствий возможного землетрясения с целью принятия превентивных мер рекомендуется использовать модель сейсмического риска коллектива авторов - Центра исследования экстремальных ситуаций Института геоэкологии РАН, Института по вопросам ГОЧС МЧС России.

В заключении следует отметить, что достоверность расчетов сейсмического риска в большей степени зависит от полноты и достоверности исходных данных и в меньшей степени от выбранной модели риска.

Список использованных источников

1. Осипов В.И. Природные опасности с стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. – № 11–12 (96–97), 2009. – С. 6–16.
2. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них : учебное пособие для вузов по специальности «Безопасность жизнедеятельности». – Владос-пресс, 2006. – 495 с.

3. Официальный сайт ООО НПО «ДИАР» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.npo-diar.ru/statistics/183/16491/> Дата обращения 20.09.2017
4. Шахрамьян М.А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения : учеб. пособие (теория и практика) / Монография. Издание второе, переработанное и дополненное. – М. : ВНИИ ГОЧС, 2000. – 192 с.
5. Cornell C. A. Engineering seismic risk analysis // Bull. Seismol. Soc. Amer. 1968. Vol. 58. P.431–452.
6. Айзенберг Я.М., Абдурашидов К.С., Жунусов Т.Ж. Сейсмостойкость сооружений. – М. : Наука, 1989. – 192 с.
7. Кейлис-Борок В.И., Нерсесов И.Л., Яглом А.М. Методика оценки экономического эффекта сейсмостойкого строительства. – М. : Изд-во АН СССР, 1962.
8. Айзенберг Я.М., Нейман А.И. Анализ экономических критериев оптимальности антисейсмических мероприятий // Тр. совещ. «Проектирование и строительство сейсмостойких зданий и сооружений». – Фрунзе, 1971. С. 9–18.
9. Grandori G. Cost-benefit analysis in earthquake engineering. // Proc. VII Europ. conf. on earthquake eng. Athens, 1982. Vol.7. P.71–136.
10. Экстремальные природные явления и катастрофы : в 2 т. / Отв. ред. А.О. Глико; ИФЗ РАН. – М. : ИФЗ РАН, 2010; 2011.
11. Бержинский Ю.А., Бержинская Л.П., Павленов В.А., Фролова Н.И. Последствия прогнозируемого землетрясения для г. Иркутска и региона // Труды научной сессии «Сейсмологический мониторинг в Сибири и на Дальнем Востоке (100-летие сейсмической станции «Иркутск»». – Иркутск : ИЗК СО РАН, 2002, – С. 200–206.
12. Бержинская Л.П. Оценка сейсмического риска жилищного фонда населенных пунктов Иркутской области с учетом набора карт ОСР-97 (А,В,С) // Областная научно-практическая конференция «Анализ, оценка и управление рисками на уровне региона: техногенные, природные и социальные аспекты». – Иркутск : СЭИ СО РАН, 2001. – С. 214–219.
13. Голенецкий С.И., Бержинская Л.П., Ордынская А.П., Павленов В.А., Фризер Г.А. Анализ последствий сильных землетрясений на Южном и Северном Байкале в 1999 году. // Научно-технический журнал ВНИИТПИ Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – №4, 2001. – С. 54–56.
14. Осипов В.И. Природные опасности с стратегические риски в мире и в России // Экология и жизнь. – № 11–12(96–97), 2009. – С. 6–16.
15. Методика прогнозирования последствий землетрясений. – М. : ВНИИ ГОЧС-ЦИЭКС-СЦ ИГЭ РАН, 2000. – 27с.
16. Уиггинс Дж. Принцип сбалансированного риска: новый подход к нормам проектирования зданий в сейсмических районах / Перевод с англ.// Гражданское строительство. – №8, 1972. – С.21–29.

УДК 614.84

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузьмичева Е.А., магистрант программы «Управление рисками»

Гармышев В.В., к. техн. наук, докторант

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Представлен методический подход к экономической оценке ущерба от пожаров на объектах техносферы. Выполнен анализ статистических данных ГУ МЧС России по Иркутской области за 2000–2016 годы. Исследованы показатели количества пожаров и их последствий на объектах техносферы. Разработана блок-схема оценки загрязнения атмосферы в результате пожаров на объектах техносферы. Получены усредненные значения вида и массы сгоревших веществ и материалов на объектах

техносферы по муниципальным районам Иркутской области. Дана качественная и количественная оценка выбросов токсичных веществ с обобщением в группы по классам опасности веществ. Проведен расчет эколого-экономического ущерба от загрязнения атмосферы в результате пожаров за 2000–2016 годы.

Ключевые слова: пожар, анализ, статистика, эколого-экономический ущерб.

ECOLOGICAL-ECONOMIC EVALUATION OF ATMOSPHERIC POLLUTION AFTER FIRE IN THE FIELD OF THE IRKUTSK REGION

Kuzmicheva E.A., master of the program «Risk Management»

Garmyshev V.V., cand. tech. doctor of science

Timofeeva S.S., doctor of technical sciences, professor

Irkutsk National Research Technical University

A methodical approach to the economic assessment of damage from fires on the objects of the technosphere is presented. The analysis of statistical data of the EMERCOM of Russia in the Irkutsk region for 2000–2016 is performed. The indicators of the number of fires and their consequences on the objects of the technosphere are investigated. A flowchart for assessing the contamination of the atmosphere as a result of fires at the objects of the technosphere is developed. The averaged values of the type and mass of burnt substances and materials at the technosphere objects in the municipal districts of the Irkutsk region were obtained. The qualitative and quantitative estimation of emissions of toxic substances with generalization into groups by hazard classes of substances is given. The calculation of environmental and economic damage from atmospheric pollution as a result of fires for 2000–2016 is carried out.

Key words: fire, analysis, statistics, environmental and economic damage.

Загрязнение атмосферы, воды, почвы продуктами антропогенной деятельности человека в настоящее время приобрело глобальный характер. Мировая статистика показывает, что постоянно растет число техногенных аварий и катастроф, среди которых пожары занимают лидирующие позиции.

В Российской Федерации ежегодно в среднем происходит 160 тыс. пожаров с ущербом более 13 млрд рублей [1], в том числе на территории Иркутской области ежегодно возникает в среднем более 4,5 тыс. пожаров, материальный ущерб от которых составляет около 260 млн рублей [2].

В области при пожарах на объектах техносферы, а также в результате природных пожаров сгорают сотни тысяч тонн твердых, жидких и газообразных веществ и материалов, вызывая загрязнения окружающей среды и в первую очередь атмосферы, в результате чего десятки тысяч людей испытывают на себе воздействие токсичных продуктов горения.

Сегодня пожары, происходящие на территории региона, наносят существенный вред экономике области, являются наиболее значимым фактором риска для здоровья населения и состояния природной среды.

На территории Иркутской области находится большое и разнообразное количество объектов техносферы, в том числе потенциально взрывопожароопасные объекты. Крупнейшие предприятия сосредоточены в городах Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Братск, Усть-Илимск, Саянск. Необходимо отметить, что предприятия, расположенные на территории области относятся к критически важным для национальной безопасности.

В области имеются объекты экономики, где сосредоточено более 16 000 тонн аварийно химически опасных веществ (АХОВ), создающих большую опасность для населения и окружающей среды.

Большое и разнообразное количество объектов техносферы в регионе создает опасность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Все чрезвычайные события антропогенного характера влекут за собой тяжелые социальные, экономические и экологические последствия, выражающиеся в гибели и травмировании десятков тысяч людей и огромных материальных потерях.

При этом риски, сопряженные с пожарами, на промышленных предприятиях, а также в городской инфраструктуре, сельских поселениях, муниципальных образованиях, природной среде являются одними из наиболее часто реализуемых.

При пожарах происходит значительное потребление кислорода и выброс раскаленных продуктов сгорания, и теплового излучения. Так при сгорании 1 м^3 природного газа расходуется 5 м^3 воздуха, в то же время объем продуктов сгорания составляет более 10 м^3 .

Пожар оказывает температурное воздействие на окружающую среду. Поскольку большинство живых организмов способны существовать в определенном температурном режиме, то воздействие высоких температур приводит их к гибели, либо заставляет искать новые места обитания, подчас менее благоприятные. Кроме того, тепловой фактор пожара изменяет минеральный состав почвы, pH, происходит смена видов растительности.

Экологические последствия пожаров многогранны и далеко еще не изучены. Однако в настоящее время появились нормативные документы, обязывающие предприятия проводить профилактику пожара и возмещать ущерб, причиненный окружающей среде от пожаров.

В государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области» [3] приводятся данные о стационарных и передвижных источниках выделения загрязняющих веществ в атмосферу, но, к сожалению, не учитывается вклад техносферных пожаров в загрязнение окружающей среды. В последние десятилетия в Иркутской области наблюдается напряженная обстановка с пожарами, при этом региону наносится экологический, социально-экономический ущерб.

В настоящей работе выполнена эколого-экономическая оценка загрязнения атмосферы токсичными продуктами в результате пожаров на объектах техносферы Иркутской области и ее муниципальных районах.

Объекты и методы исследования

В основу исследования положена статистическая информация ГУ МЧС по Иркутской области о пожарах, произошедших на объектах техносферы региона. Данные статистики структурировали по схеме, разработанной авторами с целью оценки эколого-экономического ущерба.

Исследования показали, что при пожарах на объектах техносферы региона ежегодно сгорают десятки тысяч тонн твердых, жидких и газообразных материалов, вызывая загрязнение окружающей среды и, в первую очередь, атмосферы.

Установлено [4], что в продуктах горения содержится от 150 до 200 видов химических соединений. Это связано с тем, что в последние 15–20 лет при строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов техносферы применяются в больших количествах современные полимерные и синтетические материалы, что делает пожары одним из серьезнейших источников опасности.

Опасность загрязнения окружающей среды в результате пожаров на объектах техносферы ранее оценивалось и рассматривалось только лишь как процесс горения. Однако в 1992 году Л.К. Исаевой [5] была предложена методика оценки экологических последствий пожаров, связанных с загрязнением атмосферы в жилых зданиях, на основе экспериментальных данных по удельным выбросам на единицу сгоревшего материала. Данная методика может быть использована для оценки локальных последствий, но применительно к региону необходимо ее адаптировать и усовершенствовать.

На основании изучения последствий пожаров и работ [2,5] нами разработана блок-схема оценки загрязнения атмосферы в результате пожаров на объектах техносферы (рис. 1).

При анализе статистической информации по Иркутской области по данным [2,6,7] установлено, что общее количество объектов составляет 1 162 458 единиц, из них в городской местности – 891 031, в сельской местности – 271 427 объектов.

На основании исследования последствий пожаров в Иркутской области с 2000 по 2016 гг. [2] были получены усредненные показатели количества пожаров и их последствий на объектах техносферы (см. табл. 1).

На основании табл. 1 можно сделать вывод, что на территории Иркутской области за период с 2000 по 2016 гг. на каждые 10 тыс. жителей приходилось 19 пожаров, при этом на каждых 100 пожаров погибало 7 человек. Из каждых 100 объектов техносферы, на которых происходили пожары 18 сгорали полностью и не подлежали восстановлению. Ущерб от 1 пожара составляет в среднем 68 тыс. руб.

Расчет экологической нагрузки на атмосферу в результате пожаров на объектах техносферы проведен в следующей последовательности.

Во-первых, определена масса сгоревших веществ и материалов в результате исследования пожаров, произошедших в жилых, общественных, производственных зданиях и сооружениях, а также на других объектах техносферы области. Безусловно, такая оценка является приближенной, так как это связано с трудоемкостью и определенной сложностью в изучении большого количества процессуальных документов, а также характеристики самих объектов пожаров.

Важно отметить, что около 90 % объектов техносферы, расположенных в Иркутской области являются типовыми, особенно жилые это несколько облегчает решение поставленной задачи. Поэтому имея сведения: о виде объекта пожара, составе и количестве веществ и материалов, месте пожара, его площади и продолжительности можно определить качественные и количественные показатели сгоревших веществ в результате пожара [8].

При оценке количества сгоревших материалов в работе их дифференцировали на группы:

- древесина (конструкционные и отделочные материалы: круглый лес, брус, пиломатериалы, фанера, древесно-стружечные и волокнистые плиты, древесные пластики;
- отходы древесины: опилки, щепа, дрова;
- природное топливо (каменный, бурый уголь, антрацит, торф);
- нефтепродукты (нефть, бензин, дизельное топливо, мазут, битум, масла);
- резинотехнические изделия и материалы;
- пенополистирол, полистирол (конструкционные, теплоизоляционные отделочные материалы);
- лакокрасочные материалы (лаки, краски, олифа, растворители, разбавители, отвердители);
- поливинилхлорид (линолеум, половая плитка, изоляция проводов, кабелей, отделочные пластики);
- целлюлоза (бумага, обои, картон);
- синтетические, шерстяные, хлопчатобумажные, ткани, изделия; изделия, материалы из кожи, кожзаменителя;
- пенополиуретан (теплоизоляционные и композиционные материалы);
- кровельные и гидроизоляционные материалы (толь, рубероид, синтетические покрытия, пластики, мастики);
- продукция сельскохозяйственного производства (зерновые, технические культуры, кормовые продукты для животных);
- горючие газы.

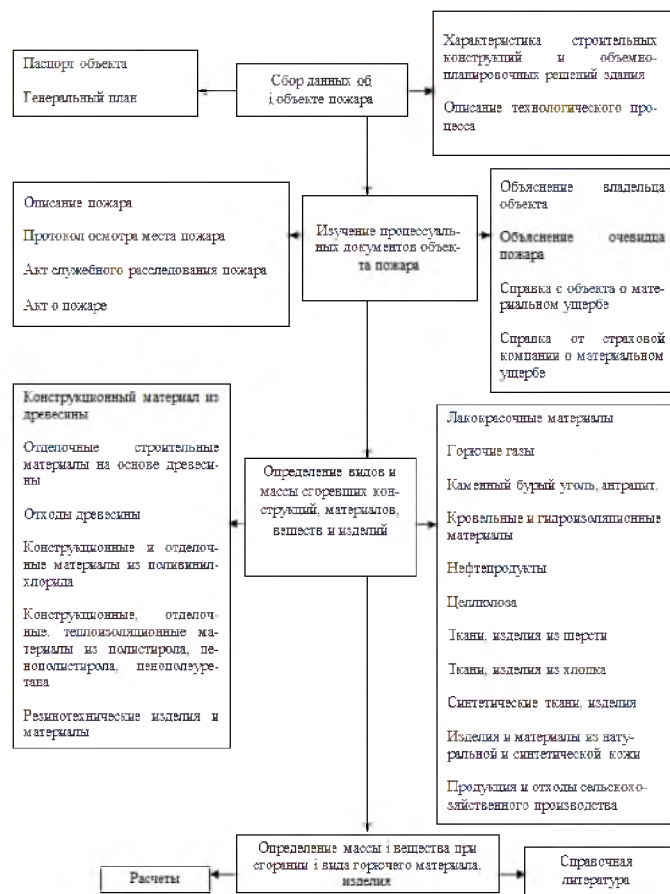


Рис. 1. Блок-схема оценки загрязнения атмосферы при пожаре на объектах техносферы

Усредненные значения количества пожаров и их последствий на объектах техносферы в Иркутской области

Таблица 1

Объект исследования	Последствия пожаров					
	Количество пожаров, пож. · год ⁻¹	Количество погибших, чел. · год ⁻¹	Количество травмированных, чел. · год ⁻¹	Прямой ущерб, тыс. руб. · год ⁻¹	Уничтожено объектов, объект · год ⁻¹	Повреждено объектов, объект · год ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7
Производственные объекты	154,1	10,0	9,9	20 225,6	25,4	133,4
Торговые объекты	186,4	8,4	5,1	29 334,4	33,4	159,4
Образовательные учреждения	14,8	0,6	0,6	3030,6	2,7	12,6
Детские учреждения	9,1	0,1	0,2	3526,7	1,6	7,9
Культурно-зрелищные учреждения	20,2	0,5	0,3	1755,8	2,9	18,1
Лечебно-профилактические учреждения	13,4	0,4	0,5	832,7	2,4	11,5
Административные учреждения	47,4	2,0	0,8	11 010,2	8,1	40,3
Жилые объекты	3126,6	275,3	166,0	116 398,2	562,4	2619,3
Здания животноводческого и сельскохозяйственного назначения	29,2	0,6	0,1	2443,3	6,9	25,1
Строящиеся и реконструируемые здания	19,5	0,9	0,6	3129,0	3,0	16,0
Сооружения, установки	31,6	2,9	2,5	1410,0	5,2	28,6

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Места открытого хранения горючих материалов	82,4	–	0,5	10 425,6	12,1	73,8
Транспортные средства	487,0	6,0	9,2	54 753,0	98,0	405,2
Неэксплуатируемые здания	57,4	7,2	1,3	2306,3	11,2	32,4
Прочие объекты	215,0	4,8	2,4	2116,1	18,9	191,3
Здания временного пребывания людей	19,9	2,4	0,5	1231,0	4,3	16,2

Для определения количественных и качественных показателей сгоревших материалов на объектах пожаров было проведено изучение следующих документов:

- технологический паспорт объекта, на котором произошел пожар,
- акт о пожаре с план-схемой объекта,
- описание пожара,
- протокол осмотра места пожара,
- заключение о причине пожара,
- акт служебного расследования происшедшего пожара,
- справка с объекта о материальном ущербе,
- справка от страховой компании о материальном ущербе,
- объяснительная владельца объекта,
- объяснительные очевидцев пожара.

В результате мониторинга последствий пожаров за 2000–2016 гг. и изучения документов объектов пожаров, были получены усредненные значения вида и массы сгоревших веществ и материалов на объектах техносферы в муниципальных районах Иркутской области (см. табл. 2).

Таблица 2

**Масса сгоревших веществ и материалов на территории муниципальных районов
Иркутской области на объектах техносферы**

Муниципальный район	Масса сгоревших материалов, т. · год ⁻¹	Муниципальный район	Масса сгоревших материалов, т. · год ⁻¹
Аларский	2753,31	Нижнеилимский	4113,48
Ангарский	14 817,28	Нижнеудинский	9666,63
Балаганский	1114,23	Нукутский	1200,72
Баяндаевский	1027,12	Ольхонский	1139,42
Бодайбинский	3051,62	Осинский	1685,04
Боханский	1786,33	Слюдянский	5311,73
Братский	36 505,91	Тайшетский	7963,78
Жигаловский	1377,52	Тулунский	10 049,02
Заларинский	2446,1	Усольский	18 652,37
Зиминский	11 117,41	Усть-Илимский	14 132,13
Иркутский	68 729,33	Усть-Кутский	6514,62
Казачинско-Ленский	3517,8	Усть-Удинский	1788,67
Катангский	372,9	Чунский	4976,27
Качугский	1993,63	Черемховский	15 002,64
Киренский	1802,81	Шелеховский	6424,19
Куйтунский	3888,03	Эхирит-Булагатский	2517,02
Мамско-Чуйский	720,6	Итого по области	268 159,66

На втором этапе дана качественная и количественная оценка выбросов токсичных веществ, при этом во внимание принимали наиболее приоритетные продукты сгорания, так как они определяют экологическую нагрузку на территорию и являются причиной отравления и гибели людей в регионе.

На основе усредненных данных по массам сгоревших материалов и удельных выбросов химических веществ, определено количество загрязняющих веществ, поступивших в атмосферу региона.

При расчете учитывалось агрегатное состояние сгоревших материалов. Суммарное количество i вида токсиканта определяли по формуле (1)

$$G_i = G_i^{ГВi} + G_i^{ТГМi}, \quad (1)$$

где $G_i^{ГВi}$, $G_i^{ТГМi}$ – масса i вида токсиканта, поступившего в атмосферу при сгорании i вида горючего вещества (ГВ) и твердого горючего материала (ТГМ) на объектах техносферы, т.

При этом:

$$G_i^{ГВi} = G_i^{ГГi} + G_i^{ЛВЖi} + G_i^{ГЖi},$$

$$G_i^{ТГМi} = \sum_{j=1}^n G_i^{ТМГj},$$

где $G_i^{ТМГj}$, $G_i^{ГГi}$, $G_i^{ЛВЖi}$, $G_i^{ГЖi}$ – масса i вида токсиканта, поступившего в атмосферу при сгорании i вида горючего газа (ГГ), ТГМ, ЛВЖ, ГЖ на объектах техносферы, т.

В свою очередь, массовое значение i токсиканта, поступившего в атмосферу при пожарах на техногенном объекте определяли по формулам (2–4)

$$G_i^{ТГМi} = \gamma_i^{ТГМi} \cdot V_{ПГ}^{ТГМi} \cdot m^{ТГМi} \cdot K_n, \quad (2)$$

$$G_i^{ГГi} = \gamma_i^{ГГi} \cdot V_{ПГ}^{ГГi} \cdot m^{ГГi} \cdot K_n, \quad (3)$$

$$G_i^{ЛВЖi, ГЖi} = K_{ai}^{ЛВЖi, ГЖi} \cdot m^{ЛВЖi, ГЖi} \cdot K_n, \quad (4)$$

где $\gamma_i^{ТГМi}$, $\gamma_i^{ГГi}$ – концентрация i вида токсиканта, поступившего в атмосферу при сгорании i вида ТГМ, ГГ, мг/м³;

$V_{ПГ}^{ТГМi}$, $V_{ПГ}^{ГГi}$ – объем продуктов горения, выделившихся при сгорании i вида ТГМ, ГГ, м³/т;

$m^{ТГМi}$, $m^{ГГi}$, $m^{ЛВЖi, ГЖi}$ – масса сгоревшего i вида ТГМ, ГГ, ЛВЖ, ГЖ на объекте, т;

$K_{ai}^{ЛВЖi, ГЖi}$ – коэффициент эмиссии i токсиканта при горении ЛВЖ, ГЖ.

K_n – коэффициент недожога.

Коэффициент недожога согласно работ [9] принимали при пожарах в зданиях 0,65, в сооружениях 0,8, а при горении ЛВЖ, ГЖ, ГГ, ТГМ на складах 0,9.

На основании формул (1–4) выполнен качественный и количественный расчет загрязнения атмосферы токсичными продуктами горения (оксид углерода, диоксид углерода, оксид азота, сажа, ацетон, ацетилен, диоксид серы, диоксид кремния, хлористый водород, бензол, фенол, ацетальдегид, сероводород, цианистый водород, пропиловый спирт, толуол, аммиак, стирол, пропилен, ксилол, крезол, формальдегид, уксусная кислота, нафталин, акролеин, бенз(а)пирен, толуиленидиизоцианит, бутилен, диоксид азота, хлор, пятиокись ванадия, пиридин, фосген, оксид серы, винил хлорид, алиловый спирт), определяющих экологическую нагрузку на территории Иркутской области. Вне всякого сомнения, состав продуктов горения значительно шире того, что был использован в расчетах.

Результаты расчетов выбросов токсичных продуктов горения при пожарах на объектах техносферы за исследуемый период в Иркутской области с объединением их в группы по классам опасности [10] представлены в табл. 3.

Таблица 3

Загрязнение атмосферы продуктами горения в результате пожаров на объектах техносферы в Иркутской области в 2000–2016 гг.

Муниципальный район	Масса выбросов токсичных продуктов горения по классам опасности, т·год ⁻¹			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Аларский	0,36129	3,20074	161,7493	331,1629
Ангарский	1,94475	17,22642	870,4817	1782,222
Балаганский	0,14632	1,295236	65,45848	134,0198
Баяндаевский	0,13481	1,194525	60,34127	123,5409
Бодайбинский	0,40052	3,546474	179,2755	367,0483

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Боханский	0,23449	2,076216	104,9411	214,8598
Братский	4,79143	42,44151	2144,641	4390,931
Жигаловский	0,18084	1,60137	80,9264	165,6865
Заларинский	0,32106	2,843205	143,7017	294,2172
Зиминский	1,45927	12,92537	653,1235	1337,201
Иркутский	9,0208	79,90267	4037,695	8266,762
Казачинско-Ленский	0,46177	4,090931	206,6626	423,1212
Катангский	0,04894	0,433045	21,90693	44,8527
Качугский	0,26171	2,317949	117,1198	239,7921
Киренский	0,23669	2,096726	105,9106	216,8416
Куйтунский	0,51031	4,519976	228,4144	467,6517
Мамско-Чуйский	0,09448	0,83789	42,33395	86,6742
Нижнеилимский	0,53983	4,78141	241,6585	494,7697
Нижнеудинский	1,26871	11,23839	567,8924	1162,702
Нукутский	0,15753	1,395747	70,53858	144,4227
Ольхонский	0,14952	1,325736	66,93858	137,0479
Осинский	0,22108	1,959204	98,99132	202,6763
Слюдянский	0,69716	6,175057	312,0533	638,8933
Тайшетский	1,04523	9,257585	467,8538	957,8827
Тулунский	1,31885	11,68164	590,3586	1208,696
Усольский	2,44805	21,6851	1095,785	2243,506
Усть-Илимский	1,85488	16,43015	830,2303	1699,811
Усть-Кутский	0,85498	7,574104	382,7196	783,578
Усть-Удинский	0,23469	2,079526	105,0799	215,1409
Чунский	0,65312	5,784612	292,3454	598,5453
Черемховский	1,96907	17,44095	881,3729	1804,517
Шелеховский	0,84327	7,468093	377,4067	772,7009
Эхирит-Булагатский	0,33036	2,927106	147,87	302,7464
Итого	35,19581	311,7547	15753,78	32254,22

Таким образом, в результате пожаров на объектах техносферы ежегодно в среднем на территорию Иркутской области выбрасывается 48,3 тонны вредных веществ, которые наносят существенный эколого-экономический ущерб[11].

Результаты эколого-экономического ущерба загрязнения атмосферы в результате пожаров за 2000–2016 гг. приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Эколого-экономический ущерб загрязнения атмосферы в результате
техносферных пожаров на территории Иркутской области**

Муниципальный район	Эколого-экономический ущерб, тыс. руб.	Муниципальный район	Эколого-экономический ущерб, тыс. руб.
Аларский	31,40	Нижнеилимский	46,96
Ангарский	169,45	Нижнеудинский	110,68
Балаганский	12,98	Нукутский	13,70
Баяндаевский	11,73	Ольхонский	13,19
Бодайбинский	34,94	Осинский	19,33
Боханский	20,70	Слюдянский	60,65
Братский	417,83	Тайшетский	91,20
Жигаловский	15,71	Тулунский	114,92
Заларинский	27,78	Усольский	213,57
Зиминский	127,52	Усть-Илимский	161,63
Иркутский	786,76	Усть-Кутский	74,37
Казачинско-Ленский	40,41	Усть-Удинский	20,72
Катангский	4,16	Чунский	56,79
Качугский	22,95	Черемховский	171,53
Киренский	20,83	Шелеховский	73,61
Куйтунский	44,55	Эхирит-Булагатский	28,90
Мамско-Чуйский	8,12	Итого по области	3069,59

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Инфраструктура объектов техносферы Иркутской области характеризуется высокой потенциальной пожароопасностью и при пожарах в атмосферу ежегодно выбрасывается

- веществ чрезвычайно опасных – 35,2 тонн;
- высоко опасных – 311,8 тонн;
- умеренно опасных – 15753,8 тонн;
- мало опасных – 32254,2 тонн.

Установлено, что неучтенный эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха в результате чрезвычайных ситуаций, вызванных пожарами на объектах техносферы в Иркутской области, составляет 3,07 млн руб.

Наибольший эколого-экономический ущерб характерен для Иркутского и Братского района, неучтенная экологическая нагрузка от пожаров соизмерима с выбросами от стационарных источников загрязнения.

Список использованной литературы

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Проблемы пожаров в мире в начале XXI столетия // Пожаровзрывобезопасность. – 2003. – №1. – С. 7–16.
2. Анализ оперативно-служебной деятельности государственного пожарного надзора Иркутской области за 2000–2016 гг. Иркутск : ГУ МЧС России по Иркутской области.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году». – Иркутск : Изд-во «Время странствий», 2016. – 316 с.
4. Тимофеева С.С., Седов Д.В., Макухин В.Л. и др. Загрязнение атмосферы залповыми выбросами при пожарах и авариях на промышленных объектах Байкальского региона: оценка, прогноз, превентивные меры: монография. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – 192 с.
5. Исаева Л.К., Серков Б.Б. Экологические последствия загрязнения воздуха при пожарах в жилых зданиях // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М. : ВНИИТ, 1992. – № 2. – С. 39–49.
6. Официальная статистика / Базы данных [Электронный ресурс] : Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области, 2015. – Режим доступа: <http://irkutskstat.gks.ru>.
7. Показатели состояния безопасности дорожного движения в регионе / Количество автотранспортных средств и прицепов к ним, стоящих на учете [Электронный ресурс] : официальный сайт / Госавтоинспекция Иркутской области, 2015. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/r/38/news>
- 8 Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Методика оценки неучтенной экологической нагрузки на атмосферу, создаваемую пожарами в Иркутской области // Вестник ЗабГУ, 2016. – Т. 22. – №1. – С. 48–55.
- 9 Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Хисматулин С.Р. Оценка пожарной и экологической опасности современного жилья городских агломераций Сибирского федерального округа // Вестн. ИРГТУ. – 2010. – № 7 (47). – С.52-56.
- 10 Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Издание 10, переработанное и дополненное. Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха. Фирма «Интеграл». – Санкт-Петербург, 2017. – 186 с.
11. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

УДК 664.7; 614.8

ИЗУЧЕНИЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

Малышева А.В., магистрант направления «Техносферная безопасность»

Хамидуллина Е.А., к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрены теоретические основы процесса самовозгорания и взрыва растительного сырья. Выявлены основные причины этих явлений. Выполнено моделирование опасного события «взрыв пылевого облака» на примере Иркутского масложиркомбината, проанализированы опасные факторы взрыва с расчетом пожарного риска для территории объекта и прилегающей селитебной зоны.

Ключевые слова: взрывобезопасность, аварийный риск.

**A STUDY OF THE EXPLOSION PROTECTION OF PLANT RAW MATERIALS
DURING THE STAGES OF THE STORAGE**

Malisheva A.V., master of the program «Technosphere safety»

Khamidullina E.A., cand. chem. sci, senior lecturer

Irkutsk National Research Technical University

The theoretical basis of the process of spontaneous combustion and explosion of plant raw materials was reviewed. The main reasons of the phenomena were identified. The modeling of the dangerous event «explosion dust cloud» was carried out with Irkutsk Oil and Fat Products Plant as an example, calculation of fire risk for the production areas and for the adjacent residential zones was made.

Key words: explosion safety, emergency risk.

Образование пылевоздушных смесей и очагов самовозгорания являются наиболее весомыми признаками опасности технологических процессов предприятий, на которых применяются и эксплуатируются объекты хранения и переработки растительного сырья.

К предприятиям данной отрасли промышленности относятся разнообразные виды зернохранилищ (силосы, механизированные склады бестарного напольного хранения зерна и закромные зернохранилища). Эти предприятия осуществляют послеуборочную обработку и хранение принятого зерна.

Зерновая масса представляет собой сложную биологическую систему, в которую входят зерно, семена, микроорганизмы, насекомые [1].

Взрывопожароопасные процессы на объектах исследования могут проявляться по-разному. Анализируя теоретические основы самовозгорания растительного сырья было выявлено три основных фактора образования пожаровзрывоопасных процессов.

Первый фактор заключается в том, что в процессе хранения зерновой массы происходит диссимиляция органических веществ, т. е. химический процесс, при котором сложные органические вещества распадаются на более простые. Этот процесс сопровождается высвобождением энергии. Так как зерно имеет маленькую теплопроводность, это тепло задерживается в межзерновых промежутках и приводит к образованию очагов тления. Эти очаги приводят к самовозгоранию зерновой массы [2].

Второй фактор самовозгорания растительного сырья связан с влиянием таких параметров как повышенная аккумуляция тепла, развитая поверхность материала и его легкая воспламеняемость. Данные факторы играют роль при химическом самовозгорании. Известно, что скорость химических реакций, как правило, резко возрастает с увеличением температуры. Это обстоятельство имеет большое значение при химическом самовозгорании. Поскольку процессы окисления экзотермичны, в условиях затрудненного теплоотвода выделяющееся тепло идет на нагрев массы материала, ускоряя тем самым достижение критических условий самовозгорания.

Дисперсные материалы обладают всеми свойствами, которые благоприятно влияют на развитие самовозгорания и поэтому самовозгорание, вызванное контактом дисперсных материалов с различными веществами, достаточно часто служит причиной возникновения пожаров [3].

Третий фактор определяется микробиологическим самовозгоранием. Этот вид самовозгорания характерен для органических дисперсных и волокнистых материалов,

внутри которых возможна жизнедеятельность микроорганизмов. Так организмы в процессе жизнедеятельности выделяют энергию, что повышает температуру дисперсного материала. Данный процесс может привести к возникновению тления, а затем и пламенного горения самой нагретой части всего объема материала.

В частности при хранении продуктов растительного происхождения (зерна, сена, семян масленичных культур) основной причиной микробиологического самовозгорания является поглощение кислорода воздуха грибами (лизофильные организмы) и бактериями (термофильные организмы), которые присутствуют в этих материалах и интенсивно размножаются во влажной среде. Происходит это потому, что скорость выделения тепла выше, чем скорость теплоотвода.

Существует две стадии жизнедеятельности микроорганизмов, которые разделяются между собой некоторым промежутком времени. Первая стадия завершается при температуре 40–45 °С. В процессе ее протекания выделение тепла происходит за счет жизнедеятельности так называемых лизофильных организмов, которые погибают при температуре 45–50 °С. Вторая стадия, завершающаяся при 75–85 °С, характеризуется жизнедеятельностью термофильных организмов. Так как эти два вида микроорганизмов развиваются одновременно, то на процессы самонагрева решающее влияние оказывают два фактора: размер популяции микроорганизмов и влагосодержание органического материала [3].

В процессе хранения растительного сырья выделяют две формы очагов самовозгорания – пластовой и гнездовой. На рис. 1 приведена номограмма изменения температур в центре очага до пожароопасного значения для насыпи травяной муки, которая была просчитана посредством построения математической модели процесса самонагрева. Данная модель хорошо согласуется с экспериментальными данными, полученными в силосе размером 3×3×4,8 м. Данный эксперимент показал, что асимметрия температурных полей относительно плоскости X соответствует центру очага и связана она при гнездовом очаге с конвекцией нагретых паров воды и воздуха в верхней части насыпи.

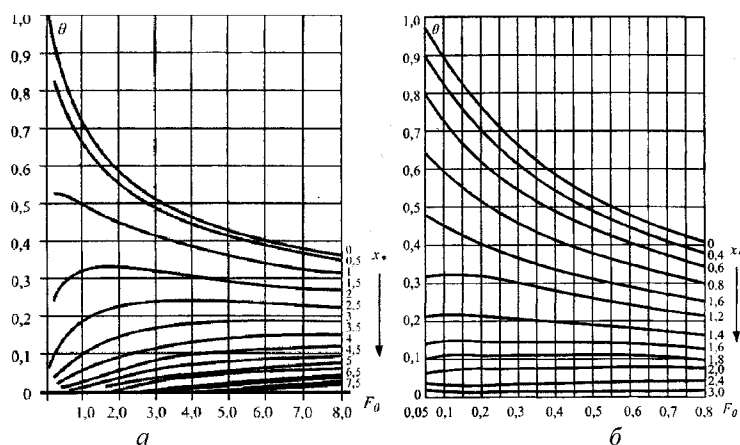


Рис. 1. Номограмма безразмерной относительной температуры для:
а – пластового очага, б – гнездового очага.

Данная модель позволяет оценивать радиус чувствительности термодатчиков, эффективность систем термоконтроля и помогает в расчете пожароопасности темпа роста температур и пожаробезопасных сроков хранения сырья [3].

Так же при хранении зерновой массы образуется органическая пыль. Из-за движения потока зерна по трубопроводам под действием силы тяжести создается трение зерна о стенки, что истирает оболочку зерна и образуется органическая пыль [2]. Но взрыв может произойти не только по этим обстоятельствам. В продолжении процесса самовозгорания может произойти взрыв. По результатам исследований были спроекти-

рованы схемы возникновения взрывов с учетом вышеуказанных очагов самовозгорания (рис. 2).

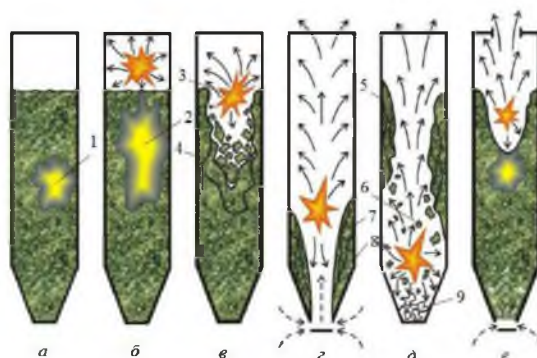


Рис. 2. Схема возникновения взрыва при хранении растительного сырья в силосе: а – гнездовое самовозгорание; б – взрыв при выходе очага на поверхность; в – взрыв при обрушении свода; г – взрыв при вскрытии выпускной воронки; д – взрыв при обрушении остатков самовозгоревшего сырья; е – взрыв при вскрытии грузового люка.

Взрыв растительного сырья имеет большую энергию активации, а значит и последствия от него будут ужасающими. Так во избежание развития взрывов и ликвидации аварии на стадии пожара проводились многочисленные исследования, как в реальных условиях, так и в лабораторных. Данные исследования показали, что для прекращения горения можно использовать математический аппарат тепловой теории горения. Горение во внешней диффузионной области прекратится, когда скорость теплоотвода больше скорости притока тепла, значит стоит пользоваться приемом охлаждения зоны горения [4].

Среди крупных предприятий по хранению и переработке растительного сырья Иркутской области можно выделить Иркутский Масложиркомбинат, Иркутский Хлебозавод, Иркутский Мукомольный Завод № 2. Среди этих предприятий наиболее крупным является Масложиркомбинат, он входит в пятерку крупных заводов по всей стране. Для производства масла используются семена рапса, сои и подсолнечника. Суточная выработка продукции составляет 400 тонн семян в сутки. Среди этих культур наибольшую опасность представляют семена подсолнечника, так как они имеют 4 класс взрывопожароопасности.

Для хранения зерна на территории Иркутского Масложиркомбината установлен элеватор старого образца, а именно, сделанный из сборного железобетона. Технологический процесс работы элеватора предусматривает:

- Прием зерна с железнодорожного транспорта;
- Обработку зерна. Зерно очищается в сепараторах от сорных примесей, щуплого и битого зерна.
- Зерно поступает по конвейерам в силосы, которые оснащены установками дезинфекции и активного вентилирования.

Для оценки поражающих факторов при взрыве пылевого облака было выполнено моделирование с помощью дерева событий. На рис. 3 приведено дерево событий пожаровзрывоопасной ситуаций, построенное в соответствии с [5].

Рассчитали условные вероятности всех исходов дерева. Анализ показал, что наиболее вероятным событием является воздействие избыточного давления от взрыва пылевого облака (условная вероятность 0,364).

Расчет уровня наиболее вероятного поражающего фактора показал, что зоны воздействия избыточного давления распределились как показано в табл. 1.

Наглядно результаты расчета приведены на рис. 4.

Оценка пожарных рисков производилась по ГОСТ [6] и методике МЧС 2009 года [7]. Для данного объекта исследования был просчитан пожарный риск на территории

объекта и в селитебной зоне вблизи объекта. Выполненные расчеты показали, что величина пожарного риска равна $3,64 \cdot 10^{-6}$, что лежит на границе допустимого риска. А как видно на рис. 4, радиусы зоны поражения выходят за территорию объекта, следовательно при взрыве в зернохранилище Иркутского масложиркомбината жилой сектор за пределами территории завода ощутит нижний предел воздействия ударной волны.

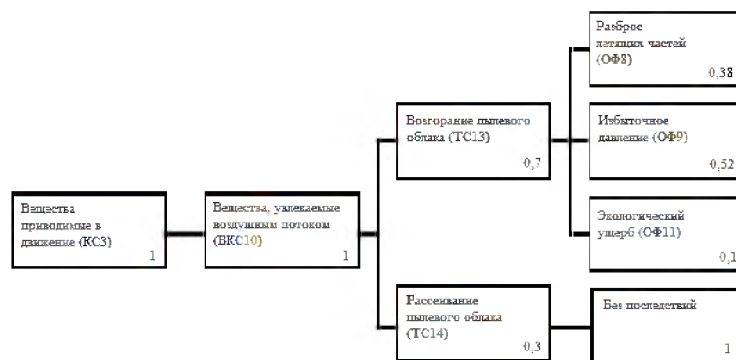


Рис. 3. Дерево событий «Взрыв пылевого облака»

Таблица 1

Степень повреждения зданий от избыточного давления

Расстояние от эпицентра взрыва	Степень поражения
10 м	Полное разрушение зданий
30 м	Средние повреждения зданий
50 м	Умеренные повреждения зданий
100 м	Нижний порог повреждения человека волной давления

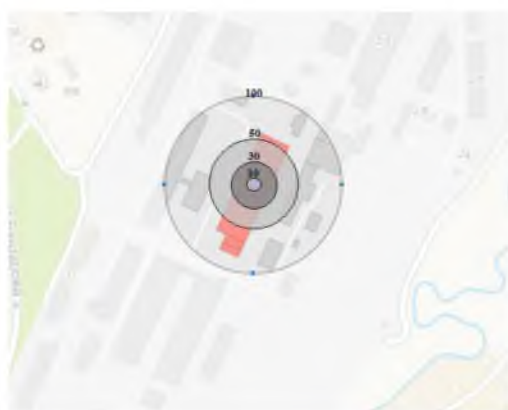


Рис. 4. Радиусы зон поражения ударной волной

Список использованных источников

1. Пунков С.П., Стародубцева А.И. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение. – 2-е изд. доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1990. – 367 с.
2. Семенов, Л.И., Теслер Л.А. Взрывобезопасность элеваторов, мукомольных и комбикормовых заводов. – М. : Агропромиздат, 1991. – 367 с.
3. Корольченко А.Я. Процессы горения и взрыва. – М. : Пожнаука, 2007. – 266 с.
4. Греков С.П. Моделирование процесса горения дисперсных веществ растительного происхождения / С.П. Греков, К.В. Глушенко // Научный вестник НИИГД «Респиратор», 2017. – №3(54).
5. ГОСТ Р 54142-2010 Менеджмент риска. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки риска. Методология построения универсального дерева событий. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 118 с.
6. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

7. Приказ МЧС РФ от 25 марта 2009 г. № 182 «Об утверждении свода правил «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

8. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков Практикум. Иркутск:Изд-во ИРНИТУ, 2015.-152с.

УДК 504.062.2

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ЛАВИНООПАСНЫХ УЧАСТКАХ

Матвеев Р.А., магистрант программы «Комплексная безопасность,
народосбережение, ресурсосбережение в системе БЖД»

Темерев С.В., д-р хим. наук, доцент

Алтайский государственный университет

Рассмотрены существующие средства защиты от схода снежных лавин на лавиноопасных участках железных дорог, обсуждены новые разработки активного воздействия на снежный покров.

Ключевые слова: железная дорога, безопасность.

COMPLEX SAFETY OF TRAIN TRAFFIC ON AVALANCHE DANGEROUS SECTIONS

Matveenko R.A., master of the program «Complex safety, national saving,
resource saving in the system of life safety»

Temerev S.V., D. Sc., docent

Altai State University

The existing means of protection from avalanches on the avalanche sections of the railways, are considered the new developments of active impact on the snow cover.

Keywords: railway, safety.

Средства защиты от схода снежных лавин служат ключевым элементом обслуживания участков железных дорог и других объектов инфраструктуры в зимнее время, расположенных в горных районах. Наличие специальных средств имеет прямое отношение к безопасной эксплуатации инфраструктуры железнодорожного транспорта в странах холодного климата, особенно в горных провинциях. Технический анализ устройства защитных конструкций от схода снежных лавин основан на комплексной оценке факторов риска при реализации технических решений.

Технические службы ОАО «РЖД» подчеркивают наиболее острую проблему снежных лавин для железных дорог в зоне воздействия скоплений снега на лавиноопасных участках Куйбышевской, Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Дальневосточной и Сахалинской железных дорог. Общая протяженность лавиноопасных участков по данным ОАО «РЖД» [1] составляет 74,8 км.

В период с 2006 по 2016 год зафиксировано 57 случаев схода снежных лавин на железнодорожные пути с общим перерывом движения более 250 часов [2]. Следует отметить случай схода снежной массы на однопутном участке перегона Чульжан-Бельсу вблизи г. Междуреченска.

Обстоятельства случившегося: в ночь с 6 на 7 февраля 2009 года в период с 19–30 до 20–00 часов на 86 км пикете 2-3 однопутного участка перегона Чульжан-Бельсу произошел самопроизвольный сход снежных масс с выходом на путь. В результате под снегом оказалось 250 м пути при высоте завала до 4 м. В 20-14 произошел наезд грузового поезда № 3011, массой 1659 т, в составе 70 порожних вагонов под управлением машиниста на образовавшийся, в результате схода лавины, снежный массив. Машинист в условиях ограниченной видимости применил экстренное торможение за 150 м до сошедшей лавины при скорости поезда 59 км/час. Наезд предотвратить не удалось и по-

езд врезался в лавину. В результате столкновения с рельс сошли локомотив и 11 вагонов. Локомотив и 6 вагонов оказались в реке Томь, 3 вагона встали поперек пути, 2 – вдоль пути. Повреждено 75 м железнодорожного пути.

Для ликвидации последствий схода приняты экстренные меры. Для расчистки завала и исправления поврежденного пути организованы монтеры пути – около 100 человек с Чульжанской, Аскизской, Абаканской дистанций, организована работа снегоуборочной техники и восстановительных поездов. В результате проведенных мероприятий 07.02.2009 года в 4 часа 27 минут восстановлено движение поездов со скоростью 15 км/час. В этот же день организована подготовка взрывных работ для искусственного обрушения снежных масс на 85 км пикете 10 силами четырех монтеров пути.

В результате неквалифицированных действий 8 февраля 2009 г, один из монтеров тяжело травмирован и госпитализирован с комбинированными травмами, переохлаждением, оскольчатый переломом левой голени со смещением, ушибом грудного отдела позвоночника и левого бедра. Еще один из монтеров пути в результате схода лавины получил травмы, не совместимые с жизнью и скончался на месте [3]. Последствия только одного случая схода снежной массы свидетельствуют о необходимости выполнения противолавинных мероприятий, как активных, так и пассивных.

Пассивные средства защиты включают в себя снегоудерживающие конструкции, лавиноотводящие дамбы и лавинорезы. Из наиболее надежных способов защиты от лавин следует отметить изменение пути движения снеголавинного потока для отвода в сторону от защищаемого объекта или направление лавины по строго фиксированному руслу средствами строительства лавинорезов, отбойных дамб и направляющих стенок.

Для удержания снега на склонах, в зонах зарождения лавин активно используются снегоудерживающие устройства. Они надежно удерживают снежные плиты и хорошо сопротивляются динамическим нагрузкам при образовании трещин в плите и ее подвижке, а также затормаживают или полностью предотвращают сползание рыхлого сухого и мокрого снега. Существуют жесткие конструкции (снегоудерживающие щиты, снегоудерживающие изгороди) и гибкие конструкции (снегоудерживающие барьеры, снегоудерживающие зонтики). Конструкции снегоудерживающих сооружений представлены на рис. 1 [4,5]. Средства защиты (рис. 1) широко представлены в обеспечении безопасности движения на сети железных дорог.

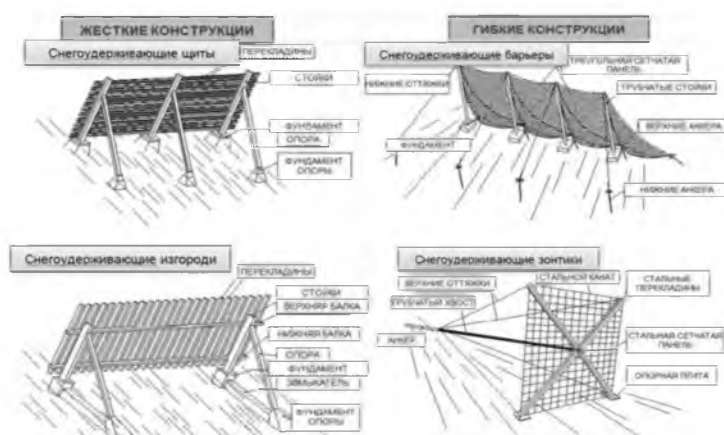


Рис. 1. Конструкция снегоудерживающих устройств

Снегоудерживающие щиты (Snow bridge) представляют собой металлическую конструкцию с горизонтальными перекладинами в качестве удерживающей панели, стойками и опорами вниз по склону, как правило, на бетонном фундаменте.

Снегоудерживающие изгороди (Snow rake) – конструкции, выполненные из древесины с вертикальными перекладинами в качестве удерживающей панели, стойками и опорами вниз по склону

Снегоудерживающие барьеры (Snow net) представляют собой стальные гибкие конструкции, обеспечивающие непрерывное длительное сопротивление статическим нагрузкам, обусловленным давлением снежных масс на удерживающее полотно.

Снегоудерживающие зонтики (Snow umbrella) – конструкции, состоящие из стальных элементов и имеющие шарнирное соединение крестообразной удерживающей панели с «хвостом» [5].

В табл. 1 приведены характеристики данных снегоудерживающих конструкций [6].

Таблица 1

Конструктивные особенности снегоудерживающих конструкций

Тип сооружения	Жесткость	Материал	Вес, кг/п.м.	Высота покрова	Динам. нагрузки	Монтаж наземной части/фундамента
Щит	жесткий	сталь	200	до 4,5м	неустойчив	простой/сложный
Изгородь	жесткий	дерево	100	до 4,0м	неустойчив	простой/сложный
Барьер	гибкий	сталь	70	до 4,3м	устойчив	сложный/простой
Зонтик	гибкий	сталь	100	до 4,0м	устойчив	простой/простой

Активные средства защиты представляют собой комплекс мероприятий по принудительной инициации схода лавин, который включает в себя оперативный прогноз лавинной опасности и непосредственно плано-предупредительный спуск лавин. В настоящее время спуск лавин на железной дороге осуществляется посредством закладки взрывных зарядов, а также обстрелом зенитным оружием. Для выполнения данного комплекса мероприятий в дорожных центрах диагностики путевого хозяйства железных дорог создаются лавинообвальные группы в пределах лимита численности по путевому хозяйству и обеспечиваются инструментом и оборудованием в соответствии с приложением № 7 «Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов и технике безопасности на лавиноопасных участках железных дорог ОАО «РЖД». Обучение лавинообвальных групп проводится в специализированных центрах МЧС России. Дополнительно привлекаются информационные ресурсы региональных противолавинных центров Росгидромета. Техническая документация по устранению лавинной опасности на горных участках разрабатывается научно-исследовательской лабораторией лавин Сибирского государственного университета путей сообщения.

Из новейших разработок активного воздействия на снежный покров следует отметить систему Gazex и комплекс DaisyBell.

Система Gazex, разработанная французской фирмой T.A.S. (Альпийские Технологии Безопасности), инициирует принудительный сход лавин, используя механизм активного воздействия на основе смеси кислорода и пропана. Система, инициирующая сход лавины, оказывает тройное действие:

- сдвиг снега вниз перед установкой активного воздействия, инициирующей сход лавины, при помощи продуктов сгорания смеси газов;
- уплотнение снежного покрова;
- сейсмическая волна после запуска установки активного воздействия увеличивает площадь охвата снежного покрова.

Данная система состоит из двух составных частей:

1. Shelter – командный пункт управления, в котором располагаются резервуары с пропаном и кислородом, клапаны, электрические и электронные системы управления, устройство для приема радиосигналов, метеостанция, устройство по определению параметров снежного покрова. Одно укрытие может обслуживать до пяти эксплодеров (установок активного воздействия).

2. Exploder – установка активного воздействия, представляет собой металлические трубы, расположенные непосредственно в лавиносборах, к которым подведены

газопроводящие трубы из резервуаров, находящихся в командном пункте. Внутри эксплодера происходит смешение газа 1:6 (кислород-пропан).

Принцип работы данной системы: к началу зимы shelter загружается газовыми баллонами, вся система проверяется и подготавливается к работе. Работа системы запрограммирована. Оператор подает команду на запуск с помощью специального кода в компьютерной программе, открываются клапаны, exploder заполняется газовой смесью и в определенный момент осуществляется автоматическое воспламенение. Происходит направленный взрыв газовой смеси, который инициирует сход лавины. Сигнал от сейсмодатчика на экране компьютера подтверждает толчок и возможный сход снежной массы. После этого оператор (его помещение может находиться на любом расстоянии от объекта) может запросить по компьютеру следующей Shelter или exploder.

Daisy Bell – это новейшая технология активного воздействия на лавины. Она дает возможность обработать самые труднодоступные лавиносборы или оказать воздействие на зоны принудительного спуска лавин.

Принцип работы Daisy Bell состоит в дистанционном инициировании подрыва кислородно-водородной смеси, находящейся в металлическом конусе, на высоте 3–5 метров над снежной поверхностью, непосредственно из кабины вертолета при помощи беспроводного устройства [7,8].

Оптимальное применение на практике как пассивных средств защиты от снежных лавин, так и активных систем перемещения снега с применением взрывотехники представляет собой комплекс мер безопасности участков сети дорог ОАО «РЖД» с риском схода снежных лавин. Техническое регулирование в сочетании с комплексом пассивной и активной безопасности следует привести в соответствие с современными требованиями к безопасному движению пассажирских поездов.

Список использованной литературы

1. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов и технике безопасности на лавиноопасных участках железных дорог. М. : изд-во ОАО РЖД, 2009. – 64 с.
2. Ежегодный доклад о безопасности движения поездов Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД». – М. : изд-во ОАО РЖД, 2016. – 89 с.
3. Ежегодный доклад о безопасности движения поездов Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД». – М. : изд-во ОАО РЖД, 2009. – 57 с.
4. География лавин / Под ред. С. М. Мягкова, Л. А. Канаева. – М. : изд-во МГУ, 1992. – 334 с.
5. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. – М. : Минрегион России, 2013.
6. ВСН 02-73. Указания по расчету снеголавинных нагрузок при проектировании сооружений. – М. : Московское отделение Гидрометиздата, 1973.
7. Научно-практический журнал «Инженерная защита», выпуск № 4 (сентябрь-октябрь 2014). – М. : 2014. – 96 с.
8. Defense structures in avalanche starting zones (technical guideline as an aid to enforcement). WSL Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF (Davos). Bern, 2007. 134 p.

УДК 614.841.3:614.833

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Назарова Н.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Гармышев В.В., канд. техн. наук

Иркутский национальный исследовательский технический университет

На примере субъекта Российской Федерации, Иркутской области рассматриваются последствия лесных пожаров за 2011–2016 гг. На основании выполненных исследований показана экономическая и экологическая опасность лесных пожаров. Расчетами определено: количество токсичных продуктов горения, образующихся при лес-

ных пожарах, количество затраченного кислорода, эколого-экономическая оценка загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: лесные пожары, экологический риск.

ENVIRONMENTAL RISK OF FOREST FIRE IN THE IRKUTSK REGION

Nazarova N.A., master of the program «Fire Safety»

Timofeeva S.S., D. Sc., prof/

Garmyshev V.V., Cand. Of tech

Irkutsk National Research Technical University

On the example of the subject of the Russian Federation, the Irkutsk region, the consequences of forest fires for 2011–2016 are considered. Based on the studies carried out, the economic and environmental hazards of forest fires are shown. Calculations determined: the amount of toxic combustion products produced in forest fires, the amount of oxygen expended, the environmental and economic assessment of air pollution

Key words: forest fires, ecological risk.

В настоящее время леса являются важнейшими элементами поддержания устойчивости биосферы, сохранения качества среды обитания, а также сырьевых ресурсов [1].

Регулярно возникающие в различных регионах России лесные пожары, а это около 25–30 тыс. ежегодно, привлекают к себе внимание как природные бедствия [1,2]. Сгорают гигантские площади лесных массивов, уничтожаются уникальные экосистемы. С пожарами в атмосферу выбрасывается огромное количество дыма, содержащего опасные загрязнители, такие как: оксид углерода, диоксид азота, сера, сероводород, сажа, фенол, бензол, формальдегид, уксусная кислота, пятиокись ванадия, бенз(а)пирен и многие другие [1–3].

По нашим предварительным оценкам, только с одного гектара горящего леса в атмосферу выбрасывается от 80 до 100 тонн дымовых частиц и до 12 тонн смеси различных токсичных продуктов горения [3]. В Иркутской области городские агломерации, населенные пункты области нередко от 10 до 15 дней погружаются в дым [4]. В последнее десятилетие в Иркутской области наблюдается напряженная обстановка с пожарами, при этом региону наносится экологический и социально-экономический ущерб [4].

В настоящей работе предпринята попытка оценить экологические последствия лесных пожаров на территории Иркутской области, произошедшие в период с 2011 по 2016 гг.

Иркутская область входит в состав Сибирского федерального округа (СФО) и расположена на юге Восточной Сибири в бассейнах верхнего течения Ангары, Лены и Нижней Тунгуски. Площадь территории области составляет 767,9 тыс. км² (4,6 % территории России и 15,4 % СФО) [5]. Иркутская область располагает огромными лесными богатствами, общий запас древесины на сегодня составляет 8,81 млрд м³, что является средством поддержания естественного состояния биосферы и незаменимым фактором экономического, культурного и социального значения [4,6].

Территория Иркутской области имеет самую высокую лесистость (78 %) среди субъектов РФ. На одного жителя в Иркутской области приходится 21,6 га покрытой лесом площади, что почти в 5 раз больше, чем в среднем по РФ и в 84 раза больше, чем в Западной Европе. Этот показатель говорит о значительном лесосырьевом потенциале территории [5,6].

Исходными данными для исследования являлись статистические данные разных ведомств.

Нами выполнен анализ лесных пожаров, происходящих на территории Иркутской области в период 2011–2016 гг. Исходными данными служили исследования [1–6], а также данные статистики Министерства природных ресурсов, Министерства лесного комплекса Иркутской области, ГУ МЧС России по Иркутской области (табл. 1).

Изучение последствий лесных пожаров в регионе за 2011–2016 гг., позволило сделать вывод, что в результате верховых пожаров, на долю которых приходится около 2 % всех пожаров, ежегодно на территории Иркутской области сгорает 18,6 % лесных массивов. При низовом пожаре, на долю которых приходится 98 % всех пожаров в регионе, в результате которых уничтожается 81,4 % лесных территорий.

Таблица 1

Последствия лесных пожаров в Иркутской области за 2011–2016 гг.

Год	Количество пожаров, тыс. ед.	Площадь, пройденная пожаром, тыс. га	Год	Количество пожаров, тыс. ед.	Площадь, пройденная пожаром, тыс. га
2011	1629	136,3	2014	2314	302,3
2012	806	26,9	2015	1537	395,6
2013	824	31,7	2016	1205	729

В табл. 2 приведены значения экономического ущерба в результате лесных пожаров на территории Иркутской области за 2011–2016 гг.

Таблица 2

Экономический ущерб от лесных пожаров в Иркутской области за 2011–2016 гг.

Год	Прямой ущерб, млн руб.	Год	Прямой ущерб, млн руб.
2011	1941,5	2014	10185,9
2012	2298,9	2015	8024,2
2013	2586,3	2016	9246,1

Принимая во внимание последствия лесных пожаров, выполнены расчеты в оценке количества сгоревших лесообразующих пород в Иркутской области в результате лесных пожаров за 2011–2016 гг. (рис. 1).

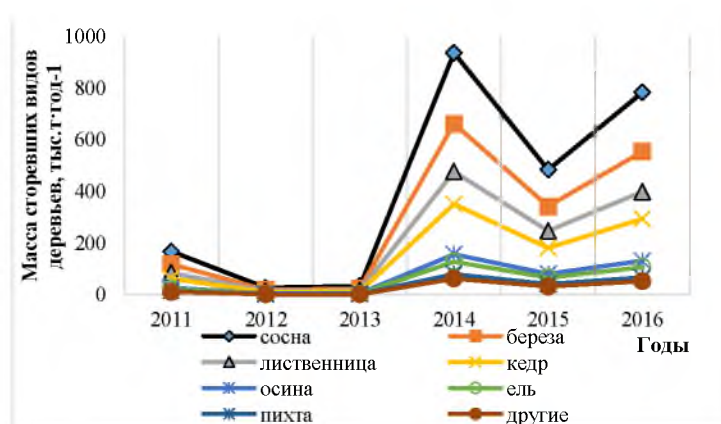


Рис. 1. Количественные показатели сгоревших лесообразующих пород древесины в Иркутской области за 2011–2016 гг.

Анализ литературных данных [1,4,6] позволяет сделать вывод, что экологические риски лесных пожаров проявляются:

- в радиационном загрязнении атмосферы, воды, почвы, продуктов питания, сооружений, продукции, изделий;
- радиационном облучении людей, растительности, животных;
- токсическом, химическом загрязнении атмосферы, воды, почвы, растительности, животных организмов;
- уничтожении лесных и животных ресурсов, распугивание птиц, животных;
- уничтожении кислорода и озонового слоя земли;
- тепловом и световом загрязнении, нарушении теплового баланса Земли;
- снижении продуктивности сельскохозяйственных угодий и воспроизводства рыбных ресурсов;

– воздействие токсичных продуктов горения испытывают люди, проживающие не только в районах, но и пригородах и даже в городах, что в свою очередь приводит к: отравлению продуктами сгорания; различным аллергическим реакциям; заболеваниям органов дыхания, зрения; обострению хронических заболеваний; потере возможности отдыха на турбазах, санаториях, природе;

– уничтожение огнем лесной подстилки сопровождается уплотнением почвенного покрова, уменьшением его проницаемости и заболачиванием почв в результате подъема грунтовых вод, которые раньше поглощались корневой системой деревьев;

– уничтожение лесов в результате пожаров изменяет водный режим рек, болот и озер и способствует их пересыханию в одни времена года и наводнениям в другие;

– после лесных пожаров на горячих местах происходит изменение растительного покрова: пород деревьев, трав, кустарников, появляются новые представители фауны, это связано с тем, что меняются условия среды их обитания: увеличиваются доступ света, перепады температуры почвы днем и ночью;

– в северных районах РФ лесными пожарами уничтожаются мхи и лишайники – кормовая база оленей. Кроме того, такие пожары способствуют оттаиванию зоны вечной мерзлоты.

– лесные пожары способствуют разрушению почвенного покрова, который в большей степени подвергается дождевой и ветровой эрозии меняется pH почвы, ускоряется минерализация гумуса и т. д.;

– кроме этого в результате лесных пожаров меняется pH почвенного раствора, ускоряется минерализация гумуса.

– воздействие высоких температур, дыма приводит к гибели животных, либо заставляет искать новые места обитания, подчас менее благоприятные [6].

Таким образом, лесные пожары на сегодня превращаются в значимый экологический фактор риска. В результате лесных пожаров, могут возникать до 30 видов экологических рисков [1–4,6].

На основании работ [1,2,6] был рассчитан риск для любого человека в Иркутской области столкнуться с опасными факторами лесных пожаров (табл. 3).

Таблица 3

Оценка риска для любого жителя Иркутской области столкнуться с опасными факторами лесных пожаров (период исследования 2011–2016 гг.)

Объект исследования	Количество жителей, чел.	Среднее количество пожаров, ед.	Риск для любого человека столкнуться с пожаром, $\text{пож} \cdot \text{чел.}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$
Иркутская область	2 414 913	1362	$6,4 \cdot 10^{-4}$

Таким образом, из каждых 10 тыс. проживающих на территории Иркутской области, более 6 человек могут столкнуться с опасными факторами лесных пожаров.

На основе изучения материалов Министерства лесного комплекса и ГУ МЧС России по Иркутской области и работ [1,3–6] определен вид и масса сгоревшей древесины: кедр, сосна, лиственница, пихта, ель, тополь, береза, осина, ива, кедровый стланик, рябина, черемуха, боярышник, яблоня сибирская и лесных горючих материалов (ЛГМ): кустарники, опад листвы и хвои, сучья, ветки, пни, валежник, сухая трава, мох, лишайник, шишки, материал напочвенного покрова, которые расположены в лесных землях (табл. 4).

Таблица 4

Среднее значение массы сгоревших древесины, ЛГМ при лесных пожарах в Иркутской области за 2011–2016 гг.

Сгоревшая масса, тыс. тонн	
Древесина (деревья) на лесных территориях	ЛГМ на лесных территориях
1476,9	356,0

Массу сгоревших деревьев, ЛГМ, расположенных в лесных землях, рассчитывали по формулам [4, 6]:

$$m^{\text{Д}} = \frac{1}{3} s^{\text{П}} \cdot a^{\text{Д}} \cdot \kappa_{\text{Н}}, \quad (1)$$

$$m^{\text{ЛГМ}} = (s^{\text{П}} - s^{\text{Д}}) \cdot a^{\text{ЛГМ}} \cdot \kappa_{\text{Н}}, \quad (2)$$

где $s^{\text{П}}$ – площадь, пройденная пожаром, га;

$s^{\text{Д}}$ – площадь, занимаемая деревьями, га;

$a^{\text{Д}}, a^{\text{ЛГМ}}$ – масса древесины и ЛГМ, сосредоточенная на единице лесной территории, т/га;

$\kappa_{\text{Н}}$ – коэффициент недожога.

На основании проведенных исследований лесных территорий в Иркутском, Шелеховском, Слюдянском, Ангарском, Усольском районах установлено, что усредненная масса древесины составляет 20 т/га, а ЛГМ 2,5 т/га. а ЛГМ в ландшафтно-рекреационной, пригородной зонах городов, населенных пунктов 1,5 т/га [4,6].

Как отмечают авторы [3,4,6], при обследовании пожаров, произошедших в Иркутском, Тайшетском, Жигаловском, Тулунском, Ольхонском районах области, зафиксировано, что, как правило, выгорает 1/3 массы древостоя, поэтому в расчетах учитывали эту величину [4,6]. Основываясь на работах [4,7,8], в расчетах был принят коэффициент недожога 0,7 для древесины и 0,9 для ЛГМ.

На основе усредненных данных по массам сгоревших материалов и удельных выбросов химических веществ [1–4,6,9], определено количество загрязняющих веществ, поступивших в атмосферу региона.

Для лесных пожаров использовалось следующее выражение [3,4,6]:

$$G_i^{\text{ТГМн}} = G_i^{\text{ЛГМ}} + G_i^{\text{Д}}, \quad (3)$$

где $G_i^{\text{ЛГМ}}, G_i^{\text{Д}}$ – масса i -го токсиканта, поступившего в атмосферу при сгорании ЛГМ, древесины, т.

Масса i -го вида токсиканта, поступившего в атмосферу при лесном пожаре, определялась следующим образом:

$$G_i^{\text{ТГМн}} = \kappa_{\text{ат}}^{\text{ЛГМ}} \cdot m^{\text{ЛГМ}} + \gamma_i^{\text{Д}} \cdot V_{\text{шт}}^{\text{Д}} \cdot m^{\text{Д}}, \quad (4)$$

где $\kappa_{\text{ат}}$ – коэффициент эмиссии i -го токсиканта при горении ЛГМ [1–4,6,9];

$m^{\text{ЛГМ}}, m^{\text{Д}}$ – масса сгоревших ЛГМ и древесины (деревьев), т.;

$\gamma_i^{\text{Д}}$ – концентрация i -го вида токсиканта, поступившего в атмосферу при сгорании древесины, мг/м³ [1,2,4];

$V_{\text{шт}}^{\text{Д}}$ – объем продуктов горения, выделившихся при сгорании древесины, т/м³ [6–8].

Таким образом был выполнен расчет загрязнения атмосферы в результате лесных пожаров на территории Иркутской области за 2011–2016 гг. Динамика загрязнения атмосферы приведена на рис. 2.

Количественные, усредненные показатели по видам опасности токсичных веществ, образующиеся при лесных пожарах на территории Иркутской области за 2011–2016 гг. приведены в табл. 5.

Принимая во внимание работы [1,6–8,10] была дана эколого-экономическая оценка загрязнения атмосферы в результате лесных пожаров, а также количество кислорода, уничтоженное во время лесных пожаров на территории Иркутской области (табл. 6).

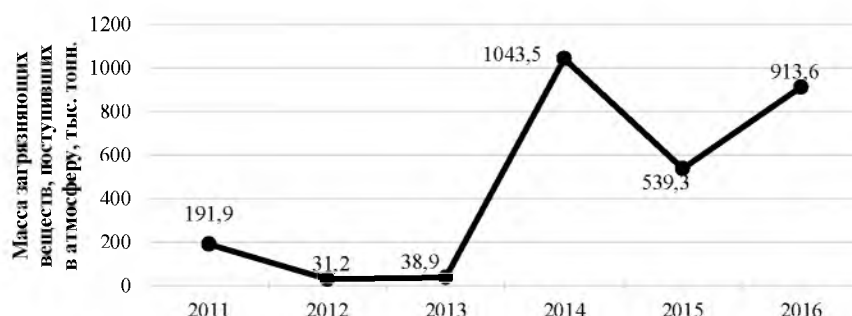


Рис. 2. Динамика загрязнения атмосферы в результате лесных пожаров в Иркутской области за 2011–2016 гг.

Таблица 5

Усредненные значения загрязнения атмосферы по видам опасности токсичных веществ, образующихся в результате лесных пожаров на территории Иркутской области (период исследования 2011–2016 гг.)

Объект исследования	Вещества чрезвычайной-ноопасные, тонн	Вещества высоко-опасные, тонн	Умеренно-опасные, тонн	Мало-опасные, тонн	Общее количество выбросов, тонн
Иркутская область	77,2	5113,1	27 540,3	426 870	459 600,6

Таблица 6

Усредненная эколого-экономическая оценка ущерба загрязнения атмосферы, а также количество кислорода, затраченного в результате лесных пожаров на территории Иркутской области (период исследования 2011–2016 гг.)

Объект исследования	Эколого-экономический ущерб загрязнения атмосферы, млн руб.	Количество кислорода, затраченного в результате лесных пожаров, млн т.
Иркутская область	237,4	1,949

Таким образом, установлено, что залповые выбросы в атмосферу экотоксикантов, образующихся при лесных пожарах, вносят дополнительный вклад в загрязнение окружающей среды. Так, за 2011-2016 гг. лесные пожары в среднем приносили в атмосферу Иркутской области до 459,6 тыс. тонн загрязняющих веществ, при этом эколого-экономический ущерб от загрязнения атмосферы составлял около 237,4 млн руб., ежегодно уничтожалось до 1,9 млн т кислорода.

В государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области» [5] приводятся данные о стационарных и передвижных источниках выделения загрязняющих веществ в атмосферу, но, к сожалению, на сегодня не учитывается вклад лесных пожаров в загрязнение окружающей среды Иркутской области.

Список использованной литературы

1. Соловьев С.В. Экологические последствия лесных и торфяных пожаров: Дисс. ... канд. техн. наук / С.В. Соловьев. – М. : 2006. – 219 с.
2. Исаева Л.К. Оценка экологической безопасности при природных катастрофах / Л.К. Исаева – М. : 2003. – 158 с.
3. Тимофеева С.С., Гармышев В.В., Зырянов В.С. Оценка экологической нагрузки на атмосферу при лесных пожарах в Иркутской области / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев, В.С. Зырянов // Безопасность жизнедеятельности.
4. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Методика оценки неучтенной экологической нагрузки на атмосферу, создаваемую пожарами в Иркутской области / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев // Вестник ЗабГУ.
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году». – Иркутск, 2016. – 316 с.
6. Гармышев В.В., Зырянов В.С., Матюшин В.П. Экологические последствия лесных пожаров на территории Иркутской области: монография. / В.В. Гармышев, В.С. Зырянов, В.П. Матюшин. – Иркутск, 2009. – 145 с.
7. Абдурагимов И.М. [и др.] Процессы горения / И.М. Абдурагимов [и др.]. – М. : 1984. – 268 с.
8. Дроздова Т.И., Скушникова А.И. Теория горения и взрыва. Процессы горения и взрыва / Т.И. Дроздова, А.И. Скушникова. – Иркутск, 2010. – 144 с.
9. Методика определения и расчета выбросов загрязняющих веществ от лесных пожаров. – М. : 1997. – 26 с.
10. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

УДК 616.89

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

Никонова Е.Д., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Вторушина А.Н., к.х.н., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В данной статье представлены результаты экспертной оценки рисков чрезвычайных ситуаций на угледобывающем предприятии, проведен сравнительный анализ полученных результатов со статистическими данными по отрасли. Показано, что для производственных объектов проведение экспертной оценки в случае отсутствия собственных статистических данных о реализации ЧС является наиболее приемлемым.

Ключевые слова: аварийный риск, угледобыча.

ESTIMATION OF THE EMERGENCIES PROBABILITY IN COAL MINING PRODUCTION

Nikonova E.D., master of the program «Safety in Technosphere»

Vtorushina A.N., PhD in Chemistry, assistant professor

National research Tomsk polytechnic university

The article presents the result of expert judgement risk assessment on the coal industry production object. The comparative analysis of the obtained results was carried out. It was shown that in the case of own statistic data absence it is more preferable to conduct the expert judgment risk assessment.

Keywords: emergency risk, coal mining.

Проведение оценки рисков на промышленных объектах в настоящее время является современным инструментом управления рисками. Существует множество подходов к оценке риска, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками. Выбор определенного метода зависит от специфики объекта исследования.

В ходе данной работы были рассмотрены статистические данные по чрезвычайным ситуациям в угледобывающей отрасли Кемеровской области. Было выяснено, что при ведении открытых горных разработок существует риск возникновения таких факторов, приводящих к реализации ЧС:

- возгорание отвалов и угольных складов;
- падение техники с уступов и отвалов;
- обвалы горных выработок и бортов;
- незапланированные взрывы при ведении буровзрывных работ;
- явления природного характера: землетрясения, наводнения, ливневые и грозовые явления и т. д.

Объектом исследования в данной работе является угледобывающий разрез Кемеровской области по добыче бурого угля. На данном объекте ведутся открытые горные разработки, производятся выемочно-погрузочные работы с использованием тяжелой техники. Уголь вывозится на угольный склад, расположенный в 7 км к западу от разреза, откуда его отгружают к потребителю. Уголь данного месторождения относится к высокосортному энергетическому топливу. Основной отличительной способностью бурого угля является то, что на открытом воздухе он быстро теряет свою влагу и превращается в порошок.

Данный объект, согласно ФЗ № 116, относится к третьему классу опасности опасных производственных объектов (ОПО) [1]. Среднегодовые объемы добычи угля составляют 150 тыс. т угля. Общая численность рабочего персонала составляет 110 человек, наибольшая работающая смена – 30 человек.

Согласно приказу Министерства промышленности и энергетики № 78, среди методов анализа и оценки рисков можно в общем случае выделить три основных подхода: феноменологический, детерминистский и вероятностный [2].

В данной работе является целесообразным применение вероятностного метода с использованием такого инструмента, как метод экспертных оценок ввиду относительно непродолжительного периода функционирования данного предприятия и отсутствия на нем статистических данных по ЧС. Преимуществом данного метода является возможность применения его к ситуациям, по которым отсутствуют статистические данные. Данный метод заключается в проведении анализа проблемы экспертами, которые являются специалистами в данной области. Полученные от экспертов оценки в дальнейшем проходят обработку на согласованность, и затем производится анализ полученных результатов [3]. Данный метод нашел широкое применение при оценке рисков ЧС на предприятиях, на которых отсутствуют статистические данные о ЧС в виду недавнего открытия, изменения технологии, и др.

На начальном этапе был создан опросный лист для экспертов, в котором было представлено дерево событий, приводящих к возгоранию угольного склада (рис. 1).

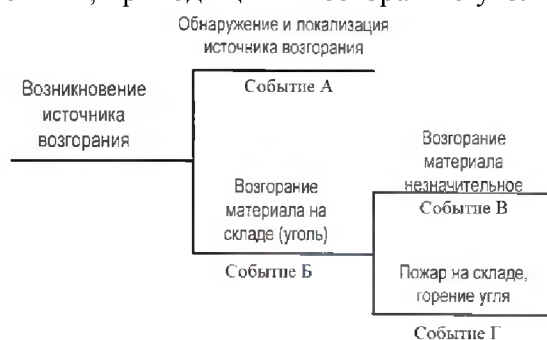


Рис. 1. Дерево событий при возникновении источника возгорания на угольном складе

Данное дерево составлено на основе расчетно-пояснительной записки к паспорту безопасности опасного объекта. Частота возникновения каждого события в расчетно-пояснительной записке была определена на основе действующих методических указаний по проведению анализа риска, а также статистической оценки причин возникновения аварий на аналогичных объектах [4].

События «А» и «Б» были отнесены к группе 1, а события «В» и «Г» к группе 2. Экспертам предлагалось оценить вероятность наступления наиболее вероятного события в группе по шкале от 1 до 100 таким образом, чтобы присвоенная вероятность была кратной 5. Результаты экспертной оценки представлены в табл. 1, где курсивом выделены оценки, присвоенные экспертами одному наиболее вероятному событию из каждой группы. Вероятность второго параллельного события получена вычитанием из 100 оценки, поставленной экспертом.

Таблица 1

Сводная таблица оценок экспертов по опросному листу

Номер группы	Событие	Номер эксперта										ср
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	А	95	95	90	95	95	95	95	95	95	95	94,5
	Б	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5,5
2	В	75	80	75	80	75	70	75	75	75	80	76
	Г	25	20	25	20	25	30	25	25	25	20	24

Таким образом, эксперты оценили вероятность наступления событий А и В как высокую.

Далее было произведено ранжирование оценок и подсчет коэффициента конкордации, а также проведение теста Фридмана, результаты представлены в табл. 2.

В данном случае коэффициент конкордации получился равным 1, что свидетельствует о полной согласованности мнений экспертов. Таким образом, эксперты находят

события А и В наиболее вероятными. При этом, в соответствии с ранжированием событий по вероятности наступления событий, они располагаются следующим образом:

$$1 > 2 > 3 > 4 \Rightarrow Б, Г, В, А$$

Таблица 2

Результаты проведения теста Фридмана и расчета коэффициента конкордации для опросного листа № 2

Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (Spreadsheet5) ANOVA Chi Sqr. (N = 10, df = 3) = 30 p = 0 (Результаты теста Фридмана) Coeff. of Concordance = 1 Aver. rank r = 1 (расчет коэффициента конкордации)				
Событие	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
А	4,00	40,00	4,00	
Б	1,00	10,00	1,00	
В	3,00	30,00	3,00	
Г	2,00	20,00	2,00	

Для представления этих событий на дереве событий, были произведены преобразования полученных результатов. В итоге были получены следующие вероятности наступления событий, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Вероятность наступления событий

Событие	А	Б	В	Г
Вероятность, полученная по результатам экспертной оценки %	94,5	5,5	4,18	1,32
Вероятность, указанная в ПБ, %	95	5	1,5	3,5

Таким образом, данные о вероятности реализации различных ЧС на данном объекте, полученные в ходе проведения экспертной оценки, отличаются от данных статистической оценки причин возникновения аварий на объектах по отрасли. Данный факт является следствием того, что экспертная оценка проводилась работниками самого предприятия, которые более детально разбираются в технологическом процессе добычи угля и специфики работы в условиях конкретного предприятия. В то время как общие статистические данные по отрасли выражают лишь усредненное значение вероятности наступления событий, они могут искажать реальное положение дел на конкретном объекте. Именно поэтому проведение экспертной оценки в случае отсутствия собственных статистических данных на предприятии является наиболее приемлемым.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Приказ Минпромэнерго РФ от 12.04.2006 № 78 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке и подготовке к принятию проектов технических регламентов».
3. Rosqvist T. On the use of expert judgement in the qualification of risk assessment // VTT Publ. 507 3.
4. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 N 144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
5. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков. Практикум. Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2015. - 152 с.

УДК 614.849

ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА ДЛЯ ЛЕЧЕБНЫХ КОРПУСОВ КУРОРТА «ГОРЯЧИНСК»

Новицкий А.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Какаулин С.П., кандидат экономических наук, доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет
Выполнили анализ индивидуального пожарного риска для лечебного корпуса физиотерапии, исходя из накопленных статистических данных.
Ключевые слова: лечебно-профилактические учреждения, пожарный риск.

**EVALUATION OF INDIVIDUAL FIRE RISK FOR HEALTH CORPS
OF THE RESORT «GORYACHINSK»**

Novitsky A.A., master of the program «Fire safety»
Kakaulin S.P., PhD in Economics, Associate Professor
Irkutsk National Research Technical University

Performed an analysis of the individual fire risk for the medical building of physiotherapy, based on the accumulated statistical data.

Key words: medical and preventive institutions, fire risk.

По числу пожаров на каждую 1000 человек РФ находится примерно на среднемировом уровне, но по показателю погибших при пожарах – 10,8 на 100 тыс. населения – превосходит среднемировой уровень на порядок. В США этот показатель равен 1,6, в Японии – 1,4, в Великобритании и Франции – 1,1. Особую опасность представляют пожары для персонала и пациентов лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ).

В среднем ежедневно на лечении в ЛПУ в нашей стране находится около 3 млн пациентов, в дневных стационарах – около 130 тыс. Нельзя утверждать, что все эти больные маломобильны, однако очень многие из них беспомощны. Если добавить к этому числу пациентов домов престарелых и интернатов, станет ясно, насколько важен вопрос об оказании им необходимой помощи извне в чрезвычайных ситуациях.

Статистика пожаров в данных учреждениях в последние годы достаточно тревожна. Так, в ЛПУ Минздравсоцразвития России в 2010–2016 годы произошло 1749 пожаров, погибло 68 человек, 75 человек травмированы. За 6 месяцев 2016 г. на объектах Минздравсоцразвития России зарегистрировано 177 пожаров (–22 % по сравнению с аналогичным периодом 2015 г.), при которых погибли 8 человек (в 2015 г. – 17) и травмированы 12 (в 2015 г. – 16). Прямой материальный ущерб от пожаров составил в 2016 г. 3,955 млн руб. (–29,6 %).

Причины гибели людей при пожарах в ЛПУ представлены на рис. 1. Гибель людей при пожарах, как правило, связана с состоянием алкогольного опьянения, состоянием сна и нетранспортабельностью.

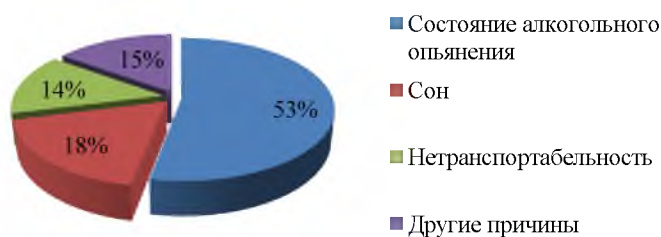


Рис. 1. Причины гибели людей при пожарах в ЛПУ

Причинами пожаров в лечебно-профилактических учреждениях (рис. 2), послужили: неосторожное обращение с огнем, нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов и неосторожность при курении.

Целью настоящей работы явилась оценка индивидуального пожарного риска в одном из санаториев, расположенных на берегу оз. Байкал на территории республики Бурятия.

Курорт «Горячинск» является филиалом санаторно-курортного учреждения профсоюзов Республики Бурятия «Байкалкурорт». Находится в Прибайкальском районе Республики Бурятия, в 180 км от Улан-Удэ и на расстоянии 1 км от о. Байкал.

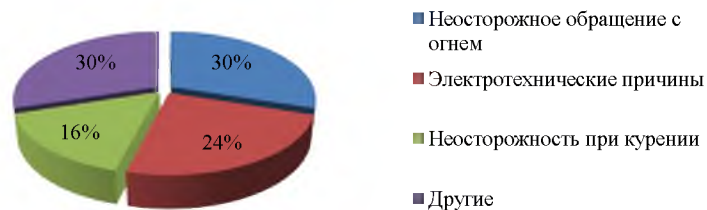


Рис. 2. Причины пожаров в ЛПУ

Является одним из старейших курортов Забайкалья. Датой основания считается 1810 год. С 1958 года перешел на круглогодичный прием отдыхающих. За время своего существования здесь отдохнуло и поправило свое здоровье свыше 500 тысяч человек.

Основными природными лечебными факторами санатория являются:

- слабоминерализованная термальная (+54,5 °С) кремнистая вода, которая используется для ванн, лечебных душей, а также для питьевого лечения больных с патологией пищеварительного тракта;
- сульфидные пресноводные сапропелевые грязи реликтового озера Котокель габозерской разновидности.

Курорт принимает на лечение и отдых взрослых, детей без родителей от 5 до 17 лет, а также родителей с детьми от 2 лет, сроки лечения от 7 до 24 дней. В год может принимать до 10 500 человек. На рис. 3 представлено распределение количества отдыхающих по годам. На рис. 4 распределение отдыхающих по сезонам года.



Рис. 3. Распределение количества отдыхающих по годам

На курорте функционирует санаторий емкостью 450 круглогодичных мест, но в связи со строительством особой экономической зоны «Байкальская гавань» разработан проект расширения санатория до 1000 мест отдыхающих. Участок, отведенный курорту, имеет прямоугольную, вытянутую вдоль ручья форму, площадь участка 38 гектаров.

В качестве объекта исследования состояния пожарной безопасности курорта «Горячинск» выбрали корпус № 15. В нем располагается отделение физиотерапии. Левое крыло корпуса предназначено под кабинеты парафинолечения. В правом крыле корпуса находится физиооборудование, которого насчитывается 30 различных типов.

Этот корпус является наиболее опасным из всех зданий курорта, так как все физиооборудование работает под напряжением, и чувствительно к колебаниям напряжения, которое может вывести оборудование из строя, что в последствие может привести к возгоранию. А в отделении парафинолечения применяется нагревательное оборудование для растопления парафина.

Здания и корпуса ЛПУ должны быть выполнены в соответствии с ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] и СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» [2].

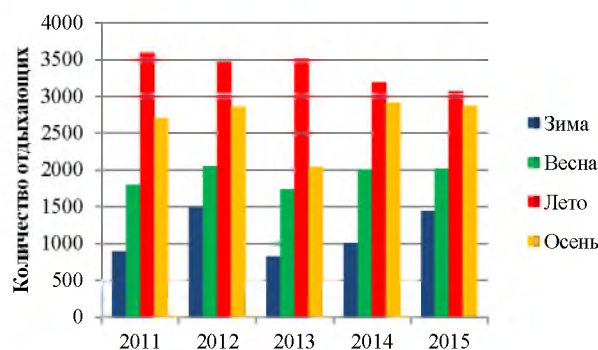


Рис. 4. Распределение количества отдыхающих по сезонам года

В табл. 1 представлены требования по пожарной безопасности к ЛПУ, предъявляемые СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»[3], и их фактические значения.

Все основные строительные конструкции, примененные при возведении корпуса, являются сгораемыми. Фактически корпус физиотерапии имеет четвертую степень огнестойкости, так как:

- фундамент – сборный железобетонный ленточный;
- несущие стены – деревянные;
- перекрытия – деревянные;
- крыша (кровля) – вальмовая, четырехскатная, шифер.

Таблица 1

Соответствие корпуса физиолечения к предъявляемым требованиям

№	Условие	Требуемое	Фактическое
1	Класс пожарной опасности для отделочных материалов внутри здания: – для стен и потолков; – для полов	КМ1 КМ2	КМ2 КМ2
2	Класс пожарной опасности для материалов на путях эвакуации – для стен и потолков (вестибюли, лестничные марши и клетки/ общие коридоры); – для полов (вестибюли, лестничные марши и клетки/ общие коридоры)	КМ0/КМ1 КМ1/КМ2	КМ2/КМ2 КМ2/КМ2
3	Количество эвакуационных выходов	Не менее 2-х	1
4	Высота (h) и ширина (b) эвакуационных выходов	$h \geq 1,9$ м $b \geq 0,8$ м	$h = 1,8$ м $b = 1$ м
5	Параметры лестниц: – ширина лестниц; – уклон лестниц; – ширина проступи; – высота ступеньки	Не менее 0,9 м Не более 1:1 Не менее 25 см Не более 22 см	1,2 м 1:1 28 см 28 см

Как видно из табл. 1 корпус физиотерапии полностью не соответствует требованиям пожарной безопасности установленные СП 1.13130.2009.

Облицовка поверхностей конструкций в коридорах, лестничных клетках и тамбурах корпуса выполнена из горючих отделочных материалов, таких как неогнестойкая окраска, линолеум. Лестничные площадки, ступени, балки и марши лестничных клеток выполнены из древесины, необработанные огнезащитными составами. На случай возникновения пожара обеспечена возможность эвакуации людей, находящихся в здании, через единственный эвакуационный выход с первого этажа наружу непосредственно. Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания.

Расчет индивидуального пожарного риска для корпуса физиотерапии, времени блокирования опасными факторами пожара и времени эвакуации людей выполняли в соответствии с Приказом МЧС России от 30 июня 2009 года № 382 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [4,6].

Результаты и их обсуждение

Индивидуальный пожарный риск Q_B в зданиях класса функциональной пожарной опасности ФЗ.4 рассчитывается по формуле 1:

$$Q_B = Q_{II}(1 - K_{a,II}) \cdot P_{пр}(1 - P_э)(1 - K_{п.з.}) = 0,0299(1 - 0) \cdot 0,375(1 - 0)(1 - 0,64) = 4,037 \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

где Q_{II} – частота возникновения пожара в здании в течение года, определяемая на основании статистических данных, приведенных в приложении № 1 к настоящей Методике;

$K_{a,II}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Значение параметра $K_{a,II}$ принимается равным $K_{a,II} = 0,9$, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

– здание оборудовано системой АУП, соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

– оборудование здания системой АУП не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности.

В остальных случаях $K_{a,II}$ принимается равной нулю;

$P_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании. Вероятность присутствия людей в здании, определяется из формулы 2.

$$P_{пр} = \frac{t_{функ}}{24} = \frac{9}{24} = 0,375, \quad (2)$$

где $t_{функ}$ – время нахождения людей в здании в часах;

$P_э$ – вероятность эвакуации людей рассчитывается по формуле 3.

$$P_э = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \times t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \times t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999 & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \times t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0 & \text{если } t_{нэ} > 0,8 \times t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases} \quad (3)$$

где t_p – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{нэ}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), мин;

$t_{бл}$ – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$ – время существования скоплений людей на участках пути

$K_{п.з.}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Расчет $K_{п.з.}$ проводится в соответствии с формулой 4.

$$K_{п.з.} = 1 - (1 - K_{обн} \cdot K_{совэ}) \cdot (1 - K_{обн} \cdot K_{плз}) = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0) = 0,64, \quad (4)$$

где $K_{обн}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы пожарной сигнализации требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{совэ}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{плз}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Для одиночного помещения высотой не более 6 м, удовлетворяющего условиям применения интегральной модели, при отсутствии систем противопожарной защиты, влияющих на развитие пожара, допускается определять критические времена по каждому из опасных факторов пожара с помощью аналитических соотношений:

– по повышенной температуре (5)

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 + \frac{70-T_0}{z(273+T_0)} \right] \right\}^{1/n} \quad (5)$$

– по потере видимости (6)

$$t_{кр}^{ПВ} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 + \frac{V \times \ln(1,05 \times \alpha \times E)}{zBD \times l_{пр}} \right]^{-1} \right\}^{1/n} \quad (6)$$

– по пониженному содержанию кислорода (7)

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{0,044}{z \left(\frac{BL_{O_2}}{V} + 0,27 \right)} \right]^{-1} \right\}^{1/n} \quad (7)$$

– по каждому из газообразных токсичных продуктов горения (8)

$$t_{кр}^{ТГ} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{X \times V}{zBL} \right]^{-1} \right\}^{1/n} \quad (8)$$

где В – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

T_0 – начальная температура воздуха в помещении, °С;

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени;

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара,

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Q_n – низшая теплота сгорания материала, МДж/кг;

V – свободный объем помещения, м³;

a – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации;

E – начальная освещенность, лк;

$l_{пр}$ – предельная дальность видимости в дыму, м;

L – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала, кг/кг;

X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении,

Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

Критическое время развития опасных факторов пожара

Расчетный ОФП	Необходимое время эвакуации, секунды	Необходимое время эвакуации, минуты
Повышенная температура	60,15	1,00
Потеря видимости	51,13	0,85
Пониженное содержание O ₂	53,74	0,90
Содержание CO	86,18	1,44
Содержание CO ₂	113,86	1,90
Содержание HCl	76,08	1,27

Расчетное время эвакуации $t_э$ рассчитывается по формуле (9):

$$t_э = t_{н.э.} + t_1 + t_{\delta 1} + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_{\delta 2} = 1 + 0,07 + 0,09 + 0,35 + 0,25 + 0,7 + 0,3 + 1,02 = 3,78 \text{ мин.} \quad (9)$$

где $t_{н.э.}$ – время начала эвакуации с момента возникновения пожара, мин.

t_1 – время движения в кабинете, мин.

t_{δ} – время движения через дверной проем, мин.

t_2 – время движения по коридору второго этажа, мин.

t_3 – время движения по лестнице, мин.

t_4 – время движения по коридору первого этажа, мин.

t_5 – время движения по тамбуру, мин.

t_6 – время движения через дверь первого этажа непосредственно на улицу, мин.

Заключение

При проведении анализа состояния пожарной безопасности корпуса физиотерапии курорта «Горячинск» установлено, что корпус физиотерапии не соответствует требованиям нормативных документов по отделке стен, потолков, полов материалами для данного класса функциональной пожарной опасности, отсутствует система оповещения людей о пожаре.

Расчетное значение индивидуального пожарного риска превышает нормативное $4,037 \cdot 10^{-3} > 10^{-6}$, а время эвакуации равно $t_3 = 3,78$ мин. превышает значения времени блокирования людей в корпусе по опасными факторами пожара.

На основе полученных данных сделали вывод, что корпус физиотерапии не соответствует вышеперечисленным критериям и является источником повышенной опасности для жизни и здоровья людей.

Список использованных источников

1. Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» редакция от 29.07.2017.

2. СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования».

3. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

4. Приказ МЧС России от 30.06.2009 №382 «Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

5. Статистика пожаров Минздравсоцразвития и Госпожнадзора за 2006–2016 годы.

6. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков : практикум. – Иркутск: изд-во ИРНИТУ. – 2015. – 152 с.

УДК 614.8.01

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ И СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Носякова Л.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Дроздова Т.И., доцент кафедры промышленной экологии и БЖД

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Проведен статистический анализ пожаров в общеобразовательных учреждениях. Разработаны наиболее оптимальные пути эвакуации в общеобразовательной школе № 29 г. Ангарска. Показано, что расчетное время эвакуации удовлетворяет нормативным требованиям.

Ключевые слова: пожар.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF FIRE OCCURRENCE AND REDUCTION OF FIRE RISKS IN THE GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF THE IRKUTSK REGION

Nosyakova L.A., master of the program «Fire safety»

Drozдова T.I., PhD, assistant prof Irkutsk National Research Technical University
Irkutsk National Research Technical University

A statistical analysis of fires in general education institutions is carried out. The most optimal ways of evacuation in general school No. 29 in Angarsk have been worked out. It is shown that the estimated evacuation time meets the requirements of the standards.

Key words: fire.

Состояние здоровья подрастающего поколения – очень важный показатель благополучия общества и государства, который отражает не только настоящую ситуацию, но и дает прогноз на будущее, поэтому главной задачей государства является сохранение жизни и здоровья детей и молодежи.

Одной из причин, вызывающих гибель или повреждение здоровья детей и подростков является пожар. В мире ежегодно возникает более 3,1 млн пожаров, в которых гибнет больше 20 тыс. человек, в том числе детей и молодежи. Около 50 % возгораний происходит в зданиях и на транспорте, на них же приходится 90 % всех жертв. По количеству пожаров в мире лидирует США. Однако статистика погибших в пожарах показывает, что наибольшее число жертв на 100 тыс. человек приходится на Россию, Беларусь и Украину [1,2].

По данным статистики большинство пожаров со смертельным исходом для детей или подростков в России происходят в быту, по причине не осторожного обращения с огнем. Однако, особое внимание к пожарной безопасности государство уделяет общеобразовательным учреждениям, по причине массового скопления в них детей и подростков.

При возгорании часто происходит паника и давка, в которых могут погибнуть дети. Чтобы такого не произошло, проводят учебные тренировочные эвакуации, которые помогут стать внимательными, концентрироваться только на необходимом. И при этом позволяют распределить роли и обязанности при эвакуации.

Правила поведения школьников при пожаре в школе предписывают знание путей эвакуации. Все преподаватели и ученики должны быть готовы к экстремальным ситуациям. Администрацией школы план эвакуации должен быть разработан заранее. До пожара все действия при пожаре отрабатываются с детьми в учебном варианте.

В целях минимизации риска пожаров в общеобразовательных учреждениях, ежегодно в преддверии 1 сентября МЧС России занимается проверкой всех учебных заведений на предмет соответствия требованиям пожарной безопасности. Во время проверок выявляются сотни нарушений, большая часть которых ликвидируется незамедлительно.

По данным Федеральной службы государственной статистики, представленной в табл. 1, численность обучающихся в России в период с 2012/2013 уч. г. по 2015/2016 уч. г. постоянно растет. Так, в 2015 году обучающихся стало на 6,5 % больше, чем в 2012 году [3].

Таблица 1

**Численность обучающихся в общеобразовательных организациях
(на начало учебного года; тысячи человек)**

Наименование	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Общеобразовательные организации (без вечерних(сменных) общеобразовательных организаций)	13 537,3	13 643,2	14 191,6	14 596,3
Государственные и муниципальные	13 455,4	13 548,3	14 091,6	14 491,8
Города и поселки городского типа	9835,0	9980,0	10 406,1	10 765,7
Сельская местность	3610,4	3568,3	3685,5	3726,1
Частные	91,9	94,9	99,9	104,5
Города и поселки городского типа	86,4	88,8	92,9	96,7
Сельская местность	5,5	6,1	7,0	7,8
Вечерние (сменные) общеобразовательные организации	267,2	234,3	207,3	174,1
Города и поселки городского типа	211,1	187,7	168,7	145,3
Сельская местность	56,1	46,6	38,6	28,7
Всего	13 804,5	13 877,4	14 398,9	14 770,4

Согласно данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области, численность учащихся в период с 2012/2013 уч. год по 2015/2016 уч. год в области также растет (см. табл. 2) [3].

Таблица 2

**Численность учащихся в общеобразовательных учреждениях
(на начало учебного года; тысяч человек)**

Наименование	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Численность учащихся	276,0	277,1	278,2	279,8
в том числе в учреждениях:				
дневных	271,3	272,7	274,1	275,5
вечерних (сменных), включая обучающихся заочно	4,7	4,4	4,1	4,3

Результаты проведенного нами анализа позволяют сделать частный вывод, представляющие интерес для нашего исследования: количество учащихся в России и в Иркутской области с каждым годом растет, требуемого количества школьных мест недостаточно, а строительство новых здания с современными требованиями безопасности ограничено. Следовательно, при возникновении пожара риск повреждения жизни и здоровья учащихся повышается. Поэтому обеспечение безопасности учащихся все еще остается актуальной задачей.

Цель работы: анализ причин возникновения пожаров в общеобразовательных учреждениях г. Ангарска и снижение пожарных рисков.

Обсуждение результатов

По данным МЧС России, за 2016 год в России произошло 139 703 пожаров, в которых погибло 8760 человек, прямой материальный ущерб составил 14 323 829 тыс. рублей [4]. За последние пять лет количество пожаров в образовательных учреждениях снизилось на 16 %. С 340 в 2011 до 287 – 2017 году. Гибели детей на пожарах не допущено [5,6].

Для сравнения числа пожаров в Иркутской области и в других субъектах РФ нами были отобраны 10 областей: Московская область, Самарская область, Челябинская область, Ростовская область, Краснодарский край, Иркутская область, Новосибирская область, Томская область, Забайкальский край, Омская область (рис. 1).

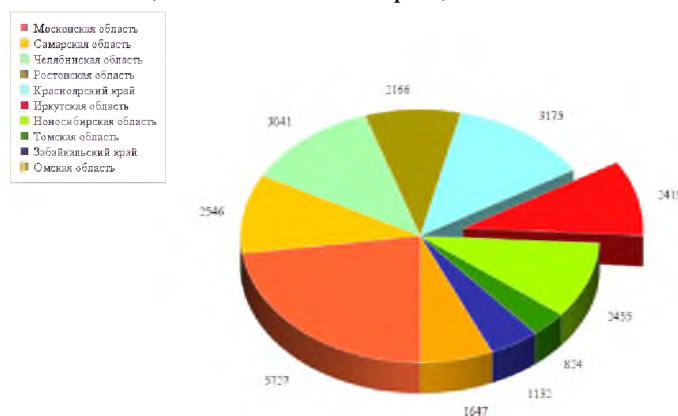


Рис. 1. Сравнительная диаграмма числа пожаров в Иркутской области и в других субъектах РФ

В Иркутской области в 2016 году произошло 2419 пожаров, что составляет 2,23 % от общего количества пожаров по России за год.

В 2017 году произошло 4 пожара в образовательных учреждениях – в здании средней общеобразовательной школы в деревне Ныгда Аларского района (19 апреля), в школе № 14 в г. Тайшет (29 марта), в колледже БГУЭП в г. Иркутск (9 марта), в МКОУ «Покоснинская СОШ» в Братском районе, с. Покосное, в пожарах никто не пострадал.

Также, важно отметить, что за последние 5 лет количество пожаров по России снизилось более, чем на 15 %. Ни один школьник не погиб.

Важным этапом нашего исследования явился анализ основных причин пожаров в общеобразовательных учреждениях. По данным Министерства науки и образования РФ и МЧС России основными причинами пожаров в школах являются:

- нарушение правил эксплуатации электрооборудования
- неосторожное обращение с огнем
- поджоги
- прочие причины.

На рис. 2 представлена диаграмма основных причин пожаров в школах.

Рассмотрим причины травм учащихся и преподавателей при возникновении пожара.

При обнаружении пожара последовательность действий персонала и обучающихся школы разбиты на 5 этапов:

1. Тревога (включение звуковой сигнализации);
2. Вызов пожарной охраны, МЧС, скорой помощи, милиции;
3. Эвакуация из школы.
4. Сбор всего состава школы в отведенном месте.
5. Переключка (проверка обучающихся и персонала школы).

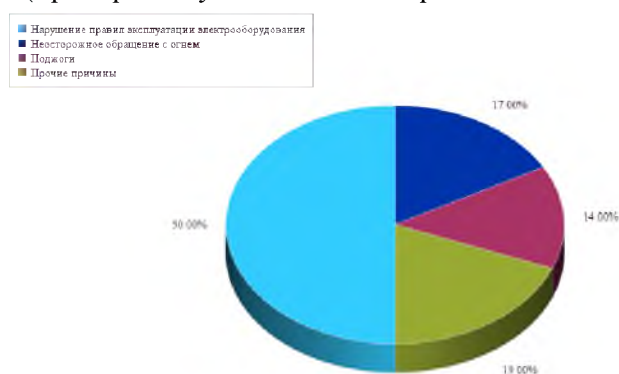


Рис. 2. Основные причины пожаров в школах

Самым опасным этапом является эвакуация учеников и учителей из учреждения, именно на этом этапе происходит большее количество травм. Эвакуация людей представляет собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Причины травм при эвакуации представлены на рис. 3.

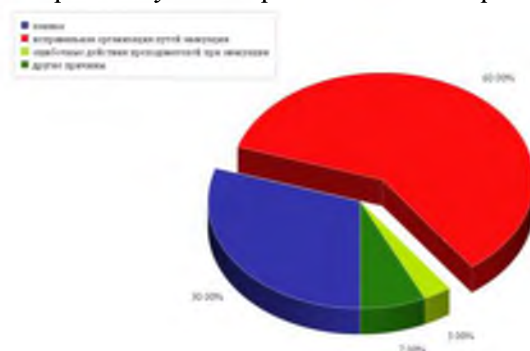


Рис. 3. Причины травм при эвакуации

Анализируя рис. 3, можно сделать вывод, что основное направление обеспечения безопасности людей при пожаре – своевременная эвакуация людей, которые должны покинуть здание раньше, чем возникнет опасность для их жизни. Большое значение имеют конструктивные и объемно-планировочные решения эвакуационных выходов и

путей, обеспечивающие свободное, без препятствий, задержек и нарушений нормального ритма движения эвакуирующихся.

Практика показывает, что только техническими решениями обеспечить безопасность людей при пожаре нельзя. Многое зависит от оперативных действий администрации.

Обязательным требованием нормативных документов являются оборудование зданий с массовым пребыванием людей системами оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), разработка планов эвакуации, инструкций о мерах пожарной безопасности.

Планы эвакуации должны практически отрабатываться с обслуживающим персоналом не менее, чем один раз в год совместно с подразделениями пожарной охраны.

На примере одной из общеобразовательных школ г. Ангарска рассчитаем время эвакуации учащихся и преподавателей из здания при возникновении пожара.

Для расчета времени эвакуации учащихся и преподавателей первого этажа (школы начальных классов) общеобразовательной школы № 29 г. Ангарска при возникновении пожара используем «Методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», утвержденной приказом МЧС № 382 от 30.06.2009 г., с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России № 749 от 12.12.2011 [7]. Схема помещения показана на рис. 4. Для расчета времени эвакуации нами был выбран самый длинный путь эвакуации. Пути движения преподавателей и учащихся выделены на рисунке красными стрелками. Схема одного из кабинетов школы представлена на рис. 5.



Рис. 4. Схема помещения 1 этажа школы

Расчетное время эвакуации людей t_p из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

Весь путь движения людского потока подразделяем на 25 участков длиной l_i и шириной δ_i

Расчетное время эвакуации людей t_p следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (1)$$

где t_1 – время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$ – время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути t_i , мин, рассчитываем по формуле (2), при этом скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке (V_1), следует принимать 100 м/мин

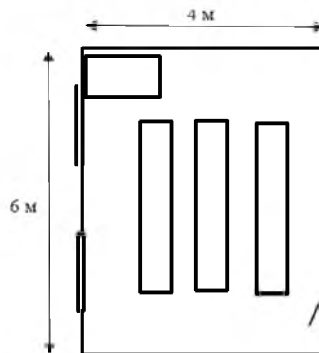


Рис. 5. Схема школьного кабинета

Таблица 3

Исходные данные для расчета и результаты параметров эвакуации

Участок	Длина, l_i , м	Ширина, δ , м	Количество человек, нахо- дящихся на участке, N_i	Время движения людского потока по i -участку пу- ти, мин, $t_i = \frac{l_i}{v_i}$ (2)	Скорость движения людского потока V_i , м/мин	Интенсивность, м/мин $q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}$ (3)
1	3	3	3	0,03	100	5
2	3	3	3	0,03	100	5
3	6	4	10	0,06	100	5
4	4	2,5	13	0,1	47	14
5	6	3	13	0,1	60	11,7
6	3	5	13	0,04	80	7,02
7	5	4	20	0,06	80	0,1
8	6	4	25	0,08	80	0,1
9	4	3	58	0,4	15	12
10	6	4	24	0,08	80	0,1
11	2	3	82	0,2	15	14
12	5	5	25	0,06	80	0,1
13	4	5	107	0,3	15	16
14	5	4	25	0,06	80	0,1
15	5	5	132	0,4	15	14,2
16	5	4	25	0,06	80	0,14
17	5	5	157	0,4	15	15,9
18	5	4	25	0,06	80	0,14
19	4	5	182	0,4	15	14,82
20	12	8	25	0,12	100	0,03
21	5	3	25	0,05	100	2,7
22	4	3	4	0,04	100	0,04
23	3	4	29	0,02	10	5,8
24	5	5	211	0,4	15	14,3
25	4	4	211	0,7	15	18,6

Плотность однородного людского потока на первом участке пути D_1 рассчиты-
вают по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1}, \quad (4)$$

$$D_1 = \frac{3 \cdot 0,113}{3 \cdot 3} = 0,04 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

где N_1 – число людей на первом участке, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, 0,113 м²/чел.;

δ_1 – ширина первого участка пути, м.

Скорость движения людского потока на участках пути, следующих после первого, в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, вычисляем для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле (3), где δ_i , δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м; q_i , q_{i-1} – интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Следует отметить, максимальная интенсивность людского потока (q_{max} , м/мин) принимается согласно методики [7]: 16,5 – для горизонтальных путей; 19,6 – для дверных проемов. Поэтому в случае, если значение, меньше или равно q_{max} , то время движения (t_i , мин) по каждому участку пути определяем по формуле (1).

Если значение q_i , определенное по формуле (3), больше q_{max} то ширину δ_i данного участка пути следует увеличивать на такое значение, при котором соблюдается условие:

$$q_i \leq q_{max}$$

Расчетное время эвакуации людей t_p из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_{25} = 4,26 \text{ мин.}$$

Таким образом, расчетное время эвакуации меньше необходимого времени эвакуации (5,05 мин., согласно ГОСТ 12.1.004-91), значит разработанные пути эвакуации в здании школы обеспечат без скопления людских потоков вывести детей из зоны воздействия опасных факторов пожара.

В данной работе был проведен статистический анализ пожаров в учебных учреждениях России и Иркутской области, выявлены причины их возникновения.

На примере одной из школ г. Ангарска Иркутской области разработаны наиболее оптимальные пути эвакуации. Показано, что расчетное время эвакуации удовлетворяет требованиям норм, а значит в случае возникновения пожара при правильных действиях педагогов и администрации школы, погибших и травмированных людей не будет.

Список использованной литературы

1. Официальный сайт «Vawilon» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vawilon.ru/statistika-pozharov-v-rossii-i-mire/#i>.
2. Горленко Н.В., Дроздова Т.И. Статистический анализ пожарной безопасности образовательных учреждений в Российской Федерации/ Сб. научн. трудов XX Всеросс. студенч. научно-практич. конф. с междун. участием «Современный мир и безопасность» – «Безопасность-2015», Иркутск, 21-24 апреля, Изд-во ИрГТУ : 2015. – С. 68–70;
3. Официальный сайт «Росстат» [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/education/
4. Официальный сайт «Иркутскстат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://irkutskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/irkutskstat/resources/c14bb2004e8ba21899f29f7904886701/016god2013.pdf.
5. Официальный сайт «МЧС РФ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.mchs.gov.ru/>.
6. Горленко Н.В., Дроздова Т.И. Современные требования обеспечения пожарной безопасности в образовательных учреждениях Российской Федерации. / Сб. научн. трудов XX Всеросс. студенч. научно-практич. конф. с междун. участием «Современный мир и безопасность» – «Безопасность-2015», Иркутск, 21-24 апреля, Изд-во ИрГТУ : 2015. – С. 70–72.
7. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной приказом МЧС №382 от 30.06.2009 г., с учетом изменений, вносимых в методику приказом МЧС России №749 от 12.12.2011.

УДК 622.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА МУГУНСКОМ БУРОУГОЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Подкорытова А.М., магистрант направления «Техносферная безопасность»

Хамидуллина Е.А., к.х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Оценены аварийные риски возникновения эндогенных пожаров на разрезе «Мугунский» посредством математического моделирования показателей адиабатического окисления углей Мугунского бурогоугольного месторождения.

Ключевые слова: добыча угля, горная промышленность, пожары, риск.

RISK MODELING OF THE ENDOGENOUS FIRE ON THE MUGUN COAST DEPOSIT

Podkorytova A.M., master of the program «Technosphere safety»

Khamidullina E.A., Cand.Chem.Sci, Senior lecturer

Irkutsk National Research Technical University

The emergency risks of the occurrence of endogenous fires in the Mugunsky section was estimated through mathematical modeling of the adiabatic oxidation of coals of the Mugun brown coal deposit.

Key words: coal mining, mining, fires, risk.

Угольная промышленность – одна из ведущих отраслей экономики, при этом добыча угля – это очень затратный, тяжелый, а главное опасный процесс. На угледобывающих предприятиях крайне важно контролировать опасности и своевременно реагировать при повышении их уровня, так как реализация любого отказа в системе или неконтролируемые/ошибочные действия человека могут понести за собой материальный ущерб, убытки предприятия, а главное человеческие жертвы.

Основным видом деятельности компании Востсибуголь является добыча бурого угля (лигнита) открытым способом. Компания обеспечивает углем коммунальные, малые и средние предприятия Иркутской области и соседних регионов, а также поставляет уголь в Китай, Польшу, Японию и Южную Корею. За 67 лет работы в компании добыто свыше миллиарда тонн угля [1].

Объектом исследования в данной работе является Мугунское бурогоугольное месторождение, разрабатываемое компанией Востсибуголь. Угли Мугунского месторождения бурые, высокой степени углефикации. Среди минеральных примесей мугунских углей доминируют глины (62–80 %) и кварц (6–26 %). Мугунские угли, также как и другие бурые угли из-за высокой влажности имеют повышенную способность к самовозгоранию и не могут транспортироваться на дальние расстояния.

Одним из источников аварийных ситуаций при отработке месторождения являются эндогенные пожары, возникающие как в выработанном пространстве (60 %) и в подготавливающих и вскрывающих выработках (30 %).

Эндогенный пожар возникает в результате произвольного самовозгорания подземных пород и горючих материалов. К самопроизвольному горению приводит совокупное действие следующих условий: достаточный объем горючего материала, поступление воздуха, избыточное образование тепла.

Из-за окисления горючих материалов или полезных подземных ископаемых кислородом повышается их температура, и происходит возгорание. Химическая активность добываемых пород и геологические особенности их залежей являются природными факторами возникновения эндогенных пожаров.

Целью данной работы является оценка аварийных рисков возникновения эндогенных пожаров на разрезе «Мугунский» посредством математического моделирования показателей адиабатического окисления углей Мугунского бурогоугольного месторождения.

Уголь и углистые породы Мугунского бурогоугольного месторождения, как показывает многолетний опыт работы действующего предприятия, способны при опреде-

ленных условиях самовозгораться, условия их самовозгорания и были проанализированы в представляемой работе.

В теории и практике предупреждения и профилактики эндогенных пожаров термин «риск самовозгорания угля», а также методы его качественной и количественной оценки разработаны недостаточно. Если за степень риска самовозгорания принять вероятность возникновения эндогенного пожара, то адекватная оценка этой вероятности чрезвычайно важна.

В работах [2, 3] показано, что степень риска самовозгорания угля – это функция определенных физико-химических свойств угольного вещества и условий добычи, транспортировки и хранения. Предложенный метод оценки риска самовозгорания угля основан на данных о химическом составе и внутренних свойствах углей. На основании этого метода нами выполнен расчет начальной температуры при адиабатическом окислении и общий рост температуры при окислении.

В качестве исходных независимых параметров приняты тринадцать показателей, характеризующих внутренние свойства материнского угля: плотность, x_1 , кг/м³; теплотворная способность, x_2 , дж/кг; содержание влаги, x_3 , %; выход летучих веществ, x_4 , %; зольность, x_6 , %; поверхностная влага, x_7 , %; общее содержание влаги, x_8 , %; общее содержание железа, x_9 , %; непиритное железо, x_{10} , %; содержание серы, x_{11} , %; пиритная сера, x_{12} , %. Все исходные данные занесены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Физико-химические свойства углей пластов «Мугунского» разреза

№ пласта	Удельный вес, г/см ³	Теплотворная способность, Мдж/кг	Содержание влаги, %	Поверхностная влага, %	Общее содержание влаги, %
I	1,50	18,7	7,8	14,7	22,5
I ^a	1,65	19,4	7,0	15,5	22,5
II	1,76	18,3	8,3	15	22,4

Таблица 2

Химический состав углей пластов «Мугунского» разреза

№ пласта	Выход летучих, %	Зольность, %	Содержание железа, %	Непиритное железо, %	Содержание серы, %	Пиритная сера, %
I	48	15,4	5,02	5,02	2,23	2,23
I ^a	48	14,4	2,69	2,69	1,25	1,25
II	48	16,9	8,34	8,34	2,61	2,61

Целью расчетов является определение начальной скорости нагрева y_1 , °С/ч и общего повышения температуры, y_2 , °С при моделировании адиабатического окисления. Моделирование адиабатического окисления осуществляли по следующим формулам:

– рост начальной температуры при адиабатическом окислении

$$y_1 = -4,38 + 4,55 \ln(x_9) - 4,3 \ln(x_{10}) + 1,38 \ln(x_{11}) - 1,7 \ln(x_{12}) - 6,75x_1 + 0,0001x_2 + 3,26x_3 + 0,074x_4 + 0,017x_6 + 0,15x_8; \quad (1)$$

– общий рост температуры при окислении

$$y_2 = 0,487 + 2,1 \ln(x_9) - 2,91 \ln(x_{10}) + 2,36 \ln(x_{11}) - 1,91 \ln(x_{12}) - 16,8x_1 + 0,0001x_2 + 10,7x_3 + 0,3x_4 - 0,1x_6 + 1,07x_8 \quad (2)$$

По исходным данным табл. 1 и 2 были получены следующие зависимости для бурых углей разреза по пластам:

I пласт:

– рост начальной температуры при адиабатическом окислении

$$y_1 = -4,38 + 4,55 \ln(5,02) - 4,3 \ln(5,02) + 1,38 \ln(2,23) - 1,7 \ln(2,23) - 6,75 \cdot 1,5 + 0,0001 \cdot 18,7 + 3,26 \cdot 7,8 + 0,074 \cdot 48 + 0,017 \cdot 15,4 + 0,15 \cdot 22,5 = 18 \text{ °С/ч}$$

– общий рост температуры при окислении

$$y_2 = 0,487 + 2,1 \ln(5,02) - 2,91 \ln(5,02) + 2,36 \ln(2,23) - 1,91 \ln(2,23) - 16,8 \cdot 1,5 + 0,0001 \cdot 18,7 + 10,7 \cdot 7,8 + 0,3 \cdot 48 - 0,1 \cdot 15,4 + 1,07 \cdot 22,5 = 94 \text{ °С}$$

I^a пласт:

– рост начальной температуры при адиабатическом окислении
 $y_1 = -4,38 + 4,55 \ln(2,69) - 4,3 \ln(2,69) + 1,38 \ln(1,25) - 1,7 \ln(1,25) - 6,75 \cdot 1,65 + 0,0001 \cdot 19,4 + 3,26 \cdot 7 + 0,074 \cdot 48 + 0,017 \cdot 14,4 + 0,15 \cdot 22,5 = 14,5 \text{ } ^\circ\text{C/ч}$
– общий рост температуры при окислении
 $y_2 = 0,487 + 2,1 \ln(2,69) - 2,91 \ln(2,69) + 2,36 \ln(1,25) - 1,91 \ln(1,25) - 16,8 \cdot 1,65 + 0,0001 \cdot 19,4 + 10,7 \cdot 7 + 0,3 \cdot 48 - 0,1 \cdot 14,4 + 1,07 \cdot 22,5 = 84 \text{ } ^\circ\text{C}$

II пласт:

– рост начальной температуры при адиабатическом окислении
 $y_1 = -4,38 + 4,55 \ln(8,34) - 4,3 \ln(8,34) + 1,38 \ln(2,61) - 1,7 \ln(2,61) - 6,75 \cdot 1,76 + 0,0001 \cdot 18,3 + 3,26 \cdot 8,3 + 0,074 \cdot 48 + 0,017 \cdot 16,9 + 0,15 \cdot 22,4 = 18,1 \text{ } ^\circ\text{C/ч}$
– общий рост температуры при окислении
 $y_2 = 0,487 + 2,1 \ln(8,34) - 2,91 \ln(8,34) + 2,36 \ln(2,61) - 1,91 \ln(2,61) - 16,8 \cdot 1,76 + 0,0001 \cdot 18,3 + 10,7 \cdot 8,3 + 0,3 \cdot 48 - 0,1 \cdot 16,9 + 1,07 \cdot 22,4 = 96 \text{ } ^\circ\text{C}$

Как следует из классификации риска самовозгорания по результатам моделирования адиабатического окисления, представленной в табл. 3, оценка производится по скорости повышения температуры.

Таблица 3

Ранжирование риска самовозгорания углей по результатам моделирования адиабатического окисления

Класс риска	Результат адиабатического эксперимента	
	Начальная скорость нагрева, $^{\circ}\text{C/час}$	Общее повышение температуры, $^{\circ}\text{C}$
Низкий	< 0,6	< 2,5
Средний	0,6–1,2	2,5–4,5
Высокий	1,2–2,0	4,5–7,0
Очень высокий	> 2,0	> 7,0

Результаты расчетов показывают, что риск самовозгорания углей пластов Мугунского разреза относится к классу риска «очень высокий». В таком случае необходима разработка и внедрение адекватных мероприятий по снижению риска возникновения эндогенных пожаров на разрезе «Мугунский», а также контроль развития ситуации.

Полученные результаты согласуются с категорированием углей Мугунского разреза в соответствие с [4] как опасными (IV категория). Для угольных разрезов с IV категорией пожароопасности продолжительность инкубационного периода самонагрева угля составляет [5]:

- ненарушенные целики угля – 360 сут;
- целики, нарушенные взрывными работами – 150–210 сут;
- целики с геологическими нарушениями или деформированные оползнями – 120–180 сут;
- склады и блоки взорванного угля, отвалы, навалы и осыпи объемом более 200 м^3 – 60–180 сут.

Для средних условий эксплуатации на разрезе «Мугунский» время отработки (обновления) угля на рабочем борту составляет не более 330 суток, что меньше допустимого инкубационного периода для ненарушенных целиков угля (360 суток). Наибольшую опасность самовозгорания угля и возникновения очагов эндогенных пожаров, из-за превышения продолжительности инкубационного периода, на разрезе «Мугунский» представляют:

- обнажения запасов угля в дренажных траншеях;
- вскрываемые при ведении горных работ запасы угля на флангах, по которым на весь период эксплуатации проходят транспортные коммуникации, служащие для транспортировки угля и хозяйственных перевозок.

Одним из методов профилактики эндогенных пожаров является изоляция защищаемых объектов инертными породами. Профилактике инертными породами подлежат

угольные и породно – угольные уступы, оставляемые на длительную консервацию (выездные траншеи, нерабочий борт, фланговые борта карьерного поля, дренажные траншеи).

Инертные породы – также используются для тушения и локализации очагов пожаров в сложных аварийных ситуациях. Толщина изолирующего слоя определяется исходя из рекомендуемой толщины защитного слоя не менее 1 м у верхней бровки уступа и значительного увеличения данного параметра у подошвы уступа. Среднегодовой объем инертных пород, необходимый для изоляции торцевых угольных уступов составляет порядка 20 тыс. м³.

Таким образом, можно отметить, что апробированная методика дает адекватные результаты, сопоставимые с имеющимся практическим опытом добычи бурых углей, позволяет предполагать риск самовозгорания пластов угля, но для практического применения требуются более детальные исследования.

Список использованной литературы

1. Официальный сайт ООО «Компании «ВостСибУголь». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kvsu.ru/>.
2. Акимбеков А.К, Искаков К.З. К оценке риска самовозгорания углей Карагандинского бассейна // Труды Университета. – 2008. – Т.1., – С. 48–50.
3. Demirbilek S. The Development of spontaneous combustion risk classification system for coal seams. Department of mining engineering. University of Nottingham. 1986. P. 23–31.
4. Руководство по использованию комплекса техногенных мероприятий для профилактики и тушения пожаров на разрезах. – М. : 1994.
5. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков. ИркутскИзд-во ИРНИТУ, 2015.-152 с.

УДК 614.841.11

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕКАЧКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Прядко Е.В., магистрант программы «Инновационные технологии обеспечения безопасности на объектах производства и транспорта»

Скушникова А.И., д-р хим. наук, профессор

Иркутский государственный университет путей сообщения

Рассмотрена возможность образования пожароопасных концентраций горючих паровоздушных смесей нефтепродуктов в резервуарах парка при их хранении и перекачке. Предложены технические мероприятия для предотвращения пожара и взрыва.

Ключевые слова: пожар, аварийный риск.

FIRE HAZARD ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY OF STORAGE AND PUMPING OF PETROLEUM PRODUCTS

Pryadko E.V., undergraduate of the «Innovative Technologies of Safety on Objects of Production and Transport» program.

Skuchnikova A.I., Dr. of chemical sciences, professor.

Irkutsk state University of railway transport

The possibility of formation of fire-dangerous concentration of gas vapor mixtures of oil products in park tanks at their storage and transfer is considered. Technical actions for prevention of the fire and explosion are offered.

Key words: fire, emergency risk.

В настоящее время проблема обеспечения пожарной безопасности объектов топливно-энергетического комплекса является одной из самых сложных и острых во всех странах, где нефтегазодобывающая и перерабатывающая промышленности были и остаются наиболее аварийно и травмоопасными отраслями экономики.

Общее состояние резервуарных парков характеризуется повышением объема и номенклатуры хранимых нефтепродуктов. В связи с этим пожарная опасность данных

объектов обуславливается тем, что на сравнительно небольших площадях сосредотачивается значительное количество пожароопасных жидкостей, исчисляемое порой сотнями тысяч тонн.

Защите объектов нефтеперерабатывающей промышленности от пожаров следует придавать особое значение, так как в ней происходят аварии с наиболее крупным экологическим, материальным и моральным ущербом.

Целью данной работы является анализ состояния пожарной безопасности на нефтеперерабатывающем заводе АО «Ангарская нефтехимическая компания».

Задачи включают в себя следующее:

- проанализировать категоричность пожаровзрывоопасности помещений нефтеперерабатывающего завода;
- оценить пожаровзрывоопасные свойства нефтепродуктов;
- оценить возможности образования пожароопасных концентраций вне аппаратов и емкостей;

1. Анализ площади нефтеперерабатывающего завода

По данным о площади предприятия [1] можно увидеть, что основная площадь нефтеперерабатывающего завода занята помещениями, которые соответствуют категории А (повышенная взрывопожароопасность), второе место по площади занимают помещения с категорией Д (пониженная пожароопасность), третье место – категории В1–В4 (пожароопасность), четвертое место – категория Б (взрывопожароопасность), пятое место – Г (умеренная пожароопасность).

2. Оценка пожаровзрывоопасных свойств нефтепродуктов

Нефтепродукты являются синтетическим топливом, получаемым из нефти методом термической перегонки, при которой нефть разделяется на узкие фракции по температурам их кипения без разрушения молекулярной структуры этих фракций, либо методом термического крекинга, при котором происходит глубокая переработка углеводородов нефти с разрушением их молекулярной структуры и образованием новых соединений с меньшей молекулярной массой.

Пожарная безопасность может быть обеспечена только с учетом и использованием некоторых характерных свойств горючести нефтепродуктов – так называемых показателей пожарной опасности, которые нужны для установления требований пожарной безопасности при получении нефтепродукта, его применении, хранении, транспортировании, переработке и утилизации.

Показатели пожарной опасности [2] представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели пожарной опасности веществ, обращающихся в резервуарном парке НПЗ

Показатель пожарной опасности	Керосин	Бензин	Дизельное топливо	
			Летнее	Зимнее
Температура воспламенения, °С	–39–(8)	–34–(–5)	9–119	62–105
Температура вспышки, °С	36	–34	36	51
Температура самовоспламенения, °С	80–470	55–370	300	310
Удельная массовая скорость выгорания, кг/(м ² ·с)	0,05	0,06	0,03	0,04

Из пожаровзрывоопасных свойств веществ, обращающихся на производстве видно, что наиболее пожаровзрывоопасен бензин, так как его температура вспышки и воспламенения меньше, чем у остальных веществ, обращающихся в резервуарном парке НПЗ.

3. Оценка возможности образования горючих концентраций вне аппаратов и емкостей

Опасность образования горючей среды около емкостей и резервуаров характерна как для резервуаров резервуарного парка, так и для насосов насосных.

В резервуарном парке горючие паровоздушные концентрации могут образоваться около резервуаров при их заполнении нефтепродуктом «большие дыхания», при повышении температуры окружающей среды «малые дыхания», а также при повреждении корпуса резервуара, его крыши или трубопроводов и при аварийных переливах резервуаров.

Пожароопасные концентрации паров нефтепродукта с воздухом при «больших дыханиях» могут образовываться сравнительно быстро при повышенных температурах наружного воздуха весной и летом, в результате чего резко возрастает их выброс через дыхательные клапаны резервуаров и емкостей, а также интенсивность испарения нефти при ее разливе. Если выбрасываемые пары не будут быстро рассеиваться, то это может привести к образованию взрывоопасной концентрации на большой площади резервуарного парка. Штилевая погода и потоки воздуха, прижимающиеся к поверхности земли, создают благоприятные условия для образования взрывоопасных концентраций, так как пары нефтепродуктов тяжелее воздуха и над поверхностью земли образуется газовое облако, которое может распространяться на значительные расстояния от места выхода паров [3], табл. 2.

Таблица 2

**Количество горючих паров, выходящих в атмосферу
при «большом дыхании» резервуара**

Тип резервуара	Хранимая продукция	Количество горючих паров, кг/цикл
1	2	3
РВС-5000	Бензин	499,2
РВС-5000	Керосин	119,9
РВС-5000	Дизельное топливо	108,7
РВС-10000	Керосин	239,8
РВС-20000	Бензин	1997,1
РВС-30000	Бензин	2995,7
РВСПК-10000	Керосин	4,8
РВСПК-30000	Бензин	60

Для РВСПК эти потери равны 2 % от РВС аналогичной емкости.

Полученное количество горючих паров нефтепродуктов может образовать газовое облако взрывоопасной концентрации вблизи резервуаров (табл. 3).

Таблица 3

Объем газового облака, исходящего от резервуара

Тип резервуара	Хранимая продукция	Количество горючих паров, кг/цикл
РВС-5000	Бензин	128
РВС-5000	Керосин	24,5
РВС-5000	Дизельное топливо	19,4
РВС-10000	Керосин	48,9
РВС-20000	Бензин	512,1
РВС-30000	Бензин	768,5
РВСПК-10000	Керосин	1
РВСПК-30000	Бензин	15,4

Большую опасность, с точки зрения образования пожароопасных концентраций нефтепродуктов и возникновения пожара, представляет насосная по перекачке бензина. Пожароопасные концентрации паров бензина в насосной могут образоваться как при нормальных условиях эксплуатации – при утечках через сальники насосов и неплотности фланцевых соединений, так и в случаях повреждения насосов и трубопроводов [4].

В помещении насосной в течение одного часа около каждого работающего насоса может образоваться местная взрывопожароопасная зона паров нефти объемом 0,98 м³ при условии неработающей вентиляции. Поэтому помещение насосной оборудовано системой принудительной приточно-вытяжной вентиляции, в том числе и аварийной. Аварийная вентиляция обеспечивает десятикратный воздухообмен и включается авто-

матически при повышении концентрации паров бензина в помещении насосной выше допустимых пределов. В насосной у каждого магистрального агрегата установлены газоанализаторы дозврывоопасных концентраций «СЕКТОР–2» для того, чтобы исключить возможность взрыва и возникновения пожара своевременным автоматическим включением систем аварийной вентиляции помещения насосной.

При соблюдении правильного технологического режима работы оборудования образование горючей среды внутри насосов и трубопроводов невозможно, так как в них отсутствуют пожароопасные концентрации паров нефтепродуктов.

Список использованной литературы

1. Материалы пожарной части № 15 филиала «Ангара» ООО «РН-Пожарная безопасность» на объектах нефтеперерабатывающего завода, АО «АНХК».
2. В.А. Девисилов, Т.И. Дроздова, А.И. Скушникова «Теория горения и взрыва». – М. : НИЦ Инфра-М, 2015 г. – 262 с.
3. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. – М. : Недра, 2004 г. – 360 с.
4. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. – М., 2005. – 480 с.

УДК 614.842.628.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ МИНИМАЛЬНОГО СВОБОДНОГО НАПОРА ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Семеней Н.С., *магистрант программы «Пожарная безопасность»*

Вертинский А.П., *к-т техн. наук, доцент*

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Определен порядок расчета величины свободного напора в противопожарном водопроводе высокого давления согласно СП 8.13130.2009.

Ключевые слова: противопожарный водопровод, пожаротушение.

DETERMINING THE SIZE OF MINIMUM FREE PRESSURE FOR THE HIGH PRESSURE FIRE WATER SUPPLY PIPE

Semeney N.S., *master of the program «Fire safety»*

Vertinskii A.P., *Candidate of technical sciences, assistant professor*

Irkutsk National Research Technical University

The procedure for calculating the value of the free pressure in a high-pressure fire water supply pipe is determined at the request of the fire safety of the set of rules 8.13130.2009.

Key words: fire water supply, fire fighting.

Наружный противопожарный водопровод является важнейшим элементом системы противопожарной защиты объектов Иркутского авиационного завода – филиала ПАО «Корпорация «Иркут» (далее ИАЗ, Авиаавтомобиль). Он применяется для подачи воды при тушении возникшего пожара, а также в профилактических целях, в том числе для безопасного проведения огневых и других пожароопасных работ.

Для проведения огневых работ согласовывается и утверждается наряд-допуск, в котором разрабатываются мероприятия по безопасному ведению работ. Одним из таких мероприятий является установка пожарного автомобиля на пожарный гидрант с предварительным развертыванием рукавной линии с ручным пожарным стволом.

В настоящее время на объектах авиаавтомобиля повысилось количество проводимых огневых работ, при этом количество пожарных автомобилей осталось прежним, и они могут быть задействованы для тушения пожаров, как на авиаавтомобиле, так и в микрорайоне Иркутск-II.

В связи с этим, для решения возникшей проблемы по обеспечению безопасного проведения огневых и других пожароопасных работ предложено использовать уста-

новленную на пожарный гидрант пожарную колонку с проложенной рукавной линией и ручным пожарным стволом.

Для того, чтобы рукавная линия с ручным пожарным стволом обеспечивалась необходимым напором и расходом воды, необходимо создать соответствующую величину свободного напора на пожарном гидранте, которая определяется в соответствии с п. 4.4. СП 8.13130.2009.

Целью данной работы является определение величины свободного напора для наружного противопожарного водопровода.

В работе [1] проведен сравнительный анализ требований пожарной безопасности к величине свободного напора для наружных противопожарных водопроводов.

В соответствии с пунктом 4.4 [2] минимальный свободный напор в сети противопожарного водопровода низкого давления (на уровне поверхности земли) при пожаротушении должен быть не менее 10 м.

Положение пьезометрических линий при заборе воды из пожарного гидранта в сети низкого давления приведено на схеме (рис. 1).

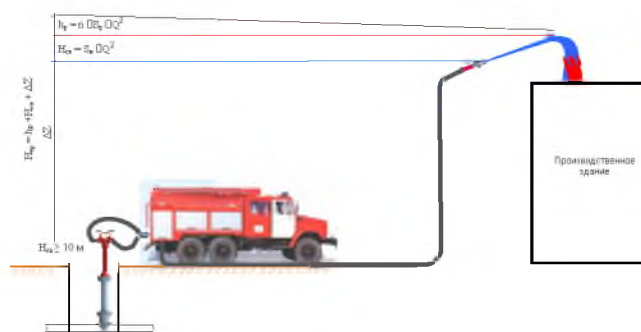


Рис. 1. Схема расположения пьезометрических линий в водопроводе низкого давления

Нормативная величина свободного напора 10 м позволяет преодолеть местные гидравлические сопротивления в пожарном гидранте и в пожарной колонке, в напорно-всасывающих рукавах, водосборнике и попасть воде самотеком в рабочую полость насоса. После чего требуемый напор создает пожарный насос.

Совсем другой подход при определении минимального свободного напора в противопожарном водопроводе высокого давления, величина которого зависит от следующих факторов:

- 1) высоты компактной струи R_k ;
- 2) расположения пожарного ствола $Z_{ст}$;
- 3) расхода воды на пожаротушение Q .

Таким образом, величину минимального свободного напора можно выразить функцией:

$$H_{св} = f(R_k, Z_{ст}, Q), \text{ м} \quad (1)$$

Авторами работы [4], произведен расчет величины свободного напора водопровода высокого давления для получения компактной струи 10 м, который определяется следующим выражением:

$$H_{св} = 28 + Z_{ст}, \text{ м} \quad (2)$$

Следует отметить, что формула (2) получена в соответствии с требованиями пожарной безопасности к высоте компактной струи 10 м по п. 2.30 [7]., подаче воды по непрорезиненным пожарным рукавам длиной 120 м, диаметром 66 мм, пожарным стволом с насадкой 19 мм и расчетном расходе пожарной струи 5 л/с по уравнению:

$$H_{св} = h_f + h_k + h_p + H_{ст} + Z_{ст}, \text{ м} \quad (3)$$

где h_f , h_k , h_p – потери напора в пожарном гидранте, пожарной колонке, рукавной линии, м; $H_{ст}$ – напор на пожарном стволе, м; $Z_{ст}$ – расположение пожарного ствола, м.

Потери напора в пожарном гидранте и колонке определяются по общеизвестным формулам:

$$h_{г, к} = S_{г, к} \cdot Q^2, \text{ м} \quad (4)$$

где $S_{г, к} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ с}^2 \cdot \text{м}^{-5}$ – гидравлическое сопротивление в пожарном гидранте [5], $3,5 \cdot 10^3 \text{ с}^2 \cdot \text{м}^{-5}$ – гидравлическое сопротивление в пожарной колонке [4]; Q – расход из пожарного гидранта, $\text{м}^3/\text{с}$.

Потери напора на 1 метр длины в рукавной линии определяются по формуле (1) [2]:

$$h_p = 0,00385 \cdot q^2, \text{ м} \quad (5)$$

где q – производительность пожарной струи, $\text{л}/\text{с}$.

Следует отметить, что сопротивление 1 м рукавной линии 0,00385 определено для непрорезиненного пожарного рукава, диаметром 66 мм:

$$S_p = 0,077 / 20 = 0,00385 (\text{с}/\text{л})^2 \cdot \text{м},$$

где $S_p = 0,077$ – сопротивление одного рукава длиной 20 м [5,6].

В настоящее время пожарные подразделения, в том числе и на Иркутском авиационном заводе укомплектованы прорезиненными пожарными рукавами диаметром 51, 66, 77 мм. Более того, при разработке мероприятий по безопасному проведению огневых работ с использованием пожарной колонки могут применяться именно эти пожарные рукава. Поэтому требуется проведение инженерных расчетов не только для общепринятых условий, но и получить формулы для пожарных рукавов различного диаметра и материала (прорезиненных).

Напор на пожарном стволе $H_{ст}$ необходимо определять с учетом требований пункта 4.4 [2], который требует, чтобы минимальный свободный напор в сети противопожарного водопровода высокого давления обеспечивал высоту компактной струи не менее 20 м. Для создания высоты компактной струи не менее 20 м требуется напор на пожарном стволе $H_{ст} = 35,6$ м и расход 7,5 л/с [4].

В противопожарном водопроводе высокого давления напор, необходимый для тушения пожара непосредственно от пожарных гидрантов, создается специальными пожарными насосами, которые установлены в насосной станции. При этом в водопроводе высокого давления стационарные пожарные насосы должны быть оборудованы устройствами, обеспечивающими пуск насосов не позднее чем через 5 минут после подачи сигнала о возникновении пожара (п. 4.3 [2]).

Произведем расчет величины минимального свободного напора для противопожарного водопровода высокого давления при следующих условиях:

- 1) на пожарный гидрант устанавливается пожарная колонка;
- 2) от пожарной колонки проложен пожарный рукав с пожарным стволом;
- 3) пожарный рукав диаметром 66 мм, выполнен из непрорезиненного материала, длина линии 120 м;
- 4) расход ручного пожарного ствола с насадкой 19 мм принимаем 7,5 л/с, высота компактной струи 20 м.

Расчетная схема представлена на рис. 2.

Тогда потери напора в пожарном гидранте можно определить по ф-ле:

$$h_g = S_g \cdot Q^2 = 1,2 \cdot 10^3 \cdot (7,5 \cdot 10^{-3})^2 = 0,07 \text{ м}.$$

Потери напора на пожарной колонке:

$$h_k = S_k \cdot Q^2 = 3,5 \cdot 10^3 \cdot (7,5 \cdot 10^{-3})^2 = 0,2 \text{ м}.$$

Потери напора в рукавной линии:

$$h_p = 120 \cdot 0,00385 \cdot 7,5^2 = 25,98 \text{ м}.$$

Рассчитаем величину минимального свободного напора в наружном противопожарном водопроводе высокого давления при заданных условиях:

$$H_{св} = h_g + h_k + h_p + H_{ств} + Z_{зд} = 0,07 + 0,2 + 25,9 + 35,6 + Z_{ств}.$$

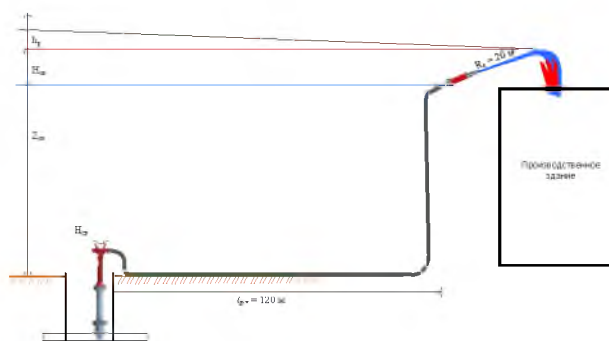


Рис. 2. Схема подачи воды с применением водопровода высокого давления

Отсюда следует, что минимальный свободный напор в противопожарном водопроводе высокого давления можно определить по следующему выражению:

$$H_{св} = 62 + Z_{ст}. \quad (6)$$

Таким образом, получена формула для определения величины минимального свободного напора для противопожарного водопровода высокого давления при подаче воды при заданных условиях.

Кроме этого, как показывает практика при разработке мероприятий по безопасному ведению работ, применяются пожарные рукава других диаметров и материала, например, прорезиненные, а также другой длины рукавных линий. Поэтому необходимо определить формулы для расчета величины минимального свободного напора для противопожарного водопровода высокого давления при подаче воды по рукавным линиям различной длины, диаметра и материала. Формулы для расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Формулы для расчета величины минимального свободного напора для противопожарного водопровода высокого давления

Формула для расчета $H_{св}$	Пожарный рукав диаметром 55 мм		Пожарный рукав диаметром 66 мм		Пожарный рукав диаметром 77 мм	
	Прорезиненный	Непрорезиненный	Прорезиненный	Непрорезиненный	Прорезиненный	Непрорезиненный
При $R_k = 10$ м	$H_{св} = (l_p \cdot 0,16) + 15,9 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,3) + 15,9 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,04) + 15,9 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,09) + 15,9 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,018) + 15,9 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,037) + 15,9 + Z_{ст}$
При $R_k = 20$ м	$H_{св} = (l_p \cdot 0,36) + 35,8 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,675) + 35,8 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,09) + 35,8 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,09) + 35,8 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,04) + 35,8 + Z_{ст}$	$H_{св} = (l_p \cdot 0,08) + 35,8 + Z_{ст}$

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1) установлено, что современные требования пожарной безопасности по высоте компактной струи для обеспечения минимального свободного напора в противопожарном водопроводе высокого давления регламентируют более высокие требования пожарной безопасности, чем требования, действовавшие до дня вступления в силу соответствующих положений [3];

2) выполнен расчет величины минимального свободного напора в наружном противопожарном водопроводе высокого давления при заданных условиях;

3) получены формулы для расчета величины минимального свободного напора в наружном противопожарном водопроводе высокого давления при различных параметрах рукавных линий.

Результаты работы могут быть использованы для разработки мероприятий по безопасному проведению огневых и других опасных работ; гидравлических расчетов наружных противопожарных водопроводов во время их проектирования; при испытаниях наружных водопроводов на водоотдачу; при оценке соответствия объектов защи-

ты согласно статье 144 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Список использованной литературы

1. Семеней Н.С., Вертинский А.П. Сравнительный анализ требований пожарной безопасности до ввода в действие ФЗ № 123 и после [Текст] // Сборник трудов XXII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием. Проблемы экологической и промышленной безопасности современного мира. Безопасность-2017. – Иркутск : Изд-во ИрННТУ, 2017. – С. 285–286
2. Свод правил СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25.03.2009 № 178.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>.
4. Противопожарное водоснабжение: / А.А. Качалов, Ю.П. Воротынцев, А.В. Власов. – М. : Стройиздат, 1985. – 286 с.
5. ГОСТ Р 53961-2010. Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний. Утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25.11.2010 № 522-ст.
6. Абросимов Ю.Г., Иванов А.И., Качалов А.А. и др. Гидравлика и противопожарное водоснабжение: учебник. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2003. – 392 с.
7. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. / Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 2001. – 128 с.

УДК 614.841.4:62/69

РАСЧЕТ КАТЕГОРИИ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРА РВС-1000 С БЕНЗИНОМ АИ-80 НОРИЛЬСКОЙ НЕФТЕБАЗЫ АО «ТАЙМЫРСКАЯ ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ» КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Сыромятников И.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Сыромятников А.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Кустов О.М., к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Произведен расчет категории по взрывопожарной и пожарной опасности резервуара РВС-1000 с бензином АИ-80 как самого опасного объекта Норильской нефтебазы АО «Таймырская топливная компания» и предложены мероприятия по снижению пожаровзрывоопасности объекта.

Ключевые слова: пожар, взрыв, нефтебаза.

CALCULATION OF THE CATEGORY ON FIRE-FIGHTING AND FIRE RISK OF RVS-1000 TANK WITH AI-80 AIN-80 NORILSKOE OIL TANK BENZIN JSC «TAYMYRSK FUEL COMPANY» OF THE KRASNOYARSK TERRITORY

Syromyatnikov I.A., master of the program «Fire safety»

Syromyatnikov A.A., master of the program «Fire safety»

Kustov O.M., Ph.D., Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

The calculation of the fire and fire hazard category of the RVS-1000 reagent reservoir with AI-80 gasoline as the most dangerous object of the Norilsk oil base of the Taimyr Fuel Company JSC has been made and measures have been proposed to reduce the fire and explosion hazard of the facility.

Key words: fire, explosion, oil tank farm.

В различных производствах и резервуарных парках хранятся, используются и перерабатываются горючие и взрывоопасные материалы. Новые технологические линии основаны на интенсификации, повышении производительности, объемов взрывопожароопасных веществ и обусловили необходимость повышения до критических значений такие параметры, как давление, температура, соотношение горючих компонентов и окислителя и др. В связи с этим возрастает потенциальная опасность взрывов большой разрушительной силы и пожаров, наносящих значительный материальный ущерб и приводящий к травмам и гибели обслуживающего персонала.

Анализ крупных аварий показывает, что при взрывах и пожарах разрушению подвергаются не только здания и сооружения самих производственных предприятий, но и ближайшие жилые массивы. При рассмотрении причинно-следственных связей аварий позволяет принимать необходимые меры взрывопожарной профилактики не только в процессе эксплуатации технологических систем, но и уже в процессе разработки тактично-технического задания на проектирование, при проектировании и строительстве.

Для принятия мер по взрывопожарной безопасности необходимо помещения и здания производственных объектов классифицировать и разработать соответствующие методики по их количественной оценке. Классификация производственных помещений, зданий и наружных технологических установок позволяет объективно установить их уровень взрывопожарной опасности и обосновать конкретные организационно-технические решения, позволяющие в пределах допустимого риска от пожара эксплуатировать производственные объекты, то есть данная проблема является крайне актуальной.

Взрывопожарная опасность производственных объектов зависит от ряда опасных факторов пожара, пожароопасности исходных и конечных продуктов производства, технологии производства, характеристик оборудования и т. д. В связи с этим и разработаны методики определения категорий объектов по взрывопожарной и пожарной опасности для определения *степени опасности* объекта. Вышеуказанные расчетные методики с примерами изложены в документах [1,2]. Хорошей вспомогательной литературой для расчетов категорий различных объектов являются справочники [3,4].

Определение категории резервуара РВС-1000 с бензином Аи-80 как наружной технологической установки по взрывопожарной и пожарной опасности

Одним из самых крупных и опасных объектов на Норильской нефтебазе АО «Таймырская топливная компания» Красноярского края является резервуар РВС-1000 объемом 1000 м^3 , в котором находится на хранении до 900 м^3 бензина АИ-80, который является одной из опаснейших легковоспламеняющихся жидкостей, способных вызвать при аварийной ситуации сильный взрыв и пожар. Поэтому произведем расчет категории данного объекта как наружной технологической установки по взрывопожарной и пожарной опасности согласно [1].

Наружная установка – комплекс аппаратов и технологического оборудования расположенных вне зданий, с несущими и обслуживающими конструкциями.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , G_n и D_n .

Категории пожарной опасности наружных установок определяются, исходя из вида находящихся в наружных установках горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, особенностей технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давление, температура и т. д.).

Допускается использование справочных данных, опубликованных головными научно-исследовательскими организациями в области пожарной безопасности или выданных Государственной службой стандартных справочных данных.

Допускается использование показателей пожароопасности для смесей, веществ и материалов по наиболее опасному компоненту.

1. Предварительно определяем давление насыщенных паров при заданной температуре по формуле:

$$P_H = 10^{A-B/(C+t)} \quad (1)$$

где A, B, C – константы Антуана

t – расчетная температура, °C.

2. Определяем интенсивность испарения по формуле:

$$W = 10^{-6} \sqrt{M \cdot P_H} \quad (2)$$

где M – молярная масса, кг · моль⁻¹;

P_H – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, кПа

Определяем площадь разлива, исходя из условия, что 1 л бензина проливается на 0,15 м²;

где V – объем пролитой жидкости, л;

3. Определяем массу паров, поступивших в открытое пространство за заданное время испарения исходя из следующей зависимости:

$$m_H = W \cdot F \cdot \tau \quad (3)$$

где W – интенсивность испарения, кг · с⁻¹ · м⁻²;

F – площадь испарения, м²;

τ – время испарения, с;

4. Определяем плотность паров бензина при расчетной температуре:

$$\rho_H = \frac{M}{V_0 (1 + 0,0067 t_p)} \quad (4)$$

где V₀ – молярный объем, равный 22,413 м³ · кмоль⁻¹

t – расчетная температура.

5. Определяем горизонтальные размеры зоны ограничивающие область концентраций, превышающих НКПР по следующей зависимости.

$$R_{н.к. пр.} = 3,1501 \sqrt{K} \left(\frac{P_H}{C_{н.к. пр.}} \right)^{0,813} \cdot \left(\frac{m_H}{\rho_H \cdot P_H} \right)^{0,333} \quad (5)$$

где K – коэффициент принимаемый, равен K = T / 3600;

T – продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство за время испарения, кг;

P_H – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости кПа.

C_{н.к. пр.} – нижний концентрационный предел распространения пламени, %;

ρ_H – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг · м⁻³

6. Вычислим приведенную массу газа или пара m_{пр}, кг.

$$m_{пр} = \frac{Q_{cp}}{Q_o} m_z, \quad (6)$$

Где Q_{cp} – удельная теплота сгорания газа или пара, Дж кг⁻¹;

Z – коэффициент участия газов и паров в горении (принимается равным 0,1 для ЛВЖ);

Q_o – константа, равная 4,52 · 10⁻⁶ Дж кг⁻¹;

m – масса горючих газов или паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

7. Определяем величину избыточного давления ΔP, кПа развиваемого при сгорании газопаровоздушных смесей по формуле:

$$\Delta P = P_o \cdot \left(\frac{0,8 m_{np}^{0,33}}{r} + \frac{3 m_{np}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 m_{np}}{r^3} \right); \quad (7)$$

где P_0 – среднегодовое атмосферное давление в данной местности, кПа

r – расстояние от геометрического центра газопаровоздушного облака, м.

Категории наружных установок по пожарной опасности принимаются в соответствии с табл. 2 [1]. Для категорий *Ан* и *Бн*:

– горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) или

– расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа

Для категории *Вн*

– интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и (или) материалов, указанных для категории *Вн*, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает $4 \text{ кВт} \cdot \text{м}^{-2}$.

Для определения категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности на данном объекте наиболее опасным компонентом будем считать бензин АИ-80.

Группа из шести резервуаров - РВС-1000 (из них один крайний – с бензином АИ-80, и пять РВС - 1000 – с дизельным топливом «зимним») находится в насыпном обваловании из песчано-глинистого грунта размером 30 x 120 м (общая площадь – 3600 м^2), высота обвалования – 1,3 м. Диаметр резервуара РВС-1000 - 10,4 м, высота – 12 м, площадь основания резервуара $S_{\text{осн}} = 84,95 \text{ м}^2$. Степень заполнения резервуаров - 0,9 (90 %). Рассмотрим самый опасный вариант аварии согласно [1]- происходит полное разрушение одного резервуара РВС-1000 с бензином АИ-80 и выходом в общее обвалование всего содержимого резервуара - 900 м^3 бензина.

Характеристики бензина АИ-80 [3].

Бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ)

Молярная масса: $97,2 \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$;

Плотность жидкости: $750 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$

Температура вспышки: -36°C

Низшая теплота сгорания: $44239 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$

Концентрационные пределы распространения пламени:

нижний 1,1 % (об.), верхний 5,16 % (об.)

Константы Антуана: $A = 4,19500$; $B = 682,876$; $C = 222,066$;

За расчетную температуру принимаем максимальную летнюю температуру воздуха в г.Норильске Красноярского края $+32^\circ\text{C}$ [5]

Давление насыщенных паров при расчетной температуре:

$$P_n = 10^{4,19500 - 682,876 / (222,066 + 32)} = 32,15 \text{ кПа}.$$

Интенсивность испарения:

$$W = 10^{-6} \sqrt{97,2 \cdot 32,15} = 5,59 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^2;$$

Площадь испарения:

$F = 900000 \cdot 0,15 = 135000 \text{ м}^2$ (при свободном разливе), но площадь обвалования ограничит этот разлив величиной 3600 м^2 за минусом пяти площадей уцелевших резервуаров, поэтому $F = 3600 - 5 \cdot 84,95 = 3175,3 \text{ м}^2$

Масса паров поступивших в открытое пространство за время испарения, равное одному часу.

$$m_n = 5,59 \cdot 10^{-5} \cdot 3175,3 \cdot 3600 = 639,0 \text{ кг}$$

Плотность паров при расчетной температуре:

$$\rho_n = \frac{97,2}{22,413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 32)} = 3,88 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

Горизонтальные размеры зоны ограничивающие область концентраций превышающих НКПР:

$$R_{н.к.пр.} = 3,1501 \cdot \sqrt{\frac{3600}{3600} \left(\frac{32,15}{1,1}\right)^{0,813} \left(\frac{639,0}{3,88 \cdot 32,15}\right)^{0,333}} = 16,3 \text{ м}$$

Приведенная масса паров бензина равна:

$$M_{пр} = \left(\frac{44239 \cdot 10^3}{4,52 \cdot 10^6}\right) \cdot 639,0 \cdot 0,1 = 625,4 \text{ кг}$$

Величина избыточного давления взрыва:

$$\Delta P = 100,525 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot (625,4)^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot (625,4)^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 625,4}{30^3}\right) = 57,6 \text{ кПа}$$

где $P_0 = 100,525$ кПа (среднегодовое атмосферное давление в г. Норильске [5])

Вывод: Избыточное давление взрыва на расстоянии 30 м от геометрического центра взрыва составит 57,6 кПа, что более 5 кПа. Температура вспышки бензина АИ-80 составляет - 36°С, что меньше 28° С. Таким образом, данный резервуар имеет самую опасную категорию по взрывопожарной и пожарной опасности «А_н».

Согласно п.3.6 [6] находим требуемую высоту обвалования по формуле:

$$h_{i\lambda\lambda} = \frac{V_{\partial\lambda\lambda}}{S_{i\lambda\lambda} - \sum S_{i\lambda\lambda}} + 0,2; \text{ м} \quad (8)$$

При расчете площади разлива бензина вычитаем площади оставшихся резервуаров:

$$h_{i\lambda\lambda} = \frac{V_{MAX}}{S_{i\lambda\lambda} - \sum S_{i\lambda\lambda}} = \frac{1000}{3600 - 5 \cdot 84,95} + 0,2 = 0,52 \text{ м};$$

Вывод: Имеющаяся высота обвалования (1,3 м) у данной группы резервуаров соответствует требованиям норм при имеющейся площади обвалования.

Таким образом, при имеющейся высоте обвалования при разливе бензина через 1 час после аварии количество испарившихся паров бензина АИ-80 при наличии случайного источника зажигания приведет к мощному взрыву с избыточным давлением взрыва 57,6 кПа в радиусе более 16 м от геометрического центра взрыва, сила взрыва за пределами этого радиуса также приведет к травмированию и гибели людей, разрушению смежно стоящих зданий и конструкций.

Предлагаемые мероприятия для снижения взрывопожароопасности резервуара

В нефтегазовой отрасли газоанализ используются для целей предупреждения и возможного предотвращения возникновения смесей взрывных газов.

При разработке вариантов защиты от аварийных ситуаций для процессов с газами или потоками жидкостей, главным вопросом является анализ состава этих потоков. Как правило, в нефтегазовой промышленности присутствуют смеси газов и паров. Поэтому, для выбора газового извещателя следует правильно определить его тип. В таких случаях, выбирают газ или пар, который представляет наибольшую степень опасности для рассматриваемой области. Критериями степени опасности считаются:

- Газ с наибольшим диапазоном пределов воспламеняемости – из всех присутствующих газов.
- Газ с наибольшим процентным составом в рассматриваемом потоке.
- Газ, обладающий самой низкой температурой воспламенения.
- Газ с высокой плотностью паров.
- Значение энергии искры для поджига.
- Допустимая температура.

На рис. 1 представлена таблица сравнительных характеристик газов, которые в большинстве случаев присутствуют на складах нефти и нефтепродуктов

Заранее определить места размещения извещателей газа на объектах нефтегазовой промышленности достаточно затруднительно. Это вызвано большой номенклатурой газов, которые необходимо обнаружить, различными окружающими условиями, значениями температур и давления. Общий принцип – размещать «как можно ближе» к источникам потенциальных утечек.

Наименование	НПВ/ВПВ, %	ТС, °С	ПП
Водород	4,0 - 75,6	500	0,07
Этан	3,0 - 15,5	472	1,04
Метан	5,0 - 15,0	537	0,55
Пропан	2,0 - 9,5	450	1,56
Бутан	1,5 - 8,5	287	2,01
Пентан	1,4 - 8,0	260	2,48
Гексан	1,7 - 7,4	225	2,97
Гептан	1,1 - 6,6	204	3,45

Рис. 1. Таблица сравнительных характеристик газов, присутствующих на складах нефти и нефтепродуктов: НПВ – нижний взрывоопасный предел ВПВ – верхний предел взрываемости ТС – температура самовоспламенения ПП – плотность пара

Принимая во внимание тот факт, что основной задачей газовых извещателей является предупреждение о возникновении газопаровых облаков, в мировой практике для покрытия защищаемой области принимается значение расстояния между извещателями в 5 м. В закрытых помещениях рекомендуется создать треугольную пространственную компоновку со стороной 5 м. Прежде всего следует обратить внимание на оборудование, у которого наибольшая вероятность утечки газов. Это обычно насосы и компрессоры, у которых отсутствуют уплотнительные прокладки. За ними следуют контрольно-измерительные приборы, клапаны уплотнения, прокладки, токи слива и отбора проб. Крайне редко, но приводящие к катастрофическим последствиям, являются случаи эрозии и коррозии технологических трубопроводов.

Закрытые участки или помещения с установленным дорогостоящим оборудованием, в которых могут произойти утечки газа, в обязательном порядке должны быть снабжены извещателями газа. Как правило, это газовые компрессорные и станции замера газов.

Извещатели точечные обычно расположены так, чтобы считывающий элемент был обращен вниз – для более полного захвата освобожденных газов. Извещатели газа ни в коем случае не должны быть расположены в местах, в которых они будут непрерывно подвергаться действиям окружающей среды: на поверхности дренажного стока, местах накопления песка, льда или снега.

Одним из наиболее эффективных газоанализаторов является *СЕКТОР* – сигнализатор взрывоопасных газов шлейфовый взрывозащищенный, одна из последних российских разработок, которая заменяет аналоги иностранного производства [7].

Сигнализатор предназначен для: непрерывного автоматического контроля до-взрывоопасных концентраций метана (CH_4), пропана (C_3H_8), бутана (C_4H_{10}), пентана (C_5H_{12}) и гексана (C_6H_{14}) в воздухе рабочей зоны; выдачи сигнализации при превышении измеряемой величиной установленных пороговых значений. Область применения сигнализатора – контроль взрыво- и пожароопасных зон помещений и наружных установок (площадок) предприятий нефтегазового комплекса, энергетики, горнодобывающей, химической, металлургической и других отраслей промышленности, коммунального хозяйства, автозаправочных станций, складов легковоспламеняющихся веществ и других объектов.

Таким образом, предлагается оборудовать нижнюю часть данного резервуара РВС-1000 с бензином АИ-80 двумя сигнализаторами СЕКТОР (на противоположных концах резервуара по диаметру, что будет перекрывать зону 5 м). Любые протечки легковоспламеняющейся жидкости, из которой сразу начнут выделяться вышеуказанные газы, будут зафиксированы сигнализатором в самой начальной стадии и подан сигнал тревоги.

В данной статье представлена информация об исключительной важности категорирования различных объектов промышленности и народного хозяйства по взрывопожарной и пожарной опасности, что позволяет получить исчерпывающую информацию о степени опасности объекта. Расчет категории резервуара РВС-1000 с бензином АИ-80 Норильской нефтебазы подтвердил его высокую взрывопожароопасность. Для предотвращения развития аварийной ситуации в самой начальной стадии еще задолго

до воспламенения (утечка нефтепродукта в результате разрушения металла от повышения давления в технологическом оборудовании, коррозии и т. д.) предложена современная разработка российских ученых – универсальный многопрофильный газосигнализатор СЕКТОР, позволяющий исключить чрезвычайные ситуации на объекте с тяжелыми последствиями.

Список использованной литературы

1. СП 12.13130.2009 Свод правил «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». – М., ФГУ ВНИИПО МЧС России. 2009. – 32 с.
2. Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности: Учебное пособие / А.Я.Корольченко, Д.О.Заорский, – М., Пожнаука, 2010. – 118 с.
3. Физико-химические и огнеопасные свойства органических химических соединений: Справочник в двух книгах / Г.Т. Земский. – М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России: 2009, кн.1– 502 с., кн.2 – 458 с.
4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд. в 2 книгах, изд. второе и дополненное/ А.Я.Корольченко, Д.А.Корольченко, – М., Пожнаука, 2004. – 1487 с.
5. Архив погоды в г. Норильске- [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://global-weather.ru/archive/norilsk>.
6. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные требования. – М. : Госстрой, 1993. – 28 с.
7. Рукин М. В., Пожарная безопасность нефтебаз, резервуарных парков, складов нефти и нефтепродуктов. – М. : 2015. – 22 с

УДК 614.841

ПОЖАРООПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Татарников А.М., магистрант программы «Пожарная безопасность

Малов В.В., к.т.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Проанализирована пожароопасность объектов железнодорожного транспорта и рассмотрены мероприятия, внедряемые на железной дороге для снижения пожарных рисков.

Ключевые слова: железная дорога, пожароопасность, статистика.

FIRE PROTECTION OF OBJECTS OF RAILWAY TRANSPORT

Tatarnikov A.M., master of Fire Safety Program

Malov V.V., Ph.D., associate professor

Irkutsk National Research Technical University

The fire danger of railway transport facilities was analyzed and the measures implemented on the railway to reduce the high risks were considered.

Keywords: railway, fire danger, statistics.

По железным дорогам России в год перевозят более 500 млн тонн опасных грузов. Железнодорожный транспорт представляет собой сложную социальную технико-экономическую систему, включающую в себя объекты различного назначения и подвижной состав. На железнодорожном транспорте в эксплуатации находятся технические средства и объекты, обладающие высокой опасностью. Функционирование сложной системы сопровождается вероятностью возникновения различных чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, рискам гибели и травматизма людей, большим социальным, экологическим и иным последствиям [1].

Безаварийное и устойчивое функционирования железнодорожного транспорта является одной из составляющих жизнеобеспечения и национальной безопасности страны. Установлено, что риск возникновения ЧС, связан пожарами практически по

всем видам грузового подвижного состава превышает нормативное значение, которое составляет 10^{-6} [2,3].

К чрезвычайным ситуациям могут привести столкновения поездов и сходы подвижного состава, которые в зависимости от тяжести последствий определяется как крушения поездов, аварии. В свою очередь, источниками опасных ситуаций могут быть как по отдельности, так и в различных сочетаниях следующие факторы:

- Не качественная техническая эксплуатация и ошибки обслуживающего персонала (халатное отношение к обслуживанию локомотивов и систем автоматики и телемеханики, пренебрежение к исполнению обязанностей и т. д.);
- Отказы технических средств (старение оборудования локомотивов, износ, тормозных устройств и т. д.);
- Неправильные действия человека (ошибки в управлении локомотивов, износ тормозных устройств, незнание должностных инструкций и т. д.);
- Природные явления (удары молнии, землетрясения и т. д.).

Целью настоящей работы являлся анализ пожароопасности объектов железнодорожного транспорта России.

К объектам транспортной инфраструктуры согласно законодательству относится технологический комплекс, включающий в себя: железнодорожные вокзалы и станции; тоннели, эстакады, мосты; объекты систем связи, навигации и управления движением транспортных средств; участки железных дорог, а также иные обеспечивающие функционирование транспортного комплекса здания, сооружения, устройства и оборудование [4].

Пожары и взрывы на объектах и подвижном составе железнодорожного транспорта являются одним из наиболее распространенных причин возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами, в подвижном составе железнодорожного транспорта вызывают не только прямой ущерб и гибель людей, но и большой косвенный ущерб в связи с нарушением графика работы дороги.

Анализ статистических данных показывает, что наибольшее число погибших и травмированных людей в результате ЧС, связанного с пожарами, приходится на пассажирские вагоны и специализированные передвижные машинные станции, что, безусловно, связано с характером и содержанием процесса железнодорожных перевозок.

В результате анализа статистических данных о причинах возникновения ЧС, связанных с пожарами на подвижном составе железнодорожного транспорта Российской Федерации, показал следующие результаты:

поджоги	15 %
нарушение режима эксплуатации технологического оборудования	6 %
нарушение правил пожарной безопасности при огневых работах	2 %
взрывы	1 %
неосторожное обращение с огнем	24 %
шалость детей с огнем	4 %
нарушение эксплуатации электрооборудования	48 %

Наибольшее число ЧС, связанных с пожарами происходит в результате нарушений правил эксплуатации электрооборудования. Данная причина возникновения пожаров остается актуальной еще в связи с тем, что на современных транспортных средствах подвижного состава железнодорожного транспорта Российской Федерации установлено огромное число различных электрооборудования, силовых установок.

Данные о пожарах, зарегистрированных на стационарных объектах и подвижном составе ОАО «РЖД» за 2004-2015 гг., представлены на рис. 1.

Наибольшее число ЧС, связанных с пожарами происходит на подвижном составе.

На рис. 2 представлены данные о прямом материальном ущербе от пожаров на железнодорожном транспорте с 2011–2017 гг., тыс. руб.

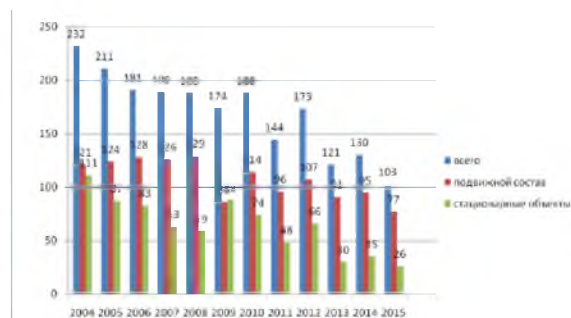


Рис. 1. Данные о пожарах, зарегистрированных на стационарных и подвижном составе ОАО «РЖД» за 2004–2015 гг.

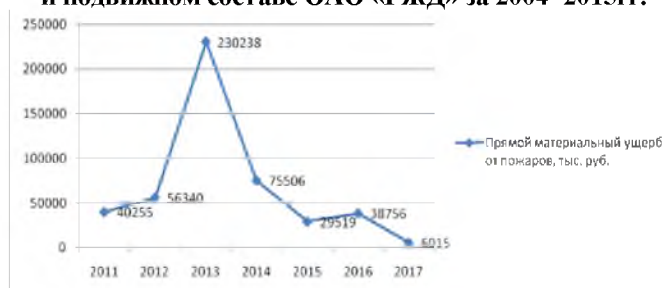


Рис. 2. Прямой материальный ущерб от пожаров на железнодорожном транспорте с 2011–2017 гг.

На рис. 3 представлено распределение пожаров, произошедших на железнодорожном транспорте в 2007–2015 гг.

На рис. 4 представлено количество поврежденного и уничтоженного подвижного состава с 2011 по 2017 гг.

Проанализировав данные статистики, можно сделать вывод, что размер материальных потерь на железнодорожном транспорте во многих случаях зависит от продолжительности свободного горения и образования опасных факторов пожара, которые, в свою очередь определяется количеством и составом пожарной нагрузки в железнодорожных вагонах и временем пребывания подразделений пожарной охраны. Особенно сложная обстановка создается при горении подвижного состава на загруженных железнодорожных станциях, в парках отстоя и на перегонах.

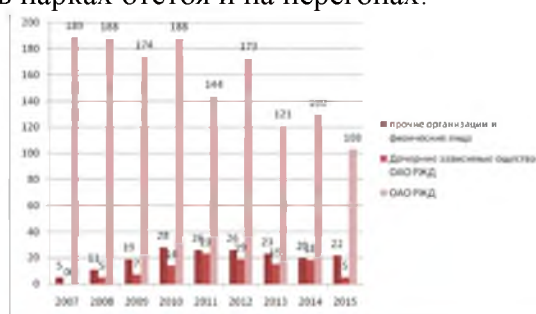


Рис. 3. Распределение пожаров, произошедших на железнодорожном транспорте в 2007–2015 гг.

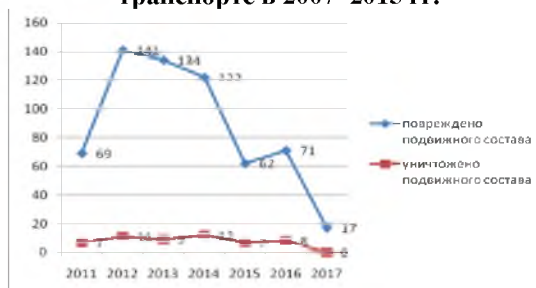


Рис. 4. Количество поврежденного и уничтоженного подвижного состава с 2011 по 2017 гг.

Для снижения пожароопасности объектов железнодорожного транспорта предусмотрено:

- развитие и модернизация АСУ «Пожарная безопасность».
- обеспечение готовности инфраструктуры, подвижного состава и пожарных поездов к летнему пожароопасному периоду.
- разработка локальных нормативных документов в области пожарной безопасности.
- применение современных систем пожаротушения, направленных на снижения числа пожаров.

Список использованной литературы

1. Гармышев В.В., Таросенко В.А. Методика оценки и ранжирования объектов и территорий железнодорожного транспорта по показателям чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами (на примере Восточно-Сибирской железной дороги).
2. Организация и тактика тушения пожаров в подвижном составе железнодорожного транспорта: рекоменд. – М. : ВНИИПО МВД СССР, 1987. – 80 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда «Пожарная безопасность» Общие требования. – М, 1992. – 78 с.
4. Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В.М. и др. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие // Деловой экспресс (Москва), 2002.

УДК 622.4

АНАЛИЗ ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Темербаева А.А., *магистрант программы «Пожарная безопасность»*

Хажеев И.Г., *магистрант программы «Пожарная безопасность»*

Цуканов Д.А., *магистрант программы «Пожарная безопасность»*

Южно-уральский государственный университет

Рассмотрены обстоятельства возникновения опасных производственных ситуаций на угольных шахтах и выявлены нарушения требований безопасности. Проанализированы повторяющиеся опасные производственные ситуации. Обоснована актуальность научно-практической задачи, с точки зрения реализации опасных производственных ситуаций на угольных шахтах.

Ключевые слова: опасная ситуация, горнодобывающее предприятие, уголь.

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF OCCURRENCE OF HAZARDOUS PRODUCTION SITUATIONS IN COAL MINES

Temerbaeva AA, *master of the program «Fire security»*

Khazheev IG, *master of the program «Fire security»*

Tsukanov DA, *master of the program «Fire security»*

South Ural state University

Considered the circumstances of the production of hazardous situations in coal mines and identified violations of safety rules. Analyzed recurring hazardous production situation. The urgency of the scientific-practical problems from the point of view of implementation of hazardous production situations in mining.

Key words: dangerous situation, mining enterprise, coal.

Кузнецкий угольный бассейн является одним из самых крупных угольных месторождений мира, расположенный на юге Западной Сибири, в основном на территории Кемеровской области. В этом регионе добычей угля занимаются несколько компаний, одна из них - это Сибирская угольная энергетическая компания (далее – СУЭК). «СУЭК-Кузбасс» ведет добычу на девяти шахтах и двух разрезах.

Процесс добычи механизирован – используются современные агрегаты, как российского, так и иностранного производства, что благоприятно влияет на условия труда

шахтеров, несмотря на это опасность травм и аварий на производстве все еще остается высокой.

Не редки пожары, в виде самопроизвольного возгорания угля. Каменный уголь легко возгорается даже в пласте, поскольку характеризуется большой концентрацией летучих компонентов. Из-за сильного нагревания во время пожара и воздействия воды для его тушения кровля растрескивается и обрушивается. Периодически, в результате загазирования выработки случаются взрывы с огромным количеством человеческих жертв. Чаще всего в угольных пластах выделяются метан, сероводород и углекислый газ. Взрывы метана случаются нечасто, но влекут за собой серьезные последствия. Возникновение опасных производственных ситуаций, реализация которых ведет к подобным последствиям резко негативно сказывается на предприятии, так как ведет к дополнительным затратам как экономическим, так и что особенно важно к людским потерям. Роль влияния человеческого фактора на производственную деятельность так же нельзя упускать из виду, как одного из основных. [2]

В большинстве случаев возникновение ОПС на угольных шахтах вызвано нарушениями требований правил безопасности, действующих инструкций и указаний. Опасные ситуации возникают по причине ошибочных действий рабочих, недостаточно согласованных действий исполнителей работы, непредвиденных отказов технических средств. Особенно опасность нарушений возрастает в экстремальных условиях, когда увеличивается вероятность ошибочных действий отдельных исполнителей.

Повышение безопасности труда является важной задачей, поэтому необходимо контролировать не только нарушения требований безопасности, но и ОПС, возникающие и развивающиеся в процессе производственной деятельности предприятия, цеха или участка и представляющих собой системную причину отклонений от требований безопасности. [3]

Проявление опасных производственных ситуаций – совокупности производственных факторов в деятельности предприятия или его подразделений (условий, обстоятельств и решений риск-менеджмента), обуславливающих возникновение, нарастание и возможную реализацию вероятности негативного события. [1]

В связи с этим, анализ ОПС на угольной шахте становится актуальной задачей, на основе которой можно прийти к более раннему выявлению и устранению опасных производственных ситуаций. Для снижения степени вероятности и степени тяжести воздействия опасных и вредных производственных факторов на здоровье людей и уменьшение уязвимости и/или увеличение устойчивости к упомянутому воздействию, необходимо целенаправленно воздействовать на причины нарушений требований безопасности. По данным Ростехнадзора, экономический ущерб от аварий, тяжелых и смертельных травм, групповых несчастных случаев в 50-100 раз превышает размер необходимых своевременных затрат на предотвращение негативных последствий этих событий. [3]

Для выявления этой связи были рассмотрены и проанализированы опасные производственные ситуации на трех производственных единицах (далее – ПЕ) «СУЭК-Кузбасс»:

- шахта им. «В.Д. Явлевского»;
- шахта «Комсомолец»;
- шахта «Полысаевская».

Вышеперечисленные шахты находятся на двух разных кустах: в городе Ленинск-Кузнецкий (шахта «Полысаевская» и шахта «Комсомолец») и в городе Киселевск (шахта им. «В.Д. Явлевского»). Шахты компании имеют сходные, хотя и не идентичные организационные и технико-технологические условия функционирования. Поэтому применение статистических данных этих трех шахт для выявления и объяснения закономерностей всех шахт СУЭК-Кузбасс вполне корректно.

В табл. 1 представлен анализ повторяемости ОПС на вышеперечисленных шахтах с января по август 2017 г. Данная таблица была составлена на основе ежемесячных

реестров ОПС каждой шахты. Все ОПС находятся на стадиях зарождения и развития, то есть, взяты на контроль руководством предприятия. В табл. 1 стадии зарождения и развития обозначены заглавными буквами «З» и «Р». Большую долю всех опасных ситуаций и инцидентов можно было бы предотвратить выявлением часто встречающихся ОПС на производственных единицах.

При анализе производственных единиц, за исследуемый период времени, выделяют часто встречающиеся ОПС, такие, как:

- «Риск загазирования»;
- «Эксплуатация выработки предназначенной для передвижения людей и транспортировки грузов при отсутствии нормируемого давления в ПОТ диаметр труб не соответствует проектному»;
- «Эксплуатация выемочного участка лавы с риском загазирования в связи с уменьшением проектного сечения горной выработки».

Представленные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что наиболее «яркой» за исследуемый период времени, является опасная производственная ситуация на шахтах «Полысаевская» и «В.Д. Явлевского». На шахте «Полысаевская» – это «Эксплуатация выемочного участка лавы с риском загазирования в связи с уменьшением проектного сечения горной выработки», а на шахте «В.Д. Явлевского» – это «Риск загазирования». Данные опасные производственные ситуации могут вызвать насыщение шахтового воздуха метаном до концентраций, значительно превышающих предельно допустимую концентрацию, может спровоцировать масштабное возгорание, бороться с которым на глубине крайне трудно. Учитывая, что на глубине пространство очень ограничено, даже небольшой взрыв вызовет серьезные повреждения и разрушения.

Для снижения риска взрыва на шахтах, необходимо отслеживать не только наиболее повторяющиеся опасные производственные ситуации, но и такие ОПС как: «Эксплуатация выемочного участка лавы с риском загазирования в связи с отсутствием автоматизации вентиляционных шлюзов», «Эксплуатация выемочного участка лавы с риском загазирования в связи с содержанием СН₄ выше ПДК, без применения пластовой дегазации» и т. д., которые будут своим существованием значительно увеличивать производительный риск.

На шахте «Комсомолец» в течение всего анализируемого периода наблюдается ежемесячное возникновение ОПС «Эксплуатация выработки предназначенной для передвижения людей и транспортировки грузов при отсутствии нормируемого давления в ПОТ диаметр труб не соответствует проектному», которая может способствовать повышению пожароопасности шахты и требует внимания к противопожарной защите материальных ценностей и обеспечения безопасных условий труда шахтеров. В связи с этим, особое внимание должно уделяться системе пожарно-оросительного водоснабжения, которая является основным и наиболее эффективным звеном противопожарной защиты угольных шахт. Пренебрежение приведет к пожару на шахте, развившегося из-за несвоевременного ввода в действие средств пожарной защиты, в частности из-за отсутствия или слабого напора воды в подземном пожарно-оросительном трубопроводе.

Существование ежемесячно повторяющихся ОПС одновременно с периодически возникающими увеличивают производственные риски, путем «наложения» одних ОПС на другие. В связи с этим необходимо все одновременно существующие ОПС на шахте. К периодически возникающим ОПС можно отнести:

- «Эксплуатация МПД при отсутствии освещения в выработке»;
- «Риск отложения угольной пыли, взрывоопасной концентрации»;
- «Эксплуатация горной выработки с нарушениями крепления кровли».

Их существование так же понижает уровень безопасности труда.

Анализ повторяемости ОПС на шахтах Явлевского, Комсомолец, Польшаевская

Таблица 1

ПЕ	Наименование ОПС	2017 г																
		Янв.		Февр.		Март		Апр.		Май		Июнь		Июль		Авг.		Всего
		З	Р	З	Р	З	Р	З	Р	З	Р	З	Р	З	Р	З	Р	
Шу. «Явлевского»	Деформированы трапы по ходовому отделению выработки	1		1		1		1		-		-		-		-		4
	Отсутствует освещение	1		1		-		-		-		-		-		-		2
	Нарушение целостности перемычек	1				1		1		1		-		-		-		4
	Нарушена целостность вентиляционного шлюза	1		1		-		1		-		-		-		-		3
	Отсутствует слой балласта рельсового пути напочвенной дороги ДКНГ	-		1		1		-		-		-		-		-		2
	МПД установлены шпильки не заводской конструкции, частично отсутствуют растяжки	-		-		-		-		2		-		-		-		2
	Риск загазирования	-		-		-		-		-		-		3		5		8
	Перевозка грузов при аварийном состоянии балки МПД	-		-		-		-		-		-		2		-		2
	Эксплуатация монорельсовой дороги ДП-155У с отступлением от требований "Паспорта..."	-		-		-		-		-		-		-		2		2
	Обслуживание дизель-гидравлических локомотивов вне дизелевозного депо	-		-		-		-		-		-		-		2		2
	Травмирование при падении дизель-гидравлического локомотива	-		-		-		-		-		-		1		1		2
	Работа очистного забоя с неустойчивой схемой проветривания	-		-		-		-		-		-		-		2		2
	Эксплуатация без обеспечения свободного прохода	-		-		-		-		-		-		-		2		2
	Риск отложения угольной пыли, взрывоопасной концентрации	-		-		-		-		-		-		-		2		2
Риск травмирования работников при передвижении по горной выработке	-		-		-		-		-		-		-		2		2	
Ш. «Комсомолец»	Эксплуатация выработки предназначенной для передвижения людей и транспортировки грузов при отсутствии нормируемого давления в ПТО; диаметр труб не соответствует проектному		1		1		1		1		1		-		1		-	6
	Эксплуатация горной выработки с углом наклона 13 градусов с отсутствием трапов в ходовом отделении		-		1		-		-		-		-		1		-	2
	Эксплуатация МПД при отсутствии освещения в выработке		1		1		-		-		-		1		-		-	3
Шахта «Комсомолец»	Эксплуатация МПД при отсутствии стрелочного перевода с дистанционным управлением		-		-		-		1		1		-		-		-	2
	Эксплуатация горной выработки с нарушениями крепления кровли		-		-		-		1		1		-		1		-	3
	Эксплуатация монорельсовой дороги МПД при отсутствии минимальных зазоров, по которым будет осуществляться доставка секции механизированной крепи		-		-		-		-		-		-		2		-	2
Шахта «Польшаевская»	Эксплуатация горной выработки на протяжении 300 метров предназначенной для передвижения людей и служащей запасным выходом при аварии, с отсутствием трапов		1		1		-		-		-		-		-		1	3
	Эксплуатация выемочного участка лавы №17-49 с риском загазирования в связи с уменьшением проектного сечения горной выработки		1		1		1		1		1		1		1		1	8
	Эксплуатация выемочного участка лавы №17-49 с риском загазирования в связи с содержанием СН4 выше ПДК, без применения пластовой дегазации		-		-		1		1		-		-		-		-	2
	Эксплуатация горной выработки для передвижения людей с захламленным ходовым отделением		-		-		1		-		-		1		2		-	4
	Эксплуатация горной выработки предназначенной для передвижения людей с отсутствием трапов в нижней части при угле наклона более 11 градусов		-		-		-		1		1		1		1		-	4
	Эксплуатация выемочного участка лавы №17-49 с риском загазирования в связи с отсутствием автоматизации вентиляционных шлюзов		-		-		-		-		1		1		-		-	2

Вести контроль опасных производственных ситуаций систематизируя их, важный фактор в предотвращении их возникновения, поэтому необходимо постоянно вести мониторинг ОПС. Каждая из ОПС возникая, влечет за собой определенную совокупность факторов и обстоятельств, появляющихся при выполнении персоналом трудовых обязанностей во имя выполнения повышенной производительности труда и, как правило, приводящую к повышению производственного риска и в следствии возникновению травм и аварий. Для выявления опасной производственной ситуации на угледобывающем предприятии целесообразно использовать градацию, которая способна контролировать систему управления охраны труда и промышленной безопасностью, наличием таких стадий ОПС как: зарождение опасной производственной ситуации — производственные условия, вынуждающие персонал работать с нарушениями требований безопасности; развитие — повторяющиеся нарушения требований безопасности. Стадия реализации отсутствует, как является критическим состоянием объекта, при котором необходимо останавливать производственный процесс.

Список использованной литературы

1. Артемьев В.Б. Безопасность производства (организационный аспект) [Текст]: / В. Б. Артемьев, В. А. Галкин, И. Л. Кравчук. - Москва: Горная книга, 2015. – 144 с.
2. Кравчук И.Л., и др. Риск негативных событий, обусловленных нарушением требований безопасности и способы его снижения /Кравчук И.Л., Гришин В.Ю., Смолен А.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – Спец. выпуск № 28.-20 с.
3. Лисовский В.В. Управление производственными рисками посредством контроля и устранения опасных производственных ситуаций на угледобывающем предприятии / В.В. Лисовский // Безопасность труда в промышленности. – 2016. – № 2. – С. 15–17.

УДК 504.062.2

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ

Туйчиев Ш.Ш., *слушатель подготовительного отделения института лингвистики и межкультурной коммуникации*

Быкова Н.Н., *старший преподаватель кафедры русского языка и общеобразовательных дисциплин*

Иркутский национальный исследовательский технический университет

В данной работе представлена статистика поражения электрическим током со смертельным исходом. Выявлены основные причины поражения электрическим током. Приведены пути решения и специальные средства.

Ключевые слова: Электробезопасность, несчастный случай, средства защиты, человеческий фактор, видеонаблюдение.

THE HUMAN FACTOR AS THE MAIN CAUSE OF ELECTRIC SHOCK

Tuychiev Sh.S., *student of the preparatory department of the Institute of Linguistics and Intercultural Communication*

Bykova N.A., *Senior Lecturer of the Department of Russian Language and General Educational Disciplines*

Irkutsk National Research Technical University

In this paper, statistics of electric shock with fatal outcome are presented. The main causes of electric shock are revealed. The ways of solution and special means are given. Keywords: Electrical safety, accident, means of protection, human factor, videosurveillance.

Интенсивное развитие электроэнергетики ставит немало сложных проблем научного и практического характера, в том числе и в вопросах электробезопасности.

Электрический ток представляет реальную опасность для жизни человека. Поражения электрическим током осложняется тем, что: ток не имеет внешних признаков и без

специальных приборов человек не может обнаружить грозящую ему опасность; воздействие тока на человека в большинстве случаев приводит к серьезным нарушениям жизненно важных систем, таких как центральная нервная, сердечно-сосудистая и дыхательная, что увеличивает тяжесть поражения; переменный ток способен вызвать интенсивные судороги мышц, приводящие к не отпускающему эффекту, при котором человек самостоятельно не может освободиться от воздействия тока; воздействие тока вызывает у человека резкую реакцию отдергивания, а в ряде случаев и потерю сознания, что при работе на высоте может привести к травмированию в результате падения. [1]

Характер и последствия воздействия на человека электрического тока зависят от следующих факторов:

- ◆ величины напряжения и тока;
- ◆ электрического сопротивления тела человека.;
- ◆ продолжительности воздействия электрического тока;
- ◆ пути тока через тело человека;
- ◆ рода и частоты электрического тока;
- ◆ индивидуальных особенностей человека;
- ◆ условий внешней среды.

Основными факторами, определяющими исход поражения человека электрическим током, являются сила тока и путь его прохождения. Величина тока, в свою очередь, зависит от приложенного напряжения и сопротивления тела человека. В зависимости от силы электрический ток может оказывать различное воздействие на организм человека.

Тело человека является проводником электрического тока, правда, неоднородным по электрическому сопротивлению. Наибольшее сопротивление электрическому току оказывает кожа, поэтому сопротивление тела человека определяется главным образом сопротивлением кожи.

В реальных условиях сопротивление тела человека не является постоянной величиной и зависит от множества факторов - состояния кожного покрова (наличие ссадин, порезов, царапин, пота и т.д.; загрязненности различными веществами, снижающими или повышающими сопротивление кожи; места касания и др.), состояния окружающей среды, параметров электрической цепи, продолжительности воздействия, рода и частоты, площади контакта, величины напряжения и силы тока

Наибольшую опасность представляет переменный ток с частотой от 50 до 1000 Гц. При дальнейшем повышении частоты опасность поражения снижается и при частотах 45-50 кГц - полностью исчезает. Однако необходимо иметь в виду, что эти токи сохраняют опасность ожогов. Снижение опасности поражения током с ростом частоты становится уже заметным при частотах 1-2 кГц.

Продолжительность протекания электрического тока через тело человека играет существенную роль в исходе поражения: чем больше время действия, тем больше вероятность тяжелого или смертельного исхода.

Путь прохождения тока через тело человека играет самую существенную роль в исходе поражения, так как он может пройти через жизненно важные органы: сердце* лёгкие, головной мозг и др. Влияние пути тока на «сход поражения определяется сопротивлением кожи на различных участках тела.

Возможных путей тока в теле человека, которые также называются петлями тока, достаточно много. Однако наиболее часто встречаются петли тока: «рука - рука», «рука - ноги» и «нога - нога». Наиболее опасно прохождение тока через органы дыхания и сердце. Отмечено, что по пути «рука - рука» через сердце проходит 3,3% общего тока, «левая рука - ноги» - 3,7%, «правая рука - ноги» - 6,7%, «нога - нога» - 0,4%, «голова - ноги» - 6,8%, «голова - руки» - 7%.

Известно, что постоянный ток примерно в 4-5 раз безопаснее переменного, что подтверждается сопоставлением значений пороговых ощутимых и неотпускающих токов, а также практикой эксплуатации электроустановок. Однако это положение спра-

ведливо лишь для напряжений до 250-300 В. При более высоких напряжениях постоянный ток более опасен, чем переменный с частотой 50 Гц.

Степень воздействия тока зависит от состояния организма. Так, в состоянии утомления или опьянения люди становятся более чувствительными к воздействию тока.

Для женщин пороговые значения тока примерно в полтора раза ниже, чем для мужчин. [2]

Статистика государственного электрического надзора в 2017 году показала, что в период с января по август 2017 года произошло 4 аварии, повлекших за собой порчу электрооборудования и 18 несчастных случаев, повлекших смерть людей получивших электротравму несовместимую с жизнью. [2]

Основные причины поражения электрическим током, являются:

1. Не соблюдения правил охраны труда при эксплуатации электроустановок - 4 случая.
2. Неудовлетворительная организация производства работ, выразившаяся в не обеспечении безопасного выполнения земляных работ и работ с кабельными линиями без оформления наряда-допуска на выполнение данных работ – 5 случаев.
3. Нарушение технологического процесса - 4 случая.
4. Недостаточный контроль за состоянием электрооборудования – 1 случай.
5. Приближение работника к неогражденным токоведущим частям с прикосновением к находящимся под напряжением токоведущих частей электроустановки – 2 случая.
6. Осмотр электроустановки в нерабочее время и выполнении каких-либо работ в действующей электроустановке без применения электрозащитных средств – 1 случай.
7. Алкогольная интоксикация – 1 случай.



Рис. 1. Основные причины поражения электрическим током

Анализ причин поражения электрическим током показывает, что большинство несчастных случаев происходит по вине самых пострадавших. Причины могут быть разные, как в нашем случае, но основополагающая причина, это человеческий фактор.

Ошибки обусловлены пониженной ответственностью (или ее отсутствие), недостатком знаний, неумение (отсутствие условий), противоречивость и т. д.

Повседневный труд в условиях постоянных стрессов, угроз наказания за ошибки и недосмотры притупляет ощущение физической опасности. Не позволяет вовремя реагировать на нее, а это бывает чревато тяжелыми последствиями.

Значительная доля травм происходит из-за неудовлетворительной организации и контроля за безопасным производством работ, нарушений работниками структурных подразделений трудовой, производственной и технологической дисциплины.

Адаптация к опасности и привычка к нарушениям правил самая распространенная причина смертельного поражения электрическим током. Человек, взаимодействуя с электрооборудованием в течение многих лет, привыкает к опасности, в итоге расслаб-

ляется, снижается концентрация его внимания, он начинает отвлекаться, и как результат повышается вероятность травматизма. Для уменьшения случаев поражения током, возможно, предложить следующий порядок работы.

На начальном этапе испытаний профессиональных качеств человека, что предусматривается проведение экзамена, собеседования для оценки уровня профессиональных знаний, умений и навыков. Внедрение комплекса опросных анкет, тестовых заданий для оценки физиологических и психофизиологических качеств.

В процессе работы постоянное усиление «видимого» и «слышимого» интереса для обеспечения безопасных условий труда. Любое происшествие должно привлекать всестороннее внимание. Работники обязаны проанализировать причины и выбрать пути наиболее безопасного поведения в сложившейся ситуации.

На особо опасных участках следует установить камеры видеонаблюдения, с инфракрасной подсветкой. С их внедрением появляется возможность наблюдения за процессом работы, за полным выполнением технического регламента и усилится контроль над качественным соблюдением обязанностей. При обслуживании электроустановок повысится культура безопасного поведения и тем самым снизится уровень травматизма.

Видеокамеры со встроенной тепловизионной системой позволят своевременно, дистанционно обнаружить сбой или опасные нарушения в работе. Процесс основан на том, что электроустановки высокого напряжения, нагреваются прежде, чем перестают работать. Путем измерения температуры электроустановок можно увидеть «горячие» точки, задолго до сбоя в системе. Совместно с тепловизорами внедрить монтаж устройств защитного отключения, для отслеживания утечки тока из цепи. При увеличении утечки тока, мгновенно срабатывают датчики и на отмеченные участки работники не допускаются.

Наряду с основными мерами защиты, ввести применение защитное покрытие для рук. Гель-пленка – смесь диэлектрических масел, тунговое масло представлено в виде специальной основы. Процесс защиты основан на том, что гель-пленка будет служить диэлектриком, как резиновые перчатки, ее просто необходимо наносить на руки перед началом работы, а после конца смены смывать специальным средством. Минус этого средства защиты в том, что при покрытии на кожу, полностью идет изолирование от внешней среды и при попадании на слизистые оболочки, может привести к аллергии.

Развитие техники и машин на производстве и полностью не обеспечивают, защиту от производственных травм. Так как в большинстве случаев, человеческий фактор является основной причиной травматизма. В связи с этим, что бы исключить или уменьшить проблему кроме вещественных производственных факторов необходимо учитывать и субъективные, например: индивидуальные особенности работника; его эмоциональное состояние; психологическую обстановку на рабочем месте; микроклимат в коллективе, так как любые отклонения в этой области даже при безукоризненных вещественных условиях труда могут вызвать несчастный случай.

Список использованной литературы

1. Производственная безопасность : учебное пособие / С.С. Тимофеева [и др.] – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2008. – 336 с.
2. Информационное агентство «Электроснабжение > Электричество и безопасность» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://samelectrik.ru> (дата обращения 17.10.2017 г.)
3. Информационное агентство «Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gosnadzor.ru/energy> (дата обращения 20.10.2017 г.)
4. Толочек В.А. Современная психология труда: учебное пособие – М. : Изд-во Питер, 2005 - 478 с.

5. Информационное агенство «Блог-инженера. рф» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://блог-инженера.рф/>

УДК 699.81

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ГОРОДА ИРКУТСКА

Устинова В.Г., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Какаулин С.П., кандидат экономических наук, доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Противопожарная защита зданий – плодотворная тема для обсуждений, разработок и инноваций, обеспечивающих все большую безопасность сооружений для эксплуатации. Обеспечивать пожарную безопасность необходимо не только на объектах нового строительства, но и в зданиях уже построенных. В работе выполнен инвентаризация объектов культурного наследия г. Иркутска и произведена оценка пожарной безопасности трех исторических зданий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, объекты культурного наследия, индивидуальный пожарный риск.

ANALYSIS OF FIRE SAFETY ON THE OBJECTS OF CULTURAL HERITAGE OF THE CITY OF IRKUTSK

Ustinova V.G., master of the program «Fire safety»

Kakaulin S.P., PhD in Economics, Associate Professor

Irkutsk National Research Technical University

Fire protection of buildings is a fruitful topic for discussions, developments and innovations that ensure the ever-increasing safety of facilities for operation. Provide fire safety is necessary not only on the objects of new construction, but also in the buildings already built. In work the inventory of objects of a cultural heritage of Irkutsk is made and an estimation of fire safety of three historical buildings is made.

Key words: fire safety, objects of cultural heritage, individual fire risk.

Город Иркутск – один из немногих в России городов, обладающих значительным историческим потенциалом – большим количеством сохранившихся деревянных памятников – объектов культурного наследия (далее ОКН).

Длинный путь жизни города, начался с принятия решения об освоении Сибири, на рубеже XVI–XVII вв., когда в западной ее части активно начали возводить поселения, и была создана новая геополитическая обстановка. Назвать точную дату постройки проблематично, но уже в 1669–1670 гг. крепость перестраивали, с учетом перспектив развития Иркутска.

Насыщенная жизнь и рост города сопровождались взлетами и падениями, в числе которых были пожары 1716 г., 1775 г., и крупнейшая серия пожаров 1879 года, уничтожившая значительную часть построек Иркутска. Согласно историческим данным, причинами бедствия могли послужить: «тесная» застройка, отсутствие брандмауэров, дефицит воды и плохая подготовка пожарных служб города. Таким образом, пожар уничтожил 75 кварталов, более всего из которых пострадали расположенные в центральной части города [1] (рис.1).

Последствия пожара со временем удалось устранить, в городе было построено множество зданий, которые сохранились в своем первоначальном виде до наших дней, и представляют историческую и культурную ценность.

Сохранение этих ценных крупиц истории, физических ее носителей – одна из главных задач каждого специалиста и работника государственных служб, занимающихся сохранностью ОКН.

Служба по охране объектов культурного наследия Иркутской области - является исполнительным органом государственной власти Иркутской области, осуществляю-

щим государственный контроль и полномочия на территории Иркутской области по части сохранения, использования, популяризации и государственной охраны ОКН (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации.

В обязанности Службы входят следующие задачи:

- сохранение, использование и популяризация ОКН, находящихся в государственной собственности Иркутской области и федеральной собственности;
- государственная охрана ОКН федерального, регионального значения, в том числе выявленных ОКН и в случаях, установленных законодательством, ОКН местного (муниципального) значения на территории Иркутской области;
- государственный контроль в области сохранения, использования, популяризации и государственной охраны ОКН в соответствии с законодательством.

Также Служба имеет ряд функций, которые неизбежно ведут к составлению списков памятников, их учету и классификации.



Рис. 1. Сгоревшие кварталы при пожаре 1879 г.

Один из них – инвентаризация памятников – система сбора, обработки, хранения и выдачи информации о наличии, составе, местоположении и техническом состоянии ОКН на основе результатов и периодических обследований в натуре. Каждое здание имеет паспорт и историю. Вся информация об объекте хранится в архивах в виде инвентарных дел, каждое из которых включает в себя комплекс технических, оценочных и правоустанавливающих сведений об объектах недвижимости.

Таблица 1

Статистические данные по Иркутской области

На территории области находится объектов культурного наследия	5261
из них включенных в Список выявленных ОКН	4606
включенных в Реестр	655
Из общего количества ОКН:	
ОКН федерального значения	90
ОКН регионального значения	565
ОКН местного(муниципального) значения	3

Таблица 2

Статистические данные по Иркутску

На территории города находится ОКН, включенных в Реестр, и выявленных	1094
Из них:	
выявленных ОКН	534
Подлежат государственной охране, из которых:	560
ОКН федерального значения	71
ОКН регионального значения	486

Для урегулирования вопросов градостроительства и более наглядного представления местоположения памятников, разработан документ – Проект зон охраны (рис. 2).

Целью настоящей работы являлся сбор и анализ информации о пожарах на объектах культурного наследия г. Иркутска и оценка пожарных рисков на наиболее пожароопасных объектах.

Объектами исследования являлась статистическая информация о пожарах на ОКН и реестр ОКН.

В среднем по городу происходит около 700 пожаров в год, из них примерно 300 пожаров в жилом секторе[2] (табл. 3). Естественно, далеко не все эти здания являются памятниками. Согласно перечню ОКН г. Иркутска по состоянию на 1 мая 2016 г. в городе насчитывается около двухсот восемнадцати в неудовлетворительном и аварийном состоянии. Из них, после пожара, приблизительно 31 объект, 16 из которых, внесены в реестр.



Рис. 2. Проект зон охраны, зон регулирования застройки, хозяйственной деятельности и охраняемого природного ландшафта г. Иркутска

На карте представлены данные по памятникам, сгоревшим в результате пожаров (рис. 4).

Сгоревшие и оставшиеся памятники отличаются высоким пожарным риском, так как являются деревянными строениями и многие из них находятся в аварийном состоянии. Аварийное состояние несущих и ограждающих конструкций ведет к ухудшению и повреждениям сетей электроснабжения объектов, а учитывая то, что сами сети тоже могут находиться не в лучшем состоянии, может произойти короткое замыкание, и как следствие – пожар.

Расчет пожарного риска выполнили по «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» ВНИИПО, 2014 г.» [3] для трех ОКН. музея-усадьбы Декабристов (усадьба Волконских и Трубецких) и усадьбы Бревнова.

Таблица 3

Список памятников, пострадавших от пожаров в г. Иркутске

Наименование памятника	Техническое состояние	Дата пожара	№ квартала
1	2	3	4
Усадьба (XIX в.)	неудовлетворительное	2006	101
Дом Петрова с лавкой (кон. XIX вв.)	аварийное	2006	97
Дом жилой (1880-е гг.)	аварийное	2008	84
Жилой дом (1880–1890-е гг.)	неудовлетворительное	2008	69
Доходный дом	неудовлетворительное	2008	29
Дом Решетникова (каменный)	неудовлетворительное	2008	92
Усадьба Конькова: доходный дом, два флигеля	аварийное	2009	106
Особняк Рябчикова с флигелем (2-я пол. XIXв)	демонтирован	2009	153
Доходный дом Пророковой (1890-е гг.)	аварийное	2009	1
Усадьба: доходный дом, флигель (1890-е гг.)	аварийное	2010	109
Дом жилой (1840-е г.)	аварийное	2010	129

1	2	3	4
Доходный дом (XIX–нач. XX в.)	аварийное	2012	104
Дом с мезонином Козьмина (1880-е гг.)	неудовлетворительное	2013	82
Доходный дом (кон. XIX в.)	аварийное	2013	86
Доходный дом с лавкой (кон. XIX вв.)	неудовлетворительное	2013	110
Дом жилой (1840-е г.)	аварийное	2013	98
Жилой дом (1880-е гг.)	аварийное	2013	97
Два доходных дома (кон. XIX–нач. XX вв.)	аварийное	2014	133
Дом Кобящева (1890-е гг.)	аварийное	2014	133
Жилой дом Ракина (1860-е гг.)	аварийное	2014	136
Особняк Кухтерина (1880-е гг.)	аварийное	2014	104
Дом жилой (кон. XIX в.)	аварийное	2015	109
Дом с лавкой Тимофеева, кон.	аварийное	2015	118
Дом жилой (1800–1850-е гг.)	аварийное	2015	153
Городская усадьба: три дома, флигель (сер. XIX в. 1880-е гг.)	аварийное	2015	105
Доходный дом в усадьбе Ишаева (1907 г., песчанник, кирпич)	в процессе реставрации	2015	20
Доходный дом (кон. XIX–нач. XX в.)	неудовлетворительное	2015	34
Дом жилой с лавкой (нач. XX в.)	неудовлетворительное	2016	132
Усадьба Барского: доходный, жилой дома (кон. XIX–нач. XX вв.)	неудовлетворительное	2016	78
Доходный дом Листратовой (1890-е. 1910-е гг.)	сгорел	2016	133
Дом жилой (кон. XIX–нач. XX в.)	сгорел	2016	8



Рис. 4. Карта сгоревших памятников. Кварталы с утраченными ОКН

В соответствии с Методикой проводится определение расчетной величины индивидуального пожарного риска Q_B и сопоставление ее с нормативным значением индивидуального пожарного риска Q_B^H .

Нормативное значение индивидуального риска Q_B^H не должно превышать 10^{-6} 1/год, таким образом, фактическое значение не должно его превышать:

$$Q_B \leq Q_B^H \quad (1)$$

$$Q_B = Q_{\Pi} \cdot (1 - K_{\text{ап}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - K_{\text{п.з}}) \quad (2)$$

Необходимые данные для расчета:

- назначение здания;
- Q_{Π} – частота возникновения пожара в здании в течение года;
- $K_{\text{ап}}$ – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;
- $P_{\text{пр}}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая через время нахождения людей в здании в часах;

– P_9 – вероятность эвакуации людей. Находится из условий:

$$P_9 = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_p}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_p + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин.} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин.} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин.} \end{cases} \quad (3)$$

где t_p – расчетное время эвакуации людей;

$t_{\text{нэ}}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей) [Приложение к приказу МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности];

$t_{\text{бл}}$ – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, согласно расчету;

$t_{\text{ск}}$ – время существования скопления людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации).

$K_{\text{п.з}}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности. Определяется по формуле:

$$K_{\text{п.з}} = 1 - (1 - K_{\text{обн}} \cdot K_{\text{соуэ}}) \cdot (1 - K_{\text{обн}} \cdot K_{\text{пдз}}) \quad (4)$$

где $K_{\text{обн}}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной сигнализации, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{\text{соуэ}}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

$K_{\text{пдз}}$ – коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Таким образом, можно произвести расчет индивидуального риска для выбранных зданий-памятников. Расчет производится в калькуляторе, где задавая необходимые значения, программа позволяет автоматически определить значение Q_B , а также предшествующих необходимых для расчета величин.

В табл. 4. приведены расчеты по исследуемым объектам

Таблица 4

Параметры для расчета индивидуального риска

	Усадьба Волконских	Усадьба Трубецких	Усадьба Бревнова
1	2	3	4
назначение здания	музей	музей	административное
частота возникновения пожара в здании в течение года, Q_p	0,0138	0,0138	0,04
коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматического пожаротушения (далее АУП) требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{\text{ап}}$	0	0	0
вероятность присутствия людей в здании, определяемая через время нахождения людей в здании в часах, $R_{\text{пр}}$	$t=8$ часов, $R_{\text{пр}} = 0,333$	$t=8$ часов, $R_{\text{пр}} = 0,333$	$t=9$ часов, $R_{\text{пр}} = 0,375$
вероятность эвакуации людей, R_9	0	0	0,25
расчетное время эвакуации людей, t_p	3	4	3,4
время начала эвакуации, $t_{\text{нэ}}$	5,6	5,2	5,5
время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, $t_{\text{бл}}$	2,3	2	6

1	2	3	4
время существования скопления людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации), $t_{ск}$	3	3	4
коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{п.з}$	0,64	0,64	0
коэффициент, учитывающий соответствие системы противопожарной сигнализации, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{обн}$	0,8	0,8	0,8
коэффициент, учитывающий соответствие системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{соуэ}$	0,8	0,8	0,8
коэффициент, учитывающий соответствие системы противодымной защиты, требованиям нормативных документов по пожарной безопасности, $K_{пдз}$	0	0	0
Нормативное значение индивидуального риска, $Q_{нв} > 10^{-6}$ 1/год. $Q_{нв} \geq Q_{в}$			
фактическое значение, $Q_{в}$	0,001656	0,001656	0,0003906

Как видно из приведенных данных значения индивидуального пожарного риска не соответствуют предъявляемым требованиям. Следовательно, необходимо разработать дополнительные противопожарные мероприятия по снижению фактического значения индивидуального риска, выполнению требуемого неравенства $Q_{нв} \geq Q_{в}$, то есть обеспечить безопасную эвакуацию людей при пожаре.

Исследуемые ОКН характеризуются высоким индивидуальным пожарным риском и рекомендуется выполнить следующие; противопожарные мероприятия [4,6,7]:

- 1) применение дополнительных объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;
- 2) устройство дополнительных эвакуационных путей, отвечающих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре;
- 3) устройство систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей повышенного типа;
- 4) применение систем противодымной защиты от воздействия опасных факторов пожара;
- 5) ограничение количества людей в здании до значений, обеспечивающих безопасность их эвакуации из здания.

Эффективность перечисленных мероприятий определяется степенью влияния на параметры t_p , $t_{бл}$, $t_{нэ}$, для системы пожарной сигнализации, противодымной защиты и системы оповещения людей при пожаре и управления эвакуацией людей также условной вероятностью выполнения задачи при пожаре ($R_{обн}$, $R_{соуэ}$ и $R_{пдз}$).

Список использованной литературы

1. Иркутский край. Четыре века : история Иркутской губернии (области) XVII – XXI вв. / А.В. Гимельштейн, Л.М. Дамешек и др.; Гл. ред. Проф. Л.М. Дамешек. – Иркутск : Востсибкнига, 2012. – 800 с.
2. Состояние пожарной безопасности жилищного фонда в городе Иркутске [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-pozharnoy-bezopasnosti-zhilishchnogo-fonda-v-gorode-irkutske>.
3. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382, приложение «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» ВНИИПО, 2014 г.»

4. О противопожарном режиме (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации») : постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390.

5. Терещенков В.В. «Расчет параметров развития и тушения пожаров (Методика. Примеры. Задания). – Екатеринбург : ООО «Издательство «Калан», 2012. – 460 с.

6. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Проектирование систем безопасности : учеб. пособие. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ. – 2008. – 270 с.

7. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков : практикум. – Иркутск : Изд-во ИрНИТУ, 2015. – 152 с.

УДК 696.2:658.345

ПОЖАРНЫЕ РИСКИ НА АВТОГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Федотенко Н.М., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Выполнена оценка аварийных рисков на автомобильных газозаправочных станциях в Иркутской области исходя из накопленных статистических данных, рассчитана интенсивность теплового излучения при взрыве СУГ, действие ударной волны избыточного давления на окружающее пространство и человека.

Ключевые слова: АГЗС, сжиженный углеводородный газ, пожарный риск.

FIRE RISKS AT AUTONOGRAPHIC STATIONS OF THE IRKUTSK REGION

Fedotenko N.M., master of the program «Fire safety»

Timofeeva S.S., doctor of technical sciences, professor

Irkutsk National Research Technical University

An estimation of emergency risks at gas-filling stations in the Irkutsk region was made based on the accumulated statistical data, calculated the intensity of thermal radiation in the explosion of LPG, the action of a shock wave from household pressure on the surrounding space and a person.

Key words: gas filling station, liquefied hydrocarbon gas, fire risk.

В настоящее время все актуальнее становится замена жидкого моторного топлива (бензин и дизельное топливо) на альтернативные виды моторного топлива (компримированный природный и сжиженный углеводородный газ), что диктуется как экономическими, так и экологическими проблемами, возникающими в городах в связи с резким увеличением количества автомобилей.

Вместе с тем автозаправочные станции (АЗС) работающие на жидком моторном топливе, как показала практика, по-прежнему, являются объектами повышенной пожаровзрывоопасности. Это обусловлено большими объемами хранящегося автомобильного топлива с высокой пожарной опасностью, а также особенностями технологических процессов, связанных с приемом, хранением и выдачей топлива. Значительная часть АЗС расположена на территории городов и других населенных пунктов. В связи с этим, возможные аварии на АЗС представляют серьезную опасность для населения и окружающих объектов. Кроме того, возможно воздействие на АЗС со стороны окружающих объектов, способное привести к возникновению аварии с пожарами и взрывами. Пожарная опасность указанных объектов определяется большим количеством оборудования под давлением, в котором обращаются горючие газы [1].

Государственная программа по внедрению газомоторной техники, разработанная Правительством Российской Федерации, в соответствии с поручениями Президента Российской Федерации [2], предусматривает реализацию мер, которые позволят расширить использование сжиженного углеводородного газа (СУГ) в качестве моторного топлива и расширение сети автомобильных газозаправочных станций (АГЗС). В соот-

ветствии с государственной политикой, направленной на снятие избыточных административных барьеров [3] в России формируется риск-ориентированный подход к осуществлению контрольно-надзорной деятельности, в том числе и в области пожарной безопасности. Риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления надзора, при котором выбор периодичности проведения плановых проверок в рамках мероприятий по контролю определяется отнесением объектов к определенной категории риска (классу опасности) [4]. В настоящее время в Российской Федерации эксплуатируются более 4 000 АГЗС, количество которых постоянно увеличивается. В случае аварийных ситуаций, связанных с пожаром или взрывом, они представляют большую угрозу для жизни людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов. Взрывопожарная опасность АГЗС определяется наличием оборудования, в котором обращаются СУГ.

Проблема обеспечения пожарной безопасности одна из наиболее значимых в современном мире. Ежегодно в России возникает более 150 тыс пожаров в год, при этом материальный ущерб более 15 млрд рублей. Ежегодное число погибших колеблется в диапазоне от 7 до 25 тыс. человек. Чаще всего пожары происходят в жилом секторе. По данным официальной статистики в период с 2014 по сентябрь 2017 год погибло 28 тыс. человек [5]. Особую пожарную опасность представляют объекты, подпадающие под действие ФЗ № 116 [6]. К таким объектам относятся автомобильные газозаправочные станции (АГЗС), предназначенные для заправки баллонов грузовых и легковых автомобилей сжиженным углеводородным газом, используемым в качестве моторного топлива [7].

Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) – это технологическая система, которая состоит из емкостей со сжиженным углеводородным газом (СУГ), топливораздаточных колонок, насосного агрегата, трубопроводной системы и пульта управления технологической системой. Сжиженный газ доставляется автоцистернами и закачивается в резервуары. Слив газа из цистерны автомобиля осуществляется с использованием насосного агрегата. Для создания избыточного давления в емкостях, из которых при помощи насоса ведется отбор жидкой фазы СУГ для заправки автомобилей, установлен поршневой компрессор. Для наполнения газобаллонных автомобилей сжиженным углеводородным газом используются топливораздаточные колонки. Трубопроводная система соединяет резервуар с пунктом выдачи СУГ. С помощью пульта управления технологической системой (щит автоматики) осуществляется включение/отключение подачи топлива, а также контроль за измерительными приборами: сигнализаторами уровня СУГ в резервуаре, сигнализатором загазованности.

Наличие значительных запасов СУГ на АГЗС и высокая потенциальная опасность СУГ (СУГ легко переходит в газовую фазу, которая при смешении с воздухом образует взрывоопасные смеси) позволяют классифицировать АГЗС как опасный производственный объект с высоким уровнем пожарного риска.

Целью настоящей работы являлась оценка пожарных рисков, создаваемых АГЗС, расположенных на территории Иркутской области, и анализ статистики и причин возникновения пожаров на АГЗС в России.

Объекты и методы исследования

В основу расчета пожарных рисков положена методика [8], которая предусматривает: анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на объекте; определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса; определение для каждого технологического процесса перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную; построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей.

Для каждой пожароопасной ситуации на объекте приводится описание причин возникновения и развития пожароопасных ситуаций, мест их возникновения и факторов пожара, представляющих опасность для жизни и здоровья людей в местах их пребывания. Для определения причин возникновения пожароопасных ситуаций рассмат-

риваются события, реализация которых может привести к образованию горючей среды и появлению источника зажигания.

Наиболее вероятными событиями, которые могут являться причинами пожароопасных ситуаций на объектах, считаются следующие события: выход параметров технологических процессов за критические значения, который вызван нарушением технологического регламента (например, перелив жидкости при сливо-наливных операциях, разрушение оборудования вследствие превышения давления по технологическим причинам, появление источников зажигания в местах образования горючих газопаровоздушных смесей); разгерметизация технологического оборудования, вызванная механическим (влияние повышенного или пониженного давления, динамических нагрузок и т. п.), температурным (влияние повышенных или пониженных температур) и агрессивным химическим (влияние кислородной, сероводородной, электрохимической и биохимической коррозии) воздействиями; механическое повреждение оборудования в результате ошибок работника, падения предметов, некачественного проведения ремонтных и регламентных работ и т. п. (например, разгерметизация оборудования или выход из строя элементов его защиты в результате повреждения при ремонте или столкновения с железнодорожным или автомобильным транспортом).

Анализ статистической отчетности аварийных пожароопасных ситуаций, имевших место на АГЗС показал, что половина всех возгораний происходит из-за причин связанных с перекачкой СУГ из автоцистерн; треть – по причине нарушений требований промышленной безопасности, из-за халатности персонала, нарушений правил пожарной безопасности, несоблюдения требований и норм проведения огневых и ремонтных работ; пятая часть – неизвестных причин (рис. 1) [9].



Рис. 1. Распределение причин пожаров на АГЗС

Объектами исследования являлись 7 стационарных автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС), расположенных на территории Иркутской области, принадлежащие АО «Иркутскоблгаз»: 3 АЗГС в городе Иркутске и по 1 АГЗС в городах Шелехове, Ангарске, Усолье-Сибирском, Черемхово [10].

АГЗС были ранжированы в соответствии с объемом автоцистрен, данные представлены в табл. 1 [10].

Таблица 1

Ранжирование АГЗС в соответствии с объемом АЦ

№ п/п	АГЗС	Объем АЦ, м ³	Обозначение
1	г. Иркутск, ул. Маршала Конева, 36а г. Черемхово, д. Шаманаево	10	АГЗС – 10 м ³
2	г. Иркутск, ул. Рабочего Штаба 122 г. Иркутск, с. Мамоны г. Ангарск, г. Усолье- Сибирское	4,2	АГЗС – 4,2 м ³

Все автомобильные газозаправочные станции АО «Иркутскоблгаз» оборудованы по одинаковой технологии имеют схожую структуру и оборудование. Технологические операции с применением СУГ: прием (слив) из автоцистерны, хранение в резервуарах, перекачка между резервуарами по технологическим трубопроводам, выдача (отпуск) –

заправка автомобильного транспорта через топливно-раздаточные колонки (ТКР), учет количества СУГ. В табл. 2 представлены данные о сооружениях исследуемых АГЗС.

Таблица 2

Состав сооружений АГЗС

Наименование	Назначение	Техническая характеристика
Здание АГЗС (операторская)	Для размещения санитарно-бытовых помещений для работников АГЗС, операторной для контроля за технологическими операциями приема, хранения выдачи СУГ	Здание одноэтажное выполненное из легких м/к
Площадка АЦ СУГ	Для установки АЦ при сливе СУГ в резервуары хранения	Технологическая площадка габаритами 10х4,0 м
Резервуары СУГ	Для приема и хранения СУГ	Технологическая система состоящая из 2-х резервуаров
Сбросная труба	Выброс паровоздушной смеси в атмосферу от системы наружного отсоса паров с площадки АЦ СУГ	Высота 6,0 м. Диаметр 400 мм с установкой вентилятора во взрывозащитном исполнении
Аккумулирующая емкость № 1	Для сбора дождевых стоков с площадки АЦ СУГ	Колодец из сборного ж/бетона диаметром 1000 мм
Аварийный резервуар	Для приема возможных проливов топлива при сливе из АЦ в резервуары хранения от площадки слива топлива	Подземный стальной горизонтальный одностенный резервуар объемом 25 м ³
Емкость для дождевых стоков	Для сбора дождевых стоков с территории АГЗС	Металлический резервуар объемом 10 м ³
Навес	Размещается над ТКР	Размер 23х15 м
Аккумулирующая емкость № 2	Для сбора дождевых стоков	Колодец из сборного ж/бетона диаметром 1000 мм.
Технологический колодец	Для регулирования потоков аварийных проливов и дождевой канализации	Монолитный ж/б приямок размером 1000х1300 мм, глубиной 1100 мм
Выгреб (2 шт.)	Для сбора канализационных стоков от зданий	Колодец из сборного ж/бетона 21 000 мм
ТКР СУГ	Для выдачи СУГ	

Максимальная рабочая смена на АГЗС составляет 3 человека персонала. Так же на территории АГЗС могут находиться третьи лица, приехавшие для получения СУГ. Режим работы АГЗС круглосуточный, 365 суток в год. Режим работы персонала АГЗС принят круглосуточный по сменному 4-бригадному графику работы. Продолжительность смены 8 часов. Численность основного производственного персонала определена, исходя из периодичности и продолжительности технологических операций и требований автоцистерн, которые должны проводиться с участием не менее 2-х работников АГЗС и водителя автоцистерны (АЦ) [11].

Результаты и их обсуждение

При анализе пожароопасной ситуации на объектах исследования установлено, что наиболее пожаровзрывоопасными технологическими процессами являются слив СУГ из автоцистерны и выдача СУГ с помощью 2-х раздаточных колонок.

Слив осуществляется при установке автоцистерны на площадке с отбортовкой. Площадка оборудована системой отсоса паров СУГ. Слив осуществляется по линии, включающей трубопроводы, клапана, насос и другое оборудование. Наиболее опасной ситуацией является возникновение трещин в котле автоцистерны (из-за дефекта металла, коррозии, расслоения сварных соединений и т. д.), в результате которого происходит его полное разрушение с выбросом СУГ в окружающее пространство. Для предотвращения образования пожаровзрывоопасных облаков площадка слива СУГ оборудована системой откачки, которая срабатывает автоматически при увеличении концентрации СУГ на площадке выше 20 % от его нижнего концентрационного предела воспламенения. Аварийная и штатная ситуация, связанная с образованием паровоздушного облака, может принять крупные масштабы при отказе вентилятора или газоанализатора.

Линия выдачи СУГ включает трубопроводы, клапана, фильтры, насосы и т. д. Опасность представляет разрыв сливного рукава во время заправки транспорта. Однако данный процесс производится под контролем персонала АГЗС, поэтому аварийная ситуация может быть устранена своевременно и вероятность того, что аварийные ситуации повлекут тяжелые последствия, мала [11].

На основании анализа статистических данных было выяснено, что половина всех возгораний происходит из-за причин связанных с перекачкой СУГ из автоцистерн, поэтому были выполнены расчеты оценки опасности теплового излучения огненного шара именно для этой аварийной ситуации. Результаты представлены на рис. 2, 3 [12, 13].

Как видно из данных на рис. 2 наибольшая интенсивность теплового излучения характерна для АГЗС в г. Иркутск, ул. Маршала Конева, 36а и г. Черемхово, д. Шаманаево. Установлено, что при возникновении взрыва или пожара на АГЗС степень поражения тепловым излучением будет критичной на всех АГЗС даже на расстоянии 100 м от АГЗС, поэтому необходимо строго соблюдать требования пожарной безопасности.

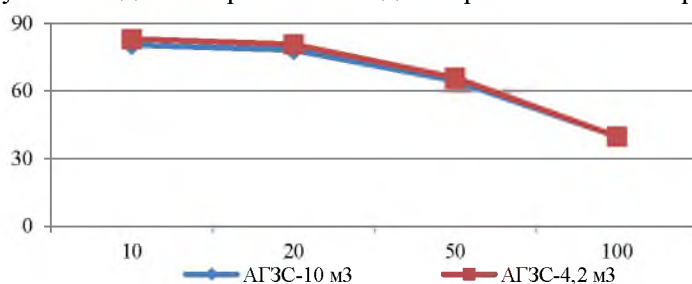


Рис. 2. Значения интенсивности теплового излучения от взрыва СУГ на АГЗС Иркутской области в зависимости от удаленности от АГЗС

Расчет максимального давления при взрыве представлен в табл. 1 и установлено, что при взрывах возможно среднее повреждение зданий.

Как видно из табл. 3, максимальное давление взрыва, которое может развиваться в открытом пространстве при сгорании паровоздушного облака, наблюдается на АГЗС, расположенных по адресам: г. Иркутск, ул. Маршала Конева, 36 а, г. Черемхово, д. Шаманаево и составляет 26,3 и 28 кПа соответственно. Данное избыточное давление не представляет смертельной опасности для человека. На это указывает и расчетные значения условной вероятности поражения человека. На диаграмме 3 представлены значения рассчитанных величин пробит-функции для различных расстояний.

Вероятность повреждений стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса равна более 84 % на расстоянии до 50 м.

Вероятность разрушений промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу, составляет 28 % на расстоянии 50 м.

Таким образом, можно заключить, что избыточное давление взрыва паровоздушного облака не представляет опасности для человека. Это вызвано тем, что при взрыве основная часть энергии рассеивается в окружающее пространство; на человека приходится весьма малая ее доля. Так же человек обладает сравнительно малой массой, и воздействие волны давления может свестись к отбрасыванию человека от эпицентра без причинения смерти.

Если взрывная волна может вызвать средние повреждения зданий, то для аппаратов эти повреждения будут легкими, что можно сравнить с возникновением колебаний, вибраций, небольших деформаций. Это не может послужить причиной разрушения аппаратов, а значит, и причиной распространения пожара и цепного увеличения масштабов аварии.

На данных АГЗС производится наибольший оборот газа, в соответствии с этим установлены емкости для сжиженного углеводородного газа объемом 10 м³. На всех емкостях произведена экспертиза промышленной безопасности, которая является положительной, для дальнейшей безопасной эксплуатации данного оборудования.

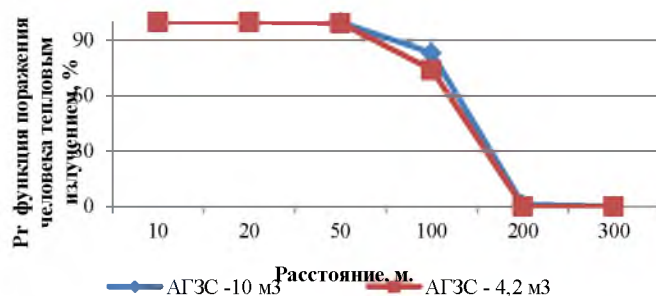


Рис. 3. Значения вероятности поражения человека тепловым излучением в зависимости от удаленности от АГЗС

Таблица 3

Сводная таблица АГЗС по распределению максимального давления

АГЗС	Объем АЦ, м³	ΔР, кПа (50 м)	Описание	Pr 1, % (Вероятность повреждений стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса)	Pr 2, % (Вероятность разрушений промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу)
АГЗС – 10 м³	8,5	26,3	Среднее повреждение, возможно восстановление здания	81	25
АГЗС – 4,2 м³	4,2	3,445	Разрушение оконных проемов легкобросаемых конструкций	0	0

При возникновении аварийной ситуации взрыв может произвести поражающее действие на сооружение и население на территории радиусом 50 метров. АГЗС в г. Иркутске по ул. Маршала Конева, 36 а находится в зоне, с прилегающей территорией, на которой проживает население и 5-9 этажных зданиях. Поэтому мероприятия для снижения риска возникновения аварийной ситуации, связанной с пожаром или взрывом необходимо разработать именно для данной АГЗС.

В соответствии с [12,15] был рассчитан потенциальный пожарный риск, который показывает вероятность гибели человека, находящегося в той или иной точке территории объекта, в результате воздействия на него опасных факторов пожара (взрыва), если тот человек постоянно находился бы в этой точке.

Величина потенциального пожарного риска P (в год) в определенной точке как на территории объекта, так и в селитебной зоне вблизи объекта, определяется по формуле

$$P = \sum_{j=1}^J Q_{\text{пор}j} \cdot Q_j,$$

где J – число сценариев развития данной аварии;

$Q_{\text{пор}j}$ – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории в результате реализации j -го сценария развития аварии (пожароопасной ситуации);

Q_j – вероятность реализации в течение года j -го сценария развития аварии (пожароопасной ситуации), в год.

Вероятность реализации в течение года различных сценариев развития аварий и условные вероятности поражения человека для АЦ с СУГ приведены в табл. 5.

В соответствии с произведенным анализом возможных сценариев пожаров на автомобильной газовой станции (см. табл. 4) сценарий «огненного шара» является наиболее вероятным. Сгорание переобогащенного паровоздушного облака, всплывающего в атмосфере под действием сил плавучести, сопровождающееся мощнейшим тепловым излучением. На рассматриваемом объекте возникновение «огненного шара» теоретически возможно как в результате квазимгновенной полной разгерметизации резервуара, так и во время проведения операции его пополнения.

Значение потенциального риска (см. табл. 5) $4,5 \cdot 10^{-6}$ в год, отмечается в эпицентре аварии на расстоянии 10–50 м. Далее потенциальный риск уменьшается на расстоянии от 100 м. На расстоянии 200 м риск пересекает отметку «приемлимого» риска. За зоной 300 м потенциальный пожарный риск равен нулю. Максимальное значение потенциального пожарного риска, равное $4,5 \cdot 10^{-6}$, отмечается на всей территории АГЗС. Данное значение не превышает нормативного значения допустимого риска и является приемлемым.

Значение индивидуального пожарного риска для персонала объекта представляет собой вероятность гибели человека в результате воздействия на него опасных факторов пожара или взрыва. Он учитывает вероятность присутствия человека в той или иной точке территории производственного объекта. В соответствии с [13].

В соответствии с расчетами, проведенными для опасной операции слив газа из АЦ на территории АГЗС индивидуальный пожарный риск не превышает нормативных показателей, а именно на территории АГЗС риск составил:

- для персонала – $2,8 \cdot 10^{-7}$ в год;
- для населения – $9,3 \cdot 10^{-8}$ в год.

Таблица 4

Статистические вероятности (условные) различных сценариев развития аварии с выбросом СУГ [9]

Сценарий аварии	Вероятность
Огненный шар	0,7039
Сгорание облака	0,1689
Факел	0,0574
Без горения	0,0292
Горение пролива	0,0287
Сгорание с развитием избыточного давления	0,0119
Итого	1,0

Таблица 5

Вероятность реализации в течение года различных сценариев развития аварий и условные вероятности поражения человека для АЦ с СУГ

Сценарий	Вероятность поражения человека в определенной точке территории в результате реализации сценария развития аварии					
	Расстояние от источника, м					
	50	100	200	300	400	500
Потенциальный пожарный риск для АЦ с СУГ при реализации сценария: Огненный шар	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$4,46 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$	$0,5 \cdot 10^{-6}$	0

Заключение

Таким образом, в настоящее время, на АГЗС, в соответствии со статистическими отчетами МЧС, выявлены аварийные ситуации, представляющие опасность пожара или взрыва, которые связаны с технологическими процессами, связанными с перекачкой сжиженного углеводородного газа из автоцистерн. На основании [9] сценарий «огненного шара» является наиболее вероятным, поэтому на основании данного сценария были выполнены соответствующие расчеты по методикам [12, 13]. Расчетные данные показали, что при возникновении аварийной ситуации взрыв может произвести максимальное поражающее действие на сооружения и население на территории радиусом 50 м. На АГЗС, которая располагается по адресу: г. Иркутске по ул. Маршала Конева, 36. Данная АГЗС находится в зоне, с прилегающей территорией, на которой проживает население и 5–9 этажных зданиях. Поэтому мероприятия для снижения риска возникновения аварийной ситуации, связанной с пожаром или взрывом необходимо разработать именно для данной АГЗС. Риск, который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара на АГЗС (индивидуальный пожарный

риск), не превышает значения одной миллионной в год, установленного федеральным законодательством.

Список использованных источников:

1. Научная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс] // Официальный сайт [сайт]. [2017]. – Режим доступа : <http://www.dissercat.com/content/otsenka-pozharnogo-riska-avtozapravochnykh-stantsii-i-razrabotka-sposobov-ego-snizheniya#ixzz4uGCjrXp8>.
2. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федер. закон Рос. Федерации от 26 дек. 2008 г. № 294-ФЗ (в ред. от 9 марта 2016 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.pravo.gov.ru>.
3. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федер. закон от 13 июля 2015 г. № 246-ФЗ: О внесении изменений в Федеральный закон // Рос. газ. 2015. № 156.],
4. Методические рекомендации по организации проверок в области пожарной безопасности на объектах защиты (утв. Главным гос. инспектором по пож. надзору Б.А. Борзовым от 10 янв. 2016 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»
5. Статистические данные МЧС РФ [Электронный ресурс] // Официальный сайт [сайт]. [2017]. – Режим доступа : <http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/Pozhari>.
6. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (в ред. от 13 июля 2015 г.). – Режим доступа : <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 13.04.2016).
7. МТК Эксперт. [Электронный ресурс] // Официальный сайт [сайт]. [2017]. – Режим доступа : http://mtk-exp.ru/agzs_ekspluatiruem_v_ramkah_zakona/.
8. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. – Утв. Приказом МЧС России от 30.06.2009 № 404.
9. Фомин А.В., Шахманов Ф.Ф., Нефедьев С.А. Анализ статистики пожаров на автомобильных газозаправочных станциях в России. Санкт-Петербургский университет гпс мчс россии: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Спб. : С.-петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2014. – 186 с.
10. Паспорта на резервуары, эксплуатируемые на АГЗС АО «Иркутскоблгаз».
11. План мероприятий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на объектах III и IV классов опасности АО «Иркутскоблгаз».
12. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей, утвержденная приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 марта 2016 г. № 137.
13. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля и оценки опасности волны избыточного давления при сгорании паровоздушной смеси.
14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля. 2008 г. № 123-ФЗ (в ред. от 13 июля 2015 г.) // Рос. газ. 2008. 1 авг. № 163.
15. Тимофеева С.С. Методы и технологии оценки аварийных рисков : практикум. – Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2015. – 152 с.

УДК 614.841

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОПАСНОСТИ ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Чебыкина И.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Гармышев В.В., канд. техн. наук

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Дан ретроспективный обзор последствий пожаров в Российской Федерации за период с 1993 по 2016 гг., произведен анализ динамики значений показателей последствий пожаров в стране, а также оценка темпов снижения показателей последствий несчастных случаев, связанных с пожарами.

Ключевые слова: пожар, статистика.

A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATIONS INVOLVING FIRES IN RUSSIAN FEDERATION

Chebykina I.V., *master of the program «Technospheric safety»*

Garmashev V.V., *Candidate of Sciences*

Timofeeva S.S., *D Sc., prof*

National research Irkutsk state technical University

A retrospective review of the consequences of fires in the Russian Federation for the period from 1993 to 2016 is given, the dynamics of the values of consequences of fires in the country is analyzed, as well as the estimation of the rates of reduction of the consequences of accidents involving fires.

Keywords: fire, statistics.

Российская Федерация (РФ) – демократическое федеративное государство, расположенное в Восточной Европе и Северной Азии, с площадью, равной 17,125 млн км², и численностью населения 146,905 млн человек [1]. Доля городского населения страны составляет 107,241 млн чел., а сельского – 39,664 млн чел., что в процентном соотношении равняется 73 % и 27 % соответственно.

Несмотря на непростые социально-экономические условия, сложившиеся в стране в начале XXI столетия, сейчас, спустя почти три десятилетия после образования РФ, важные показатели, влияющие на оценки уровня жизни граждан страны, находятся на удовлетворительном уровне и постепенно улучшаются. Несмотря на высокий уровень урбанизации в европейской части страны, Россия является единственной страной в мире, где все больше людей переселяются из городов в сельскую местность. В 2011 г. скорость деурбанизации составила 0,2 %, [1].

В настоящее время наблюдается положительная динамика в снижении количества пожаров, как в городах, так и в сельской местности, однако величина материального и социального ущерба, наносимого пожарами, все так же остается весьма значительной.

Целью настоящей работы является ретроспективный анализ обстановки с пожарами на территории Российской Федерации.

Объекты и методы исследования

В работе использованы материалы статистической отчетности о пожарах в документах ГУ МЧС России, Ростехнадзора, Росприроднадзора за период с 1993 по 2016 г.

Результаты и их обсуждение

Обстановка с пожарами в Российской Федерации является одним из наиболее значимых индикаторов состояния пожарной безопасности. В конечном счете, только на ее основе можно судить о соответствии состояния пожарной безопасности интересам отдельных индивидуумов, общества в целом и государства.

В настоящее время состояние пожарной безопасности в Российской Федерации остается напряженным. Подтверждением этому является тот факт, что в стране в последнее время наблюдаются устойчивые высокие показатели социально-экономических последствий пожаров.

Несмотря на достигнутые с 1993 по 2016 гг. успехи по сокращению числа пожаров в 1,6 раза и гибели людей в 2 раза [2], пожары продолжают наносить ущерб экономике страны, угрожая жизни и здоровью людей. В представленной работе были проанализированы основные показатели последствий пожаров: по количеству, объему

прямого ущерба, гибели и травмированию людей с учетом численности населения в Российской Федерации в период с 1993 по 2016 гг. (рис. 1–5).

На основании данных статистики [3–11] были получены усредненные основные показатели чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами в Российской Федерации (табл. 1). Эти данные необходимы для сравнения ежегодных значений со средними за анализируемый период.

Таблица 1

Усредненные основные показатели последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами в РФ за 1993–2016 гг.

Объем исследования	Основные показатели последствий пожаров				
	Количество пожаров, тыс. ед.	Прямой материальный ущерб, млн руб.	Погибло при пожарах, чел.	Травмировано при пожарах, чел.	Уничтожено строений, ед.
В РФ	225,44	7551,13	14,52	12,79	60,02
В городах	125,81	6700,88	7,79	8,86	36,63
В сельской местности	73,45	3952,50	6,85	3,93	23,99

Анализируя количество пожаров в РФ (рис. 1), можно сделать вывод, что количество пожаров уменьшилось в 2,39 раза. В городах положительная динамика более выраженная, чем в сельской местности – уменьшение количества пожаров в 2,75 раза и в 1,87 раза соответственно. Так как кривые диаграммы демонстрируют преимущественно равномерное снижение параметров, можно говорить о стабильном улучшении общей обстановки с пожарами в стране.

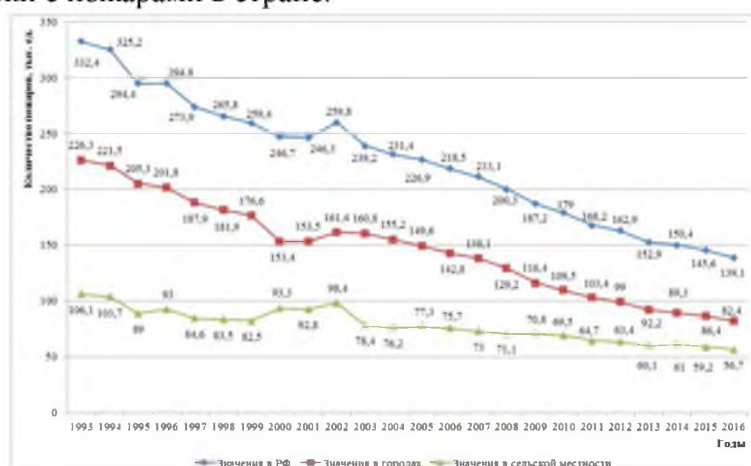


Рис. 1. Динамика количества пожаров в РФ

Однако, вместе с снижением количества пожаров наблюдается увеличение размеров материальных потерь (рис. 2), что закономерно является следствием инфляции, уровень которой в 2016 году составил 5,4 %. Стоит отметить, что наиболее нестабильная экономическая ситуация складывалась в стране вплоть до 2000 г. (с 1993 г. уровень инфляции снизился с 840 % до 20,1 %), также наблюдалось резкое увеличение показателей инфляции в 2007–2008 гг, а затем в 2014–2015 гг [12]. Отчасти эта ситуация отражается на графике: наблюдаются пики в 2002, 2008, 2011 и 2015 гг.

Важными показателями последствий пожаров являются количество погибших (рис. 3) и количество травмированных (рис. 4) в результате воздействия опасных факторов пожара. Динамика количества погибших представлена неоднородной кривой с выраженным пиком в 2002 г. (в 1,35 раза превышает среднее значение по стране за анализируемый период) и последующим спадом. Также наблюдается пик в 1996 г. (15,9 тыс. погибших, что превышает среднее значение в 1,1 раза). На данный момент, по состоянию на 2016 г., величина данного показателя составляет 0,6 от среднего значения по стране за период с 1993 по 2016 гг.

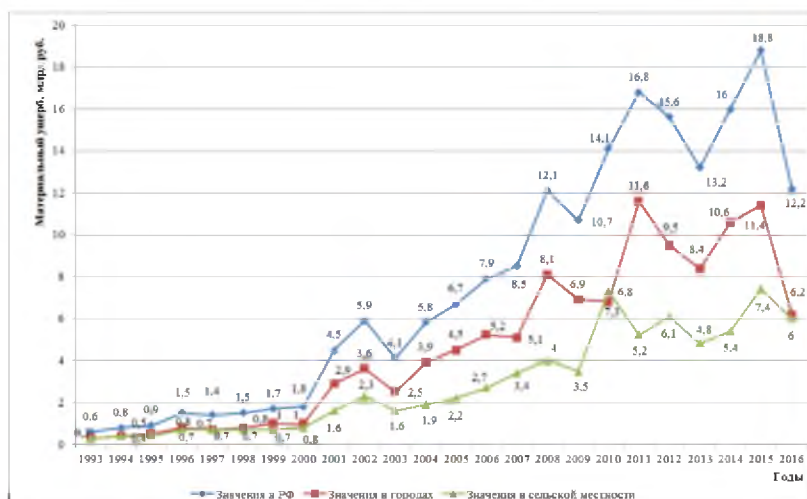


Рис. 2. Динамика материального ущерба от пожаров в РФ

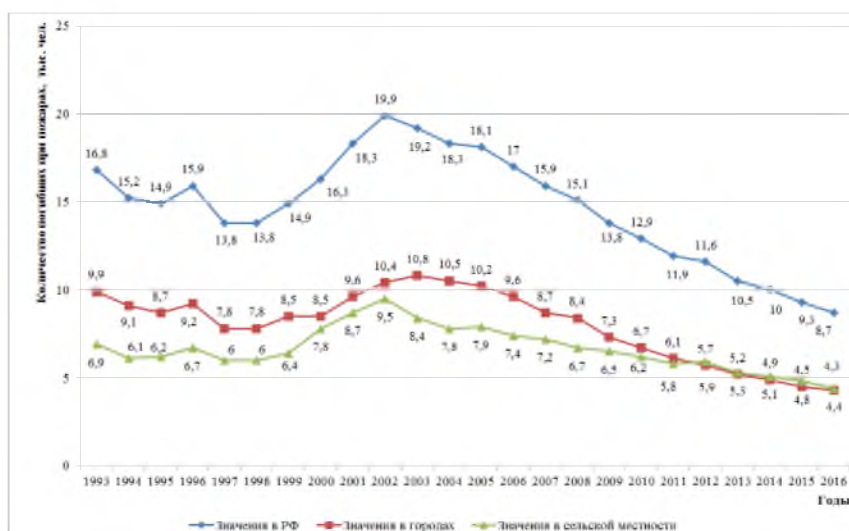


Рис. 3. Динамика количества погибших от пожаров в РФ

Иная ситуация наблюдается с показателем количества травмированных в результате пожаров – кривые графика демонстрируют довольно плавное снижение данного показателя. В целом количество травмированных в результате пожаров в стране снизилось в 1,53 раза. В городах РФ – значение данного показателя снизилось в 1,51 раза, в сельской местности – в 1,56 раза.

При анализе динамики количества уничтоженных строений (рис. 5) за период с 1993 по 2016 гг. необходимо отметить общую тенденцию снижения показателя (в 2,17 раза в общем по стране). Пики наблюдались в 2006, 2008, 2010 и 2014-2015 гг., однако в целом ситуация складывается положительно.

Представленная в работе аналитическая оценка дает представление о состоянии пожарной безопасности в РФ за период с 1993 по 2016 гг., а также о степени социально-экономического ущерба, причиненного пожарами, произошедшими за указанный период. Пожары на сегодняшний день можно рассматривать как значимый фактор риска социально-экономических последствий: гибели и травмирования людей, уничтожения материальных ценностей. Несмотря на то, что количество пожаров от года к году уменьшается, они все так же наносят большой материальный ущерб государству, кроме того, показатели гибели травмирования людей в результате пожаров остаются весьма высокими.

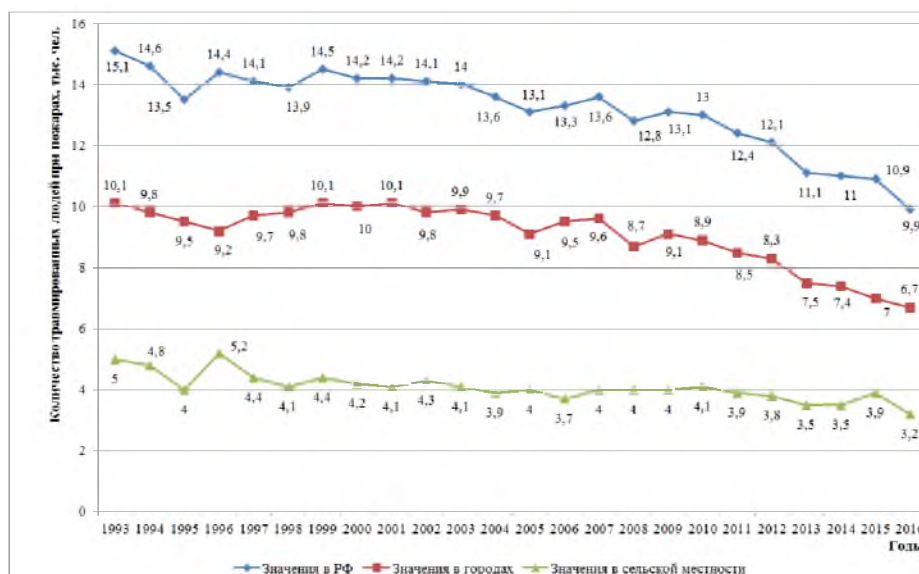


Рис. 4. Динамика количества травмированных от пожаров в РФ

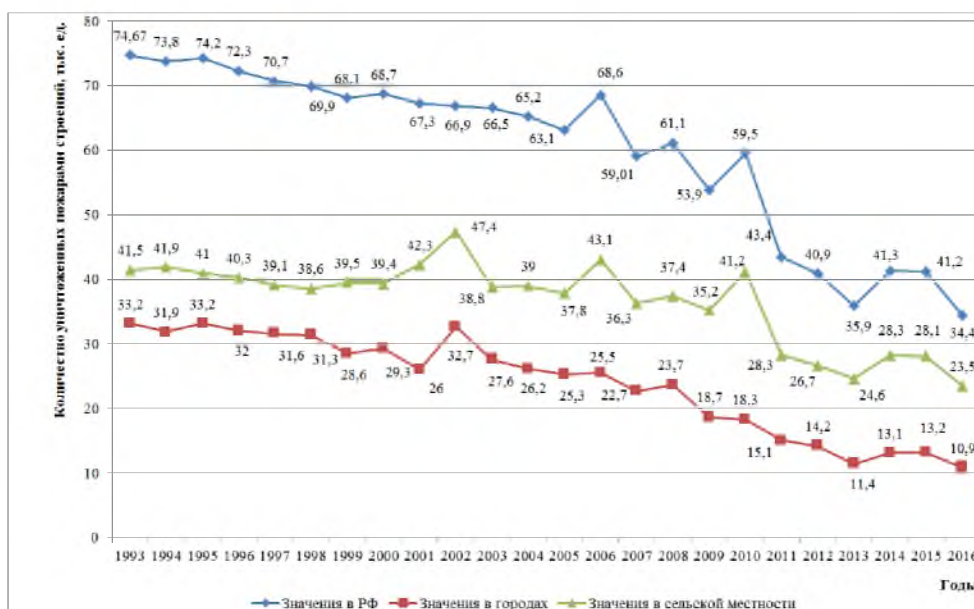


Рис. 5. Динамика количества уничтоженных пожарами строений в РФ

Список использованной литературы

1. Российская федерация [Электронный ресурс] // Материал из Википедии. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F>.
2. Оперативные данные по пожарам [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/home/rezultaty-rascetov/operativnye-dannye-po-pozaram>.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году : Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М. : ВНИИПО, 2016. – 124 с. : ил. 40.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году : Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М. : ВНИИПО, 2015. – 124 с. : ил. 40.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году : Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М. : ВНИИПО, 2014. – 137 с. : ил. 40.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году : Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М. : ВНИИПО, 2013. – 137 с. : ил. 40.

7. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году : Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М. : ВНИИПО, 2012. – 137 с. : ил. 40.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году : Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М. : ВНИИПО, 2011. – 140 с. : ил. 40.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году : Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М. : ВНИИПО, 2010. – 135 с. : ил. 40.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году : Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М. : ВНИИПО, 2008. – 137 с. : ил. 40.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году : Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М. : ВНИИПО, 2008. – 137 с. : ил. 40.
12. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistic.

УДК 614.84

ХАРАКТЕРИСТИКА, ВИДЫ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Черных А.И., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Гармышев В.В., канд. тех. наук

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Осуществлена количественная оценка природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации. Проанализирована динамика чрезвычайных ситуаций различного характера в России.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, техногенные опасности, безопасность, риски, источники опасности, природно-техногенные угрозы, экономический риск.

THE CHARACTERISTIC, TYPES AND QUANTITATIVE ASSESSMENT OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Chernykh A.I., master of the program «Fire safety»

Timofeeva S.S., D. Sc., prof.

Garmyshev V.V., candidate of technical Sciences

Irkutsk National Research Technical University

Quantitative assessment of natural and technogenic emergency situations in the territory of the Russian Federation is carried out. Analyzed the dynamics of emergencies of different nature in Russia.

Key words: emergency situations, man-caused hazards, safety, risks, sources of danger, natural and man-made threats, economic risk.

Современный мир становится более уязвим. Резко возрастает число чрезвычайных ситуаций (ЧС), приводящих к гибели людей, уничтожению материальных ценностей и экономическим потерям. В XXI веке при планировании будущего все больше внимания уделяют вопросам безопасности.

Современное состояние развития производительных сил России напрямую связано с преодолением естественных и техногенных опасностей, и, как их реализация – возникновением ЧС природного и техногенного происхождения. Именно государственное регулирование сложных и неоднозначных процессов, которые оговариваются преодолением последствий ЧС, и предотвращение их возникновения, сформировали потребность разработать методический аппарат содействие нужном объеме.

Критические убытки приводят к снижению уровня жизни ниже любых критических показателей и не могут не только быть возмещенными за счет отведенных на эти цели средств, а и превышают расчетную прибыль, бюджетные средства и не дают возможности осуществлять любую деятельность за исключением минимального самообеспечения.

Катастрофические убытки, связанные с ЧС, ведут к потере дееспособности, банкротства, прекращения существования вообще или его поддержки за помощью внешней помощи, переходя, таким образом, в сферу внеэкономических отношений. Значение размеров ущерба дает возможность объективно оценивать масштабы и значимость проблемы безопасности в ЧС, определять объемы финансовых, материальных ресурсов, которые необходимо и целесообразно направлять на ее решение, оценивать эффективность различных мероприятий и целевых программ, направленных на повышение общего уровня безопасности [1].

На основании данных [2] проанализированы и систематизированы количественные показатели ЧС в России (рис. 1) за 2002–2016 гг.

Согласно рис. 1, общее количество ЧС, произошедших на территории РФ за период 2002–2016 гг. составило 16 870. Наибольшее количество ЧС наблюдается в 2006 году с показателем 2846 ЧС, а наименьший показатель был в 2015 году и составил 257 ЧС в Российской Федерации.

По видам чрезвычайных ситуаций наибольшее количество приходится на чрезвычайные ситуации техногенного характера. Угрозы техногенного характера на территории РФ обусловлены наличием потенциально опасных объектов, среди которых преобладают промышленные предприятия, гидросооружения, тоннели, карьеры, магистральные трубопроводы, мосты, путепроводы и т. д.

В 2002 году произошло 1212 чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а в 2016 г. данный показатель снизился до 1034.

Чрезвычайных ситуаций природного характера в России было отмечено в 2002 г. – 279, а в 2016 г. снижение показателя до 225.

Биолого-социальные чрезвычайные ситуации в 2002 г. составляло 34, а в 2016 – 67, что является наибольшим количеством данных чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившейся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного и иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Установлено [2,3], что ежегодно на территории Российской Федерации происходит 68,5 % ЧС техногенного характера, 25,9 % природных, 4,1 % биолого-социальных и 1,5 % террористических актов. В результате ЧС на территории РФ за 2002–2016 в среднем ежегодно погибало 14,1 тыс. человек, травмировалось 12,5 тыс. человек и более 70 тыс. человек являются пострадавшими в результате ЧС. Материальный ущерб ежегодно от ЧС составляет более 36 млрд руб. значительное количество ЧС в РФ происходит в результате пожаров – 82 % от общего количества всех ЧС на территории страны.

Вместе с тем, наибольшее количество ЧС, связанных с пожарами, происходит на объектах техносферы, в результате которых ежегодно гибнет около 10 тыс. человек и травмируется свыше 12 тыс. человек. Ущерб составляет более 13 млрд руб.

Проблематика определения убытков от ЧС не снижает актуальности на протяжении многих лет. В последние годы определение убытков находится в поле повышенного внимания в связи с усилением рыночных рычагов влияния на управление национальным хозяйством и попыткой органов государственной власти оперировать более корректными показателями причиненного вреда вследствие нарушения природоохранного законодательства и чрезвычайных происшествий.

Многочисленные ЧС, которые наносят все больший вред из-за катастрофического старения основных фондов и слабого совершенствования систем реагирования, защиты и предупреждения природных и техногенных катастроф, требуют целенаправленной государственной политики, с привлечением рычагов экономического блока

правительства, и, главное, через совершенствование нормативно-методической системы природоохранной политики. Это объединение может опираться на усиление роли неправительственных структур в обеспечение экологической безопасности, особенно страховых организаций и аудиторской и консалтинговой деятельности, через совершенствование системы государственного перераспределения полномочий по предупреждению ЧС, и, возможно, главное, из-за приведения в соответствие нормативным определением причиненного ущерба с фактическими затратами и ликвидации их последствий.

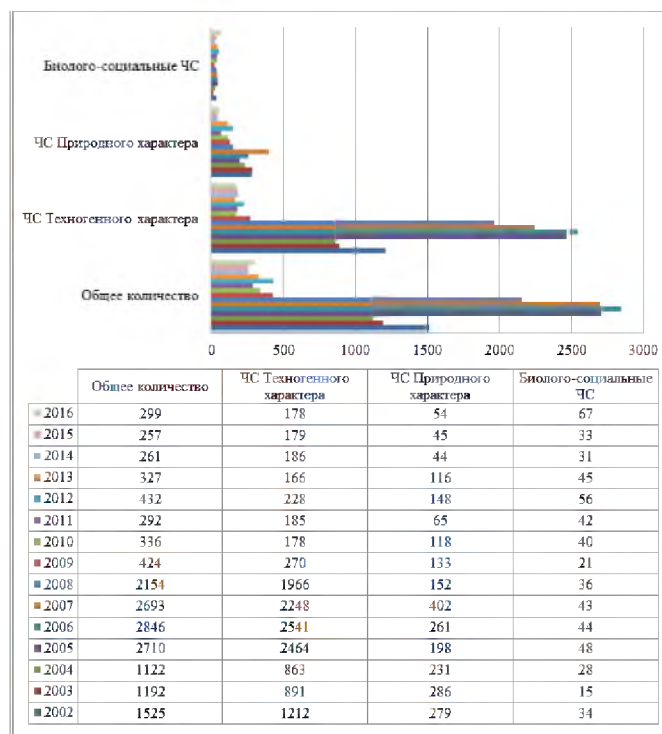


Рис. 1. Усредненное количество ЧС, произошедших на территории РФ за 2002–2016 гг.

Подходы к оценке социально-экономических последствий ЧС базируются на положениях Гражданского кодекса РФ, федеральных законов «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производства и профессиональных заболеваний», «Об охране окружающей среды», постановлений Правительства РФ.

Законодательство РФ определяет ЧС как обстановку на определенной территории, которая сложилась в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли гибель людей, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности населения. Необходимо отметить, что при классификации ЧС используется критерий наличия материальных убытков, экономическим показателем которого установлено количество минимальных размеров оплаты труда.

Надо учитывать, что экономическое наполнение имеют также и другие критерии ЧС. Например, гибель людей или нанесение ущерба их здоровью воспринимается как безвозвратное или временное сокращение трудовых ресурсов из-за ЧП, которое подлежит стоимостной оценке. Вместе с тем, на сегодня отсутствует единый подход к содержательному наполнению понятия «экономические последствия ЧС». Как следствие,

существуют значительные различия в оценках степени экономических убытков, которые осуществлялись различными организациями.

Отсутствие единой методологии всесторонней оценки экономических последствий ЧС приводит к тому, что на практике во время проведения такой оценки во внимание принимаются только прямые потери материальных ценностей, поскольку они наиболее легко обсчитываются [4].

Одновременно в научно-практической среде РФ является осознание того, что последствия ЧС объединяют все виды изменений (которые инициируются или усиливаются вследствие возникновения ЧС) в социально-экономической, политической, научно-технической и других сферах жизнедеятельности человека и общества.

Кроме того, специалисты по вопросам ЧС предлагают рассматривать экономические убытки от техногенных и природных ЧС как совокупность выраженных в стоимостной форме прямых и отдаленных потерь общества, в результате повреждения или разрушения материальных объектов производственного, социально-культурного и бытового назначения, культурных ценностей и выбытия трудовых ресурсов, а также недополучения прибыли вследствие непредсказуемых изменений в условиях и целях хозяйственной деятельности, понесенных расходов на ликвидацию ЧС и их последствий.

С учетом этого определения, экономические убытки, как правило, включают в себя прямые убытки, которые делят на хозяйственные и демографические, косвенные убытки, потери от упущенной выгоды и затраты, связанные с ликвидацией ЧС и их последствий. Такое широкое трактование понятия «убытки» приводит к тому, что в РФ экономические последствия ЧС в большинстве случаев отождествляются с совокупными убытками, полученными в результате возникновения ЧС людьми (физическими лицами), организациями (юридическими лицами), местным самоуправлением, субъектами Федерации, государством в целом и международным сообществом.

Расходы, вызванные недостатками системы противодействия стихийному бедствию, неудовлетворительным состоянием защиты населения и территорий от ЧС обычно приходятся на период ликвидации последствий соответствующих ЧС, а затем допускается, что такие экономические последствия также входят в совокупные убытки.

С января 2002 г. в РФ вступил в силу государственный стандарт 22.10.01-2001 «Оценка ущерба». Он устанавливает термины и определения понятий в области получения убытков от природных и техногенных ЧС и имеет целью создание предпосылок для единого научно - обоснованного подхода к определению в денежном или натуральном выражении величины ущерба от поражающих факторов источников опасности во всех сферах деятельности субъектов гражданского права.

Изучение работ [5,6] позволило установить, что ЧС по происхождению в России классифицируются на: техногенные, природные, биолого-социальные, крупные террористические акты, пожары в городах, сельской местности.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера подразделяются на:

1. ЧС локального характера, в результате которой территория, на которой сложилась ЧС и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее – зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее количество пострадавших), составляет более 10 человек либо размер ущерба окружающей среде и материальных потерь (далее – размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. рублей;

2. ЧС муниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн руб., а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к чрезвычайной ситуации локального характера;

3. ЧС межмуниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн руб.;

4. ЧС регионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек, либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн руб., но не более 500 млн руб.;

5. Межрегионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек, либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн руб., но не более 500 млн руб.;

6. ЧС федерального характера, в результате которой количество пострадавших составляет свыше 500 человек, либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн руб.

На основании исследования статистических последствий ЧС в России, нами были обобщены и систематизированы количественные значения этих последствий (табл. 1) [2].

Таблица 1

Сравнительная количественная характеристика чрезвычайных ситуаций, произошедших на территории Российской Федерации за 2010–2016 гг.

Чрезвычайные ситуации по характеру и виду источников возникновения	Годы						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Техногенные ЧС</i>	<i>178</i>	<i>185</i>	<i>228</i>	<i>166</i>	<i>186</i>	<i>179</i>	<i>177</i>
Аварии, крушения грузовых и пассажирских поездов	16	11	14	17	21	6	7
Аварии грузовых и пассажирских судов	10	9	7	5	1	6	2
Авиационные катастрофы	30	47	38	31	39	31	39
ДТП с тяжкими последствиями	83	88	109	75	87	102	90
Аварии на магистральных трубопроводах и внутрипромысловых нефтепроводах и газопроводах	8	4	15	9	5	6	5
Обнаружение (утрата) неразорвавшихся боеприпасов, взрывчатых веществ	1	1	0	0	0	0	0
Аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ	4	1	2	6	0	3	0
Аварии с выбросом (угрозой выброса) РВ	2	0	1	1	0	0	0
Аварии с выбросом (угрозой выброса) ОБВ	0	0	0	0	0	0	0
Внезапное обрушение производственных зданий, сооружений, пород	1	2	3	0	3	4	3
Обрушение зданий и сооружений жилого, социально-бытового и культурного назначения	0	5	5	6	4	3	4
Аварии на электроэнергетических системах	6	8	9	4	4	3	1
Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	6	1	7	4	4	3	7
Аварии на тепловых сетях в холодное время года	2	0	2	0	1	0	4
Гидродинамические аварии	0	0	0	0	0	0	0
Взрывы в зданиях, на коммуникациях, технологическом оборудовании промышленных и с/х объектах	4	4	6	2	7	4	4
Взрывы в зданиях, сооружениях жилого и социально-бытового назначения	5	4	10	6	10	8	11
Крупные террористические акты	21	5	5	7	1	0	1

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Природные ЧС</i>	<i>118</i>	<i>65</i>	<i>148</i>	<i>116</i>	<i>44</i>	<i>45</i>	<i>54</i>
Землетрясения, извержение вулканов	8	4	2	5	0	0	0
Опасные геологические явления (оползни, сели, обвалы, осыпи)	0	0	1	2	1	0	2
Повышение уровня грунтовых вод	0	0	0	0	0	3	0
Бури, ураганы, смерчи, шквалы, сильные метели	3	2	9	6	10	4	6
Сильный дождь, сильный снегопад, крупный град	6	2	12	22	16	11	21
Снежные лавины	1	0	0	1	0	0	0
Заморозки, засуха, суховей, пыльные бури	20	2	18	48	3	16	7
Морские опасные гидрологические явления (сильное волнение, напор льдов, обледенение судов)	0	0	0	1	0	0	0
Отрыв прибрежных льдов	14	13	8	4	2	0	1
Опасные гидрологические явления	8	17	21	16	7	4	15
Крупные природные пожары	58	25	77	11	5	7	2
<i>Биолого-социальные ЧС</i>	<i>43</i>	<i>42</i>	<i>56</i>	<i>46</i>	<i>31</i>	<i>33</i>	<i>67</i>
Инфекционная заболеваемость людей	3	1	3	3	2	1	1
Инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных	37	33	33	29	21	26	58
Поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями	3	8	20	14	8	6	8
ИТОГО:	360	297	437	335	262	257	298

На основании из данных табл. 1, можно сделать вывод, что наибольшее количество чрезвычайных ситуаций было отмечено в 2012 г. с количеством 437 чрезвычайных ситуаций. В 2016 г. – 298 произошло чрезвычайных ситуаций и по сравнению с 2015 г. увеличение показателя на 41 ЧС. В 2014 г. чрезвычайных ситуаций было – 262, в 2013 г. – 335, в 2011 г. – 297 и в 2010 г. – 360.

Однако необходимо отметить тот факт, что при сравнении показателей чрезвычайных ситуаций с 2002 по 2008 г., то в 2009–2016 гг. значительно уменьшилось количество чрезвычайных ситуаций и это говорит о том, что правительство России направило все силы для уменьшения чрезвычайных ситуаций на территории страны.

Исследование чрезвычайных ситуаций за 2002–2016 гг. позволили установить основные виды ЧС, которые имели место на территории РФ:

- пожары в жилых, общественных, производственных и иных зданиях и сооружениях (5 %);
- взрывы в жилых газифицированных зданиях (2 %);
- пожары, взрывы на взрывоопасных объектах, технологическом оборудовании, коммуникациях (1 %);
- транспортные катастрофы, аварии (28 %);
- аварии, пожары на химически опасных объектах с выходом токсичных и ядовитых продуктов (1 %);
- внезапное обрушение зданий, сооружений, связанные с ошибками проектирования, строительства и необоснованным использованием конструкционных материалов (1 %);
- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения, на электроэнергетических системах (3 %);
- транспортные аварии (железнодорожный, авиационный, морской, речной, автомобильный, трубопроводный транспорт) (20 %);
- террористические акты (2 %).

Таким образом, важной особенностью социума является постоянно существующая опасность возникновения ЧС, и, как правило, имеет место: социальные, экономические и экологические последствия. Совершенствование системы мониторинга опасных техногенных объектов, социальных и природных процессов в направлении обеспечения

информационной базы для оценки рисков чрезвычайных ситуаций и внедрение новых эффективных форм анализа, оценки, экспертизы и контроля безопасности опасных техногенных объектов на всех этапах жизненного цикла должны стать сегодня одним из основных направлений государственной политики по вопросам снижения риска ЧС.

Список использованной литературы

1. Твердохлебов Н.В. Некоторые подходы к уточнению понятия «чрезвычайная ситуация» и к совершенствованию классификации чрезвычайных ситуаций // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования [Текст]: Центр стратегических исследований гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (государственное учреждение). – Москва, 2016. – Т. 6. – № 1 (10). – С. 66–71.
2. Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных действий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.mchs.gov.ru/activities/stats/CHrezvichajnie_situacii.
3. Евдокимов В.И. Анализ рисков в чрезвычайных ситуациях в России в 2004–2013 гг. [Текст]// Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России. – СПб. : Политехника сервис, 2015.
4. Решетников В.А. Прогнозирование экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций [Текст]// Инновационное реформирование экономики и общества в условиях глобальной нестабильности. – Саратов : ООО «Институт. исследований и развития профессиональных компетенций», 2015. – С. 187–190.
5. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 г. № 304, с изм. от 17.05.2011 № 376 [Текст]// Собр. Законодательства РФ. 28.05.2007 № 22, ст. 2640; 23.05.2011 № 21, ст. 2971.
6. Вакарёв А.А., Ломакин А.А. Система сервиса в управлении чрезвычайными ситуациями современной России // Сервис plus. 2017. – Т. 11. – № 1. – С. 74–82.
7. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон РФ от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>

УДК 614.841.2

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Чикина Н.С., магистрант программы «13.04.02. Электроэнергетика и электротехника» кафедра Инженерной экологии и охраны труда НИУ МЭИ (ТУ)
Мордвинова А.В., канд. техн. наук, начальник сектора ФГБУ ВНИИПО МЧС России
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Рассмотрены вопросы оценки пожарной опасности современных производственных объектов, в частности нефтеперерабатывающих предприятий. Определены основные факторы влияющие на величину пожарного риска. Определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: нефтепереработка, пожар, взрыв.

FIRE HAZARDS ASSESSMENT OF OIL REFINERIES

Chikina N.S., master of the program «13.04.02. Electrical Power Engineering and Electrical Engineering» department of Engineering Ecology and Labor Safety Moscow power engineering institute.

Mordvinova A.V., PhD in Engineering sciences, FGBU VNIPO EMERCOM of Russia

National Research University «MPEI»

The questions assess the fire hazard of modern production facilities, particularly oil refineries are considered. The main factors influencing the magnitude of the fire risk are observed. The directions of further research are defined.

Key words: oil refining, fire, explosion.

Современное нефтеперерабатывающее предприятие представляет собой сложный комплекс технологических установок и сооружений, которые характеризуются высокой концентрацией технологического оборудования и трубопроводов, значительными горизонтальными и вертикальными размерами. Одним из наиболее приоритетных для реализации успешного функционирования предприятия является вопрос охраны здоровья и безопасности труда работников предприятия, а также близлежащего населения. Кроме того, нефтеперерабатывающие предприятия представляют серьезную угрозу для экологии района их эксплуатации, так при наиболее неблагоприятных сценариях даже небольшие аварийные ситуации, возникающие на нефтеперерабатывающих предприятиях, могут привести к большим человеческим жертвам, разрушению зданий, сооружений и всего объекта в целом, огромному экономическому и тяжелейшему экологическому ущербу. Наиболее частой причиной развития мелких инцидентов до крупных аварий на производственных объектах является возникновение пожаров и взрывов.

Это подтверждается историей нефтепереработки, в которой, несмотря на имеющийся успешный опыт проектирования, строительства и эксплуатации объектов насчитывается ряд крупных аварий с пожарами и взрывами.

Примерами таких крупных аварий могут служить следующие.

В марте 1978г. на сливноналивной эстакаде Павлодарского НПЗ в результате несогласованных действий заправщиков и железнодорожников приступили к передвижке железнодорожного состава при незаконченном наливе продукта. В результате этого произошло смещение наливных устройств, обрыв электрооборудования и возникновение пожара. К моменту прибытия пожарных подразделений горели 8 цистерн и разлитый нефтепродукт.

В мае 1979 г. на Волгоградском НПЗ при сливе нефти из цистерн в резервуар произошел взрыв и быстрое распространение огня по всей длине сливноналивной эстакады. Пожар был ликвидирован в течение трех часов передвижной пожарной техникой.

В августе 2009 года в Ханты-Мансийском автономном округе на нефтебазе «Конда», произошел крупный пожар: сгорели несколько резервуаров с нефтью [1]. Причиной возгорания стало прямое попадание молнии в емкость с нефтью. Через три минуты включилась система пенотушения резервуара. Во время удара молнии стационарные пеногенераторы сорвало с мест крепления, они были деформированы, повредило и трубопровод системы кольцевого орошения резервуара, поэтому раствор, изливающийся из пеногенераторов, не мог попасть внутрь резервуара. Спустя полчаса взрывается соседний резервуар, несмотря на действия пожарных. Взрывной волной металлические части конструкций выносит по территории парка и за его пределы на расстояние до 300 метров. Нефть, хранящаяся в резервуаре, разливается за пределы каре обвалования на дорогу, на прилегающую к ней территорию, а также в каре соседних резервуаров. В результате взрыва и разлива нефти погибли трое пожарных, еще четверо были госпитализированы с ожогами, сгорели два пожарных автомобиля.

На современных предприятиях нефтепереработки все более широко применяются технологические установки, на которых реализуются новые технологические процессы, инновационные проектные и конструктивные решения. Кроме того в последнее время в результате развития населенных пунктов все чаще можно встретить нефтеперерабатывающее предприятие, расположенное в черте городской застройки. Авария на таком предприятии, расположенном в черте населенного пункта, может привести к пожару с катастрофическими для населения последствиями. Все это подтверждает актуальность вопросов обеспечения пожарной безопасности рассматриваемых объектов.

Высокий уровень пожарной опасности нефтеперерабатывающих предприятий обусловлен обращением на данных объектах горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в значительных количествах в условиях плотного размещения большого количества оборудования различного функционального назначения.

Разработка защитных противопожарных мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности, основывается, прежде всего, на детальной оценке уровня пожарной опасности объекта. В соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной без-

опасности», являющимся основополагающим документом в области регламентации требований по пожарной безопасности, количественной мерой уровня пожарной опасности объекта является значение пожарного риска.

В последнее время актуальность использования методов оценки пожарной опасности и понятия пожарного риска для нормирования уровня обеспечения пожарной безопасности производственных объектов существенно возросла. Это можно объяснить общемировой тенденцией перехода на риск-ориентированный подход в нормировании и обеспечении пожарной безопасности. При таком подходе нормативно устанавливаются критерии приемлемости уровня безопасности и методы их оценки, а также рекомендуемые подходы их достижения. Тем самым к минимуму сводятся ограничения в устройстве объекта, стимулируется использование новых подходов к обеспечению пожарной безопасности и в конечном итоге обеспечивается более высокая экономическая эффективность проектных решений [2].

Таким образом, для оценки пожарной опасности нефтеперерабатывающего предприятия представляет интерес определение расчетных величин пожарного риска. Порядок определения расчетных величин пожарного риска для производственных объектов установлен нормативным правовым актом - Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. Приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404) [3].

Методика [3] устанавливает порядок расчета величин пожарного риска на производственных объектах, который осуществляется на основании:

- анализа пожарной опасности объекта;
- определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- учета систем обеспечения пожарной безопасности объекта.

Анализ пожарной опасности предприятия следует проводить на основе соответствующих исследований:

- анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов в рассматриваемом здании;
- определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и их параметров для технологического процесса;
- определение для технологического процесса перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную;
- построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей.

Согласно [3,4] анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов предусматривает сопоставление показателей пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в технологическом процессе, с параметрами технологического процесса.

При анализе пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов используются следующие сведения:

- данные о наличии и виде горючих веществ и материалов, их количестве, физико-химических свойствах и показателях пожарной опасности;
- технологические параметры оборудования (давление, температура, уровни заполнения, материальные потоки) и подводящих/отводящих трубопроводов (диаметры, толщины стенок, расстояние до отсекающей арматуры);
- параметры исполнительных механизмов систем противоаварийной защиты (время закрытия и открытия запорной арматуры, надежность срабатывания, производительность насосов или других устройств аварийного опорожнения);
- геометрические характеристики взаимного расположения оборудования и его элементов.

Перечень потенциальных источников зажигания пожароопасной технологической среды определяется посредством сопоставления параметров технологического процесса и источников зажигания с показателями пожарной опасности веществ и материалов.

Согласно [3, 4] определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса осуществляется на основе анализа пожарной опасности каждого из технологических процессов, предусматривающего выбор ситуаций, при реализации которых возникает опасность для людей, находящихся в зоне поражения опасными факторами пожара, взрыва и сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара.

Аварийные ситуации, в результате которых не возникает опасность для жизни и здоровья людей не учитываются при расчете пожарного риска согласно [4].

Для каждой пожароопасной ситуации на рассматриваемом объекте следует привести описание причин возникновения и развития пожароопасных ситуаций, мест их возникновения и факторов пожара, представляющих опасность для жизни и здоровья людей на участках их пребывания.

В настоящей работе проведено для определения причин возникновения пожароопасных ситуаций на примере одного из зданий нефтеперерабатывающего предприятия рассматривались события, реализация которых может привести к образованию горючей среды и появлению источника зажигания.

Наиболее вероятными событиями, которые могут являться причинами пожароопасных ситуаций в зданиях и сооружениях нефтеперерабатывающего предприятия, являются следующие:

- выход параметров технологических процессов за критические значения, который вызван нарушением технологического регламента (например, перелив жидкости при сливноналивных операциях, разрушение оборудования вследствие превышения давления по технологическим причинам, появление источников зажигания в местах образования горючих газопаровоздушных смесей);

- разгерметизация технологического оборудования, вызванная механическим (влияние повышенного или пониженного давления, динамических нагрузок и т. п.), температурным (влияние повышенных или пониженных температур) и агрессивным химическим (влияние кислородной, сероводородной, электрохимической и биохимической коррозии) воздействиями;

- механическое повреждение оборудования в результате ошибок персонала, падения предметов, некачественного проведения ремонтных и регламентных работ и т. п. (например, разгерметизация оборудования или выход из строя элементов его защиты в результате повреждения при ремонте).

Крупные аварии с пожарами и взрывами на исследуемых объектах являются, как правило, следствием ситуаций, развивающихся по следующей типовой схеме:

- в результате нарушения герметичности арматуры или оборудования происходит истечение горючих жидкостей или газов в окружающее пространство;

- вышедшие жидкости или газы либо воспламеняются, либо создают обширную зону газопаровоздушной смеси со взрывоопасной концентрацией горючего;

- факторы возникшего пожара (взрыва) интенсивно воздействуют на аппарат или трубопровод, из которого происходит истечение, а также на соседнее оборудование, трубопроводы, строительные конструкции, вследствие чего в аппаратах и трубопроводах повышается давление выше расчетного, происходит их разгерметизация вследствие разрушения от пламени уплотняющих устройств, конструкции теряют прочность и разрушаются;

- масштабы пожара увеличиваются со временем, принося большой материальный ущерб и приводя к человеческим жертвам.

Таким образом, пожар (взрыв) возникает в ситуации, которая характеризуется одновременно тремя факторами: утечкой горючего вещества, испарением и образованием горючей смеси паров с воздухом, наличием источника зажигания.

Анализ пожарной опасности производственного объекта предусматривает построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей. При этом согласно Методике [3] для определения возможных сценариев возникновения и развития пожаров рекомендуется использовать метод логических деревьев событий, который позволяет проследить развитие возможных пожароопасных ситуаций и пожаров, возникающих вследствие реализации иницирующих пожароопасную ситуацию событий.

Использование логических деревьев событий является классическим подходом при построении множества сценариев возникновения и развития пожароопасных ситуаций и пожаров. Наряду с указанным подходом, рекомендуемым для применения положениями методики [3], могут быть использованы и другие методы моделирования возникновения и развития пожаров, например, методы теории надежности (построение и анализ деревьев отказов) или методы статистических испытаний типа Монте-Карло (имитационные модели) [5].

«Дерево отказов» – это графическое представление логических связей между отказами оборудования и аварийными ситуациями. При использовании метода построения и анализа «дерева отказов» фаза возникновения аварийной ситуации разбивается на компоненты, определяемые отказами оборудования. Указанный метод является методом «обратного осмысления», т. е. исследование начинается с аварийной ситуации (обычно называемой верхним событием) и рассматриваются события, которые могут привести к реализации аварийной ситуации. Далее исследуются причины возникновения этих событий и т. д. до тех пор, пока не будут выявлены все первичные события.

Результатом анализа «дерева отказов» является перечень комбинаций отказов оборудования, который является минимальным набором отказов оборудования, реализация которых приводит к аварийной ситуации.

Для подробного анализа причин возникновения аварийных ситуаций, условий их протекания и развития, а также определения наиболее неблагоприятных последствий этих аварийных ситуаций представляется целесообразным использовать сочетание двух логических методов «деревьев отказов» и «деревьев событий».

Одним из основных этапов проведения расчетов величин пожарного риска является учет систем обеспечения пожарной безопасности объекта. Согласно [6] система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Проведенные исследования по расчетам значений пожарного риска для отдельных зданий нефтеперерабатывающего предприятия показали, что Методика [3] не позволяет учитывать все многообразие средств и способов обеспечения пожарной безопасности объекта защиты. Представляет интерес проведение исследований в части совершенствования методов оценки пожарного риска для зданий производственных объектов. Анализируя имеющуюся научно-техническую литературу можно сделать вывод, что в России подобные исследования проводились автором работы [5].

В работе [5] представлены некоторые направления путей совершенствования существующей Методики [3]. Так совершенствование методов оценки пожарного риска для зданий производственных объектов нефтегазовой отрасли необходимо для:

- повышения точности расчетных методов;
- обеспечения возможности учета более широкого перечня мероприятий по обеспечению пожарной безопасности;
- возможности более точного учета воздействия опасных факторов пожара на человека, реализующихся при различных сценариях развития пожара.

При этом, представляет интерес дальнейшее развитие исследований в направлениях, заданных автором работы [5].

Кроме того, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что результаты расчетов пожарного риска в значительной степени зависят от достоверности исходных данных, в том числе по частотам возникновения различных аварийных ситу-

аций. Вместе с тем, данных по частотам отказов того или иного оборудования и возникновения аварийных ситуаций в открытом доступе крайне мало. Одним из направлений, в котором планируется продолжение данных исследований на следующем этапе, является поиск данных и составление сводной базы данных по частотам отказов различного оборудования и возникновения пожароопасных ситуаций для предприятий нефтегазового сектора.

Как было отмечено ранее, обеспечение безопасности персонала и оборудования рассматриваемых объектов может быть достигнуто путем использования понятия пожарного риска и эффективного его управления. Под управлением пожарным риском понимается процесс снижения его до допустимых значений, которые регламентированы федеральным законом [6]. В управлении пожарным риском огромную роль играет грамотное определение его расчетных величин, которое должно быть проведено в соответствии с универсальными и доступными методиками, утвержденными в установленном порядке.

Список использованной литературы

1. Гордиенко, Д.М. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. / Д.М. Гордиенко [и др.]. М. : ВНИИПО, 2012. – 242 с.
2. «Конда 22.08.2009. Как и почему это произошло» [Электронный ресурс]. –Режим доступа : <http://sznro.ru/component/k2/item/245-konda-22-08-2009-kak-i-pochemu-eto-proizoshlo>
3. Мордвинова А.В., Некрасов В.П., Дешёвых Ю.И., Гилетич А.Н. Пожарная безопасность объектов обустройства морских нефтегазовых месторождений. Проблемы и пути решения // Юбилейный сб. тр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – М., 2012. – С. 162–182.
4. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404: (зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2009 № 14541);
5. Трунева В.А. «Совершенствование методов определения расчетных величин пожарного риска для производственных зданий и сооружений нефтегазовой отрасли» Дисс. на соиск. уч. ст. канд.тех.наук: 05.26.03 / Трунева Виктория Александровна. – М., АГПС МЧС России Москва, 2015. – 175 с.
6. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

УДК 504.664.1

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МУКИ И САХАРНОЙ ПУДРЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Шаталова Э.Р., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Боровик С.И., к-т техн. наук, доцент

Южно-уральский государственный университет

Определены взрывопожароопасные свойства пылевоздушных смесей муки и сахарной пудры. Установлено, что увеличение содержания сахарной пудры в смеси с мукой приводит к линейному росту нижнего концентрационного предела распространения пламени. При содержании сахарной пудры в смеси с мучной пылью в соотношении 25:75 повышается взрывопожарная опасность технологического процесса просеивания.

Ключевые слова: пожар, взрыв.

THE INFLUENCE OF CONTENT OF FLOUR AND ICING SUGAR ON THE FIRE AND INFLAMMATION INDICES OF DUST-AIR MIXTURES

Shatalova E. R., graduate student of the program «Fire safety»

Borovik, S. I., to-t, SC. Sciences, associate Professor

South Ural state university

Determined explosive properties dust-air mixtures of flour and powdered sugar. It is established that increasing the content of powdered sugar in mixture of flour leads to a linear growth of the lower concentration limit of flame propagation. When the content of powdered sugar mixed with flour dust in the ratio of 25:75 increasing the explosion danger of the technological process of sifting.

Key words: fire, explosion.

Во многих технологических процессах, осуществляемых в различных отраслях промышленности, существует опасность пожара и взрыва. К пожаровзрывоопасным объектам относятся цеха по приготовлению угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, мукомольные предприятия, кондитерские, лесопильные и деревообрабатывающие производства и т. д.

В кондитерской промышленности пожароопасным является технологический процесс подготовки сырья, который заключается в просеивании муки и сахарной пудры. Просеивание осуществляют в специальных аппаратах, которые называются просеивателями [1, 2].

При подготовке исходных пылевых материалов в производственных помещениях образуются пылевоздушные смеси муки и сахарной пудры.

На кондитерских предприятиях подготовка сахарной пудры и муки может осуществляться в одном помещении, что повышает пожаровзрывоопасность технологического процесса подготовки сырья.

Известно, что для возникновения пожара необходимо наличие горючего вещества, окислителя и источника зажигания [3]. В процессе просеивания пылевых материалов горючим веществом выступает мука, сахарная пудра и их пылевоздушная смесь. В качестве источника зажигания может быть искра (например, попадание металлического предмета в аппарат), повышение температуры стенок аппарата, вызванное трением пылевых частиц об стенку аппарата и статическое электричество (в результате трения частей аппарата или крупных частиц муки или сахарной пудры) и др.

В литературных источниках достаточно полно изучены взрывоопасные свойства чистых продуктов – муки и сахарной пудры. Однако для обеспечения взрывопожарной опасности пищевых производств, в технологических процессах которых используются несколько взрывоопасных пылей, особый интерес представляет теоретическое и практическое изучение свойств пылевоздушных смесей, в частности, муки и сахарной пудры.

Целью работы является изучение взрывоопасных свойств пылевоздушных смесей муки и сахарной пудры для контроля взрывопожарной опасности технологического процесса просеивания.

В работе исследовали пылевоздушные смеси муки и сахарной пудры в соотношениях: 25:75, 50:50, 75:25. Для изучаемых пылевоздушных смесей муки и сахарной пудры определяли показатели пожаровзрывоопасности: максимальное давление взрыва ($\Delta P_{\max}$) и нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР).

Наибольшее избыточное давление, возникающее при дефлаграционном сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси в замкнутом сосуде при начальном давлении смеси 101,3 кПа и минимальная концентрация аэрозоля, при которой смесь способна воспламениться от источника зажигания с последующим распространением горения на весь объем смеси, являются важными показателями, характеризующими взрывопожарную опасность в помещении и оборудовании.

Для определения $\Delta P_{\max}$ и НКПР пылевоздушной смеси муки и сахарной пудры использовали установку по ГОСТ 12.1.044-89, применяемую для оценки взрывопожароопасных свойств пылевых материалов [4].

Для проведения эксперимента готовили навески смеси муки и сахарной пудры весом 1, 2, 3, 4 и 4,2 грамма. Зависимость давления взрыва от концентрации муки и сахарной пудры представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что максимальное давление взрыва ($\Delta P_{\max}$) для мучной пылевоздушной смеси составляет 555 кПа, для пылевоздушной смеси сахарной пудры – 675 кПа.

Таблица 1

Зависимость давления взрыва пылевоздушных смесей от концентрации муки и сахарной пудры

Концентрация, г/м ³	ΔP , кПа	
	мука	сахарная пудра
250	186	330
500	353	477
750	453	608
1000	555	673
1050	527	623

Для определения взрывопожароопасных показателей пылевоздушных смесей, состоящих из муки и сахарной пудры, готовили пробы пылевых смесей «мука – сахарная пудра» в соотношениях: 100:0; 75:25; 50:50; 25:75 и 0:100. Зависимости изменения давления взрыва пылевоздушной смеси, максимального давления взрыва пылевоздушных смесей и нижнего концентрационного предела распространения пламени представлены на рис. 1, 2, 3.

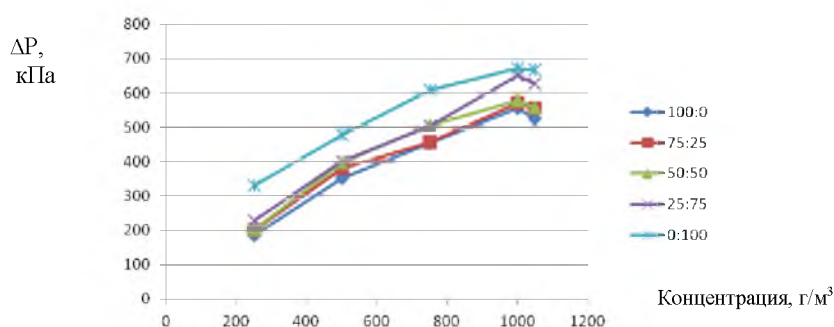


Рис. 1. Зависимости давления взрыва от концентрации муки и сахарной пудры в пылевоздушных смесях

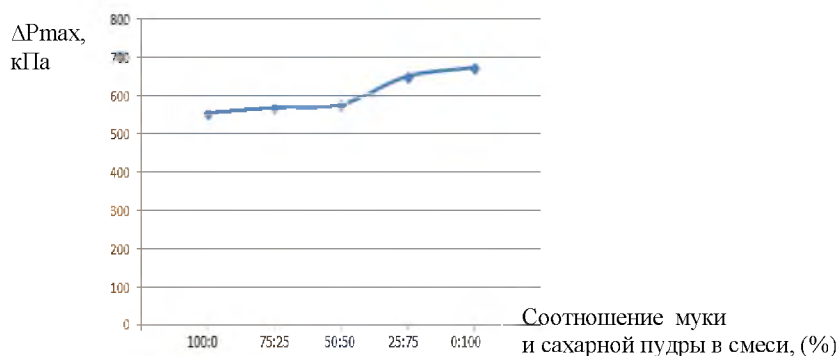


Рис. 2. Зависимость максимального давления взрыва от соотношения муки и сахарной пудры в смеси

Справочные показатели пожаровзрывоопасности муки и сахарной пудры представлены в табл. 2 [6].

Таблица 2

Справочные показатели взрывопожароопасности муки и сахарной пудры

Показатель	Мука	Сахарная пудра
ΔP_{max} , кПа	520	636
НКПР, г/м ³	42,5	28,8

Экспертными данными установлено, что ΔP_{max} и НКПР сахарной пудры и муки незначительно отличается от справочных данных (табл. 1 и 2).

Из рисунка 1 следует, что с увеличением концентрации пыли, независимо от соотношения муки и сахарной пудры в смеси давление взрыва увеличивается.

При снижении содержания муки в смеси до соотношения 50:50 динамика роста давления взрыва практически не меняется и максимальное давление взрыва для всех смесей составляет примерно 537–578 кПа. При содержании муки в смеси 25:75 максимальное давление взрыва резко увеличивается и составляет 646 кПа (рис. 2).

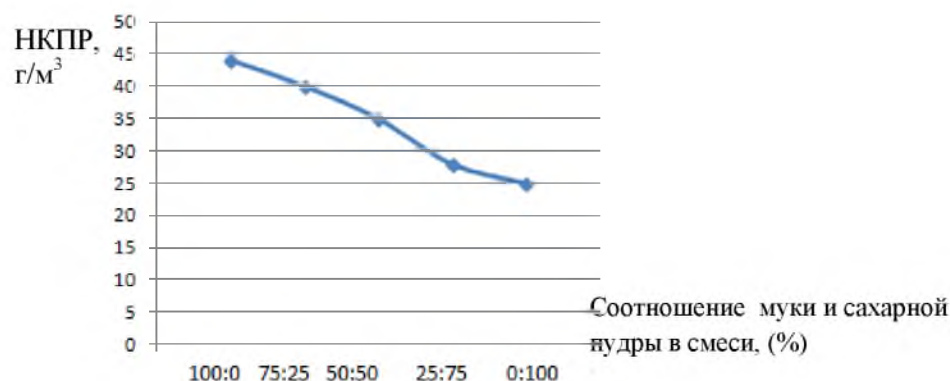


Рис. 3. Зависимость НКПР от соотношения муки и сахарной пудры в смеси

Нижний концентрационный предел распространения пламени с увеличением содержания сахарной пудры в смеси увеличивается. Причем зависимость НКПР от состава смеси практически линейная (рис. 3).

Таким образом, в процессе просеивания муки и сахарной пудры в одном помещении, могут образовываться пылевоздушные взрывоопасные смеси разного состава, взрывопожарная опасность которых определяется содержанием компонентов смеси.

Изучение взрывопожароопасных свойств смеси муки и сахарной пудры показало, что максимальное давление взрыва пылевоздушной смеси, содержащей муку в смеси в соотношении 100:0; 75:25 и 50:50 практически не изменяется, а при соотношении 25:75 – максимальное давление взрыва увеличивается на 100 кПа. Отмечена линейная зависимость увеличения НКПР с увеличением содержания сахарной пудры в смеси. Следовательно, при содержании сахарной пудры в смеси с мучной пылью в соотношении 25:75 повышается взрывопожарная опасность технологического процесса просеивания.

Список использованной литературы

1. Кузнецова Л.С., Технология и организация производства кондитерских изделий / Л.С. Кузнецова, М.Ю. Сиданова. – М. : Изд-во Академия, 2006. – 480 с.
2. Григорьев Ф. Б., Кондитерская промышленность / Ф.Б. Григорьев, Д.И. Фришман. – М. : Справочник кондитера, 2 изд., ч. 1, 1967. – 70 с.
3. Воднев, П. П. Теория горения и взрыва: конспект лекций / П.П. Воднев. – Ульяновск.: УВАУ ГА(И), 2010. – 180 с.
4. ГОСТ 12.1.044–89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М. : Изд-во стандартиформ, 1989. – 99 с.
5. Боровик, С. И. Влияние дисперсности сахарной пыли на максимальное давление пылевоздушной смеси / С.И. Боровик, М.А. Гаёв //Изд-во ЮУГАУ. – 2016. – С. 165–170.
6. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность промышленной пыли / А.Я. Корольченко. – М.; Изд-во Химия, 1986 – 216с.

Раздел 3. Технологии техносферной безопасности

УДК 622.2.331.45

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Александрова А.Ю., аспирант направления «Техносферная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрены некоторые известные в настоящее время способы пылеподавления в области горного производства. Предпринята попытка систематизировать известные на сегодняшний день методы пылеподавления, используемые на горных предприятиях. Проведен анализ литературных источников и сделан вывод о наиболее перспективных для дальнейшей проработки методов

Ключевые слова: горная промышленность, пылеподавление, пыль, пылевые выбросы, орошение, пылеулавливание, рекультивация, горные работы, добыча сырья.

TECHNOLOGIES AND MEANS OF DUST SUPPLY IN MINING INDUSTRY

Aleksandrova A.J., graduate student

Timofeeva S.S., D. Sc., prof.

Irkutsk National Research Technical University

Some of the currently known methods of dust suppression in the field of mining are considered. Entrepreneurial system for collecting information, daily work at mining enterprises. The analysis of published sources and the conclusion about the most promising methods for further development.

Key words: mining, dust suppression, dust, dust emissions, irrigation, dust collection, reclamation

По показателям вредности и по тяжелым условиям труда, к одному из самых вредных производств относятся горные работы. Современный уровень открытых горных работ характеризуется большой мощностью используемого оборудования и высокой интенсивностью технологических процессов.

Основными наиболее опасными и вредными технологическими процессами при горных работах являются: буровзрывные работы, экскавация горной массы, транспортировка горной массы, складирование, отвалообразование. В условиях данных работ, на безопасность работающих в карьере влияет такой опасный и вредный фактор, как интенсивное пылеобразование. Запыленность при ведении открытых горных работ может варьироваться в пределах от 0,5 до 10 000 мг/м³ [1]. Пылевая нагрузка приводит к повышенной заболеваемости, смертности, значительному снижению трудоспособности. Основными заболеваниями являются особые формы заболеваний легких, а основной группой риска – сотрудники предприятий со стажем работы во вредных условиях от 5 до 15 лет. По данным американских исследований [2, 3, 4] установлено, что до 10 % заболеваний со смертельным исходом обусловлено загрязнением атмосферы. Значительная зона загрязнений воздуха приходится на пыль, образованную, в том числе, от ведения открытых горных работ на месторождениях.

Защита горнорабочих от пылевых выбросов промышленных предприятий является одной из сложнейших задач современной науки об охране труда. По оценкам Международной организации труда, ежегодно промышленная пыль уносит примерно 100 тысяч жизней, а в запыленной атмосфере антракоз развивается в среднем за 10 лет, однако в некоторых случаях болезнь наступает в течение 6 месяцев [5]. В настоящее время в ряде стран осуществлен переход на нормирование содержания в воздушной

среде частиц пыли с размерами в диапазоне 2,5–10 мкм. Наиболее вредными являются частицы крупностью менее 10 мкм, которые задерживаются верхними дыхательными путями, и частицы крупностью 0,5–5 мкм, которые проникают в легкие и задерживаются там. В российской Федерации нормирование запыленности воздушной среды осуществляется без учета дисперсного состава пыли. Основным направлением снижения уровня запыленности атмосферы карьеров является пылеподавление.

На разных предприятиях применяются разные методы пылеподавления. В настоящей работе предпринята попытка систематизировать известные на сегодняшний день методы пылеподавления, используемые на горных предприятиях.

Объекты и методы исследования

Объектами изучения являлись методы и технологии обеспыливания, рекомендованные для горных предприятий.

Методы исследования - анализ литературных источников и структурирование информации по разным источникам-патентам, научным статьям, диссертациям.

Результаты исследования

Существующие способы и средства пылеподавления, выполненные на уровне изобретений, условно можно разделить на пять групп:

- Методы, основанные на смачивании пылящих поверхностей жидкостями, включающими растворы различных солей;
- Методы, включающие профилактическую обработку хвостохранилищ материалами с повышенной адгезионной активностью;
- Методы, обеспечивающие нанесение твердых покрытий на пылящие поверхности;
- Биологические методы закрепления пылящих поверхностей.
- Методы, основанные на физических свойствах пыли

Методы, отнесенные к первой группе, включают большое разнообразие материалов – конечно вода, водные растворы гигроскопических солей CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 , NaCl и др.; смеси глицериновых гудронов, смеси отработанной резины, а также поверхностно-активных веществ и отходов нефтехимического производства [6].

Наибольшее распространение получили методы с использованием воды и гигроскопических солей, как наиболее дешевые, технологичные, наносящие минимальный вред окружающей среде.

Распространенным способом обеспыливания является орошение – подача в зону скопления пыли мельчайших частиц воды (иногда с определенными смачивающими добавками). Для некоторого оборудования (например, используемого при добыче, транспортировании и перегрузке горной массы) орошение – обязательный технологический процесс. Система может быть как встроенной (внутренней), так и внешней (наружной). На стругах, конвейерах и перегружателях орошение может быть только внешним. К способам обеспыливания водой относится применение дождевальных установок, гидромониторов и туманообразующих пушек.

Способ борьбы с пылью с применением воды может быть реализован двумя путями: предварительным увлажнением горного массива и использованием водяной внешней забойки. Но вода как средство борьбы с пылью на пылящих поверхностях имеет ряд существенных недостатков: кратковременность пылеподавления, и при испарении воды вновь происходят процессы пылеобразования и переноса.

Что касается методов с использованием гигроскопических солей, то их эффективность в значительной степени зависит от скорости вымывания их водой из верхнего слоя пылящей поверхности. Уменьшить вымывание солей можно путем добавления вяжущих или клеящих материалов. Эффект обеспыливания покрытий обусловлен способностью молекул соли физико-химически связывать и удерживать определенное количество молекул воды, которая вместе с прочно адсорбированной водой дисперсного материала поддерживает необходимое сцепление между пылеватыми частицами, достаточное для удержания пыли на поверхности. Все это объясняется процессом, проис-

ходящим при поливке пылящей поверхности водными растворами гигроскопических солей за счет обмена массы [6].

Методы, относящиеся ко второй группе, применяются в основном с целью обработки угольных пластов перед их выемкой путем нагнетания в угольный пласт различных растворов, например хлористый натрий 2,5–4 %, диоксид углерода 8–10 % и вода; жидкое стекло 5–8 %, аммиачная селитра 2,5–3,5 %.

Установлена принципиальная возможность обработки пылящих материалов хвостохранилищ перед их складированием. Однако из-за больших объемов отходов обогачительного производства эти методы пока не нашли достаточно широкого применения.

Заслуживают внимания методы пылеподавления, отнесенные к третьей группе – методы трудноразрушаемых твердых покрытий, наносимых на пылящие поверхности. Применяются для хвостохранилищ. Достигается применением составов (сульфидно-спиртовой раствор, карбамидно-формальдегидная смола), выполненных в виде поверхностной полимерной пленки, состоящей из твердеющей пены и жесткого латексного покрытия. Также используются жидко-дисперсные материалы и растворы – битумы, гудроны, дегти, нефть, конденсированные синтетические смолы – эпоксидные, фенольные, карбамидные, акриловые [7].

Представленные компоненты, как правило, являются продуктами химического и нефтехимического производства, дефицитны и дорогостоящие. В процессе профилактической обработки оказывают вредное воздействие на окружающую среду.

Определенный интерес представляет способ закрепления пылящих поверхностей биологическими методами. Данный метод основан на свойствах некоторых растений, которые способны аккумулировать пылящие материалы на себе. Так, на ряде обогачительных комбинатов проведены успешные опыты по закреплению пылящих материалов после посева волоснеца (ОАО «Апатит»), люцерны синегибридной, ячменя сорта Нутанц, колосняка черноморского, тростника обыкновенного (ОАО «МГОК»), амаранта, саженцами древесно-кустарниковых пород акации белой, облепихи и другие.

Что касается пятой группы методов – методы, основанные на физических свойствах пыли, то к ним относятся все технологические способы снижения пылевой нагрузки на предприятиях. А именно, системы сухого пылеулавливания:

- Фильтры;
- Аппараты сухой инерционной очистки;
- Пылеосадительные камеры (базируются на механизме гравитационного осаждения частиц. Для достижения качественного пылеосаждения требуется длительное время и внушительные размеры камеры. Степень очистки в таких камерах составляет 30–40 %, в настоящее время они практически не используются в промышленности и энергетике);
- Циклоны (состоит из двух частей: верхняя часть представляет собой цилиндр, нижняя – коническая, она выходит к пылевой камере. Загрязненный воздух подается через патрубок в верхней части циклона. Подвод воздуха может быть организован тангенциально или спирально. Войдя в корпус циклона, поток газов расслаивается под действием центробежной силы. Твердые частицы отбрасываются к стенкам цилиндра и опускаются в пылеприемник за счет силы тяжести. Воздух, обладающий меньшей массой, вращается в середине цилиндра и затем из-за возникающего пониженного давления поднимается вверх и выходит в выхлопную трубу).
- Жалюзийные аппараты (находят применение для очистки дымовых газов от крупных фракций золы при сжигании торфа и угля в небольших котлах. Жалюзийный пылеуловитель состоит из циклона и жалюзийной решетки, разделяющей газовый поток на две части).
- Ротационные пылеуловители (центробежные аппараты ротационного действия состоят из колеса, приводящего в движение воздух. Частицы пыли отбрасываются к стенкам и выпадают в осадок).

Системы мокрого пылеулавливания:

– Циклоны с водяной пленкой (внутренняя стенка циклона орошается водой, подаваемой через сопла. Прилипающие к стенкам цилиндра пылинки смачиваются и уносятся водой вниз в отводную трубу в виде шлама).

– Скрубберы (Наибольшее распространение среди аппаратов мокрой очистки получили скрубберы. Они достаточно просты в конструкции и эффективны. Мокрые центробежные аппараты могут удалять частицы пыли до 1 мкм).

– Прутковые скрубберы

– Пенные аппараты;

– Пленочные аппараты с колонками;

– Мокрые электрофильтры.

А также комбинированные системы пылеулавливания.

Все перечисленные методы являются общепризнанными и используются для пылеподавления в условиях проведения горных работ на разных стадиях технологического процесса – бурении, взрывании, вторичном дроблении, выемочно-погрузочных работах и операциях, связанных с перемещением горной массы. А также отвалообразовании, дроблении, обогащении и агломерации, складировании хвостов.

Несмотря на значительные масштабы проведенных исследований проблемы пылевой нагрузки и предложенных конструктивных решений, практические результаты достаточно скромны и пылевые выбросы, накапливание пыли и ее концентрация все равно увеличиваются.

В этой связи поиск рациональных средств и способов снижения пылевых выбросов в атмосферу и накапливания пыли, как и прежде – актуальная задача, особенно для горного производства.

Так, детальный анализ средств и способов борьбы с пылью на карьерах, выполненный И.Г. Ищуком и Г.А. Поздняковым [8], Н.З. Битколовым и И.И. Медведевым [9] свидетельствует о целесообразности использования борьбы с пылевыделением на основных технологических процессах со стационарными и полустационарными источниками мокрых способов с интенсивным диспергированием водных растворов в теплый период года и снегообразованием в холодный. Об этом же свидетельствует и большой положительный практический опыт.

По мнению Н.А. Гаспарьян [1] эффективным средством в борьбе с пылью является снегогенераторы конструкции СПГИ (ТУ) с пневмогидравлическими форсунками, обеспечивающие устойчивое и направленное снегообразование с коэффициентом 0,85 при различных температурах воздуха, вплоть до умеренных положительных значений (+3 °С). Использование на практике данного способа позволит с минимальными затратами осуществлять борьбу с пылью на рабочих местах при разработке месторождений в широком диапазоне условий, в том числе при отрицательных температурах воздуха и пород.

Другой автор С.И. Кирсанкин [10] разработал комплексную систему пылеподавления в угольной отрасли, которая предотвращает фрикционное воспламенение метана и снижает нагрузку от угольной пыли на работников. Суть системы состоит в создании направленного водо-воздушного потока на режущие резцы и их след по ходу вращения резцовой коронки, обеспечивающего надежное проветривание зоны резания, эффективное пылеподавление, предотвращение фрикционного воспламенения метановоздушной смеси, а также в обеспечении постоянного контроля концентрации метана в призабойной части выработки и опережающего отключения электродвигателя привода исполнительного органа во время работы комбайна при концентрации метана 2 %.

В свою очередь В.В. Семенов [11] предложил способ пылегазоподавления при взрывной отбойке железистых кварцитов, обеспечивающего эффективное подавление пыли и нейтрализацию вредных газов, выделяемых при массовых взрывах на карьерах. Способ заключается в подаче в область формирования пылегазового облака высокодисперсной воды с избытком анионов и нейтрализатора вредных газов путем применения комбинированной забойки, представленной мелом в нижней ее части и водой с из-

бытком анионов ($\text{pH} < 6$), расположенной в верхней ее части и размещенной в полиэтиленовом рукаве. Распыление воды и диспергация нейтрализатора вредных газов осуществляются за счет высокой скорости вылета из скважины комбинированной забойки, представленной в верхней части полиэтиленовым рукавом, заполненным водой с избытком анионов, а в нижней части – мелом в количестве 20–40 кг на 1 тонну промышленного взрывчатого вещества.

Если рассматривать пылеобразование при массовых взрывах на карьерах, то количество вредных газов и пыли при них можно снизить с помощью технологических, организационных и инженерно-технических мероприятий, основными из которых являются: взрывание взрывчатых веществ с нулевым и близким к нему кислородным балансом, применение водоустойчивых взрывчатых веществ, взрывание на небранную горную массу, взрывание глубоких скважин с воздушными промежутками, выбор минимальных расстояний между взрывающимися блоками, гидро- и гидрогелевая забойка скважин, применение мощных дождевальных оросителей, проведение взрывов в период максимальной ветровой активности и ряд других инженерно-технических и организационных мероприятий.

Значительный объем исследований выполнен рядом научно-исследовательских институтов по определению эффективности пылеподавления путем применения пены [12, 13, 14], смачивания поверхности блока непосредственно перед взрывом, нанесением на нее искусственного снега при отрицательных температурах. Применение этих способов позволяет снизить высоту подъема пылевых частиц и ускорить осаждение пыли.

Помимо выделения пыли в атмосферу, источниками пылеобразования, как при ведении работ, так и после прекращения деятельности карьера, являются такие источники как отвалы, пляжные зоны хвостохранилищ и эрозионные процессы. Загрязнение отходами горного производства, представленные дисперсными и тонкодисперсными материалами происходит за счет эолового рассеивания складированного материала и попадания его в воздух, почву, воду и другие компоненты окружающей среды. В связи с этим авторами Ю.В. Шуваловым, С.А. Ильченковой, А.П. Бульбашевым и др. [15] предлагается способ снижения пылевыделения с поверхности техногенных массивов – комплексная система пылеподавления и биопродуктивная рекультивация. Основана на укреплении верхнего слоя и создании связанной структуры, которая обеспечивает повышенные прочностные свойства, то есть коагуляцию пылящего материала и связывание его в гранулы, а также связывание гранул между собой и с более крупными частицами, с одновременным повышением биоактивности массива для его дальнейшей рекультивации.

Многочисленными исследованиями авторов Г.А. Бондарь, Н.Т. Масюк, Л.В. Моторина и др. выявлено замедление темпов естественного формирования растительного покрова на отвалах, хвостохранилищах горных предприятий, что объясняется обедненностью горных пород питательными веществами. Повысить биопродуктивность удалось благодаря разработанному способу укрепления пылящих материалов сопропелом и биоактивной пеной на основе сапропеля [16]. Применение разработанного способа повышения плодородия почвы и защиты от ветровой эрозии, основанного на внесении биологически активного вещества в почву способствует улучшению структуры почвы, повышению содержания в образцах почвы основных биогенных элементов, повышению содержания влаги и стимуляции прорастания и роста посеянной травы.

Каждая из предлагаемых авторами и рассматриваемых в данной работе технологий снижения пылевых выбросов, пылеподавления и пылеулавливания имеет свои преимущества и недостатки.

Традиционные способы борьбы с пылью при разрушении горных пород ведутся в трех направлениях и включают предупреждение пылеобразования, пылеподавление и пылеулавливание. Совершенно очевидно, что исключить пылеобразование в условиях горных работ невозможно. Поэтому, конечный результат, к которому стремятся исследователи в области пылеподавления и снижения пылевой нагрузки – это минимизация воз-

действия пыли на тот или иной компонент окружающей среды. В большинстве случаев каждое из изобретений пылеулавливания, способов пылеподавления имеет узкую направленность и позволяет минимизировать риски в частных случаях. Так например, орошатели создают временный эффект пылеподавления лишь на время смочив частицы пыли, которые по итогу будут осаждаться в хвостохранилища. А пыль в хвостохранилищах в свою очередь будет негативно влиять на почву, и подвергаться ветровой эрозии.

Или другой пример, различные сухие и мокрые пылеуловители, снижают пылевую нагрузку в рамках производственного цикла, позволяют технологический процесс сделать закрытым с минимальным выделением пыли на производственных площадках предприятия. Пыль, собранная в технологических установках также перейдет в отвалообразование и будет негативно влиять на другие компоненты среды.

Из вышесказанного следует, что для максимального снижения пылевых нагрузок на предприятиях горного производства должен работать весь комплекс мероприятий на каждой из стадий технологического цикла. Допустим:

- На стадии взрывных работ – использование гидрозабоек или способ нагнетания воды в пласты для смачивания поверхности породы;

- На стадии извлечения горной породы – способы орошения, мокрого пылеулавливания, полива дорог и полива при транспортировке и другие мокрые способы пылеподавления, а также снегообразование;

- На стадии обработки добытого сырья – использование закрытого технологического цикла с использованием скрубберов, пенных аппаратов, циклонов, ротационных пылеуловителей и др.;

- На стадии транспортировки – мокрые системы пылеулавливания, снегообразование;

- На стадии реализации отходов, отвалов и хвостохранилищ – использование биорекультивации как одного из актуальных способов пылеулавливания. Посадки растений, имеющих свойства закреплять пылящие материалы и аккумулировать их.

Заключение

Итак, для решения проблемы пылеподавления в горнодобывающей промышленности необходимо вести поисковые научно-исследовательские работы в следующих направлениях.

1. Применение подручных дешевых профилактических материалов, состоящих их вскрышных связных пород, склонных к адгезионному взаимодействию в совокупности с раствором различных солей, обеспечивающих экологическую безопасность.

2. Использование нетоксичных, экологически чистых отходов нефтехимических и других производств в качестве материала покрытий для защиты от пылеобразования.

3. Использовать биорекультивацию для повышения плодородия почвы и защиты от ветровой эрозии, основанного на внесении биологически активного вещества в почву для улучшения ее структуры, повышению содержания в образцах почвы основных биогенных элементов, повышению содержания влаги и стимуляции прорастания и роста посеянной травы.

3. Необходимо рекомендовать в качестве наполнителей материалы с заданными адгезионными свойствами при производстве защитных покрытий с целью направленного изменения их адгезионной активности в зависимости от природно-климатических условий, влажности обрабатываемых материалов и температуры окружающей среды.

4. Разработка новых технологических средств и технологий применительно к биологическим методам закрепления пылящих поверхностей с учетом их механизации в процессе предварительной подготовки площадей для посадки различных растений и кустарников.

5. Для максимального снижения выделения пыли, снижения пылевой нагрузки и пылеподавления стремиться использовать полный комплекс мероприятий для минимизации влияния пыли на различные компоненты окружающей среды на всех стадиях технологического процесса на горнодобывающих предприятиях.

Список использованной литературы

1. Гаспарьян Н.А. Пылеподавление на основе использования фазовых переходов влаги при ведении открытых горных работ [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.26.01., 2008.
2. Атмосферная диффузия и загрязнение воздуха / Под ред. А.С. Мониной. – М. : Изд-во иностр. л-ры, 2002, – 512 с.
3. An evaluative model for lead distribution in roadside ecosystems, Leonzio C, Pisani A. «Chemosphere», 2007. – № 7. – P. 1387–1394.
4. Chip Sealing in new Brunswick. Miller Joohn E., Transp. Res. Rec. 2009, № 5, 4.
5. Бульбашев А.П. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов / А.П. Бульбашев, Ю.В. Шувалов. Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ). – Санкт-Петербург, 2006. – 208 с.
6. Першин М.Н. Обеспыливание автомобильных дорог на горных предприятиях. – Воронеж, 2010 – 153 с.
7. Мочалов В.И. Анализ существующих способов и средств пылеподавления на хвостохранилищах железорудных горно-обогатительных комбинатов / В.И. Мочалов, С.В. Мосин. – М. : МГГУ, 2000.
8. Ищук И.Г., Поздняков Г.А. Средства комплексного обеспыливания орных предприятий. Справочник. – М. : Недра, 2001.
9. Битколов Н.З., Медведев И.И. Аэрология карьеров : учеб. для вузов. – М. : Недра, 2002.
10. Кирсанки С.И. Разработка комплексной системы пылеподавления и предотвращения фрикционного воспламенения метана при работе проходческих комбайнов : диссертация кандидата технических наук : 05.26.01. – Кемерово, 2009. – 122 с. : 61 00-5/1884-6.
11. Семенов В.В. Обоснование и разработка способа пылеподавления и нейтрализации вредных газов при массовых взрывах на карьерах : диссертация кандидата технических наук : 25.00.20. – Москва, 2008. – 123 с.
12. Филатов С.С. Борьба с запыленностью и загазованностью карьеров / С.С. Филатов, М.М. Конорев, К.С. Подвысоцкий и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2009. – № 9. – 149 с.
13. Подвысоцкий К.С., Пенное экранирование для пыле-газо-шумопоглощения при массовых взрывах // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – № 4. – 124 с.
14. Ткачук К.К. Методы снижения загрязнения воздушной среды при разрушении горных пород. Научно-технический семинар по безопасности на открытых горных работах, Кривой рог, 2000. – С. 14–15.
15. Шувалов Ю.В. Система пылеподавления и биопродуктивной рекультивации техногенных массивов на территории карьеров / Ю.В. Шувалов, С.А. Ильченкова, А.П. Бульбашев, Н.А. Гаспарьян, Ю.Д. Смирнов. – 2005. – С 162–163.
16. Технология и комплексная механизация торфяного производства: сборник научных трудов Вып. 11 / Под редакцией Афанасьева А.Е. – ТГТУ, 2000.

УДК 351.861

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Алтынникова Е.Е., магистрант специальности «Инновационные технологии обеспечения безопасности на объектах производства и транспорта»

Салумяги И.В., магистрант специальности «Инновационные технологии обеспечения безопасности на объектах производства и транспорта»

Руш Е.А., д-р техн. наук, профессор

Иркутский государственный университет путей сообщения

В статье приведены виды и принципы работы системы оповещения городов при ЧС в Российской Федерации, а также системы зарубежных стран. Описана структура их функционирования на всех уровнях.

Ключевые слова: система оповещения, чрезвычайная ситуация.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CORRIDATION SYSTEMS OF CITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION AND FOREIGN COUNTRIES

Altynnikova E.E., *master of the specialty «Innovative security technologies
at production and transport facilities»*

Salumyagi I.V., *master of the specialty «Innovative technologies for providing security
at production and transportation facilities»*

Rush E.A., *Dr. Tech. Sciences, Professor
Irkutsk State University of Railway Transport*

The article presents the types and principles of the operation of the city warning system in the case of emergencies of the Russian Federation, as well as the systems of foreign countries. The structure of their functioning at all levels is described.

Keywords: warning system, emergency situation.

Увеличение в последнее время объема информации о масштабных катастрофах и авариях свидетельствует о том, что наметилась устойчивая тенденция роста количества чрезвычайных ситуаций, как на территории Российской Федерации, так и в зарубежных странах. В комплексе мероприятий по обеспечению защиты населения и территорий важное место занимает оповещение и информирование населения об опасностях, возникающих при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера и мерах необходимой защиты.

Главенствующим фактором всех чрезвычайных ситуаций как мирного, так и военного времени является возникновение панических настроений среди населения. Результаты такого поведения среди большой массы населения трудно предугадать, но в большинстве случаев они существенно усиливают отрицательные последствия чрезвычайных ситуаций.

Для снижения отрицательных последствий возникшей ЧС и организации мероприятий по обеспечению жизнедеятельности населения и инфраструктуры населенных пунктов разработаны и функционируют системы оповещения, которые передают заблаговременные сигналы оповещения, и порядок информирования населения о чрезвычайных ситуациях.

Оповестить население – значит предупредить его о надвигающемся стихийном бедствии, передать информацию о случившейся аварии или катастрофе. Для этого используются все средства проводной радио- и телевизионной связи.

В Российской Федерации широко распространена радиотрансляционная сеть. Нет ни одного города, крупного населенного пункта, где не было радиотрансляционного узла. Подавляющее большинство предприятий, объектов сельского хозяйства, учебных заведений имеют свои местные радиоузлы. Дополняются они не менее мощной системой республиканских, краевых и областных телевизионных центров и ретрансляторов, широкоэмитерных и местных радиостанций.

Вся эта система дополняется в городах развитой сетью электрических сирен, расположенных на крышах зданий и в ряде производственных помещений. Такая разветвленная сеть, густонасыщенная средствами связи, создает благоприятные условия для оповещения населения о возникновении чрезвычайных ситуаций, дает возможность быстро проинформировать о случившемся, рассказать о правилах поведения в конкретно сложившихся условиях.

Система оповещения населения о чрезвычайных ситуациях предназначена для передачи экстренных сообщений, которые служат для своевременного доведения до населения, органов управления РСЧС и гражданской обороны распоряжений и инфор-

мации о ЧС и необходимых действиях органов управления и населения при эвакуации, радиационной опасности, химическом и бактериологическом (биологическом) заражении, угрозе затопления, угрозе землетрясения и др. [1,2].

В России роль системы оповещения выполняет общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН). Система представляет собой организационно-техническую систему, объединяющую аппаратно-программные средства обработки, передачи и отображения аудио и видеоинформации в целях подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности на водных объектах и охраны общественного порядка, своевременного оповещения и оперативного информирования граждан о ЧС и угрозах разного рода, на основе использования современных технических средств и технологий.

Структура ОКСИОН

В комплексное решение ОКСИОН входят такие объекты, как:

- информационные центры (управляющий элемент системы);
- терминальные комплексы (на основе уличных светодиодных экранов (ПУОН – пункты уличного информирования и оповещения населения), и на основе полноцветных видеопанелей и устройств с бегущей строкой (ПИОН – пункты информирования и оповещения населения в общественных зданиях);
- мобильные комплексы информирования и оповещения населения;
- стационарные и поворотные камеры видеонаблюдения;
- датчики радиационного и химического контроля;
- системы звукового информирования населения.

Задачи ОКСИОН

- оповещение населения в условиях различных ЧС;
- мониторинг безопасности и правопорядка в местах массового скопления людей;
- информационная поддержка мероприятий учебного характера при подготовке населения в области гражданской обороны;
- мониторинг безопасности окружающей среды, в частности контроль за радиационной и химической обстановкой [3].

Режимы функционирования ОКСИОН представлены на рис. 1.



Рис. 1. Режимы функционирования системы ОКСИОН

В структуре ОКСИОН (рис. 2) по отношению к Федеральному информационному центру нижестоящие информационные центры имеют подчиненное положение. Региональные и межрегиональные информационные центры имеют право принимать на себя управление терминальными комплексами, а так же осуществлять планирование информационных операций информационных центров нижестоящих уровней. МРИЦ могут передавать управление терминальными комплексами своей зоны ответственности федеральному информационному центру.

Управление ОКСИОН (рис. 3) реализуется по следующему принципу:

- на муниципальном уровне – МИЦ – в административных границах городов (муниципальных образований);
- на региональном уровне – РИЦ – в границах субъекта Р.Ф.;
- на межрегиональном уровне – МРИЦ – в границах федерального округа;
- на федеральном уровне – Федеральный информационный центр, функции которого выполняет ГУ «ИЦ ОКСИОН» [3].

Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения (ОКСИОН) – российский комплекс современных систем наблюдения, информирования и оповещения, созданный в рамках Федеральной целевой программы «снижение рисков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в РФ до 2010 года». На май 2011 года построено и введено в эксплуатацию 596 терминальных комплексов ОКСИОН в 37 информационных центрах, установлено 25 590 плазменных панелей, 1035 устройств типа «бегущая строка».



Рис. 2. Структурное управление ОКСИОН



Рис. 3. Рассредоточение системы ОКСИОН по РФ

Анализ функционирования системы оповещения на территории страны, сделанный по результатам комплексной проверки органами исполнительной власти субъектов РФ, территориальными органами МЧС России и операторами связи, позволяет сделать выводы о степени готовности системы оповещения к использованию.

Результаты проверки на 1 января 2015 года:

- в 39 (47 %) субъектах РФ обеспечена готовность системы оповещения к действиям по назначению;
- в 40 (48,2 %) субъектах РФ система оповещения ограниченно готова;
- в 4 (4,8 %) субъектах РФ система оповещения не готова к использованию [4].

Зарубежные системы оповещения многообразны и имеют очень развитую систему.

Построение систем оповещения в зарубежных странах базируется на передаче сигнала оповещения при помощи акустических устройств, разных типов сирен и громкоговорителей.

Национальная система оповещения ГО США включает два национальных центра оповещения (главный и вспомогательный), десять пунктов оповещения в округах ГО, 50 основных и 50 дублирующих пунктов в штатах, а также свыше 3000 окончательных постов. Число последних планируется довести до 5800, главным образом за счет подключения к NAWAS постов оповещения национальной службы погоды NWS (National Weather Service).

В Канаде действует единая национальная система оповещения ГО NSAWS (National Survival Attack Warning System). Она включает центр предупреждения об угрозе нападения (Attack Warning Center) в Норт-Бей, федеральный центр оповещения (Federal Warning Center), запасной центр оповещения в Кэмп-Борден, региональные центры оповещения Западного и Восточного районов ГО и десять центров оповещения провинций (Provincial Warning Center). Для обеспечения связи между Федеральными, региональными и провинциальными центрами оповещения используются каналы специальной сети связи CFWRS (Canadian Forces Warning and Reporting System).

Наиболее развитую систему оповещения в Центральной Европе имеет ГО Германии. Она объединяет национальный центр оповещения, центры оповещения десяти округов оповещения (по одному в каждом) (рис. 4), дополнительные центры оповещения в городах Бремен и Гамбург, а также около 25 тысяч рассредоточенных по населенным пунктам постов оповещения и более 12 тысяч аналогичных постов на военных и военно-промышленных объектах.

В Великобритании ГО располагает развитой и эффективной системой оповещения населения UKWMO (United Kingdom Warning and Monitoring Organisation). Она, как один из наиболее важных элементов ГО, практически не претерпела существенных изменений и сохранила свою структуру после крупной реорганизации ГО в 1968 году. Ее основу составляют 250 контрольных пунктов оповещения, расположенные при наиболее крупных полицейских участках.

Сравнительно развитой системой оповещения располагает ГО Франции. Она включает национальный центр оповещения ГО, расположенный совместно с оперативным центром зоны противовоздушной обороны (г. Таверни, примерно в 50 км северо-западнее Парижа), центры оповещения в зонах обороны (совмещены с оперативными центрами секторов противовоздушной обороны) и пункты оповещения, рассредоточенные по всей территории страны. Сигналы тревоги доводятся до населения с помощью радиосредств, телевидения и 16 тысяч сирен, из которых 3,5 тысячи автоматические, включаемые по радиосигналу.

В Норвегии, так же как и в Дании, система оповещения ГО сопряжена с системой противовоздушной обороны. Сигналы тревоги в систему оповещения поступают от оперативных центров Северной зоны противовоздушной обороны НАТО, где находятся и представители органов ГО для организации взаимодействия. Основным средством доведения сигналов до населения являются сирены (около 1800 единиц). С их помощью может быть оповещено 90 % городского и 2 % сельского населения. Предусматривается также использование радио и телевидения, а в сельской местности церковных колоколов.

В Бельгии и Нидерландах центры оповещения ГО сопряжены с оперативными центрами Центральной зоны противовоздушной обороны НАТО. В Бельгии система оповещения ГО включает национальный центр оповещения, девять центров оповещения в провинциях, 27 местных пунктов оповещения, 150 постов оповещения и около 1500 сирен. Кроме того, для оповещения населения предусматривается применять радио и телевидение. В Нидерландах сигнал тревоги поступает в штабы округов ГО, а затем на пункты управления штабов районов ГО, с которых производится непосредственное включение сирен (до 3000 штук) [5,6,7].

Во многих странах ежемесячно, а в некоторых еженедельно, проводится проверка систем оповещения. К примеру, в Дании каждую среду в 12.00 по местному времени производится проверка стационарных сирен, в Бельгии и Нидерландах проверка сирен

производится ежемесячно в каждый первый понедельник с 12.00 до 12.15 путем включения их на неполную мощность.

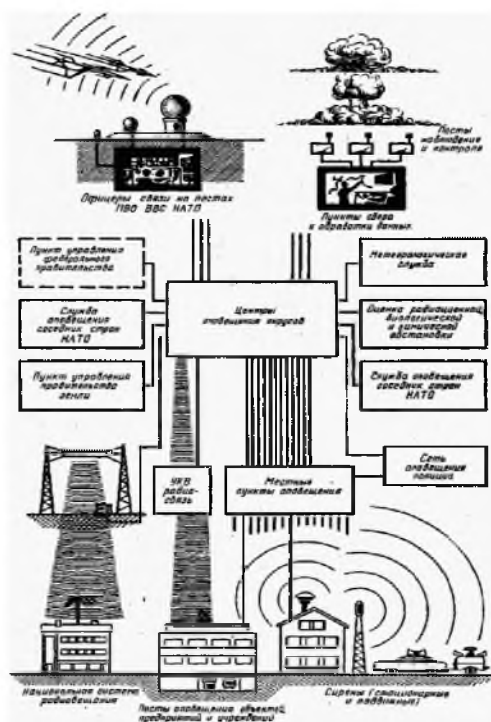


Рис. 4. Схема функционирования системы оповещения гражданской обороны ФРГ (в пределах одного округа оповещения)

Таким образом, представленный обзор материалов позволяет сделать выводы о том, что, несмотря на бурное развитие методов передачи информации с использованием разнообразных линий и каналов связи, частотных диапазонов, методов уплотнения конфигураций сетей, в качестве основного, базового, метода передачи сигналов оповещения населению предпочтение отдают акустическим устройствам. При этом в качестве линий связи во многих странах используются существующие каналы проводного вещания, поэтому при разработке предложений по модернизации системы оповещения на территории России целесообразно рассмотреть возможность массового использования акустических преобразователей информации.

Анализ систем оповещения за рубежом показал однотипность функционирования систем в ряде стран, отличия только в количестве и качестве. По характеристикам и выполняемым задачам система ОКСИОН в России более обширна и решает более широкий ряд вопросов связанных с предупреждением и информированием населения. На данный момент система совершенствуется и планируется введение и усовершенствование тех или иных элементов системы. Развитие нашей системы не стоит на месте, что дает сделать вывод о ее эффективности и современности.

Список использованной литературы

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон № 68-ФЗ от 21 декабря 1994 г. Принят Гос. Думой 11 ноября 1994 г.
2. О гражданской обороне: Федер. закон № 28-ФЗ от 12 февраля 1998 г. Принят Гос. Думой 26 декабря 1997 года; одобрен Советом Федерации 28 января 1998 года. Собрание законодательства Российской Федерации. – 1998. – № 7. – Ст. 799.
3. Носов М.В., Региональные подсистемы Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения (учебное пособие). – Химки : АГЗ МЧС России. – 120 с., 11 библ.

4. Концепция создания комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций: проект ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – Москва, 2013. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/o-sozdanii-kompleksnoy-sistemy-ekstrennogo-opovescheniya-naseleniya-ob-ugroze-vozniknoveniya-ili-o-vozniknovenii-chrezvychaynyh>.

5. Еремин А.П., Беляев Д.А. Организация управления, связи и оповещения в ГСЧС и ГО: Сборник фондовых лекций. – Мн. : КИИ.

6. Еремин А.П., Булва А.Д. «Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»: Учебное пособие. – ИВЦ Минфина.

7. Еремин А.П. Гражданская защита: учебник / А.П. Еремин, А.Д. Булва. – Минск : РИВШ. – 420 с.

УДК 628.193

РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Вилесов М.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Ларионова Е.В., к.х.н., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В данной работе приведена конструкция прибора для определения количества и размера наночастиц в водных средах, работа которого основана на электрохимическом методе – хроноамперометрии, а также показаны результаты проведенной апробации прибора.

DESIGNING OF THE DEVICE FOR MEASURING SIZE AND QUANTITY OF NANOPARTICLES IN AQUEOUS MEDIA

Vilesov M.V., master of the program "Technospheric safety"

Larionova E.V., PhD in Chemical sciences, Assoc. Prof.

National Research Tomsk Polytechnic University

In the paper presented construction of the device for measuring size and quantity of nanoparticals in aqueous media based on electrochemical method - chronoamperometry and results of the instrument's approbation are given.

В настоящее время постоянно увеличивающаяся доля использования наноматериалов в производственной и бытовой сфере приводит к возникновению серьезных рисков для человека. Поэтому требует срочного решения возможность получения характеристик наночастиц для разработки критериев по оценке возникающих рисков. Представленный в данной работе прибор – потенциостат, основан на использовании электрохимического метода, и обладает низкими пределами обнаружения наночастиц при этом, имея достаточно низкую стоимость по сравнению с другими приборами.

Представленная разработка может использоваться как в медицинской сфере с целью определения состояния организма на клеточном уровне, так и в научно-исследовательской сфере, где ведется активное изучение свойств наночастиц, их кинетики и реакций в наномасштабе. Важной задачей в сфере охраны окружающей среды является возможность обнаружения и измерения количественных параметров наночастиц для проведения успешного мониторинга. Полученные данные позволят провести нормирование воздействия наночастиц.

Цель представленной работы заключалась в разработке конструкции потенциостата для определения количества и размера наночастиц в водной среде, а также апробация разработанного прибора.

Работа прибора была основана на электрохимическом методе – хроноамперометрии. Хроноамперометрия относится к числу электрохимических методов, в которых измеряют силу тока, протекающего через индикаторный электрод, как функцию времени, в то время как возбуждающий сигнал, обычно напряжение или является постоянной

величиной, или представляет собой некоторую функцию времени. Массоперенос к такому электроду осуществляется только путем диффузии, и получаемая в результате кривая отражает уменьшение силы тока во времени по экспоненциальному закону [1].

Для обнаружения наночастиц эксперимент проводится в системе с потенциостатом низкого шума, обычно используют растворы определенной концентрации наночастиц в среде цитрата натрия с целью минимизировать агрегацию исследуемых частиц. Хроноамперограммы снимают несколько секунд при определенном потенциале; положительного потенциала достаточно, чтобы позволить завершиться окислению попавших на электрод наночастиц [2].

На начальной стадии хроноамперограммы снимаются в чистом растворе цитрата без наночастиц. Для этой системы не наблюдаются скачки тока в течении хроноамперограммы. При добавлении наночастиц в раствор начинают наблюдаться скачки заряда, окислительные скачки наблюдаются благодаря внесению наночастиц в раствор и их последующему окислению как на рисунке 1. Наблюдаемые скачки включаются в анализ, если высота пиков, как минимум три раза ниже среднеквадратичного шума. Интегрирование площади каждого всплеска дает значение заряда, переданного частицей, и получается такое распределение зарядов [2]. Площадь под каждым пиком будет соответствовать заряду и соотносится с числом молей серебра в наночастице через закон Фарадея. Предполагая, что наночастицы имеют сферическую форму, можно рассчитать радиус наночастиц.

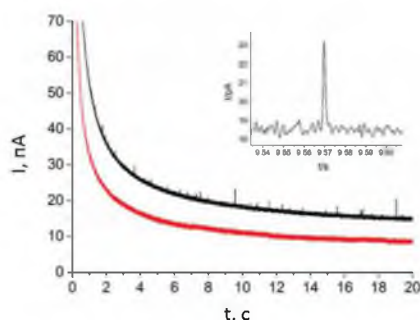


Рис. 1. Пример хроноамперограммы, снятой на микроэлектроде в растворе цитрата натрия: красная линия показывает кривую, снятую при отсутствии наночастиц, черная демонстрирует Фарадеевские скачки в присутствии наночастиц серебра [2]

В данной работе предложена конструкция потенциостата, позволяющего регистрировать токи до 100 фемтоампер. В конструкцию прибора входит трехэлектродная ячейка и потенциостат с фемтоамперметром.

Потенциостат – это электронный прибор, автоматически контролирующий потенциал электрода и поддерживающий заранее заданную его величину [3].

Специально для трехэлектродной ячейки были изготовлены рабочий микроэлектрод и электрод сравнения. В нашем случае мы использовали ртутно-сульфатный электрод как электрод сравнения, т.к. данный тип электрода отличается достаточно точным и стабильным потенциалом, что является основным критерием при выборе электрода сравнения.

Упрощенная схема электрода приведена на рисунке 2. Корпус электрода изготовлен с использованием силиконовых трубок, соединенных с пластиковой заготовкой, а также сменного наконечника ручного дозатора путем накручивания этих трубок на специальные соединения. Использование такой конструкции позволяет достаточно легко обслуживать электрод, т.к. для этого требуется полная его разборка. Корпус электрода соединен с высокоомным соединительным проводом, на конце которого находится медная проволочка. В корпус электрода заливается ртуть для обеспечения контакта с соединительным проводом. Также в корпус засыпается сульфат ртути и заливается 20% раствор серной кислоты. Для правильной работы электрода важно предотвратить образование воздушных пузырьков в корпусе.



Рис. 2. Упрощенная схема ртутно-сульфатного электрода:

1 – колпачок, 2 – наконечник ручного дозатора, 3 – пластиковый корпус электрода, 4 – высокоомный соединительный кабель, 5 – медная проволочка

В качестве рабочего электрода была выбрана конструкция с использованием углеволокна как рабочей поверхности электрода. Такой выбор обусловлен диаметром волокна (всего 7 мкм), а также низкой электроактивностью поверхности. Электрод представляет собой углеволокно запечатанное в сменный наконечник ручного дозатора. Контакт между соединительным проводом и углеволокном обеспечивает ртуть, залитая внутрь заготовки. Для герметичности конструкции в корпус наконечника заливается разогретый парафин, который при остывании запечатывает корпус электрода. Подробная схема электрода показана на рисунке 3.

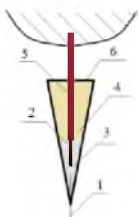


Рис. 3. Упрощенная схема рабочего микроэлектрода:

1 – углеволокно, 2 – медная жила соединительного провода, 3 – ртуть, залитая в полимер, 4 – парафин, 5 – соединительный высокоомный провод, 6 – сменный наконечник от ручного дозатора

Количественное изучение кинетики электродного процесса проводят при использовании трех электродов, как показано на схеме (рисунок 4).

Рабочий электрод обеспечивает изучаемую границу раздела фаз.

Электрод сравнения, в нашем случае ртутно-сульфатный, позволяет установить измерение электродного потенциала рабочего электрода.

Третий электрод, вспомогательный, через который протекает ток к рабочему электроду.

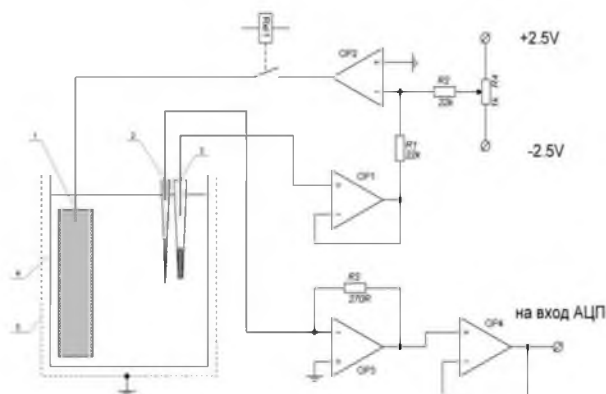


Рис. 4. Трехэлектродная схема потенциостата:

1 – вспомогательный электрод, 2 – рабочий электрод, 3 – электрод сравнения, 4 – ячейка, 5 – экран ячейки

При замыкании ключа Rel1 на вспомогательный электрод подается заданный потенциал равный значению, установленному с помощью переменного резистора R4. Под действием электрического тока на рабочем электроде начинают происходить электрохимические процессы. Электрод сравнения нужен, чтобы исключить из регистрируемого потенциала падение напряжения на объеме электролита и на вспомогательном электроде [4]. В этой схеме прибор измеряет ток между вспомогательным электродом и электродом сравнения. При этом исследуются только свойства и процессы, имеющие место на рабочем электроде. Электрод сравнения должен быть подведен к рабочему электроду как можно ближе. Это необходимо для того, чтобы уменьшить так называемые омические потери. В общем (электрохимическом) случае измеряемый или задаваемый потенциал не может быть более 2,5 вольт. Регистрируемый ток рабочий электрод проходит через два операционных усилителя ОРЗ и ОР4, что способствует усилению сигнала. Через резистор R3 можно задавать коэффициент усиления. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) преобразует измеренный ток в цифровое значение, которое после обработки на ПК может быть представлено в виде хроноамперограмм.

Фемтоамперметр представляет собой прибор для измерения малых токов, который обеспечивает измерение силы тока с разрешением от фемтоамперов (10^{-15} А). Использование такого амперметра обусловлено очень малыми регистрируемыми токами при проведении экспериментов с наночастицами, которые обычно составляет единицы пикоампер (10^{-12} А).

На рисунке 5 представлена схема фемтоамперметра. На ней представлен преобразователь ток–напряжение, инструментальный усилитель, аналого–цифровой преобразователь, микроконтроллер.

Преобразователь ток–напряжение служит для преобразования импульсов тока в импульсы напряжения. Так как на электроде регистрируются токи очень малой величины (мкА и меньше) становится необходимым использование инвертирующего усилителя, на вход которого будет поступать регистрируемый ток, а на выходе будет напряжение равное $U_{\text{вых}} = -I_{\text{изм}} \cdot R_3$ [5]. Усиления сигнала происходит через операционный усилитель LMC 6001, который способен работать с величина входного тока от 25 фА, а также обладает низкими показателями шума порядка 22 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$. Далее сигнал уже усиливается по напряжению ОУ AD8606, который также обладает низким шумом 8 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$, что является очень важным аспектом в конструкции фемтоамперметра.

Инструментальный усилитель основан на принципе работы дифференциального усилителя. Основным его достоинством является регулировка коэффициента усиления с помощью одного резистора, что дает возможность быстро изменять коэффициент усиления в зависимости от потребности.

Кроме того, инструментальный усилитель можно использовать с цифровыми системами. Это позволяет его комбинировать с микроконтроллером, используя SPI интерфейс.

Также преимуществом инструментального усилителя является его высокое входное сопротивление. Инструментальный усилитель имеет очень хороший коэффициент ослабления синфазного сигнала, то есть хорошо подавляет общий сигнал, усиливая только разницу между входными сигналами [6]. В конструкции представленного инструментального усилителя используется ОУ AD8606, а также резисторы сопротивлением 31 кОм и 55 кОм.

Сигнал с инструментального усилителя поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). ОН преобразует напряжение (аналоговый сигнал) в код, над которым микропроцессор и программное обеспечение выполняют определенные действия. [7]. В фемтоамперметре используется модель AD7765 с частотой преобразования 156 kSPS (отсчетов в секунду) и разрядностью 24 bit.

Как было замечено ранее сигнал через интерфейс SPI поступает на микроконтроллер STM32F103C8, что обеспечивает высокоскоростное сопряжение между ним и АЦП. Микроконтроллер представляет собой специальную микросхему, сочетая в себе

функции процессора и периферийных устройств. Основными задачами микроконтроллера является обработка и передача полученных данных через USB на компьютер.

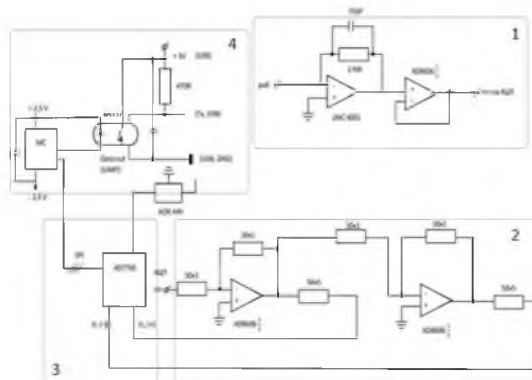


Рис. 5. Схема Фемтоамперметра: 1 – преобразователь ток–напряжение, 2 – инструментальный усилитель, 3 – аналого–цифровой преобразователь, 4 – микроконтроллер

В экспериментах с наночастицами цитрат натрия $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ используется, как буферный раствор предотвращающий агрегацию наночастиц серебра т.е. их слипание. Цитрат натрия предотвращает образование агрегатов и повышает агрегационную устойчивость наночастиц серебра.

Первый эксперимент был проведен с использованием системы фемтоамперметра подсоединенного к трехэлектродной ячейке, где рабочим электродом являлся микро-электрод с углеволокном, электродом сравнения – хлорид серебряный, вспомогательным – электрод из нержавеющей стали.

Хроноамперограмма была снята при потенциале +0,8В, и концентрации 0,02М водного раствора цитрата натрия. Коэффициент усиления задается путем установления сопротивления резистора R3 (рисунок 6).

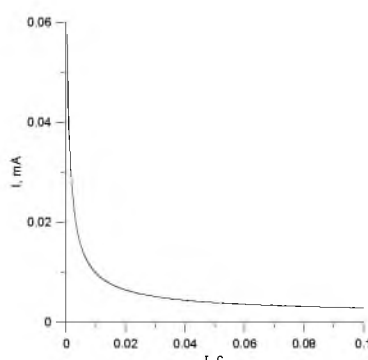


Рис.6. Хроноамперограмма 0,02 М водного раствора цитрата натрия при потенциале +0,8 В и сопротивлении 270 Ом

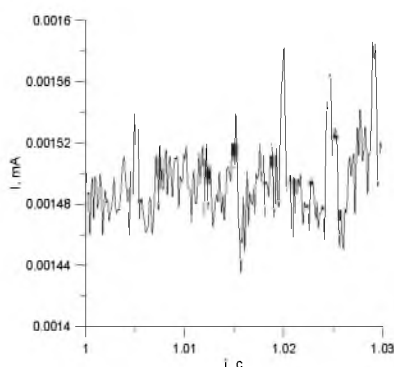


Рис. 7. Уровень шума потенциостата при сопротивлении 270 Ом

Полученная хроноамперограмма была снята при сопротивлении 270 Ом и показала уровень шума около 0,00016 мА, что является неплохим показателем, но тем не менее задача по снижению уровня шума до сих пор актуальна т.к. потенциостат при работе с раствором наночастиц будет снимать данные при коэффициенте усиления на несколько порядков выше текущего, что приведет к увеличению шума.

Второй эксперимент был проведен с использованием системы фемтоамперметра подсоединенного к трехэлектродной ячейке, где рабочим электродом являлся микро-электрод с углеродным, электродом сравнения – ртутно-сульфатный, вспомогательным – электрод из нержавеющей стали.

Хроноамперограмма была снята при потенциале +2,2 В, водный раствор содержал 0,02 М цитрата натрия.

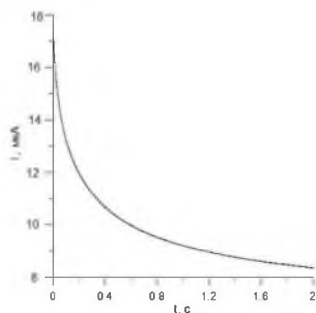


Рис. 8. Хроноамперограмма 0,02 М водного раствора цитрата натрия при потенциале +2,2 В и сопротивлении 63 кОм

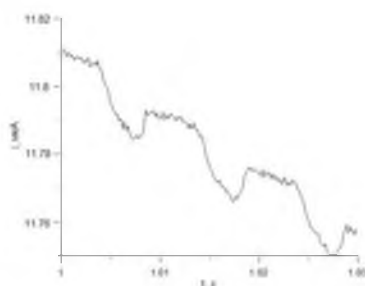


Рис. 9. Уровень шума потенциостата при сопротивлении 63 кОм

Полученная хроноамперограмма была снята при сопротивлении 63 кОм и показала уровень шума около 0,02 мкА, что ниже на порядок, чем в предыдущем эксперименте из-за возросшего коэффициента усиления, поэтому задача по снижению шума является актуальной и приоритетной, так как в дальнейших экспериментах прибор будет измерять более малые токи.

В ходе выполнения представленной работы были изучены основные принципы применения метода хроноамперометрии для обнаружения наночастиц в водном растворе. Особое внимание было уделено статьям данной тематики Ричарда Г. Комптона и его научной группы, из которых был получен большой объем информации по проектированию эксперимента и расшифровке хроноамперограмм.

С учетом всех аспектов данного метода была разработана конструкция потенциостата, а также изготовлены необходимые электроды и электрохимическая ячейка, отвечающие всем необходимым требованиям.

Была проведена апробация разработанного прибора в водном растворе цитрата натрия, в ходе которой были выявлены и устранены многие конструктивные недостатки потенциостата.

Согласно полученным данным потенциостат показал достаточно низкий уровень шума от 0,00002 до 0,00016 мА при сопротивлениях 63 кОм и 270 Ом соответственно,

а также достаточно хорошую точность для дальнейшей возможности обнаружения и изучения свойств наночастиц.

Путем улучшения конструкции ячейки и электродов, применения дополнительного экранирования и уменьшения длин соединительных проводов электродов можно добиться достаточного снижения шума для успешного проведения экспериментов с раствором наночастиц. Электрохимический метод – хроноамперометрия, показал себя как один из наиболее удобных и не требующий больших материальных затрат на приборное оснащение, в отличие от оптических и иных методов.

Список использованной литературы

1. Дж. Плэмбек Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение. Пер. с англ. - М.: Мир, 1985. - 496с.
2. Christopher Batchelor-McAuley, Joanna Ellison, Kristina Tschulik, Philip L. Hurst, Regine Boldt and Richard G. Compton In situ nanoparticle sizing with zeptomole sensitivity // Analyst. - 2015. - №140. - С. 5048-5054.
3. С. Девис, А. Джеймс Электрохимический словарь. –М.: Мир, 1979. – 288с.
4. Elins [Электронный ресурс] / Что такое потенциостат и как им пользоваться; Режим доступа: <http://elins.su/download?edmc=505/>, свободный, Яз. Рус.
5. Радиокот [Электронный ресурс] / Операционные усилители; Режим доступа: <http://radiokot.ru/start/analog/basics/18/>, свободный, Яз. Рус.
6. Joyta все для радиолюбителя [Электронный ресурс] / Инструментальный усилитель на ОУ. Принцип работы; Режим доступа: <http://www.joyta.ru/9465-instrumentalnyj-usilitel-na-ou-princip-raboty/>, свободный, Яз. Рус.
7. Geektimes [Электронный ресурс] / Как работают аналогово-цифровые преобразователи и что можно узнать из спецификации на АЦП; Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/253708/>, свободный, Яз. Рус.

УДК 502.55-553.98

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

Горбаев А.В., аспирант направления «Науки о Земле»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрены известные в настоящее время методы ликвидации нефтяных загрязнений почв. Предпринята попытка систематизировать существующие на сегодняшний день методы рекультивации, используемые для восстановления земель. Проведен анализ литературных источников и сделан вывод о наиболее перспективных способах, для дальнейшего их применения.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, нефтяное загрязнение, рекультивация, степень загрязнения, очистка почв.

METHODS OF RESTORATION OF OIL-POLLUTED SOIL ECOSYSTEMS

Gorbaev A.V., graduate student

Timofeeva S.S., D. Sc., prof.

Irkutsk National Research Technical University

Methods of liquidation of oil contamination of soils known at the present time are considered. An attempt has been made to systematize the currently existing methods of reclamation used to restore land. The literature sources are analyzed and a conclusion is made about the most promising methods for their further application.

Key words: oil, oil products, oil pollution, reclamation, pollution degree, soil cleaning.

Сегодня одной из серьезных глобальных проблем является загрязнение почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами. Нефтяное загрязнение – как по масштабам,

так и по токсичности представляет собой общепланетарную опасность, вызывая отравление, гибель организмов и деградацию почв.

Основными источниками загрязнения нефтью и нефтепродуктами являются нефтедобывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Систематически происходят аварийные разливы нефти, обусловленные как изношенностью трубопроводов и оборудования, так и несоблюдением технологической дисциплины.

В последнее десятилетие обострились вопросы, связанные с влиянием нефтяного производства на экологическую ситуацию в различных регионах, поскольку масштабы использования нефти постоянно возрастают. Нефть и нефтепродукты являются одним из основных и крупномасштабных загрязнителей окружающей среды. Нефтяное загрязнение отличается от многих других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постепенную, а, как правило, «залповую» нагрузку на среду, вызывая быструю ответную реакцию. При оценке последствий такого загрязнения не всегда можно сказать, вернется ли экосистема к устойчивому состоянию или будет необратимо деградировать. Во всех мероприятиях, связанных с ликвидацией последствий загрязнения, с восстановлением нарушенных земель, необходимо исходить из главного принципа: не нанести экосистеме больший вред, чем тот, который уже нанесен при загрязнении. Суть восстановления загрязненных экосистем – максимальная мобилизация внутренних ресурсов экосистемы на восстановление своих первоначальных функций. Самовосстановление и рекультивация представляют собой неразрывный биогеохимический процесс [1].

Естественное самоочищение природных объектов от нефтяного загрязнения – длительный процесс, особенно в условиях Сибири, где долгое время сохраняется пониженный температурный режим. В связи с этим, разработка способов очистки почвы от загрязнения углеводородами нефти – одна из важнейших задач при решении проблемы снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.

Рекультивация земель – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель. Основная задача рекультивации – снизить содержание нефтепродуктов и находящихся с ними других токсичных веществ до безопасного уровня, восстановить продуктивность земель, утерянную в результате загрязнения [2]. На данный момент разработан ряд методов ликвидации нефтяных загрязнений почв, включающий механические, физико-химические, биологические методы.

В настоящей работе предпринята попытка систематизировать известные на сегодняшний день методы, используемые для восстановления нефтезагрязненных земель.

Объекты и методы исследования

Объектами изучения являлись методы и технологии рекультивации, используемые для ликвидации загрязнений.

Методы исследования – анализ литературных источников и структурирование информации по разным источникам, научным статьям, диссертациям.

Результаты исследования

Существующие способы и средства рекультивации условно можно разделить на пять групп:

- 1) Механические;
- 2) Физико-химические;
- 3) Агротехнические
- 4) Микробиологические
- 5) Фитомелиоративные

1) Механическая очистка предусматривает сбор нефти и нефтепродуктов либо вручную, либо с помощью обычных, а также специальных машин и механизмов. Как

правило, на первом этапе данного способа очистки производят локализацию пролитой нефти путем создания вокруг разлива с помощью бульдозера земляного вала около 1 м высотой. После этого, если позволяют местные условия, рядом с местом разлива нефти оборудуют котлован-отстойник, который устилают нефтенепроницаемой пленкой. Затем из места локализации нефть перекачивают в котлован (который, как правило, обустроивают ниже уровня места разлива), а из него ее отправляют на товарный склад для дальнейшей переработки. Степень механической очистки может достигать 80 % [3].

Для отделения нефти от загрязненной почвы могут быть использованы центрифуги, которые применяют для очистки буровых растворов от выбуренного шлама. В нашей стране для этих целей используют центрифуги ОГШ-132 и ОГШ-502 с частотой вращения ротора 600 и 2560 об/мин соответственно. Производительность центрифуги ОГШ-132 составляет 100–200 м³/ч. Этот способ позволяет производить экологически чистый сбор твердых отходов [2].

2) Физико-химические методы применяются для очистки от нефти как самостоятельно, так и в сочетании с другими способами. Широко используются сорбционные методы. В качестве сорбентов применяют природные и синтетические адсорбционные материалы органической и неорганической природы.

Для сорбции нефти и нефтепродуктов могут применяться такие вещества, как торф, торфяной мох, бурый уголь, кокс, рисовая шелуха, кукурузная лузга, древесный опил, диатомовая земля, солома, сено, песок, резиновая крошка, активированный уголь, перлит, пемза, лигнин, тальк, снег (лед), меловой порошок, отходы текстильной промышленности, вермикулит, изопреновый каучук и некоторые другие материалы. Особый практический интерес представляют сорбенты растительного происхождения (торф, опилки, ДВП и другие) ввиду их невысокой стоимости и значительного объема запасов. В качестве сорбентов используют также разнообразные отходы промышленных предприятий, которые весьма эффективны при сборе нефти с поверхности воды и почвы. Они имеют низкую стоимость и высокую нефтепоглощающую способность. Одно из самых основных свойств, которым должен обладать сорбент, применяемый для очистки нефтезагрязненных объектов, — его гидрофобность, т. е. плохая смачиваемость водой [4].

3) Естественный процесс минерализации нефти достаточно длителен, поэтому необходимы мероприятия, которые могли бы ускорить данный процесс.

Агрохимическими методами рекультивации называют комплекс мероприятий, который включают вспашку и рыхление нефтезагрязненной почвы, внесение минеральных удобрений и проведение мелиоративных работ на загрязненной территории, а также посевов сидеральных культур. В случае необходимости возможна замена загрязненного верхнего слоя грунта плодородным субстратом. Весь комплекс агротехнических мероприятий — рыхление почвенных слоев, создание нормального соотношения между углеродом и азотом, известкование и гипсование, внесение необходимых макро- и микроэлементов — направлен на активизацию естественных процессов, происходящих в почве, оптимизацию условий жизнедеятельности почвенной микробиоты. Биологическая очистка почвы и грунтовых вод, загрязненных различными органическими веществами, имеет значительное преимущество по сравнению с обычно применяемыми методами, поскольку при биологическом разложении вредных веществ до CO₂, H₂O и неорганических солей сохраняется биологическая активность почвы.

Поддержание почвы во влажном состоянии — один из агротехнических приемов управления биологической активностью, который оказывает эффективное воздействие на темпы разложения нефти и нефтепродуктов. Благоприятный водный режим почвы достигается путем полива. Улучшение водного режима, в частности, влияет на подвижность питательных веществ, микробную жизнедеятельность и активность биологических процессов.

Очень часто на практике применяют такие широко распространенные мелиоранты, как навоз и солома. Навоз ускоряет процесс эмульгирования и микробиологическо-

го разложения токсических компонентов отработанных буровых растворов. Добавление соломы способствует аэрации почвы и развитию почвенных микроорганизмов. С соломой вносится значительное количество лигнина, представляющего собой резерв для адсорбции углеводородсодержащих веществ [5].

4) Способность окислять углеводороды нефти обнаружена у многочисленных видов бактерий и грибов, принадлежащим к родам: *Acinetobacter*, *Acremonium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Proteus*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Serratia*, *Spirillum* и другие, и грибы – *Aspergillus*, *Candida*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aureobasidium* и некоторые другие. Микроорганизмы, использующие углеводороды нефти, являются главным образом аэробными, т. е. они минерализуют нефтяные углеводороды только в присутствии кислорода воздуха. Окисление углеводородов осуществляется оксигеназами. Промежуточными продуктами при распаде углеводородов являются спирты, альдегиды, жирные кислоты, которые затем окисляются до углекислого газа и воды.

Сразу после загрязнения почвы нефтью и/или нефтепродуктами основную роль играют физико-химические процессы. Их возможно интенсифицировать различными методами. После удаления из почвы наиболее токсичных легких фракций нефти существенную роль в очищении почв начинают играть микроорганизмы. Для ускорения процессов микробной деструкции в почве углеводородов нефти в настоящее время применяют главным образом два подхода: стимуляцию аборигенной почвенной углеводородоокисляющей микрофлоры и интродукцию в нефтезагрязненную почву углеводородоокисляющих микроорганизмов [6].

Стимуляция естественной нефтеокисляющей микрофлоры основана на создании в почве оптимальных условий для ее развития, в том числе нейтрализации изменений, вызванных попаданием в почву нефти. Так, для улучшения водно-воздушного режима нефтезагрязненной почвы рекомендуются ее рыхление, частая вспашка, дискование, добавление композиций, улучшающих промывной режим и порозность загрязненной почвы перемешивание с незагрязненной почвой [7].

5) Фитомелиоративный метод используется обычно на завершающем этапе процесса рекультивации загрязненных нефтью почв. Сущность его заключается в посеве многолетних трав нефтетолерантных сортов.

В литературе приводятся следующие доводы в пользу посадки растений на загрязненные нефтью почвы:

1. Рост корней приводит к рыхлению почвы, благодаря чему увеличивается доступ кислорода в более глубокие слои загрязненной почвы.
2. Бобовые растения обогащают загрязненную почву азотом, что стимулирует углеводородоокисляющую микрофлору и самоочищение почвы от углеводородов нефти.
3. Растения способны самостоятельно метаболизировать углеводороды нефти [8].

Фитомелиоративный метод наиболее полно изучен И. И. Шиловой. Она одной из первых исследовала этот способ ускорения деградации нефти при посеве в нефтезагрязненную почву многолетних трав на фоне ряда агротехнических приемов. После трехлетнего периода наблюдений за состоянием культурных фитоценозов она пришла к следующим выводам:

1. Биологическая рекультивация дренированных участков нефтезагрязненных земель легкого состава при слабой и средней степенях загрязнения возможна путем применения фитомелиоративных способов с использованием многолетних травянистых растений. В случае сильного загрязнения эти приемы неэффективны.

2. Посев многолетних травянистых растений непосредственно в грунт, загрязненный нефтью, без внесения органических удобрений (навоз, торф) непригоден при проведении рекультивационных мероприятий. Внесение в нефтезагрязненный грунт одних минеральных удобрений дает кратковременный и в целом незначительный положительный эффект и не может рекомендоваться в качестве способа мелиорации.

3. Лучшим агротехническим приемом при выращивании многолетних трав на нефтезагрязненных землях следует считать применение торфа или навоза с внесением минеральных удобрений.

4. Оптимальными сроками посева многолетних трав на нефтезагрязненных землях при слабой степени загрязнения следует считать 1 месяц, при средней – 1 год.

5. Как сырая, так и товарная нефть оказывает сильное влияние на рост растений и состояние культурного фитоценоза в целом. Степень воздействия нефти зависит от дозировки (степени загрязнения), агротехнического фона и срока посева[8].

Все вышеперечисленные методы имеют большое количество как положительных сторон, так и отрицательных. Объединение нескольких методов поможет создать единый алгоритм рекультивации земель, без существенных недостатков. Поможет сократить время на рекультивацию нефтезагрязненных земель, снизить ущерб нанесенный окружающей среде и улучшить качество рекультивации почв, подвергшихся загрязнению.

Земли, в зависимости от степени загрязненности нефтепродуктами, условно можно разделить на три группы:

1. Слабо загрязненные (с содержанием углеводов до 50 г/кг почвы).

2. Средне загрязненные (с содержанием углеводов от 50 до 150 г/кг почвы).

3. Сильно загрязненные (с содержанием углеводов от 150 до 500 г/кг почвы) [9].

В ликвидации слабых загрязнений целесообразно применить технологии, включающие очистку почв с использованием бактериологических штаммов вместе с аэрацией, удобрением и поливом почвы. Однако, применение таких технологий, резко зависят от климатических и экологических условий. Следовательно, разработанный бактериальный препарат должен быть адаптирован к конкретным условиям внешней среды.

Средние загрязнения почвы нефтепродуктами целесообразно проводить методом рекультивации, предусматривающим сбор с поверхности участка разлитой нефти сорбентами, рыхление загрязненного слоя грунта с одновременным внесением в него бактериологических штаммов, минеральных удобрений и посев семян районированных трав.

При сильных загрязнениях грунтов нефтью рекультивация, как правило, проводится в два этапа. На первом этапе осуществляют оконтуривание загрязненных ареалов дренажными канавами и приемными шурфами, сброс в них нефтесодержащей жидкости, перекачку ее в накопительные емкости, осушение поверхности загрязненных участков, разделение и очистку компонентов собранной жидкости, повторное использование воды и жидких углеводов. Реализация данного этапа существенно осложнена необходимостью разделения загрязненных жидкостей (эмульсий) на нефть (нефтепродукты) и воду. В ходе проведения второго этапа рекультивационных работ, производят срезку с частично обезвоженных участков загрязненных грунтов, транспортировку и очистку их от жидких углеводов моющими жидкостями в смесителях. Обезвреженные грунты возвращают на поверхность рекультивируемых участков, а моющие жидкости после очистки повторно используют для отмывки новых партий загрязненного грунта. Возможен вариант без выемки грунта: устанавливают перфорированные трубы в грунт и под давлением в них закачивают горячую воду или специальное биоразлагаемое моющее вещество. После собирают жидкость с нефтью и разделяют ее. На конечной стадии проводят сбор оставшихся нефтепродуктов сорбентами, добавляют в грунт бактериологические штаммы, посев семян многолетних эндомичных трав (овсяницы луговой, тимopheевки луговой, и др.) при одновременном внесении в почву торфа и минерального удобрения[10].

Особую трудность представляет собой рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях Крайнего Севера, где пролитая на почву нефть может сохраняться в

течение 20 лет и более. Многие традиционные подходы, разработанные для зон северной и южной тайги, черноземной полосы и более южных районов, достаточно успешно применяются и для борьбы с нефтяными загрязнениями, однако в условиях болотистой тундры и лесотундры они практически не применимы. Почвы северных районов отличаются низкими значениями pH, маломощным органометным слоем, небольшими скоростями микробиологической деструкции органического вещества.

М. Ю. Макаровой с коллегами была изучена возможность использования углевodородоокисляющих бактерий для восстановления нефтезагрязненных земель в условиях Крайнего Севера на территории Республики Коми. Результаты проведенных исследований позволили М. Ю. Макаровой сделать вывод о том, что в специфических условиях Крайнего Севера необходим комплексный подход к рекультивации нефтезагрязненных почв – использование для стимулирования микробиологической деструкции нефти наряду с минеральными и органическими удобрениями бактериальных препаратов, изготовленных на основе аборигенной микрофлоры, подобранной с учетом качественного состава нефти[6].

Заключение

Итак, для решения проблемы восстановления нефтезагрязненных почвенных экосистем необходимо вести поисковые, научно-исследовательские работы в следующих направлениях:

- 1) Разработка и принятие программы, прежде всего на региональном уровне, по восстановлению нефтезагрязненных земель;
- 2) Проведение экологического мониторинга как основы для выяснения нефте-экологической ситуации в регионе и выработке мероприятий по предупреждению и ликвидации нефтяных загрязнений;
- 3) Лабораторное моделирование негативного воздействия углеводородного загрязнения на почвенные экосистемы, позволяющее выявлять изменения отдельных параметров загрязненной почвы и самого загрязнителя;
- 4) Проведение детальной нефтеэкологической экспертизы территории, подлежащей очистке, дающее возможность разработать не только оптимальный режим биочистных работ, но и решить вопрос о целесообразности их применения и выборе альтернативного способа очистки;
- 5) Оценка экономической эффективности каждого метода рекультивации;

Решение проблемы очистки почвенного покрова от загрязнений нефтью, разработка новых и совершенствование существующих технологий восстановления нефтезагрязненных земель, относится к числу приоритетных. В настоящее время, ни один из перечисленных методов рекультивации не является полностью оптимальным и самодостаточным. Таким образом, для ликвидации нефтяных загрязнений и восстановления нефтезагрязненных территорий необходимо сочетание различных методов воздействия на загрязнители: механических, физико-химических и биологических.

Следует отметить, что только комплексный подход позволяет с максимальным эффектом обезвреживать загрязненную нефтепродуктами землю. Процессы рекультивации в нефтегазовой отрасли должны носить системный характер и занимать равное положение с процессами эксплуатации недр.

Список использованной литературы

1. Андерсон Р. К. Экологические последствия загрязнения нефтью / Р. К. Андерсон, А. Х. Мукатанов, Т. Ф. Бойко // Экология, 1980. – №6.
2. Кузнецов Ф. М. Рекультивация нефтезагрязненных почв / Ф. М. Кузнецов, А.П. Козлов, В. В. Середин, Е. В. Пименова. – ПГСХА: Пермь, 2003. – 196 с.
3. Булатов А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А.И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – М. : Недра, 1997. – 483 с.
4. Буланова А.В., Грецова И.В., Муратова О.В. Исследование сорбционных свойств сорбентов, применяемых для очистки почв от нефтяных загрязнений // Вестник СамГУ, Химия, 2005. – № 3(37).

5. Хазиев Ф. Х., Фахтиев Ф. Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активизация разложения нефти // *Агрохимия*, 1981. – Т. 1. – № 10.

6. Иларионов С.А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв / С.А. Иларионов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2004. – С. 194.

7. Исмаилов Н. М. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель / Н. М. Исмаилов, Ю. И. Пиковский // *Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем*. – М. : Наука, 1988.

8. Шилова И. И. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны / И. И. Шилова // *Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем* : Сб. науч. тр./ М. : – Наука, 1988.

9. Пиковский Ю. И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах/ Ю. И. Пиковский // *Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем*: Сб. науч. тр./ М. : Наука, 1988.

10. Рекультивация нефтезагрязненных земель [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.findpatent.ru/patent/233/2331489.html#>.

УДК 536.212

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. СИСТЕМА ПРОТИВООБЛЕДЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО МОДУЛЯ

Долгошеев В.В., аспирант кафедры «Электрические станции сети
и системы электроснабжения»

Крылова Ю.Е., студент магистратуры кафедры
«Теоретическая и прикладная химия»

Мирошниченко А.А., студент магистратуры кафедры «Электрические станции
сети и системы электроснабжения»

Южно-Уральский государственный университет

В статье описывается и демонстрируется электротепловая система противообледенения, использующая эффект теплопроводности в твердых телах, и предназначенная для очистки лицевой поверхности солнечного модуля от снега и наледи в условиях низких температур (ниже нуля градусов по Цельсию), а также в период смешанных осадков. Рассматриваемая проблема заключается в том, что в холодных климатических условиях с непредсказуемыми смешанными осадками для бесперебойной эксплуатации все шире применяемых солнечных модулей вопрос применения систем обогрева их рабочей поверхности становится актуальным. В связи с этим рассмотрены существующие и разрабатываемые альтернативные методы удаления наледи и снега с рабочей поверхности солнечных модулей, обоснована существенная необходимость применения предлагаемой системы. В представленной системе противообледенения размещение и функции основных элементов нацелены на повышение эффективности работы системы при выпадении осадков на его поверхность. Подробно показана и описана конструкция многослойной структуры системы противообледенения. Демонстрируются успешные экспериментальные данные полевых испытаний рабочей электротепловой системы противообледенения солнечного модуля в климатических условиях Южного Урала. Наглядно показано, что электротепловая система противообледенения солнечного модуля, питаемая от аккумуляторных батарей, может увеличить время непрерывной работы солнечных модулей в период выпадения смешанных осадков.

Ключевые слова: солнечный модуль, противообледенительная система, теплопередача, нагрев, низкие температуры, обледенение, эффективность использования.

**RENEWABLE SOURCES OF ENERGY.
SYSTEM OF SOLAR MODULE CONSISTENCY**
Dolgosheev V.V., graduate student of the pulpit «Electric stations of the
network and power supply system»

Krylova Y.E., student of the magistracy of the pulpit «Theoretical and Applied Chemistry»

Miroshnichenko A.A., student of the magistracy of the pulpit «Electric stations of the network and power supply system»

South Ural State University

The paper describes and demonstrates the electro-thermal anti-icing system using the thermal conductivity effect in solids and designed to remove snow and ice from the front surface of the solar panel both at low temperatures (below zero degrees centigrade) and heavy mixed precipitations. We considered the problem of de-icing the widely used solar panels by heating the front surface for uninterrupted usage. This problem becomes actual with the requirement of heating system in the cold climate especially with mixed precipitations. We showed the known and being developed alternative approaches for cleaning the operating surface of solar panels from ice and snow and considered the significant need for the proposed system application. The location and functions of key components of the presented anti-ice system, are practically optimized to increase the efficiency in case of precipitation fallout on its front surface. The design of the multilayer structure of anti-icing system is shown and described in details. We also demonstrated the successful experimental field testing data of operating electro-thermal anti-icing system of solar panel in South Ural climatic conditions. We also showed that the electro-thermal anti-ice system of solar panel powered from batteries, may increase the time of uninterrupted operation of solar panel during the mixed precipitations.

Keywords: Solar module, deicing system, heat transfer, heating, low temperatures, icing, efficiency of use.

XXI век – это век технологий и информации. Наука каждый день вносит в наши жизни новые знания, а научный прогресс воплощает их в жизнь. Ценнейший ресурс любого развития – это энергия. Она необходима, как для работы небольшого уличного фонаря, так и для работы мощнейшего коллайдера. Неудивительно, что человек год от года прикладывает все больше усилий для увеличения выработки электроэнергии. Ученые и инженеры уже давно научились извлекать и использовать энергию из того, что окружает нас постоянно и никогда не иссякнет. Это ветер, Солнце, вода, тепло Земли – возобновляемые источники энергии [1]. Возобновляемая энергетика при должном развитии не только может составить конкуренцию традиционным технологиям, но и полностью заместить их, выводя государственные энергобалансы на новые уровни. Одно только Солнце ежедневно приносит в наш мир столько энергии, сколько хватит всему Земному шару на целый год [2].

Именно солнечная энергетика является одной из самых перспективных и конкурентоспособных отраслей в нетрадиционной энергетике [3]. Преобразовывать энергию солнечного света можно в различные виды – тепловую, электрическую, химическую. Существуют различные типы установок для получения энергии на базе солнечного излучения, но наибольший интерес представляют собой фотоэлектрические преобразователи или солнечные модули, – именно они получили наибольшее распространение [4].

Солнечные модули, ориентированные на прием солнечной радиации с использованием фотоэлектрического эффекта, просты в обслуживании и эксплуатации. На сегодняшний день их применяют для выработки электроэнергии практически во всех странах мира, как для магистрального сетевого, так и удаленного автономного питания потребителей, с соответствующей автоматикой [5].

1. Необходимость внедрения электротепловой системы противообледенения солнечного модуля

Все чаще установки по выработке электроэнергии за счет солнца находят свое применение не в жарких странах, где круглый год лето, а, напротив, в странах, где температура окружающей среды может изменяться с большой динамикой. В данных случаях имеют место непредсказуемые сезонные осадки, которые могут в значительной

степени повлиять на работоспособность солнечных модулей, вплоть до полного прекращения выработки электроэнергии. Такими осадками могут быть дождь, снег и их комбинации. Само занесение снегом маловероятно, в преимущественном большинстве случаев в странах, где могут наблюдаться осадки в виде снега, угол установки солнечных панелей достаточно велик и обеспечивает пассивную защиту рабочей поверхности солнечного модуля от занесения посредством гравитации.

Проблема возникает при смешанных осадках, когда можно наблюдать снег и дождь одновременно. В таком случае снежная масса задерживается на поверхности солнечного модуля, тем самым затеняя рабочие элементы системы. При дальнейшем снижении температуры окружающей среды образуется ледяная корка. Также ледяная корка на поверхности солнечного модуля может образоваться в связи с таянием снега на поверхности солнечного модуля путем нагревания его солнечными лучами. Поскольку выработка электроэнергии солнечным модулем напрямую зависит от рабочей площади модуля, при наличии обледенения или снежного покрова генерация электрической энергии может значительно снизиться или прекратиться вообще.

Таким образом, для бесперебойной эксплуатации солнечных модулей в холодных климатических условиях с непредсказуемыми смешанными осадками вопрос применения систем обогрева рабочей поверхности становится наиболее актуальным по аналогии с [6].

2. Существующие устройства противообледенительных систем солнечных модулей

Анализ литературы показал, что на сегодняшний день спектр предлагаемых решений проблемы обледенения солнечных модулей не так широк в сравнении с другими устройствами на основе возобновляемых источников энергии [7–11]. Наиболее простым вариантом, предотвращающим обледенение, является пассивный способ, основанный на вертикальной установке солнечного модуля. Снег практически не задерживается на поверхности, расположенной под углом 90° . Однако в такой ситуации производительность солнечных модулей чрезвычайно низка из-за несоответствия угла падения солнечных лучей с оптимальным углом установки модулей [2] или при отсутствии соответствующей системы управления [12]. Научным коллективом Южно-Уральского Государственного Университета предложено несколько способов борьбы с наледью и занесением снегом.

Первый способ основан на использовании пленочных электронагревателей, где источником питания является переменный ток. Разработчиками предлагается система, принцип работы которой заключается в передаче тепла с помощью инфракрасного излучения на лицевую поверхность солнечного модуля [7, 9]. Рабочий элемент в виде пленочного лучистого электронагревателя (ПЛЭН) расположен под лицевой панелью солнечного элемента вплотную к ламинированной пленке, тыльная сторона ПЛЭН покрывается фольгированным изолятом или иным покрытием для уменьшения потерь и повышения эффективности системы. Инфракрасные пленочные нагреватели излучают тепловую составляющую солнечного света с длиной волны 15 мкм. Это излучение в виде тепловой энергии поглощается внутренней поверхностью солнечного модуля и методом теплопередачи передается на лицевую часть, вызывая таяние льда или наледи и предотвращая образование ледяной корки [7].

Этими же авторами разработана еще одна система противообледенения, работа которой основана на свойстве ультразвукового излучения определенной частоты разрушать лед. Система расположена внутри модуля по аналогии с [13] и [14], и представляет собой линейные батареи ультразвуковых излучателей и системы управления, которая включает излучатели в соответствии со степенью обледенения рабочей поверхности, при этом источником питания противообледенительной системы и системы управления является аккумулятор, заряжающийся от солнечных модулей [5].

Канадская компания «Isolara Energy Services» [22] предлагает достаточно эффективную технологию удаления льда с солнечных элементов. Действие системы основано

на наличии ветра и эффекте Вентури. В состав конструкции входят 4 солнечных модуля и устройство, предназначенное для концентрации и усиления воздушного потока. Воздушный поток, проходя через сужающиеся трубки, ускоряется и сдувает снег с поверхностей панелей. Большим недостатком устройства является необходимость наличия ветра. Очевидно, что при установке солнечных модулей на маловетренных или безветренных территориях эффективность описанной конструкции будет низкой. Кроме того, в период смешанных осадков «снег с дождем» эффективность системы стремится к нулю без обогрева нагнетаемого воздуха. Более того, наледь на поверхности модуля при работе данной системы только увеличивается, тем самым усугубляя состояние модуля.

Третий, наиболее эффективный способ противообледенения, где источником питания системы является сама аккумуляторная батарея солнечного модуля, а не дополнительные сети переменного тока, представлен в настоящей статье.

3. Электротепловая система противообледенения солнечного модуля

Предлагается система, принцип работы которой заключается в передаче тепла на лицевую поверхность солнечного модуля. На рис. 1 проиллюстрирована и ниже подробно описана конструкция электротепловой системы противообледенения, установленной в солнечный модуль.

Рабочий элемент в виде токопроводящего контура (ТК) 4 уложен под лицевую панель 3 солнечного элемента 2, после изготовления основной рабочей структуры модуля, вплотную к монолитному корпусу, тыльная сторона ТК 4 покрывается фольгированным изолятором 6, финальный слой представляет собой плотно уложенный пенопласт 5 или иной теплоизолирующий материал для уменьшения тепловых потерь и повышения эффективности системы. Питающие кабели ТК могут быть соединены как с механическим переключателем для ручного включения-выключения нагревателя, так и с системой автоматического регулирования при наличии соответствующих датчиков наличия осадков (снега, наледи), температуры и т. д., в зависимости от степени автоматизации системы. Сами шиносоединительные провода солнечного модуля 1, с которых снимается напряжение, выведены для дальнейшего подключения их к системе управления.

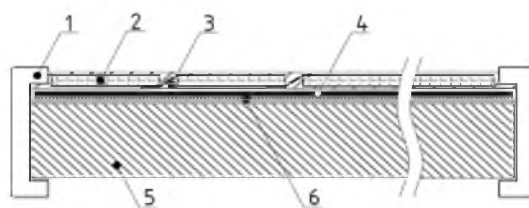


Рис. 1. Устройство системы обогрева (внутренние элементы солнечного модуля)

Тепловая энергия поглощается внутренней поверхностью солнечной батареи методом простой теплопередачи и передается на лицевую часть, вызывая таяние льда или наледи и предотвращая образование ледяной корки.

4. Экспериментальные исследования элементов системы

Цель эксперимента заключалась в проверке гипотезы натурным экспериментом и измерении параметров системы. Место проведения – г. Челябинск с координатами: 55°09'14"с.ш., 61°25'44" в.д. Высота над уровнем моря: 239 м. Основой установки явился фотоэлектрический модуль и электротепловая система (табл. 1).

Таблица 1

Технические характеристики солнечного модуля и системы обогрева

Тип модуля	50С
Мощность, Вт	50
Напряжение холостого хода, В	22
Ток короткого замыкания, А	3,07
Габариты, мм	720x550x35
Мощность обогрева, Вт·ч (12В x 1,25А)	15

Солнечный модуль с аккумулятором и датчиками был установлен под углом в 55° на солнечную сторону, что является оптимальным углом наклона для широты г. Челябинска (рис 2, 3). Температура окружающей среды во время эксперимента -7°C . Панель была покрыта ледяной коркой и запорошена снегом, общей толщиной примерно 10–17 мм. Начало эксперимента в 15:00, конец в 16:00 местного времени.

Из эксперимента видно, что работоспособность системы противообледенения подтверждается. За 60 минут работы электротепловой системы оттаяло более 15 мм снежно-ледяного покрова по всей площади модуля при общих энергозатратах в 15 Вт·ч



Рис. 2. Внешний вид солнечного модуля в начале эксперимента

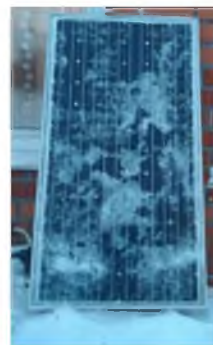


Рис. 3. Внешний вид солнечного модуля в конце эксперимента

Электротепловая система противообледенения солнечного модуля может увеличить время непрерывной работы солнечных модулей в период выпадения смешанных осадков, имея питание от аккумуляторных батарей.

Высокая степень надежности, относительно невысокая стоимость и простота системы, а также небольшая потребляемая мощность дает ей больше преимуществ по сравнению с другими способами очистки солнечных модулей. Предложенная система является абсолютно безопасной, поскольку действует от локального источника постоянного тока напряжением 12 В.

Описанная электротепловая система противообледенения солнечного модуля более эффективна, чем инфракрасная система противообледенения, описанная выше [7], – при прочих равных условиях вместо 70 Вт [7] достаточно всего 15 Вт электрической энергии. При этом время оттаивания поверхности модуля с предложенной системой возросло в 3 раза по сравнению с инфракрасной системой противообледенения [7], однако с учетом снижения мощности система эффективна, поскольку даже при частичном отоплении (ориентировочно с 20 % поверхности) модуль начинает генерировать электрическую энергию с рабочим напряжением, используя при этом постоянный ток, а не переменный, как в первом случае [7].

Список используемой литературы

1. Соломин, Е.В. Возобновляемые источники энергии. Новые возможности человечества / Е.В. Соломин // Альтернативная энергетика и экология. – М. : НИИЭС, 2013 – №10(132). – С. 38–40.
2. Кирпичникова, И.М. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие к практическим занятиям / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ. – 2009. – 50 с.
3. Solomin, E.V. Photovoltaic or wind solution / E.V. Solomin // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2011. – № 11. – С. 38–40.
4. Solomin, E.V. Joint scientific research of Russian and German scientists in renewable energy / E.V. Solomin // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2011. – № 11. – С. 82–88.

5. Волович, Г.И. О развитии средств автоматизации в энергетике с использованием возобновляемых источников энергии / Г.И. Волович, Е.В. Соломин и др. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2013. – № 9(131). – С. 59–64.
6. Соломин, Е.В. Итерационный подход в разработке и оптимизации вертикально–осевых ветроэнергетических установок / Соломин Е.В. Кирпичникова И.М. Мартыянов А.С. // Электротехника. Электротехнология. Энергетика: сб. тр. науч.-практич. конф. – Новосибирск : НГТУ, ЭЭЭ-2015, 2015. – С. 92–95.
7. Соломин, Е.В. Противообледенительная система солнечного модуля на основе инфракрасного излучателя / Е.В. Соломин, В.В. Долгошеев, М.А. Ларцев // Альтернативная энергетика и экология. – М. : НИИЭС, 2015. – № 2. – С. 10–15.
8. Соломин, Е.В. Противообледенительная система лопасти ВЭУ на основе ультразвукового излучения / Е.В. Соломин, В.В. Долгошеев, И.А. Васильев // Альтернативная энергетика и экология. – М. : НИИЭС, 2015 – № 5. – С. 19–23.
9. Кирпичникова, И.М. Сопряжение ВЭУ малой мощности с пленочным электронагревателем для обогрева помещений / И.М. Кирпичникова, И.Н. Панасюк, Е.В. Соломин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2009. – Вып. 12. – №34. – С. 78–81.
10. Сироткин, Е.А. Электромеханическая система аварийного торможения ветроэнергетической установки / Соломин Е.В., Сироткин Е.А., Козлов С.В. // Электротехнические системы и комплексы. – 2016. – № 1 (30). – С. 19–23.
11. Сироткин, Е.А. Результаты испытаний и эксплуатации вертикально-осевых ветроэнергетических установок / Соломин Е.В., Сироткин Е.А., Соломин Е.Е. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2015. – № 3 (15). – С. 70–83.
12. Мартыянов, А.С. Контроллер заряда ветроэнергетической установки / А.С. Мартыянов, Е.В. Соломин // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2010. – №1. – С. 106–109.
13. Соломин, Е.В. Технические особенности и преимущества ветроэнергетических установок / Е.В. Соломин, Р.Л. Холстед // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2010. – № 1. – С. 36–41.
14. Halstead, R. Technical features and advantages of SCR–Vertical wind turbines / Halstead R., Solomin E. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2010. – № 1. – С. 36–41.
15. Мартыянов А.С. Имитационная модель системы освещения на основе фотоэлектрического преобразователя и аккумуляторной батареи / А.С. Мартыянов, Е.С. Бодрова, А.Ю. Дюрягин, Д.В. Коробатов // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2016. – № 23–24. – С. 21–33.
16. Пронин, Н.В. Разработка математической модели ветроэнергетической установки мощностью 3 кВт производства ООО «ГРЦ–Вертикаль в пакете Matlab / Н.В. Пронин, А.С. Мартыянов, Е.В. Соломин // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2011. – № 5. – С. 41–44.
17. Возмилов, А.Г. Анализ причин разбалансировки аккумуляторных батарей / А.Г. Возмилов, Е.В. Соломин и др. // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2012. – № 11(115). – С. 65–68.
18. Соломин, Е.В. Основы методологии разработки вертикально–осевых ветроэнергетических установок / Е.В. Соломин // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2011. – № 1. – С. 18–39.
19. Martyanov, A.S. Development of control algorithms in Matlab/Simulink / A.S. Martyanov, E.V. Solomin, D.V. Korobatov // International Conference on Industrial Engineering. – 23.11.2015. – Chelyabinsk. – Procedia Engineering Journal. – Volume 129, 2015, Pages 922–926 (Journal reference: PROENG27157. PII: S1877–7058(15)03968–5)

DOI: 10.1016/j.proeng.2015.12.135.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815040199>.

20. Соломин, Е.В. Экономические аспекты гибридных ветро-солнечных установок малой мощности / Е.В. Соломин // Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – Саров, 2012. – № 2(106). – С. 71–77.

21. Сироткин, Е.А. Эффективные методы регулирования мощности устройств на основе ВИЭ / Коробатов Д.В., Мартыанов А.С., Соломин Е.В., Сироткин Е.А. // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2016. – № 11–12 (199–200). – С. 69–78.

22. Официальный сайт компании «Isolara Energy Services» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.isolara.com/our-solutions/our-technology>; <http://www.tesla-tehnika.biz/samoochistka-batarei-venturi.html>.

УДК 005.93

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Киселёв А.В., магистрант направления «Техносферная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

В статье рассмотрены основные концепции управления производством, которые могут помочь предприятиям различного масштаба, повысить свою эффективность.

Ключевые слова: бережливое производство, быстро реагирующее производство, активное производство, методологии, инновации.

MODERN CONCEPTS OF PRODUCTION MANAGEMENT

Kiselev A.V., graduate student of «Technosphere security»

Timofeeva S.S., doctor of technical sciences, professor

Irkutsk National Research Technical University

The article deals with the basic concepts of production management, which can help enterprises of different scale, improve their efficiency.

Keywords: Lean production, fast-reacting production, active production, methodologies, innovations.

В условиях быстроразвивающейся экономики и высокого уровня конкуренции, основными задачами каждого предприятия являются не только повышение своих позиции на рынке, но и непрерывное развитие. Для этого необходимо повышать эффективность предприятия по всем направлениям деятельности. В первую очередь, это будет происходить за счет оптимизации затрат, повышения производительности имеющихся ресурсов, а также улучшения качества выпускаемой продукции.

Первая рассматриваемая нами концепция – бережливое производство, основные идеи которого были предложены еще Генри Фордом и применялись на заводах компании «Ford» в 20-е годы прошлого столетия, но впервые в полном объеме методы бережливого производства были сформулированы и реализованы в Японии. В компании «Toyota» была создана система, цель которой – сократить или ликвидировать деятельность, потребляющую ресурсы и не добавляющую ценности, то есть ту ценность, за которую потребитель не желает платить.

Сегодня эта система известна как производственная система Toyota (Toyota Production System – TPS), принципы и инструменты которой нашли отражение в ее американском варианте – системе бережливого производства (Lean Production). Многие из элементов были еще в советском варианте – научной организации труда (НОТ).

В рамках производственной системы компании Тойота были выделены 7 видов потерь:

- перепроизводство;
- ожидание;
- лишняя транспортировка;

- излишняя обработка;
- запасы;
- ненужные перемещения;
- дефекты.

При использовании бережливого производства устранение потерь и оптимизация процессов производства осуществляются постоянно. Усовершенствование осуществляют все работники, а не только высококвалифицированные специалисты.

Для практического внедрения бережливого производства используются различные инструменты:

- Система TPM (Total Productive Maintenance) – всеобщий уход за оборудованием;
- Карта потока создания ценности продукта;
- Система 5S (сортировка, соблюдение порядка, содержание в чистоте, стандартизация и совершенствование);
- Кайдзен (kaizen) – непрерывное совершенствование;
- Визуализация;
- «Пока-ёка» – метод предотвращения ошибок;
- JIT (just in time – «точно вовремя») и др.

Сегодня концепция Lean Production используется в тысячах компаний, занимающихся производством, и даже, в организациях, не связанных с промышленностью, такими как сфера услуг, банковский сектор, розничная торговля и другие. [2]

Следующая концепция – быстореагирующее производство (Quick Response Manufacturing, QRM), которая была сформирована американским математиком Раджан Сури и подробно описана в его монографии вышедшей в свет в 1998 году. Эта методология появилась под влиянием следующих тенденций:

- Развитие систем автоматизированного проектирования и производства (CAD/CAM), позволяющим компаниям разрабатывать продукцию «под клиента», а потом производить ее без высоких дополнительных расходов.
- Развитие интернета, позволяющего клиенту без особого труда оценивать огромное количество функций и делать свой выбор.

Данные тенденции предсказали рост спроса на небольшую по объему и крайне разнообразную продукцию с такими функциями, которые пожелают сами заказчики/покупатели.

Итак, быстореагирующее производство (QRM) – это стратегия, необходимая для сокращения времени выполнения заказа, охватывающая все предприятие, цель которой заключается в том, чтобы сократить время выполнения заказа за счет всех операций компании, как внутренних, так и внешних.

Почему скорость выполнения заказа является основополагающим понятием QRM отлично иллюстрирует простой пример (рис. 1). Данные на графике взяты из реальных показателей компании Midwest. Синим цветом показано реальное время выполнение заказа (когда кто-то делает работу), белым – общее время выполнение заказа.

Обычный заказ лежит 5 дней в отделе приема заказов, прежде чем его отправят на производство, потом уходит 12 дней находится на изготовление компонентов, 9 дней на сборку и 8 дней на то, чтобы уже выполненный заказ упаковали и отправили заказчику. В итоге на выполнение заказа уходит 34 дня (белый цвет). Если сложить участки серого цвета, то получим 19,5 часов, т. е. меньше 3 дней при восьмичасовом рабочем дне. Остальное время – это когда данной работой никто не занимается. По словам Сури, данное соотношение не является случайным, во многих производственных проектах реальное время работы составляет менее 5 % от времени выполнения заказа.

Бережливое производство и другие похожие методологии, основанные на снижении затрат, направлены на сокращение реального времени работы, QRM ориентирован на снижение всего времени выполнения заказа.

Быстореагирующее производство ориентировано на снижение всего времени выполнения заказа, именно этот принцип потенциально дает гораздо больший эффект, поскольку именно простои между реальными работами над заказом занимают большую

часть времени. Снижение времени выполнения заказа, как правило, понижает стоимость продукта, повышает его качество и делает всю компанию более конкурентоспособной. [3]

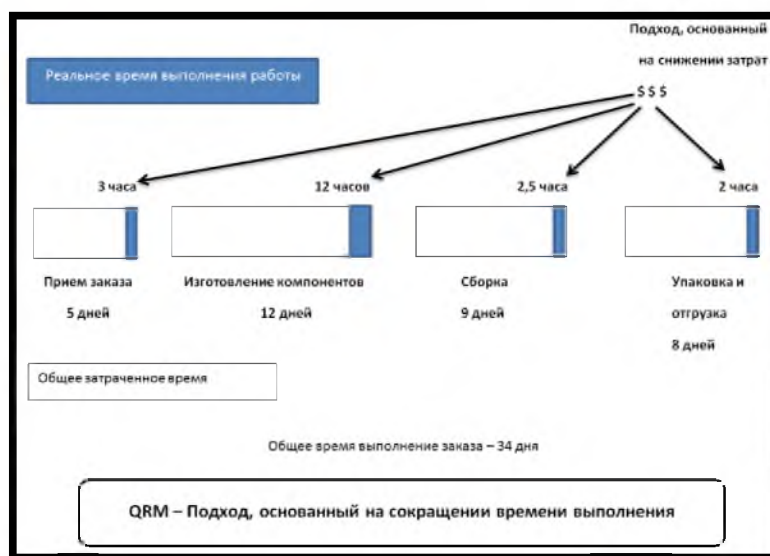


Рис. 1. Основы QRM подхода

На данный момент успешных примеров внедрения и использования системы QRM в России немного, но по прогнозам аналитиков время для QRM в России еще придет.

Сегодня российские предприятия отчаянно пытаются внедрить и использовать методики бережливого производства в своих организациях, которые уже на протяжении 30 лет применяют за рубежом. Но в мире зреет новая технология, способная вызвать ажиотаж в кругах отечественных производителей — активное производство (agile manufacturing). С его помощью можно легко перестроить любое производство на вид изделий совершенно отличных от начальных с минимальными потерями.

Что же такое активное производство? Активное производство представляет очень интересный подход к развитию конкурентного преимущества на сегодняшнем рынке. Основной акцент направлен на быструю реакцию производителя на изменчивый спрос клиента, превращая гибкость и маневренность в основное конкурентное преимущество.

Активное производство на данный момент является эффективной стратегией, так как решает следующие вопросы, связанные с потребителями:

- Потребители любят мгновенное удовлетворение своих потребностей. Они все больше привыкают к этому и готовы платить за это. Например, при заказе доставки еды на дом, предпочтение уйдет самой быстрой фирме.
- Потребители любят выбирать и они предпочитают получать продукт именно таким, каким они хотят и без компромиссов.
- Потребители непостоянны. Изменение их интересов движется непредсказуемо.

Активное производство признает реалии современного рынка и превращает их в конкурентное преимущество. Agile manufacturing имеет особое значение для изготовителей в странах с большими, хорошо развитыми местными рынками и высокими затратами на оплату труда (например, Соединенные Штаты). Это усиливает близость к рынку, поставляя продукты с беспрецедентным уровнем скорости и персонализации, которая просто не может быть подобрана оффшорными конкурентами. Это делает местное производство конкурентным на рынке.

Ключевые элементы Agile Manufacturing:

- Модульная конструкция продукта (проектирование продукции по модульному принципу, что позволяет им служить в качестве платформы для быстрого и легкого изменения);
- Информационные технологии (автоматизация быстрого распространения информации в рамках всей компании, чтобы обеспечить молниеносный отклик на заказы);
- Корпоративные партнеры (создание виртуальных краткосрочных альянсов с другими компаниями, которые позволяют улучшить время выхода на рынок);
- Знание культуры (инвестиции в обучение персонала для достижения культуры, которая поддерживает быструю смену и постоянную адаптацию) [6].

Таким образом, в компаниях, использующих активное производство, основное внимание уделяется минимизации потерь от возможных, неожиданных негативных изменений, таких как потеря контрактов или рынка производимого изделия. Одновременно, междисциплинарная, быстро расширяемая, команда и разветвленная партнерская сеть создают предпосылки для того, чтобы быстро реагировать на неожиданно открывающиеся возможности.

Рассмотренные нами методологии отличаются, в первую очередь, целевой установкой. В бережливом производстве деятельность нацелена на создание большего с помощью минимальных средств, то есть это выявление потерь и их ликвидация. Цель QRM – уменьшение времени цикла производства от получения заявки и до сдачи продукта заказчику. Активное производство ставит своей целью совершенствование возможностей для работы в условиях неопределенности и изменчивости рынка.

Следующим критерием для выбора той или иной методики управления производством является объем производства. При серийном производстве, где главной задачей стоит минимизация расходов, следует использовать бережливое производство. Когда предприятие производит небольшие партии товара, то оно ориентируется на скорость и ему необходимо применять QRM. Если фирма выполняет индивидуальные заказы, то она может выбрать активное производство.

При внедрении инновации легче будет компаниям, практикующим активное производство, труднее – бережливое производство, так как одна из положительных сторон agile manufacturing – способность работать во всегда изменяющемся поле, разбираясь с индивидуальными проблемами. Ниже приведена таблица основных различий рассмотренных методик (табл. 1) [4]

Таблица 1

Сравнительная характеристика концепций управления производством

Фактор	Бережливое производство (Lean Manufacturing, LM)	Быстрореагирующее производство (Quick Response Manufacturing, QRM)	Активное производство (Agile Manufacturing, AM)
Стратегический ориентир	Оптимизация и сокращение потерь (муды)	Скорость выполнения заказа	Эффективные действия в условиях высокой неопределенности
Тип производства	Крупносерийное и массовое	Средне и мелкосерийное	Мелкосерийное и индивидуализированное
Уровень персонализации продукта и услуг	Низкий – средний	Средний – высокий	Высокий
Уровень использования ресурсов	100 %	80 %	>100 % (использование сторонних ресурсов)
Инновационный потенциал	Низкий – средний	Средний – высокий	Высокий

Список использованной литературы

1. Вумек Джеймс П., Джонс Даниел Т. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – Москва : Альпина Паблишер, 2014. – 472 с.
2. Дырина Е. Н., Гаврикова Н. А. Теория и практика внедрения системы 5С // Качество – стратегия XXI века : сборник научных трудов XVIII Международной научно-практической конференции, Томск, 9–12 Декабря 2013. – Томск : ТПУ, 2014. – С. 80–84.

3. Раджан Сури. Время – деньги. Конкурентное преимущество быстрореагирующего производства. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 328 с.
4. Современные методологии управления производством // «Хабрахабр» — социальное СМИ об IT [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://habrahabr.ru/post/234687/> (дата обращения: 25.10.2017 г).
5. Эдвардс Деминг. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами. – Москва : Альпина Паблишер, 2014. – 417 с.
6. Agile Manufacturing // Leanproduction.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.leanproduction.com/agile-manufacturing.html> (дата обращения: 25.10.2017г).

УДК 504.062.2

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В РОССИИ

Кубаев Р. В., магистрант программы «Управление техносферной безопасностью»

Шадрин Р.О., к.т.н, доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова

Рассмотрены актуальные проблемы утилизации изношенных автомобильных шин с получением резиновой крошки как сырья для резинотехнических изделий

Ключевые слова: экология, автомобильные шины.

SOLUTION ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEM OF THE ACCUMULATION OF AUTOMOBILE TIRES IN RUSSIA

Kubaev R. V., master of the program «Risk Management»

Shadrin R.O., Ph.D., Associate Professor of the Department of «Technospheric Security»

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Actual problems of using worn-out tires with rubber crumbs as a raw material for rubber products

Key words: ecology, automobile tires.

Товар (продукт), утративший свое потребительское свойство, называется – отход производства и потребления.

В современном мире человеческая жизнедеятельность способствует стремительному образованию различного вида отхода, в частности, одной из которых являются изношенные автомобильные шины. Как известно, в современном обществе, автомобиль представляет собой необходимый атрибут повседневной жизни почти каждого человека и имеет тенденцию к ежегодному росту. Вследствие, наблюдается проблема накопления огромного количества изношенных шин, где решением будет являться их утилизация.

В Российской Федерации ежегодное образование использованных автомобильных покрышек более 1 млн тонн [2]. Наибольший объем образования автопокрышек приходится на Москву и Санкт-Петербург, где вопрос состоит особо острым. Использованная шина представляет собой длительный и пагубный источник воздействия на окружающую среду:

- обладает повышенной стойкостью к разложению;
- огнеопасна при возгорании, так как ее довольно сложно потушить, а образование едкого дыма в процессе горения оказывает пагубное влияние на окружающую природную среду и человека;
- огромная масса автомобильных покрышек может служить средой обитания мелким грызунам и насекомым, которые могут являться носителями опасной инфекции.

Следовательно, возникает вопрос какому способу избавления от таких количеств автопокрышек имеет место быть? Сжигание категорически запрещается, захоронение не целесообразно, остается лишь переработка. Поскольку в изношенных автопокрышках содержатся полезные сырьевые составляющие: каучук, металл и текстильный корд.

Стремительный рост количества автотранспорта в городах нашей страны порождает проблему в утилизации использованных автомобильных шин. Как правило изношенные автопокрышки выбрасываются на несанкционированную свалку, лесополосу, около гаражного кооператива и приусадебном участке, а за редкими случаями сжигаются или вывозятся на полигоны для бытовых отходов, где подвергаются процессу разложения около ста лет, выделяя при этом токсичные вещества (рис. 1). К тому же, составляющая шины из резины имеет высокую пожароопасность, а отсутствие правильных функционирующих систем по их утилизации, могут нанести серьезные последствия для окружающей среды и населения.

Судя по тому, как происходит постоянное и стремительное накопление использованных автошин, а их разложение в окружающей среде при выбрасывании занимает более ста лет, то в недалеком будущем это может привести большим проблемам. Уже, на территориях РФ в настоящее время ежегодно образуется более 1 млн тонн шин. Можно предположить, что со временем состояние окружающей среды и населения будет только усугубляться [2].

На данный момент в мире существуют различные методы переработки резинотехнических изделий (табл. 1). Одними из распространенных, доступных и рациональных методов, по праву можно считать: физико-механический, физико-химический и термический метод.



Рис. 1. Несанкционированное размещение изношенных автопокрышек

Таблица 1

Методы переработки резинотехнических изделий

№ п/п	Технология утилизации	Используемые методы
1	Физико-механическая	• дробление; • сепарация; • седиментация; • фильтрация; • флотация.
2	Физико-химическая	• осмотические и мембранные; • сорбирование; • электромагнитное и электрохимическое воздействие; • химическая иммобилизация.
3	Термическая	• огневая обработка; • пиролиз; • плазменное разложение; • эвапорация.
4	Биологическая	• аэробное разложение; • анаэробное разложение.
5	Депонирование	• захоронение на полигонах

Среди данных методов, физико-механическая переработка рассматривается как наиболее экономически выгодная технология. Потому, как в процессе переработки шин данным методом можно получать резиновую крошку вместе с ломом черного металла низкого качества и текстильный корд. Экструзионное измельчение позволит получать резиновую крошку размерностью 0,2–5,0 мм, из которой в дальнейшем возможно изготовление различных резинотехнических изделий.

Использование данного метода по сравнению с другими, принесёт низкое энергопотребление на ее реализацию и обеспечение низкой себестоимости за счет выхода вторичного сырья [1]. Если поставить вопрос о том, как использовать резиновую крошку, то можно найти множество направлений по ее использованию. Среди них следует отметить производство тротуарных плиток на основе резиновой крошки, в которую будут входить 100 % отходы автошин. Все это обеспечит защиту окружающей среды и населения от горючих, вредных отходов, а для переработчиков – стабильный доход.

Новизна заключается в отсутствии мобильных переработчиков, так как в России существуют лишь стационарные заводы по переработке автошин. Как известно, территория нашей страны очень обширна и помимо крупных мегаполисов вместе с городами-столицами регионов, имеются также множество прочих населенных пунктов, в которых наблюдается проблема скопления большого количества изношенных автошин. Поэтому, предлагаемые мобильные комплексы смогут удовлетворить данную потребность.

В завершение данной статьи хотелось бы отметить, что Россия стремится решить важные экологические проблемы связанные с накоплением отходов производства и потребления. Однако, за счет наличия только стационарных заводов в крупных городах – не обойтись. Поскольку по всей территории страны в целом, ощущается нужда в мобильных комплексах по переработке изношенных автомобильных шин.

Список использованной литературы

1. Электронная статья: Переработка и утилизация отходов резины и изношенных автомобильных шин (покрышек) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clean-future.ru/info-pererabotka-i-utilizaciya-otxodov-reziny-i-iznoshennyh-avtomobilnyh-shin-pokryshek.html>.

2. Электронная статья: Переработка изношенных автомобильных покрышек в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://msd.com.ua/pererabotka-iznoshennyh-avtomobilnyh-pokryshek-v-rossii/problemy-nakopleniya-shin/>.

3. Электронная статья: Классификация резиновых отходов и способов их переработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://msd.com.ua/pererabotka-otxodov-proizvodstva/klassifikaciya-rezinovyh-otxodov-i-sposobov-ix-pererabotki/>.

УДК 504.5

МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Левкина Е.С., магистрант программы «Формирование пространственных систем в градостроительной и землеустроительной деятельности»

Петухова В.С., к.б.н., доцент

Тюменский индустриальный университет

Рассмотрена исторически сложившаяся радиационная ситуация в Курганской области и выделены основания её возникновения. Также обозначена проблема безопасной добычи урана в Курганской области.

Ключевые слова: радиационное загрязнение, мониторинг.

MONITORING OF THE RADIATION STATUS OF THE KURGAN REGION

Levkina E. S., master-student of the program «Formation of spatial systems in urban and land management activities»

Petukhova V. S., Dr. bio. Sc., associate professor

Tyumen Industrial University

Considered historically, the radiation situation in the Kurgan region and the identified reason for its occurrence. Also marked with the issue of safe uranium mining in the Kurgan region.

Key words: radiation contamination, monitoring

Цель – обзор проблемы радиационного заражения Курганской области.

Задача – изучить доступные материалы о деятельности ПО «Маяк» г. Озёрск, Челябинской области и другую сопутствующую информацию о радиационной обстановке в Курганской области.

Актуальность – применение ядерной энергии обладает негативными и позитивными сторонами; масштабное потенциальное радиационное загрязнение опасно для населения и территорий, на которой оно проживает, а также выбыванием этой площади из использования на длительное время и значительными отрицательными следствиями.

Земли Челябинской, Свердловской, Курганской областей по причине сбросов радиоактивных отходов (РАО) в реку Теча (1940–1950-е гг.), а также аварии на Производственном объединении «Маяк» (29.09.1957 г.), ветровым переносом радиоактивной пыли с оз. Карачай и атмосферными производственными выбросами объединения «Маяк» были радиоактивно загрязнены.

В настоящее время приняты следующие оценки поступления радионуклидов во внешнюю среду:

1) сброс жидких РАО в р. Теча в период 1949–1956 гг. оценивается в объёме 76 млн м³ сточных вод суммарной активностью 2,75 МКи. В составе сброса ⁹⁰Sr – 11,6 %; ¹³⁷Cs – 12,2%. Следует заметить, что вся документация по учёту сброса с радиохимического завода в р. Течу в период его пуска и освоения (1948–1951 гг.) была уничтожена, поэтому все основные данные для этого периода сбросов жидких РАО получены в середине 1950-х годов расчётным методом [1];

2) взрыв хранилища (банки №14) высокорadioактивных отходов 29 сентября 1957 г. Из выброшенных в атмосферу 20 МКи, загрязнение, оцениваемое в 18 МКи, выпало в районе промышленной площадки предприятия, а 2 МКи распространилось в северо-восточном направлении от промышленной зоны ПО «Маяк», образовав Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Протяжённость следа составляла около 300 км при ширине от 6 до 15 км. В составе выброса доля ⁹⁰Sr – 5,4%, а ¹³⁷Cs – меньше 1% [1];

3) в результате ветрового рассеяния радиоактивных донных отложений оз. Карачай в апреле-мае 1967г. было выброшено в атмосферу 0,6 МКи радионуклидов и рассеяно на значительной территории, образовав «Карачаевский след». В составе выброса: ⁹⁰Sr+⁹⁰Y – 34%; ¹³⁷Cs – 48% [1];

4) результаты радиационного мониторинга плутония (по изотопам ²³⁸Pu и ²³⁹⁺²⁴⁰Pu) показали, что, помимо аварийных ситуаций, одним из основных источников наличия плутония в окружающей среде ПО «Маяк» являются также регламентные технологические выбросы в атмосферу [1].

В свою очередь, Уральский регион покрыло радиоактивное пылевое облако, создав Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). ВУРС накрыл некоторые населенные пункты Свердловской, Челябинской областей и сформировался из-за взрыва емкости-хранилища высокорadioактивных отходов.

С октября 1951г. главный поток жидких радиоактивных отходов производства Маяк был направлен в естественное болото верхового типа Карачай (превратившееся в результате в искусственное озеро под названием «Водоём В-9»), где постепенно накопилось, по официальным данным, более 120 МКи активности, из них 40% ⁹⁰Sr и 60% ¹³⁷Cs. Радионуклиды до начала работ по засыпке водоёма распределились ориентировочно следующим образом: 7 % – в воде, 41 % – в суглинках ложа водоёма, 52 % – в подвижных донных отложениях [2].

В апреле 1967 г. были отмечены повышенные выпадения радиоактивных веществ в районе, прилегающем к промышленной зоне ПО «Маяк». Радиоактивные выпадения были обусловлены ветровым переносом радиоактивной пыли с оз. Карачай, вызванным необычными по сравнению со средними многолетними погодными условиями [2]:

– недостаточным количеством атмосферных осадков в течение зимнего периода времени 1966–1967 гг.;

- ранней и сухой весной;
- наличием сильных порывистых ветров [2].

По данным метеорологической станции предприятия, в течение декабря-марта выпало около 36 мм осадков, что составляло всего лишь 10 % средней многолетней нормы, характерной для этого периода времени. Ранняя весна привела к тому, что уже к 20 марта снеговой покров отсутствовал и верхний слой почвы был сухим. Дальнейшее повышение температуры способствовало прогреву почвы и возникновению условий повышенного пылеобразования. В связи с резким понижением уровня воды в водоёме Карачай произошло оголение береговой полосы озера и вовлечение в пылеобразование радиоактивных донных отложений [2].

Сложные метеорологические условия и продолжительное время действия источника поступления радиоактивных веществ в атмосферу вызвали загрязнение территории, расположенной в широком секторе с несколькими «языками» в соответствии с преимущественными в тот период времени направлениями ветров [2].

К настоящему времени водное зеркало оз. Карачай практически отсутствует (засыпано бетонными плитами и грунтом). Однако на глубине сохраняется линза загрязнённых вод, которая движется в направлении рек Мишеляк и Теча [2].

Радиоактивное загрязнение населенной местности, расположенной по берегам рек, Курганской и Челябинской областей случилось из-за слива жидких радиоактивных отходов в реку Теча. Таким образом получилось цепное загрязнение: река Теча → река Исеть → река Тобол → Северный Ледовитый океан.

По течению рек Теча и Исеть в области воздействия радиации оказались несколько районов Курганской области, приближенно загрязненная площадь равнялась 323,3 тыс. га [1].

Аварии на ПО «Маяк» стали причиной загрязнения лесного фонда на площади 39,4 тыс. га [3].

В 2015 году отдел радиологии «ЦЗЛ Курганской области» проводил работы по мониторингу радиационной обстановки в лесном фонде Курганской области в соответствии с утвержденным государственным заданием ФБУ «Рослесозащита» от 8 июня 2015 г [4].

Вся обследованная площадь (8002 га) имеет загрязнение до 1 Ки/км², 98,2% (7860 га) обследованных площадей оказались загрязнены Sr^{90} от 0,196 до 1,192 Ки/км² [4].

Были выделены 2 зоны загрязнения на площади 7860 га в том числе:

- от 0,15 до 0,99 Ки/км² – 7593 га;
- от 1,00 до 2,99 Ки/км² – 267 га [4].

Работа ПО «Маяк» была важна в первую очередь для стабилизации мировой обстановки и обеспечения защиты народа СССР, поэтому экологический аспект производства атомного оружия в стране отошёл на второй план. Чётко поставленных целей, как известно, добиваются, но какой ценой? Благополучные эксперименты, достижение намеченных мощностей, успешные испытания – всё свидетельствует о правильно принятых решениях и предпочтенном пути.

Моменты, обстоятельства, причины насаиваются повсеместно, а при таком скоплении интересов в одном пункте неминуемо вызывает упущения, недосмотры и неисправимые результаты.

Масштаб урона, нанесённого деятельностью ПО «Маяк», колоссален для областей, входящих в состав Уральского региона. Весь территориальный природный комплекс испытал и на долгое время впитал в себя влияние радиации. Всё от почвы до воздуха было радиационно заражено. Прошло уже достаточное количество времени, а отпечатки и следы деятельности ПО «Маяк» не только остались, но и не стёрлись. Конечно, действие радиации ослабло, но радионуклиды с длительным периодом распада всё ещё пребывают и обнаруживаются на селитебных территориях.

ПО «Маяк» действует по сей день и ведет свою работу по следующим направлениям: реакторное производство, радиохимическое производство, производство

радиоактивных изотопов, химико-металлургическое производство, приборно-механическое производство, строительство, наука, экология. Комплексный подход к устранению отрицательных последствий первого атомного проекта был предусмотрен на ФГУП «ПО «Маяк» мероприятиями Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года».

Также Зауральский урановый рудный район включает Курганскую область, на территории которой ведется добыча урана. Добровольное (Звериноголовский район), Далматовское (Далматовский район) и Хохловское (Шумихинский район) урановые месторождения разведаны в Курганской области. ЗАО «Далур» уран методом подземного выщелачивания добывает в Шумихинском и Далматовском районах. Вдобавок урановые залежи встречаются в Макушинском, Петуховском, Лебяжье-вском районах.

Следует отметить, что Курганская область причислена ко второй категории возможных радоноопасных местностей.

Список использованной литературы

1) Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года / Под ред. Ю. А. Израэля. – М. : ИГКЭ Росгидромета и РАН, Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2013. – 140 с.

2) Кыштымская трагедия, Восточно-Уральский Радиоактивный след. Клуб путешественников (КР 74) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kp74.ru/kyshtymskaya-avariya.html>

3) По следам радиационной катастрофы // Курганская областная общественно-политическая газета «Новый мир», выпуск 25.09.2007г.

4) Официальный сайт ФБУ «Российский центр защиты леса» Центр защиты леса по Курганской области. Отдел радиологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kurgan.rcfh.ru/radotd.html>

УДК 616.24-008.4

ПРИМЕР АНАЛИЗА ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ РЕСПИРАТОРНОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНА ДЫХАНИЯ

Мангасарова М.Р., магистрант программы «Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике»

Малышев В.С., д-р биол. наук, профессор

Боровкова А.М., доцент, к-т техн. наук

Фёдорова Е.В., доцент, к-т мед. наук

Национальный исследовательский университет

Московский энергетический институт

Проведен анализ временной структуры респираторного цикла, зарегистрированного с помощью компьютерного диагностического комплекса «Паттерн». Получены табличные и графические характеристики временных фаз респираторного цикла.

Ключевые слова: компьютерный комплекс.

AN EXAMPLE OF THE RESPIRATORY CYCLE TIME-DOMAIN STRUCTURE ANALYSIS ON THE BREATHING PATTERN BASIS

Mangasarova M.R., master of the program «Technogenic safety in the electric power industry and electrical engineering»

Malyshev V.S., D. B. Sc, prof.

Borovkova A.M. Ass. prof., C. Sc.

Fyodorova E.V. Ass. prof., C. M. Sc.

National Research University Moscow Power Engineering Institute

The time-domain structure analysis of the respiratory cycle being registered with computer diagnostic complex «Pattern» has been passed. The tabular and graphical characteristics of the respiratory cycle time-domain phases have been obtained.

Key words: computer complex.

Дыхательная система является основным путем попадания в организм аэрозолей и пылей, содержащихся в воздухе. Загрязнение атмосферного воздуха (дисперсными составляющими, химическими, физическими и биологическими веществами) может вызывать болезни органов дыхания у населения, а повышенная концентрация этих веществ в воздухе рабочей зоны может привести к возникновению профессиональных заболеваний органов дыхания у работников. При этом вредные вещества, содержащиеся в воздухе, могут оказывать как интегральное действие, снижая общую сопротивляемость организма, так и избирательное действие на организм человека [2].

В связи с этим проблема профилактики и своевременной контроля функциональных нарушений органов дыхательной системы у населения и персонала предприятий является весьма актуальной задачей.

В настоящее время существует несколько методов оценки параметров органов дыхания: спирометрия, ультразвуковое исследование легких, рентгенография, флюорография, бронхография, рентгеноскопия, компьютерная томография и др., но в большинстве случаев они предполагают выполнения форсированных маневров, инвазивны и т. д.

В определенной степени эти трудности компенсируются методом оценки бронхофонограммы респираторного цикла – компьютерной бронхофонографией [1]. Метод основывается на регистрации звуковых феноменов, возникающих при дыхании, что позволяет зафиксировать временную кривую акустического шума по частотному спектру с последующим анализом и математической обработкой и может использоваться в качестве метода анализа состояния дыхательной системы.

Первый образец диагностического компьютерного комплекса «Паттерн» (КДК «Паттерн») был создан на кафедре инженерной экологии и охраны труда (ИЭиОТ) Московского энергетического института в тесном сотрудничестве со специалистами ведущих медицинских научных и лечебных учреждений – МНИИ педиатрии и детской хирургии, Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Института медицины труда. Достоинствами этого метода оценки дыхательного цикла следует считать воспроизводимость, неинвазивность, быстроту получения результата и простоту реализации [1].

В рамках представленной работы поставлена задача, используя метод компьютерной бронхофонографии, получить энергетические характеристики паттерна дыхания для оценки их вклада в каждую фазу респираторного цикла.

Комплекс регистрирует дыхательные шумы с целью обнаружения специфических акустических феноменов, проявление которых в респираторном цикле зависит от состояния дыхательной системы, производит обработку полученных данных с помощью компьютера и отображения результатов обработки на экране в виде семейства кривых [2].

С помощью КДК «Паттерн» были получены временные количественные оценки респираторного цикла для группы из 5 человек. Группа была достаточно однородна как по возрастному цензу, так и по состоянию здоровья на момент эксперимента. Общий вид бронхофонограммы респираторного цикла приведен на рис. 1.

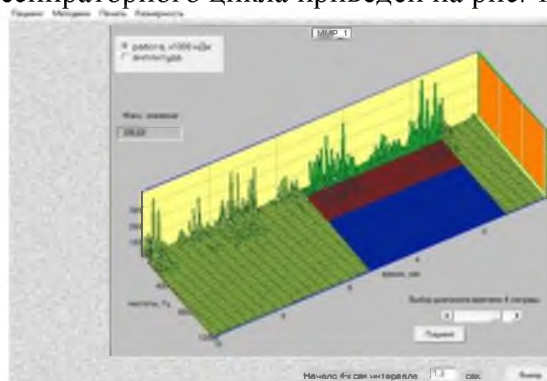


Рис. 1. Трехмерная бронхофонограмма респираторного цикла (паттерн)

Время сканирования 10 с. Выделен для проведения анализа временной интервал – 4 с.

Трехмерная бронхофонограмма является результатом обработки временного сигнала по алгоритму БПФ (Быстрого преобразования Фурье) и отображается в осях «время-частота-амплитуда» [1]. Энергетические параметры паттерна представляются в режиме отображения «Работа», а режим «Амплитуда» позволяет более детально исследовать наиболее информативные диапазоны [1].

В качестве оценки продолжительности одного дыхательного цикла в среднем можно принять временной интервал около 4 сек [3]. Параметрами временной структуры дыхательного цикла выбраны длительности фаз: вдох, инспираторная пауза, выдох, экспираторная пауза, а также соотношения между ними. При этом, следует учитывать вариативность этих параметров, выражающуюся в том, что длительность фазы вдоха у взрослого человека может колебаться от 0,9 до 4,7 сек, длительность фазы выдоха – 1,2–6 сек. Дыхательные фазы и промежуточные паузы могут быть различны по продолжительности и даже могут отсутствовать. Такие особенности респираторного цикла фиксируются при регистрации бронхофонограммы и возможна их количественная оценка. В норме, в среднем, дыхание представлено дыхательными циклами порядка 16 дыхательных движений в минуту. Акт вдоха проходит несколько быстрее, чем акт выдоха (соотношение длительности вдоха и выдоха в норме составляет 1:1,1 или 1:1,4) [2, 3].

На рис.1 выделен 4-х - секундный интервал, в котором отображены частотные, включающие специфические акустические феномены, диапазоны: низкочастотный диапазон (от 0,2 до 1,2 кГц), среднечастотный диапазон (от 1,2 до 5 кГц), и высокочастотный (свыше 5 кГц). Эти специфические акустические феномены отображают некоторые изменения в характере дыхания и, таким образом, несут определенную диагностическую информацию [1]. При регистрации бронхофонограммы следует учитывать тот факт, что работа сердца является достаточно сильным, в акустическом плане, источником акустических помех. С целью исключения их маскирующего влияния в компьютерной бронхофонографии предусмотрены специальные ограничительные меры в виде отсекающего низкочастотного фильтра. По этой причине сканирование респираторного цикла производится в частотном диапазоне от 0,2 до 12,6 кГц.

КДК «Паттерн» сохраняет результаты эксперимента в отдельный файл. С помощью программы MS Excel получается табличное представление, в котором отображены оценки АКРД (Акустическая компонента работы дыхания) по частоте и времени (рис. 2).

	А	В	С	Д	Е	Ж	З	И
1	Частота Гц\Время с	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28
2	200	21,6204219	11,8338770	2,1172783	9,5494170	20,6370352	1,8306090	7,0387837
3	400	2,1644731	12,7973203	32,2200313	2,6558992	2,8124150	5,9339287	0,5783367
4	600	3,9302129	3,5226018	0,9560210	0,7114265	0,0524738	0,0295963	0,2137694
5	800	1,2778790	3,0703533	1,0973134	1,4361273	1,1586295	0,2216866	0,2391349
6	1000	4,5363271	0,3916859	0,2144065	0,0899161	0,0100196	0,4824970	0,0357070
7	1200	0,2628612	0,5112090	0,2156493	0,0611787	0,0084144	0,0825633	0,0744266

Рис. 2. Фрагмент табличного представления результатов эксперимента (в ячейках – оценки АКРД)

Последующая процедура предусматривает усреднение по частоте и получение исходной временной кривой респираторного цикла. Свертка бронхофонограммы по времени позволила получить усредненные значения АКРД в рабочем частотном диапазоне и в интервале времени от 0,04 сек. до 4 сек. с шагом 0,04 для испытуемой группы с последующей графической интерпретацией, по которой уже возможно получение количественных оценок респираторных фаз (пример приведен на рис. 3, регистрация бронхофонограммы для одного участника эксперимента).

Для большей достоверности пациент выбирался случайным образом. Результаты регистрации представлены двумя бронхофонограммами с целью оценки достаточной воспроизводимости, поскольку процедуры регистрации были разнесены по времени.

На рис. 3. видно хорошее фазовое совпадение (вдох, выдох и паузы практически совпадают на временной оси). Проанализировав табличные значения и графическое представление можно утверждать следующее (см. рис. 3– временная ось):

- на временном интервале от 0,04 сек до 0,76 сек – отображена фаза выдоха (начальная фаза регистрации);
- на интервале от 0,76 сек до 1,08 сек – фаза межфункциональной паузы, которая характеризуется практически нулевым воздушным потоком;
- на интервале от 1,08 сек до 2,25 сек – фаза вдоха следующего респираторного цикла;
- на интервале от 2,52 сек до 2,6 сек – между фазой вдоха и выдоха наблюдается инспираторная пауза
- на интервале с 2,6 сек до 4 сек – началась фаза выдоха.

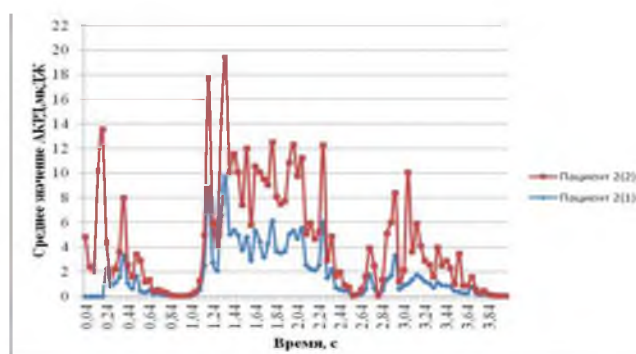


Рис. 3. Зависимость среднего значения АКРД от продолжительности респираторного цикла

Таким образом, респираторный цикл был разделен на фазы: вдох – выдох – паузы. После этого можно оценить искомое распределение мощности по фазам респираторного цикла. Вполне очевидно, что мощность фазы пропорциональна суммарной средней АКРД.

$$M = \frac{AKPD_{cp}}{T_{ф.ц}} , мкВт \quad (1)$$

где М- мощность фазы,

АКРД_{ср}- средняя оценка АКРД соответствующей временной фазы,

Т_{ф.ц}- длительность фазы.

Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка мощности фаз респираторного цикла, мкВт

БЖТмз-16-1	магистрант	коммерческий
БТПб-14-1	студент	общий
БТПб-14-1	студент	целевой
БТПб-14-1	студент	общий
БТПб-14-1	студент	общий
БТПб-14-1	студент	общий

Процедура оценивания, проведенная для всей отобранной группы, показала вариабельность респираторных циклов, которая может быть объяснена индивидуальными особенностями дыхания. Для снижения влияния этих особенностей необходимо увеличить как объем экспериментальной группы, так и число индивидуальных регистраций.

В целом, результаты подтвердили работоспособность бронхофонографии при получении количественных энергетических оценок респираторного цикла.

В общем случае, получаемая информация может иметь диагностический характер и позволяет организовать контроль состояния дыхательной системы у населения и

персонала предприятий. В практическом здравоохранении можно предположить возможность организации текущего медицинского контроля, формирования информационных баз по отдельным нозологиям.

Список использованной литературы

1. Геппе Н.А., Малышев В.С. Компьютерная бронхофонография респираторного цикла / под ред. Н.А. Геппе, В.С. Малышева. – М. : Медиа Сфера, 2016. – 108 с.
2. Малышев В.С., Федорова Е.В., Боровкова А.М., Кондратьева О.В. Техногенное влияние экологической нагрузки на органы дыхания: учеб.-метод. пособие. – М. : Издательство МЭИ, 2011. – 48 с.
3. Федорова Е. В. Основы медико-экологических знаний: уч. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Инженерная защита окружающей среды» / Е.В. Федорова. – Москва : Изд. дом МЭИ, 2008. – 183.

УДК 624.042.12-027.45

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБРУШЕНИЯ КРУПНОПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ

Семенякин Д. А., магистрант кафедры «ИЭиБЖД» ПИ СФУ

Кулагина Л. В., канд. техн. наук, доц, кафедра «ИЭиБЖД» ПИ СФУ

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Рассматриваются методы прогнозирования обрушений крупнопролетных зданий в различных условиях их эксплуатации и под влиянием внешних воздействий. Для анализа используется пакет программ «ЛИРА-САПР» и «МОНТАЖ» и другие методы математического анализа. Сделан обзор работ, в которых приведены методы моделирования поведения конструкций на основе данных по обрушениям производственных и жилых зданий.

Ключевые слова: обрушение зданий.

DEVELOPMENT OF SIMULATION METHODS FOR POSSIBLE COLLAPSES IN LARGE-STRUCTURAL BUILDINGS

Semenyakin D.A., Master of Science of the Department of «IERChD» PI SFU

Kulagina L.V., Ph.D. tech. Sci., Assoc., Department of «IERChD» PI SFU

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

The article gives valuable information about forecasting methods for possible collapses in large-structural buildings during functioning and under the influence of external factors. Software packages «LIRA-SAPR» and «MONTAG» and methods of mathematical analysis were applied for calculations. A review of studies in which are the methods of modeling behavior of structures based on data from the collapse of industrial and residential buildings is presented.

Key words: collapse of buildings.

Обрушение зданий и сооружений является актуальной проблемой в наше время. В данном риске чрезвычайных ситуаций учитываются причины их возникновения, основные поражающие факторы при наступлении обрушений, а также меры по предупреждению обрушений и действия во время обрушений и ликвидация последствий данных чрезвычайных ситуаций.

Причины возникновения обрушений разнообразны, порядка половины подобных аварий имеют антропогенную природу (террористический акт, неправильная эксплуатация бытового газопровода, неосторожное обращение с огнем, хранение в зданиях легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ и др.). Отсюда следует, что значительной части подобных чрезвычайных ситуаций возможно избежать при четком выполнении (в первую очередь строителями) существующих норм безопасности (таких как Строительные нормы и правила РФ, Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны и др.) [1].

Обрушение зданий и сооружений возможно предотвратить посредством проведения особых предупредительных мер:

- повышение физической стойкости;
- снижение статического и динамического воздействия на отдельные конструктивные элементы;
- повышение несущей способности строительных конструкций сооружений и грунтов основания;
- проведение исследований устойчивости сооружений.

Важной характеристикой любого объекта, которая закладывается на стадии проектирования здания или любого другого высотного сооружения, является его устойчивость – способность предупреждать возникновение аварий и катастроф, противостоять воздействию поражающих факторов в целях предотвращения или ограничения угрозы жизни, здоровья персонала, проживающего вблизи населения, снижении материального ущерба, а также обеспечивать восстановление нарушенного функционирования объекта в короткие сроки [2].

В нормативных документах до сих пор нет однозначности относительно методов расчета зданий и сооружений на устойчивость к обрушению. Во многих современных программных комплексах прочностного анализа строительных конструкций предложены алгоритмы такого расчета, достоверность результатов которых не всегда подтверждается численными экспериментами и реальным проектированием. При переходе от реального объекта к его расчетной модели применяется ряд допущений, которые существенно влияют на окончательный результат. Источником этих неопределенностей является: эвристический выбор сценариев, схем и ограничений разрушения зданий, метод удаления элемента расчетной модели, а также определение критериев разрушения конструкций. Данные, приведенные в нормативных документах разных стран, как правило, отличаются или, противоречат друг другу. Все большее значение приобретают численные эксперименты, проверенные реальным проектированием и позволяющие с высокой точностью и достоверностью описывать реальное поведение конструкций при воздействии различных нагрузок [3].

Не обращая внимания на то, что все расчетные программные комплексы основаны на методе конечных элементов, в нормативной базе до сих пор не существуют рекомендации по составлению самой заключительной модели здания, а также отсутствуют единые рекомендации по выбору типов конечных элементов, способных обеспечить необходимую точность расчета модели с учетом всех основных факторов, влияющих на прочность и устойчивость здания. Как известно, это объясняется наличием множества программных комплексов, имеющих в своих базах данных различные готовые элементы, анализ которых и выбор из них наиболее достоверных, весьма затруднен. Однако, основной причиной является, отсутствие понимания самих факторов, которые необходимо учитывать при составлении расчетной компьютерной модели здания, а также особенностей их совместного влияния на напряженно-деформированное состояние несущей системы здания [3].

Современные средства систем автоматизированного проектирования позволяют перейти от ранее принятой концепции расчета (расчетная схема – напряженно-деформированное состояние) к современной – моделирование процессов «жизненного цикла» (процесс возведения, процесс нагрузки и др.). В моделирование эксплуатационного периода конструкции, куда помимо таких факторов, как учет реологических свойств материала (ползучести), изменения конструктивной схемы в связи с реконструкцией и др., входит и моделирование процесса прогрессирующего разрушения [3].

Проблема обрушения возникла в 1968 году после аварии 22-х этажного жилого дома в Лондоне. После этого события наступило время интенсивных исследований в этой области. Среди зарубежных ученых в 1977 г. этот вопрос стали глубоко изучать Leyendecker, E. V. и Ellingwood, B. R., в 1974 Burnett E. F. P., McGuire W., в 1975 Burnett E. F. P., в 1976 Leyendecker E. V. На протяжении 90-х и начала 2000-х годов ученые продолжили заниматься этой проблемой, в связи с участвовавшими фактами междуна-

родного терроризма. События 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке, связанные с полным разрушением башен Всемирного торгового центра, поставили вопросы исследования и предотвращения таких разрушений, на совершенно новый уровень [4–6].

В развитии вопроса по обеспечению структурной целостности здания в работах McGuire W. 1974 г., Fintel M. и Schultz D. M. 1976 г. был предложен подход основывающийся на увеличении сопротивления конструкции к разрушению. При этом устойчивость конструкции против разрушения не учитывается и не определяется [7, 8].

Среди соотечественников вопросами обрушения занимались Алмазов В.О. (2006, 2007, 2009), Мутюка К.Н. (2006), Плотников А.И. и Расторгуев Б.С. (2008), Расторгуев Б.С. и Мутюка К.Н. (2006), Расторгуев Б.С. (2003), работы сотрудников МНИИТЭП Шапиро Г.И. и др. (2004), где отмечали влияние динамического эффекта при обрушении, которое уменьшается при увеличении пластических деформаций. В 2003 г. доктор технических наук, профессор Расторгуев Б.С. предложил методы обеспечения живучести здания на основе динамического расчета конструкции многоуровневого плоского каркаса при удалении колонны некоторого этажа в двух случаях: лавинообразное обрушение части здания и потеря общей устойчивости здания [9–16].

В настоящее время исследованиями в Российской Федерации в данной области занимается ОАО «ЦНИИЭП жилища», ответственными организациями по данным исследованиям являются ведущие отраслевые научно-исследовательские институты, такие как: ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко; НИИЖБ, НИИПИ Генплана Москвы; НИИОСП им. Н. М. Герсевича; Моспроект; МНИИТЭП.

За последние годы, были разработаны и выпущены новые нормативные документы, регламентирующие строительство крупнопролетных и высотных зданий, такие как: Градостроительный Кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ, Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», MGSN 4.19-2005, MGSN 1.01-99, STO 008-02495342-2009, TSN 31-332-2006 [17–19].

В документах, определяющих правила проектирования для предотвращения обрушения, например «Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения», разработанные МНИИТЭП, НИИЖБ, Рекомендации по технологии возведения монолитных гражданских зданий ЦНИИЭП и др. (MGSN 4.19-2005, STO 008-02495342-2009, TSN 31-332-2006) требования для решения данной проблемы изложены следующим образом:

- несущая конструктивная система жилых зданий должна быть устойчива к прогрессирующему (лавинообразному, цепному) обрушению в случае локального разрушения отдельных конструкций при аварийных воздействиях (взрыва бытового газа, пожара и т. п.).

- допускаются локальные разрушения отдельных несущих конструкций, но эти первичные разрушения не должны приводить к обрушению соседних конструкций, на которые передается нагрузка, принимавшаяся ранее элементами, поврежденными в результате аварийного воздействия.

- конструктивная система здания должна обеспечивать его прочность и устойчивость, которое необходимо для эвакуации людей. Перемещения конструкций и раскрытие трещин в них не ограничиваются [20,21].

В эксперименте Барабаш М.А. с применением расчетного комплекса «ЛИРА-САПР» и «МОНТАЖ», при физически-нелинейном расчете, кроме нормируемых данных о материалах (бетон, арматура), предусматривается задание произвольных расчетных значений параметров прочности (в том числе по результатам натурных наблюдений). В результате вычислительного моделирования возможно получить качественную оценку характеристик устойчивости конструкции по отношению к лавинообразному обрушению, а также сопоставить несколько возможных сценариев обрушения с целью выявления слабых мест конструкции [12].

На современном этапе развития технологии математического моделирования, которые позволяют прогнозировать возможные осложнения при строительстве и эксплуатации сооружения и избежать их в дальнейшем. При моделировании нагрузок

крупнопролетных выработок подземных ГЭС в различных горных породах, Устинов Д.В. установил, что место расположение наиболее напряженных участков крупнопролетных технических залов зависит от породы в которой они спроектированы. Численный анализ в плоской и объемной постановке на различных участках конструкции позволяет увидеть распределение давления в точках соприкосновения строительных блоков к другу и в дальнейшем усилить наиболее напряженные участки [22].

При проектировании крупнопролетных конструкций состоящих в основном из металлоконструкций, в нашем случае холодного склада металла, применялся упрощенный расчет нагрузок на кровлю – это снеговая нагрузка, собственный вес конструкции кровли. Кровля – это балка, прогоны и профлисты [23, 24]. Расчеты нагрузок выполнялись при помощи необходимых нормативных документов: СП 20.13330.2011 г. Нагрузки и воздействия, ГОСТ 8240-72 Швеллеры стальные горячекатаные.

При расчете ветровой нагрузки учитывали 3 параметра:

- 1) Ветровая нагрузка.
- 2) Пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления.
- 3) Резонансное вихревое возбуждение.

В результате расчета снеговой нагрузки, давление на кровлю и балки 2,3 и 4 составляет $104,7 \text{ кг/м}^2$ (рис. 1).

Нагрузка на балку от собственного веса конструкции, сюда входит:

- вес самой балки;
- прогоны;
- профлист.

Нагрузка на балку от собственного веса $2731,9 \text{ кг}$. Общая нагрузка на балку с учетом ее собственного веса составляет $10\,898,5 \text{ кг}$. Максимальный расчетный изгибающий момент – $771,3 \text{ кг/см}^2$. Допустимое напряжение изгиба составляет 1600 кг/см^2 , то есть запас прочности составляет в 2 раза больше. Максимальный прогиб балок в осях 2, 3 и 4 составляет $2,47$ (см. рис. 1).

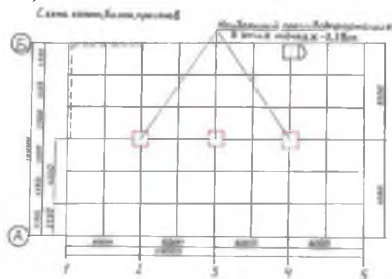


Рис. 1. Схема холодного склада металла: 1, 2, 3, 4 и 5 – продольные несущие балки, □ – особо напряженные участки несущих балок.

Комплексные разработки систем контроля и проектирования за состоянием крупнопролетных конструкций в настоящее время позволяют своевременно прогнозировать потенциальное разрушение несущих конструктивных узлов, учитывая влияния климатических условий (осадков) и стихийных бедствий различной природы (землетрясений, ураганов и др.). С использованием программного обеспечения по моделированию появился мощный и доступный инструмент для исследования и детального анализа работы конструкции. В современном мире при развитии технологий появилась возможность быстро и без значительных временных затрат сравнить несколько конструктивных схем и выбрать наиболее рациональную. Сегодня необходим пересмотр методологии проектирования с учетом новых возможностей систем автоматизированного проектирования для создания новой четкой концепции нормативной базы.

Список использованной литературы

1. Русак О.Н. и др. Безопасность жизнедеятельности / О.Н. Русак, К.Р. Малаян, Н.Г. Занько. – СПб. : Изд-во «Лань», 2001. – 381 с.

2. Семехин Ю.Г. Безопасность жизнедеятельности для гуманитарных ВУЗов / Ю.Г. Семехин. – Ростов-на-Дону : Изд-во Феникс, 2003. – 416 с.
3. Барабаш М.А. Методика моделирования прогрессирующего обрушения на примере реальных высотных зданий / М.А. Барабаш // Национальный авиационный университет. – Киев : 2014. № 6. – С. 520–530.
4. Leyendecker, E. V.; Ellingwood, B. R. 1977. Design methods for reducing the risk of progressive collapse in buildings. National Bureau of Standards, Washington, DC.
5. Burnett E. F. P. 1975. The Avoidance of Progressive Collapse: Regulatory Approaches to the Problem. NBS-GCR 75-48. National Bureau of Standards, Washington, D.C.
6. Leyendecker, E. V.; Burnett, E. F. P. 1976. The incidence of abnormal loading in residential buildings. National Bureau of Standards, Washington, DC.
7. McGuire W. 1974. Prevention of Progressive Collapse, in Proceedings of the Regional Conference on Tall Buildings, 23–24 January 1974, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
8. Fintel, M.; Schultz, D. M. 1976. A philosophy for structural integrity of large panel buildings, Journal of the Prestressed Concrete Institute 21(3): 46–69.
9. Алмазов В.О. Предотвращение прогрессирующего разрушения / В.О. Алмазов. – М. : МГСУ, ИСА 2006. – 189 с.
10. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по евронормам / В.О. Алмазов. – М. : Изд-во АСВ, 2007. – 216 с.
11. Алмазов В.О. «Соппротивление прогрессирующему разрушению: расчеты и конструктивные мероприятия / В.О. Алмазов // Вестник ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко «Исследования по теории сооружений» N1(XXVI), 2009. – № 1. – С. 179–194.
12. Мутoka К.Н. Живучесть многоэтажных каркасных железобетонных гражданских зданий при особых воздействиях дис. к.т.н.: 05.23.01 / Мутoka Кяло Ндунда. – М., 2005. – 185 с.
13. Расторгуев Б.С., Плотников А.И. Расчет несущих конструкций монолитных железобетонных зданий на прогрессирующее разрушение с учетом динамических эффектов // Сборник научных трудов Института строительства и архитектуры МГСУ/ Московский Государственный строительный университет. – М., 2008. Вып. 1. – С. 68–75.
14. Расторгуев Б.С. Деформирование конструкций перекрытий каркасных зданий после внезапного разрушения одной колонны / Б.С. Расторгуев, К.Н. Мутoka // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – М. : 2006. № 1. – С. 12–15.
15. Расторгуев Б.С. Обеспечение живучести зданий при особых динамических воздействиях / Б.С. Расторгуев // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – М. : 2003. № 4. – С. 45–48.
16. Шапиро Г.И. и др. Методика расчета монолитных жилых зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения / Г.И. Шапиро, В.В. Гурьев, Ю.А. Эйсмэн. – М. : Изд-во. МНИИТЭП, 2004. – 40 с.
17. STO 008-02495342-2009. Предотвращение прогрессирующего обрушения железобетонных монолитных конструкций зданий.
18. MGSN 4.19-2005. Многофункциональные высотные здания и комплексы.
19. MGSN 1.01-99. Нормы и правила планировки и застройки участков территорий высотных градостроительных комплексов.
20. Градостроительный Кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ.
21. Рекомендации по технологии возведения монолитных гражданских зданий. – М.: ЦНИИЭП жилища, 1981. – 28 с.
22. Устинов Д.В. Моделирование крупнопролетных выработок на примере подземных ГЭС / Д.В. Устинов // Вестник МГСУ, М. : 2010. № 4. – С. 68–74.
23. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия.
24. Фесик С.П. Справочник по сопротивлению материалов / Г.М. Сергеев. – Киев : «Будівельник», 1982. – 308 с.

УДК 621.3.07

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ ТОРМОЖЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Сироткин Е.А., аспирант каф. «Электрические станции, сети и системы»

Ильин И.А., аспирант каф. «Оборудование и технология сварочного производства»

Янтурина Р.А., аспирант каф. «Строительные материалы и изделия»

Уряшева Н.Н., аспирант каф. «Градостроительство, инженерные сети и системы»

**Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)**

Произведен обзор фрикционных материалов, используемых в тормозных системах. Выявлены преимущества и недостатки фрикционных материалов, сделана оценка эффективности работы того или иного фрикционного материала в системе торможения ветроэнергетической установки. Проведено компьютерное термическое моделирование процесса работы фрикционной пары системы торможения ветроэнергетической установки. Произведена проверка результатов теоретического моделирования на экспериментальном стенде.

Ключевые слова: фрикционные материалы, ветроэнергетическая установка.

EFFICIENCY ANALYSIS OF FRICTION MATERIALS IN THE WIND TURBINE BRAKE SYSTEM

Sirotkin E.A., post-graduate student of the Electrical stations and systems department

Ilin I.A., post-graduate student of the Welding equipment and technology department

Ianturina R.A., post-graduate student of the Building materials and products department

Uriasheva N.N., post-graduate student of the Engineering and utility systems department

**South Ural State University
(national research university)**

An overview of friction materials used in braking systems is presented. The advantages and disadvantages of frictional materials are revealed. The efficiency estimation of a particular friction material in the wind turbine brake system is given. The computer thermal modeling of the operation process in the friction pair has been carried out. The results of the theoretical modeling at the experimental stand are checked.

Key words: friction materials, wind power plant.

Популярность производства альтернативной электроэнергии во многих развитых государствах получает с каждым годом все большее развитие. Наряду с другими странами Россия за последние годы внедряет программы, направленные на превращение энергетических возможностей ветра и солнца в электрическую энергию. Однако для безопасной эксплуатации ветроэнергетической установки необходимо оборудовать ее системами управления и торможения. В данной работе будет проведен термический анализ фрикционных элементов системы торможения, которая подробно описана в работах [1–4].

На сегодняшний день фрикционные материалы – это неотъемлемые элементы узлов и механизмов, которые обладают возможностью поглощать механическую энергию и рассеивать ее в окружающую среду. При этом все элементы конструкции не должны быстро изнашиваться. Коэффициент трения фрикционных материалов должен быть стабильным и высоким. Показатель износостойкости также обязан удовлетворять эксплуатационные требования ветроэнергетического оборудования. Такие материалы обладают хорошей термостойкостью и не подвержены механическим воздействиям. Чтобы вещество, выполняющее фрикционные функции, не прихватывалось к рабочим поверхностям, оно наделяется достаточными адгезионными качествами. Рассмотрим совокупность таких свойств обеспечивающих нормальную работу системы торможения ветроэнергетической установки при использовании различных видов материалов.

Виды материалов. Фрикционные материалы системы тормозов и сцепления чаще всего изготавливают на медной или железной основе [5]. Вторая группа веществ применяется в условиях повышенной нагрузки, особенно при сухом трении. Медные материалы используют для средних и легких нагрузок [6]. Причем они подходят как для сухого трения, так и с применением смазочных жидкостей.

В современных условиях производства получили широкое применение материалы на каучуковой и смоляной основе [7]. Также могут применяться различные наполнители из металлических и неметаллических компонентов.

Металлические материалы. Как уже было сказано выше, основными металлическими фрикционными материалами системы сцепления, тормоза является железо и медь. Очень популярны сегодня сталь и чугун.

Они хорошо применимы для системы торможения ВЭУ. Например, фрикционные материалы для тормозных колодок, состав которых содержит чугун, часто применяются в железнодорожных системах. Он не коробится, но резко теряет свои скользящие качества при температуре от 400 °С. Однако, учитывая стабильное охлаждение тормозных колодок набегающим потоком ветра, вероятность перегрева указанной температуры не высока.

Неметаллические материалы. Фрикционные материалы сцепления или тормозов изготавливают также из неметаллических веществ. Их создают преимущественно на асбестовой основе (смола, каучук выступают связующими компонентами).

Коэффициент трения остается достаточно высоким до температуры 220 °С. Если связующим веществом является смола, материал характеризуется высокой износостойкостью. Но их коэффициент трения несколько ниже относительно других подобных материалов. Популярным материалом из композитного материала на такой основе выступает феродо [8]. В его составе присутствует фенолформальдегидная смола, асбест, барит и прочие компоненты. Это вещество применимо для узлов и тормозных механизмов с тяжелыми эксплуатационными условиями. Оно сохраняет свои качества даже при нагреве до 1000 °С. Поэтому феродо применим даже в авиационных тормозных системах. Асбестовые материалы изготавливают путем создания одноименной ткани. Ее пропитывают асфальтом, резиной или бакелитом и спрессовывают при высоких температурах. Короткие асбестовые волокна могут формировать также нетканые накладки. В них добавляется мелкая металлическая стружка. Иногда для усиления прочности в них вводится латунная проволока.

Материалы на стальной основе для сухого трения. Выбор материала для различных систем осуществляется на основе экономической и технической целесообразности его изготовления и эксплуатации. Несколько десятилетий тому назад востребованными были такие материалы на железной основе, как ФМК-8, МКВ-50А, а также СМК. Фрикционные материалы для тормозных колодок, которые работали в тяжело-нагруженных системах, позже стали изготавливать из ФМК-11. МКВ-50А является более новой разработкой. Ее применяют при изготовлении накладок для дисковых тормозов. Он имеет преимущество перед группой ФМК по показателям стабильности, износостойкости. В современном производстве большего распространения получили материалы типа СМК. В них повышено содержание марганца. Также в состав входят карбид и нитрид бора, дисульфид молибдена и карбид кремния. Перечисленные легирующие добавки позволяют избежать активного коррождения тормозных элементов в экстремальных климатических условиях, например, при морских соляных туманах.

Материалы на основе бронзы для сухого трения. В передаточных и тормозных системах различного назначения хорошо себя зарекомендовали материалы на основе оловянистой бронзы. Они гораздо меньше изнашивают сопряженные детали из чугуна или стали, чем фрикционные материалы на железной основе. Представленную разновидность материалов применяют даже в авиационной промышленности. Для особых условий эксплуатации олово могут заменять такими веществами, как титан, кремний, ванадий, мышьяк. Это предотвращает образование межкристаллической коррозии. Ма-

териалы на основе оловянистой бронзы широко применяют в автомобильной промышленности, а также при изготовлении сельскохозяйственной техники. Они выдерживают большие нагрузки. Входящие в состав сплава 5–10 % олова обеспечивают повышенную прочность. Свинец и графит играют роль твердой смазки, а двуокись кремния или кремний повышают коэффициент трения.

Работа в условиях жидкой смазки. Материалы, применяемые в сухих системах, обладают существенным недостатком. Они подвержены быстрому износу. При попадании в них смазки из расположенных рядом узлов резко снижается их эффективность. Поэтому в последнее время все большего распространения получают материалы, предназначенные для работы в жидком масле. Такое оборудование плавно включается, характеризуется высоким уровнем износоустойчивости. Оно легко охлаждается и просто герметизируется. В зарубежной практике в последнее время растут объемы производства такого продукта, как фрикционный материал листовой для тормозов, муфт и прочих механизмов на основе асбеста. Его пропитывают смолой. В состав входят формованные элементы с высоким содержанием металлических наполнителей. Чаще всего для смазочной среды применяют спеченные материалы, изготовленные на основе меди. Чтобы повысить фрикционные характеристики, в состав вводятся неметаллические твердые компоненты.

Для изготовления тормозной системы ветроэнергетической установки рассмотрим более подробно наиболее нагруженные части устройств – тормозов и муфт сцепления. Применяемые материалы, получают современными методами порошковой металлургии. Наибольшее распространение получили материалы на основе железа и меди.

Порошковая технология позволяет получать фрикционные материалы с заданными свойствами. Как правило, в состав материалов входит 3 компонента:

теплостойкий армирующий материал с прочными волокнами, например, асбест (15...16 %);

теплостойкие с высоким и стабильным коэффициентом трения порошкообразные наполнители неорганического происхождения (20...60 %);

полимерное связующее: натуральные и синтетические каучуки, синтетические смолы (15...30 %) с вулканизационными агентами или отвердителями, ускорителями и активаторами вулканизации или отверждения.

Наиболее распространенным армирующим элементом является уникальный природный минерал, добываемый открытым методом – асбест. Элементарные волокна асбеста имеют вид трубок с наружным диаметром около 32 нм и внутренним – 2,6 нм, т. е. в поперечном направлении волокно имеет размеры, характерные для коллоидно-дисперсных материалов. Элементарные волокна упакованы в пряди диаметром от нескольких десятков до сотен микрометров. В прядях волокна удерживаются силами межмолекулярного притяжения. Средняя длина волокна составляет 1,3 мм. По своей химической природе асбест является водным силикатом магния. Волокна асбеста обладают высокой прочностью на растяжение (до 3 ГПа), много превышающей прочность стали. Полости волокон частично или полностью заполнены водой, которая образует на внутренней поверхности практически мономолекулярный слой, поэтому она проявляет свойства иные, чем обычная влага, удаляясь лишь при температуре выше 425 °С. Асбест обладает высоким коэффициентом трения (до 0,8), который слабо меняется в зависимости от температуры. То же можно сказать о прочности волокон, которая при нагревании до 400 °С снижается всего на 20 %. Лишь при 800 °С наблюдается разрушение волокнистой структуры. Таким образом, асбест как будто специально создан как основа для фрикционного материала. Поэтому асбест пока сохраняет заслуженное лидерство среди компонентов фрикционных материалов.

Наполнителями асбестовых материалов служит, баритовый концентрат, окислы хрома. Добавляется также порошкообразный кокс. Для повышения теплопроводности вводится порошок и стружка из меди.

Связующими является натуральный и искусственный каучук и смолы, а также их комбинации. Одновременно вводятся вулканизатор и отвердитель.

Изделия на каучуковой основе обладают достаточно высоким коэффициентом трения и износостойкостью. Однако при повышении температуры выше 200...250 °С коэффициент трения и износостойкость заметно снижаются.

Изделия на смоляной основе имеют большую теплостойкость, но обладают нестабильным коэффициентом трения, хрупкостью. Поэтому наилучший результат достигается при совместном использовании смол и каучуков.

Фрикционные муфты и тормоза являются весьма ответственными узлами, поскольку определяют безопасность эксплуатации ветроэнергетической установки, поэтому при их разработке производится весьма точный и детальный расчет. Изготавливаются опытные образцы, которые проходят сначала лабораторные, затем стендовые и натурные испытания.

В ходе проведения термического анализа для первого варианта исполнения механического блока была установлена начальная температура всех элементов конструкции и их поверхностей $t = 20$ °С (рис. 1). Далее к контактной поверхности внутренней стенки мачты была приложена тепловая нагрузка 230 400 Дж. Временной инкремент расчета составил 10 сек. Рекомендуемый размер временного шага Δt для переходного термического анализа связан с длиной проводимой части элемента и свойствам материала. Чем больше термический градиент, тем меньше должны быть временной инкремент и длина элемента [9,10]. Таким образом оптимальный временной шаг определяется следующей формулой:

$$\Delta t \leq \frac{\delta^2}{4\alpha}, \quad (1)$$

где α – коэффициент теплопроводности, δ – длина проводимой части (для объемных элементов это диагональ вписанной окружности или сферы).

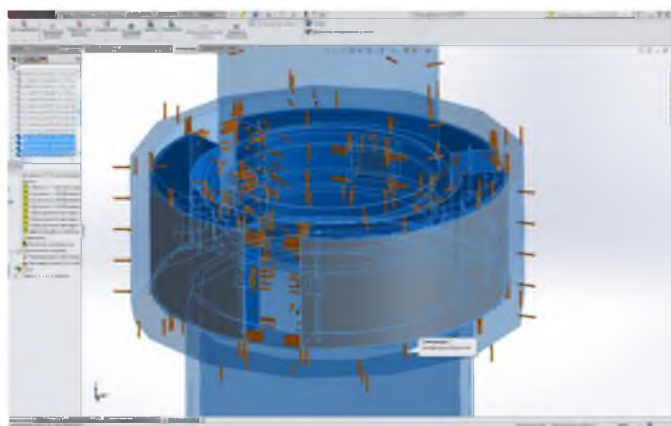


Рис. 1. Задание начальных температурных параметров элементов конструкции

В результате термического анализа было установлено, что за 600 секунд беспрерывного торможения, наибольшая температура 150 °С установится в верхней части контактной поверхности стенки мачты. Это обусловлено тем, что стенка мачты сверху не имеет соприкосновения с какими-либо элементами, и соответственно не происходит должной теплоотдачи. Но следует учитывать, что в реальных условиях кулачковый блок будет закрываться уплотнительной крышкой, которая будет предотвращать попадание механической грязи и влаги во фрикционный механизм. При термическом анализе уплотнительная крышка не учитывалась, что наглядно показать степень нагрева фрикционных кулачков.

При термическом анализе следует учитывать, что внешняя поверхность мачты и ступицы будет обдуваться набегающим потоком ветра, что в свою очередь тоже влияет на их охлаждение.

Для проверки результатов компьютерного моделирования был изготовлен экспериментальный стенд для проверки работоспособности конструкции механической части тормоза (рис. 3). Стенд состоит из электропривода (имитирует вращения ротора ВЭУ), тормозного барабана, трехкулачкового блока и основания.

При вращении приводной шестерни жестко закрепленного трехкулачкового блока кулачки раздвигаются от центра к периферии, при этом, на тормозной барабан передавалось вращательное движение от электропривода (рис. 4). По мере разжатия кулачков, тормозной барабан замедлял вращение, а при передачи предельно допустимого тормозного момента срабатывала обгонная муфта, соединяющая тормозной барабан и вал электропривода.

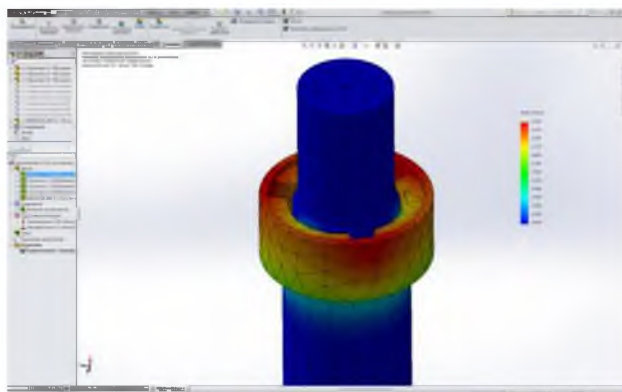


Рис. 2. Результирующее теплораспределение выделившейся энергии



Рис. 3. Общий вид экспериментального механического блока системы торможения



Рис. 4. Расположение трехкулачкового блока в тормозном барабане

В ходе эксперимента было выявлено, что наиболее эффективно торможение происходит при отрывистом приложении тормозного момента. Кроме того, такой тип торможения положительно сказывается на термических и ресурсных параметрах конструкции.

Список использованной литературы

1. Сироткин, Е.А. Электромеханическая система аварийного торможения ветроэнергетической установки / Соломин Е.В., Сироткин Е.А., Козлов С.В. // Электротехнические системы и комплексы. – 2016. – № 1 (30). – С. 19–23.
2. Сироткин, Е.А. Регулирование частоты вращения ротора вертикально-осевой ветроэнергетической установки / Аникин А.С., Козлов С.В., Сироткин Е.А., Соломин Е.Е. // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2014. – № 5 (145). – С. 32–36.
3. Патент на полезную модель RUS 155351 31.12.2014. Адаптивное комбинированное устройство регулирования частоты вращения ротора ветроэнергетической установки. Соломин Е.В., Аникин А.С., Сироткин Е.А., Соломин Е.Е., Сироткин А.А., Козлов С.В.
4. Sirotkin, E.A. Adaptive control over the permanent characteristics of a wind turbine / Solomin E.V., Sirotkin E.A., Martyanov A.S. // Procedia Engineering. 2015. T. 129. C. 640–646.
5. Jiang, L., Deng, Z., Gu, F., Ball, A.D., Li, X. Effect of friction coefficients on the dynamic response of gear systems. *Frontiers of Mechanical Engineering*. – 2017. – 12(3). – С. 397–405.
6. Cordeiro de Proença, B., Blaga, L., Fernandez dos Santos, J., Bresciani Canto, L., de Traglia Amancio Filho, S. Friction riveting (FricRiveting) of 6056 T6 aluminium alloy and polyamide 6: influence of rotational speed on the formation of the anchoring zone and on mechanical performance. *Welding International*. – 2017. – 31(7). C. 509–518.
7. Liu, P., Han, X., Sun, D., Wang, Q. Research progress in the application of molecular dynamics simulation in the frictional wear of materials. *Cailiao Kexue yu Gongyi/Material Science and Technology*. – 2017. – 25(3). C. 26–34.
8. Zeghloul, T., Neagoe, M.B., Prawatya, Y.E., Dascalescu, L. Triboelectrical charge generated by frictional sliding contact between polymeric materials. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2017. – 174(1), 012002.
9. Takao, T., Fuaimura, Y., Higuchi, T., Fukui, S., Yamanaka, A. Mechanical losses due to frictional heat in Bi-2223 tapes with structural materials of various thermal expansion properties. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*. – 2006. – 16(2), 1642800. – С. 101–104.
10. Selmani, M., Selmani, L. Frictional contact problem for elastic-viscoplastic materials with thermal effect, *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*. – 2013. – 34(6). – С. 761–776.

**Раздел 4. Рациональное использование
природных ресурсов, технологии и способы
защиты окружающей среды и
«зеленое строительство»**

УДК 504.062.2

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
ОТ ЗАГАЗОВАННОСТИ И ШУМА**

Ананьева А.А., магистрант программы

«Проектирование градостроительных ландшафтов»

Иркутский национальный исследовательский технический университет

В статье рассмотрены градостроительные способы защиты городской территории от загазованности и шумового загрязнения от автотранспортных средств, а также представлен основной принцип организации целостной системы озеленения города.

Ключевые слова: шум, вредные вещества.

**TOWN-PLANNING METHODS OF PROTECTION URBAN ENVIRONMENT
FROM GAS POLLUTION AND NOISE**

Ananeva A.A., master of the program «Designing urban landscapes»

Irkutsk National Research Technical University

In the article considered town-planning methods of protection urban environment from gas pollution and noise pollution from motor transport, but also presented the basic principle organization city gardening as integrated system.

Key words: noise, harmful substances.

Экологическая обстановка города напрямую влияет на качество жизни людей. Американские ученые пришли к выводу, что более 40 % смертей происходит из-за загрязнения атмосферы, почвы и воды планеты. [4,5] Большое количество людей, проживающих в городских условиях, страдает онкологическими заболеваниями, продолжительность жизни уменьшается. Беременные женщины ежечасно вдыхают пары воздуха, загрязненного автомобильным транспортом, и это влияет на развитие вынашиваемых ими детей и их здоровье.

Озеленение дорожных полос и дворовых пространств как средство защиты воздуха от загазованности автотранспортом является важным средством предотвращения загрязнения воздуха города от машин. Озелененные полосы являются теми линейными /прямолинейными связями с природными объектами города, которые образуют экологическую целостность городского пространства. Наличие личного средства передвижения – автомобиля – является личным средством комфортной жизни. Однако использование автомобиля - это и есть то, что загрязняет воздух. В нынешнее время существует много государственных программ, связанных с улучшением качества жизни, комфортности городской среды, заботой об экологии городов. Согласно правилам благоустройства многих городов России, особое внимание уделяется организации озелененных полос вдоль автомобильных дорог и трасс. Сегодня это является очень актуальным вопросом.

Одним из наиболее актуальных вопросов современного градостроительства является устойчивое развитие городской среды. [2] Рациональное использование территориальных ресурсов города и содержание природных объектов города играет важную роль в формировании впечатления о городской среде. Озелененные территории необходимы городу, однако с ростом городов, с увеличением замощенных территорий, с

развитием транспорта и городской инфраструктуры увеличиваются показатели загазованности.

Многие современные строящиеся и уже введенные в эксплуатацию жилые районы не содержат в достаточной пропорции озеленение. Именно оно является инструментом работы с пространством не только в функционально-планировочном плане, но и в экологическом плане.[1] Если дворовые пространства являются в большей степени замощенными, если имеется нехватка деревьев, необходимо благоустраивать такие пространства согласно правилам благоустройства конкретного города.

Градостроительным средством обеспечения защиты города от загазованности является правильно продуманная и спроектированная система озелененных территорий города, которая создается по принципу взаимосвязанной и непрерывной системы озеленения города в соответствии с архитектурно-планировочной структурой города и системой организации массового обслуживания населения.

Глубокое проникание озеленения в городскую застройку – это:

- Прямая связь открытых зеленых пространств с застроенными территориями;
- Прямая связь линейно-полосового размещения зеленых насаждений с транспортными объектами и транспортной инфраструктурой города.

Зеленые полосы являются переходными звеньями линейной конфигурации, образующие зеленый фон города. Нельзя заниматься управлением, содержанием и уходом только тех локальных природных объектов города, которые несут на себе функции отдыха населения. Необходимо заниматься содержанием и уходом также переходных звеньев линейной конфигурации. Именно они обеспечивают взаимосвязь открытых зеленых пространств. Именно они являются теми «ниточками» и «зелеными капиллярами», удерживающими зеленый фон города в целом и образуя целостность системы. Они как «проводники» городского озеленения защищают город от загазованности.

Защитное озеленение вдоль транспортных магистралей эффективно воздействует на микроклимат, однако их прямое влияние в зависимости от местных климатических условий варьируется от 50 м и более.

Примером загрязнения приземного слоя атмосферы в городе Иркутске являются выбросы автомобильного транспорта (они составляют около 52 % общегородских годовых валовых выбросов). Автомобильный парк города на 01.04.2014 года составил 235 682 единиц. [3] Приземными концентрациями на магистралях города Иркутска являются концентрации по окиси углерода, углеводорода и двуокиси азота. Данные концентрации ведут к распространению болезней органов дыхания населения.

Важным санитарно-гигиеническим фактором системы озеленения территорий города является шумовой режим города.

Высокий уровень шума в городе Иркутске зависит от наличия в черте города двух аэропортов, а также прохождением через центр города железнодорожных потоков, трамвайных линий и транзитных автомобильных потоков. Сегодня в городе Иркутске проживает более 1/3 населения города в зоне акустического дискомфорта.

Градостроительным способом решения вопроса изоляции города от транспортного шума является использование защитных рядов или полос, выполняющих роль экранирующих шумозащитных барьеров. Чаще всего используют для поглощения шума деревья с густыми кронами и множеством мелких ветвей. Располагают их поперек/против распространения звука от автотранспорта.

Шумозащитные зеленые полосы снижают запыленность и загазованность воздуха.

Основными источниками шума в городах является наземный транспорт и рельсовый (к ним относятся – железнодорожный транспорт, трамвай, метрополитен). На них приходится около 90 % всех шумов.

Еще одним градостроительным способом решения шумового загрязнения города является использование планировочных решений с такими элементами благоустройства как покрытие проезжей части.

Организм человека обычно реагирует на шум на бессознательном уровне, но все равно такое воздействие вызывает повышенную психическую напряженность, постепенное снижение слуха, повышение кровяного давления, развивает неврозы, повышенную агрессивность. Все это становится причиной и стимулятором нервных, сердечно-сосудистых, язвенных и др. заболеваний.[1]

Нормативный уровень звука для территорий микрорайонов города и мест отдыха населения – рекреационных объектов устанавливаются в соответствии с санитарными нормами допустимого шума на различных территориях. Например, на территории зоны массового отдыха и туризма устанавливается допустимый уровень шума днем с 7 до 23 ч. – 50 дБ и ночью с 23 до 7 ч. – 30...35 дБ.

Вопросы экологической безопасности населения необходимо решать, т. к. имеет место влияние агрессивной окружающей среды на здоровье населения.

Также градостроительными мероприятиями по охране населения от такого физического воздействия как шум являются:

- 1) устройства дополнительной изоляции оконных проемов,
- 2) своевременный ремонт асфальтового покрытия дорог,
- 3) изменение функционального назначения жилых зданий, которые располагаются вдоль наиболее оживленных автомагистралей округа города,
- 4) а также расположение вдоль дороги полосы зеленых насаждений шириной не менее 10 м,
- 5) отделение жилой застройки от железной дороги санитарно-защитной зоной не менее 100 м в границах населенных пунктов, считая от оси крайнего железнодорожного пути.

В заключение хочется объединить градостроительные методы защиты городской среды от загазованности и шума: они основаны на устройстве препятствий между источником загазованности/шума и объектом «шумо- и газо –защиты». Градостроительные препятствия включают: функциональное зонирование городской территории, устройство санитарных разрывов, акустическое экранирование и использование зеленых насаждений.

Список использованной литературы

1. Авдоткин Л.Н. Градостроительное проектирование: Учеб. для вузов/Л. Н. Авдоткин, И. Г. Лежава, И. М. Смоляр. – М. : Стройиздат, 1989. – 432 с. : ил.
2. Бобрышев Д.В. Принципы экологической компенсации города за счет градостроительной организации прибрежных территорий // Вестник ТГАСУ. 2007. № 4. – С. 9–14.
3. Иркутск. Охрана окружающей среды // АНО Иркипедия . 2011–2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://irkipedia.ru/content/irkutsk_ohrana_okruzhayushchey_sredy.
4. Рубрика «Города» [Электронный ресурс] /Greenologia.ru сохраним нашу планету зеленой. – Режим доступа : <http://greenologia.ru/eko-problemy/goroda>
5. Тимофеева С.С. Современные технологии биоремедиации окружающей среды/Экология и промышленность России, 2016, №1, с.54-58

УДК 504.75.05

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Багаева О.И., Герасимова Л.А.,
Трухницкая С.М., Баранов М.Е.**

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф. Решетнева*

В работе рассматривается микробиологическое исследование почвы на территории бывшего военного объекта и определение возможности использования в дальнейшем этого земельного участка.

Ключевые слова: почвы, заражение почв, микробактерии, микробиологическое исследование, нефтезагрязнение.

MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL OIL-POLLUTED AREAS

Bagaeva O.I., Gerasimova L.A.,

Truhnitskaya S.M., Baranov M.E.

Siberian State University of Science and Technology

The paper discusses the microbiological study of the soil in the territory of the former military site and determine the possibility of future use of the land.

Key words: soil, contamination of soils, mycobacteria, microbiological test, oil contamination.

В настоящее время известно большое число микроорганизмов, способных утилизировать углеводороды нефти, способствуя разложению нефтепродуктов на простые соединения, а также накоплению органического вещества. Преимущества биологической очистки: экологическая безопасность, возможность разложения загрязняющих веществ до безвредных промежуточных продуктов, сохранение структуры почвы, отсутствие дополнительного загрязнения окружающей среды

Целью работы является микробиологическое исследование почвы на территории бывшего военного объекта и определение возможности использования в дальнейшем данного земельного участка.

Объектом исследования является почва с территории бывшей технической ракетной базы.

Почва имеет свойство накапливать вредные вещества, в связи с этим ее можно назвать индикатором загрязнения окружающей среды. Кроме того, почва является связующим звеном между биотическим и абиотическим компонентами биосферы, и загрязнения, в ней накопленные, могут передаваться по пищевой цепи. Поэтому мониторинг и анализ состояния почвенного покрова – это одна из главных задач экологических исследований.

Состав микрофлоры почвы меняется в зависимости от ее глубины. В поверхностном слое почвы (0–10 см) количество микроорганизмов незначительно; это связано с губительным действием прямого солнечного света и низкой влажности почвы. Максимальное количество микроорганизмов обнаруживается на глубине 10–30 см. На глубине 1 м выявляются единичные клетки бактерий. Наиболее богата микроорганизмами культурная возделываемая почва (до 5 млрд клеток на 1 г почвы), наименее – почва, бедная влагой и органическими веществами (200 млн клеток в 1 г).

Объектом исследования являлась территория бывшей Технической ракетной базы, предназначенной для эксплуатации ракетных комплексов. Площадь объекта 2 Га. Войсковая часть сокращена, объект подлежит рекультивации с дальнейшим использованием земель под лесные посадки. На объекте остались разрушенные сооружения различного назначения имеются видимые проливы мазута. На объекте располагались здания и сооружения для хранения и обслуживания военной техники и административно-хозяйственного назначения. Поверхностный горизонт почвы на территории объекта занимают черноземы карбонатные (слабоэродированные и эродированные) и на примыкающей площади следующие типы почв (в порядке уменьшения): чернозем выщелоченный, чернозем обыкновенный, серые лесные, лугово-черноземные, пойменные, болотные, и другие.

Пробы почв отбирались в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84. До проведения работ по механической рекультивации на исследуемом объекте было выбрано 5 пробных площадок размером 5х5 метров. Площадки № 1, 2, 3 располагались вблизи разливов мазута, где испытывалась максимальная нагрузка на экосистему; точка 1 находится непосредственно в центре между емкостями мазутохранилища, точки 2 и 3 севернее и южнее соответственно. Площадки № 4, 5 располагались на расстоянии 10–15 метров от мазутохранилища, причем точка 4 южнее и располагается рядом с электроподстанцией, а точка 5 севернее и располо-

жена ближе к насосной станции. После завершения механической рекультивации на объекте было выбрано 9 пробных площадок размером 2х2 м. В табл. 1 этим точкам соответствуют номера участков с 6 по 14, причем точки располагались по периметру исследуемого участка: 6 – юго-запад, 7 – запад, 8 – северо-запад, 9 – юг, 10 – центральная между мазутохранилищами (она же точка 1 до механической рекультивации), 11 – север, 12 – юго-восток, 13 – восток, 14 – северо-восток. Точечные пробы отбирали на пробных площадках также из слоя 0–20 см методом конверта.

Из отобранных проб почвы производились подготовка почвы и почвенной суспензии и затем высев на подготовленные питательные среды. Посевы почвенной суспензии проводились на три различные питательные среды: на среду Чапека, на МПА и олиготрофную среду. На каждую среду из трех каждый образец почвы из 14 высевался в двух разведениях почвенной суспензии по 2 повторности.

Затем, по предложенной методике [1, 3] проводился подсчет колоний бактерий или грибов, усредненные результаты подсчета КОЕ по двум повторностям для каждого из двух разведений.

На основании исходных данных производился расчет количества КОЕ на пересчете на 1 грамм почвы. Таким образом, далее в табл. 1 представлены количество колониобразующих единиц для всех исследуемых участков в тыс. КОЕ/г.

Далее был проведен анализ наблюдений по совокупности посевов на три разные питательные среды. На рис. 1 представлено наглядно соотношение количества КОЕ для каждой исследуемой точки по результатам посева на все три рассматриваемые питательные среды.

Таблица 1

Количество колониобразующих единиц при посевах на разных средах (тыс. КОЕ/г)

Номер участка	Среда Чапека	Среда МПА	Олиготрофная среда
1	51,0	4237,0	2259,0
2	0,0	3723,5	965,0
3	74,0	2451,5	14 000,0
4	51,0	2693,5	4155,5
5	2785,0	306,0	1060,0
6	53,0	1154,0	4412,5
7	0,0	211,0	654,5
8	0,0	360,5	4600,0
9	0,0	880,5	800,0
10	0,0	128,5	2800,0
11	1566,5	1205,0	150,5
12	3206,0	423,0	246,0
13	188,0	10 066,0	1100,5
14	4553,5	875,5	3173,0

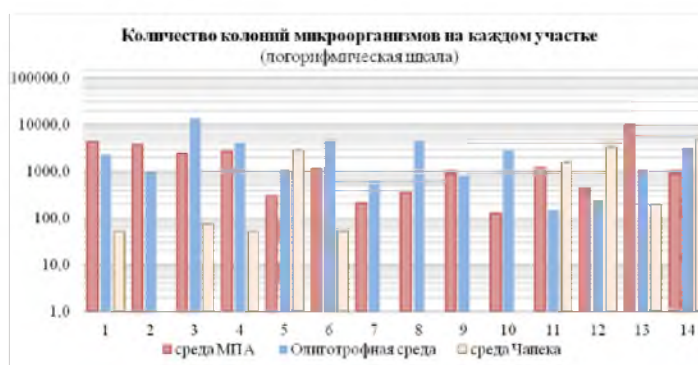


Рис. 1. График зависимости количества колоний микроорганизмов от участка местности

В точках 1, 2 и особенно в точке 13 отмечается больше КОЕ/г выращенных на среде МПА, чем выращенных на олиготрофной среде, что возможно указывает достаточно высокую концентрацию азотсодержащих соединений в почве сооружения 5, а также в сооружении 1. Известно, что некоторые топлива, в том числе ракетное топливо, имеют в своем составе азотистые соединения.

На 5 и 11 участках микроскопические грибы явно преобладают над остальными рассматриваемыми формами микроорганизмов. Так как грибы являются первоначальными колонизаторами, то этот факт свидетельствует о наличии органики трудноусваиваемой другими формами микроорганизмами, как, например, нефтепродукты.

Олиготрофные формы преобладают над другими изучаемыми группами микроорганизмов в точках 3, 4, 6, 7, 8 и 10. Почвы на этих территориях бедны азотсодержащей органикой. Но в на участках 7, 8 и 10 также отсутствуют и микроскопические грибы, что, вероятно, говорит и анаэробных условиях

По результатам проведенных опытов можно сказать о том, что соотношение количества колоний бактерий на различных средах свидетельствует о нарушении естественного гомеостаза почв.

Рост микроскопических грибов, включая плесень, купируется на большинстве исследуемых участков первого и второго сооружения, что возможно связано с наличием на данных участках факторов подавляющих рост представителей аэробных форм жизни причиной чего может быть наличие нефтяной микроплесени.

При этом наиболее приближенным к контрольному образцу по соотношению числа колоний является образец почвы из центра первого сооружения, хотя и остальные образцы в этом сооружении не отражают соотношения колоний контрольного образца.

Необходима рекультивация для снижения максимальных концентраций загрязнений нефтепродуктами и остаточные концентрации могут быть подвержены деструкции естественными формами микроорганизмов. В качестве предложения отметим, что для ускорения процесса очистки почвы было бы интересно подобрать наиболее активные штаммы для исследуемой территории.

Список использованной литературы

1. Биоиндикация. Микробиологические методы исследования экосистем: метод. указания к лабораторным занятиям/ сост. Г. В. Кондакова; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль : ЯрГУ, 2012. – 48 с.
2. Зооинженерный факультет МСХА [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.activestudy.info/oligotrofnye-mikroorganizmy/>
3. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31 01 01 – Биология» / Авт.-сост. В.Д. Поликсенова, А.К. Храмов, С.Г. Пискунов. – Мн. : БГУ, 2004. – 36 с.

УДК 620.169.1

БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА ВЫСОТЕ

Богданова С.В., магистрант кафедры «Техносферная безопасность»

Ложкина А.Ю., старший преподаватель

**ФБГОУ ВО «Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова»**

Статья посвящена вопросам, связанным с обеспечением безопасности при работе на высоте, нарушениям выявляемым при проведении проверок и расследований несчастных случаев, а так же приведен пример мероприятия по снижению уровня травматизма и уменьшения количества нарушений на строительных объектах.

Ключевые слова: работы на высоте, охрана труда.

SAFETY AT WORK AT HEIGHT

Bogdanova S.V., master of science in Technosphere Security Department

Lozhkina A. Y., senior teacher

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The article is devoted to issues related to ensuring safety while working at height, violations detected during inspections and investigations of accidents, as well as an example of an action to reduce the level of injuries and reduce the number of violations at construction sites.

Key words: work at height, labor protection.

В настоящее время довольно активно рассматриваются вопросы, связанные с обеспечением безопасности при работе на высоте. Необходимо отметить, что, несмотря на положительную динамику производственного травматизма за последние пять лет, вопросы обеспечения на предприятиях и в организациях РФ безопасных условий труда, предупреждения несчастных случаев на производстве, в том числе в результате падения с высоты, остаются достаточно острыми.

Падение с высоты является серьезным инцидентом, случающимся во многих отраслях промышленности и среди людей различных профессий. Падение с высоты приводит к телесным повреждениям за счет контакта между упавшим и источником травмы при следующих обстоятельствах:

- движение человека и сила удара вызываются силой тяжести;
- точка контакта с источником телесного повреждения находится ниже, чем та поверхность, на которой находился человек в момент начала падения [3].

Наиболее характерными телесными повреждениями в результате падения с высоты являются: переломы пяточных костей, позвоночника, таза, нижних конечностей, переломы свода черепа и т. д. Одновременно с костной травмой могут быть тяжелые закрытые повреждения внутренних органов (разрывы аорты, печени, отрыв желчного пузыря, разрыв селезенки и т. д.) [3].

Основными нарушениями, выявляемыми при проведении проверок и расследований несчастных случаев, связанных с работой на высоте, являются:

- места производства работ, расположенные на перекрытиях, покрытиях на высоте более 1,8 м и на расстоянии менее 2 м не ограждены защитными или страховочными ограждениями;
- отсутствие на средствах подмащивания сплошного настила;
- неприменение работниками страховочных систем;
- допуск к работе на высоте работников, не прошедших в установленном порядке обучение и инструктаж по охране труда;
- допуск к работе работников без прохождения предварительного и периодического медицинских осмотров. [3]

Наличие указанных нарушений может приводит к несчастным случаям.

В целях снижения уровня травматизма, уменьшения количества нарушений на строительных объектах проводятся определенные мероприятия. Во-первых, усилено административное давление на нарушителей. Это связано с тем, что в 2015 году вступили в силу очередные изменения трудового законодательства: обязательств у работодателей стало больше, да и штрафы заметно увеличились. Если раньше максимальный штраф на должностное лицо составлял 5000 руб., то теперь эта сумма по отдельным нарушениям доходит до 40 000 руб. Максимальный административный штраф на юридическое лицо вырос с 50 000 до 200 000 руб. [1]

Наиболее серьезно увеличены штрафы за нарушения требований охраны труда. Максимальный размер штрафа за нарушения общего характера увеличен до 80 000 руб., а за отдельные нарушения, например, допуск работника к исполнению трудовых обязанностей без обучения правилам охраны труда или без прохождения обязательного медицинского осмотра, накладывается штраф до 130 000 руб. [1]

Общая сумма штрафов по результатам проверок или по несчастным случаям может доходить для юридических лиц до 500 тыс. рублей, для должностных – 100 тыс. рублей.[1]

Вместе с тем одними лишь репрессивными мерами кардинального улучшения ситуации не добиться. Необходима реальная совместная работа всех заинтересованных органов: министерств, корсоветов по охране труда муниципальных образований, профсоюзов.

Нужно работать на опережение – дойти до каждого предприятия, до каждого работодателя, провести необходимую разъяснительную работу, обеспечить выполнение требований безопасности.

Список использованной литературы

1. Журнал «Промышленная экологическая безопасность, охрана труда». – № 1 (108) февраль 2016.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 155-н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте».
3. Бадагуев Б.А. Работы с повышенной опасностью, 2011. – 112 с.

УДК 504.054

АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РОССИИ: РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Бодрова Е.С., аспирант кафедры «Электрические сети, станции и системы электроснабжения»

Караваяева О.А., магистрант кафедры «Маркетинг»

Бодрова А.С., студент кафедры «Электрические сети, станции и системы электроснабжения»

**Южно-Уральский государственный университет
(Национальный Исследовательский Университет)**

Рассмотрены потребители энергии с децентрализованным энергоснабжением в Арктической зоне Российской Федерации. Децентрализованное энергоснабжение данных потребителей осуществляется от автономных источников энергии – дизельных электростанций (ДЭС), которые негативно влияют на окружающую природную среду. Рассмотрены негативные факторы данного способа энергоснабжения – воздушное и шумовое загрязнение территорий, пожароопасность от использования дизельного топлива. Предложено решение по сокращению негативного воздействия на окружающую среду – использование экологически чистого источника энергии – солнечной энергии.

Ключевые слова: солнечная энергия, экология.

ARCTIC ZONE OF RUSSIA: SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS WITH SOLAR ENERGY

Bodrova E.S., post-graduate student of the department «Electric networks, stations and power supply systems»

Karavaeva O.A., graduate student of the department «Marketing»

Bodrova A.S., student of the department «Electric networks, stations and power supply systems»

South Ural State University (National Research University)

Consumers of energy with decentralized power supply in the Arctic zone of the Russian Federation are considered. Decentralized power supply of these consumers is carried out from autonomous energy sources – diesel power plants (DES), which negatively affect the natural environment. Negative factors of this method of energy supply are considered – air and noise pollution of territories, fire danger from use of diesel fuel. A decision is proposed to reduce the negative impact on the environment – the use of an environmentally friendly source of energy – solar energy.

Keywords: solar energy, ecology.

Освоение арктических зон – одно из приоритетных направлений развития Российской Федерации. Реализация более 160 мероприятий и инвестиционных проектов осуществляется сегодня на территории Арктической зоны. В настоящее время согласно дан-

ным Департамента развития межрегионального и приграничного сотрудничества Министерства экономического развития РФ около 20 % от общего объема финансирования инвестиционных проектов и мероприятий приходится на развитие энергетики [1].

На территории Арктической зоны России имеется централизованное и децентрализованное энергоснабжение. В табл. 1 указаны основные характеристики каждого типа энергоснабжения, а также регионы Арктической зоны России с тем или иным типом энергоснабжения [1,2].

Таблица 1

Типы энергоснабжения Арктической зоны России

Тип энергоснабжения	Централизованное	Децентрализованное
Характеристика регионов с данным типом энергоснабжения	Высокая плотность населения на один км ² , наличие крупных промышленных предприятий	Низкая плотность населения на один км ² , объекты удаленные от энергоцентров,
Регион Арктической зоны Российской Федерации с данным типом энергоснабжения	Мурманская область, Ненецкий АО (г.Нарьян-Мар, п.Искателей, с.Тельвиска), Чукотский АО, Ямало-Ненецкий АО, Муниципальное образование городского округа «Воркута» (Республика Коми), Арктическая зона Архангельской области, Красноярский край (территории городского округа города Норильска)	Ненецкий АО (остальные территории), Чукотский АО, Ямало-Ненецкий АО, Красноярский край (Таймырский (Долгано-Ненецкий) муниципальный район, Туруханский район), Арктическая зона улусов Республики Саха (Якутия)
Энергоресурсы, характерные для данного типа энергоснабжения	Ископаемое топливо: мазут, уголь, газ; атомная и гидравлическая энергия	Дизельное топливо
Электростанции, характерные для данного типа энергоснабжения	ГРЭС, ТЭЦ, ГЭС, ТЭС, АЭС	ДЭС

Из табл. 1 видно, что тип энергоснабжения рассредоточенных потребителей Арктической зоны осуществляется от автономных источников энергии, представленных дизельными электростанциями.

Цель – рассмотреть возможность сокращения использования дизельного топлива посредством внедрения фотоэлектрических проектов на территории Арктической зоны.

В задачи входят: рассмотрение опыта эксплуатации солнечных модулей в арктическом климате России; выявление негативного влияния на экологию при использовании дизельных электростанций и дизельного топлива.

Влияние дизельных электростанций на окружающую природную среду

Дизельная электростанция это энергоустановка, оборудованная одним или несколькими генераторами электрического тока, которые приводятся во вращение дизельными двигателями. В качестве топлива в дизельных двигателях применяют дизельное топливо.

В данной статье мы рассмотрим только те негативные факторы от использования ДЭС, которые связаны с загрязнением окружающей природной среды, не обращая внимания на сложность доставки топливно-энергетических ресурсов и их дороговизны. Негативные факторы от использования ДЭС приведены на рис. 1.



Рис. 1. Негативные факторы от использования ДЭС

Данные факторы в большинстве своем обусловлены тем, что в Арктической зоне эксплуатируется устаревшее или заканчивающее свой срок эксплуатации оборудова-

ние. На изношенных и устаревших дизельных электростанциях удельные расходы топлива выше, чем на новых электростанциях. У современных дизельных генераторов, в связи с постоянным усовершенствованием, наносимый вред окружающей среде чуть снижен.

Дизельный двигатель является источником воздушного загрязнения (атмосферного воздуха). Эксплуатация ДЭС сопровождается выхлопными газами [3]. Вредные вещества, которые выбрасываются в атмосферу, при его работе указаны на рис. 2. Данные вещества опасны как для воздушного пространства (возможность образования кислотных осадков), так и для людей и окружающей флоры и фауны, проживающих на данной территории в связи со своей токсичностью.



Рис. 2. Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу от ДЭС

Значительное и разрушающее действие на экологию и организм человека оказывает шум и вибрации при работе ДЭС, особенно на население, проживающее вблизи работающих ДЭС.

Влияние шумового раздражителя на организм человека различно: от простого раздражения до серьезных патологических заболеваний всех внутренних органов и систем [3].

На устаревшем дизельном оборудовании имеется риск различных поломок и коротких замыканий, что может привести к возгоранию топлива, и как следствие, загрязнению атмосферы.

Дизельное топливо хранится в больших резервуарах. Еще одной губительной для экологии опасностью является риск разлива дизельного топлива не только при хранении, но и при доставке.

Объем выработки электроэнергии на ДЭС, согласно данным формы «1-натура», на регионы с большой долей изолированных систем энергоснабжения пришлось 3142 млн кВт·ч. На выработку такого объема электроэнергии было израсходовано более 820 тыс. т дизельного топлива.

Солнечная фотоэнергетика в Арктической зоне

Принимая во внимание вышеизложенное, а также климат, неравномерное расселение и низкую плотность населения Арктики, возобновляемые источники энергии (ВИЭ) могут быть эффективным решением для децентрализованных потребителей. В данной статье одним из решений сокращения негативного воздействия на окружающую среду предлагается использование солнечной энергии.

Энергия Солнца – это доступный и неисчерпаемый источник энергии из всех существующих возобновляемых источников энергии. За последние несколько десятилетий солнечная энергетика в ряде стран выделилась в отдельные энергетические отрасли, составляющие конкуренцию традиционной энергетике. Общая мировая установленная мощность солнечной фотоэнергии переступила отметку в 300 ГВт в конце 2016 года [4].

По оценкам ученых [5] среднегодовое дневное поступление энергии прямого солнечного излучения в Арктической зоне России варьируется от 2 до 5 кВт·ч/м²/день или от 0,7 до 1,8 МВт·ч/м²/год. В связи с данными показателями в Арктической зоне реализуются проекты по внедрению солнечной энергии [6]. На рис. 3 показана диаграмма по существующим и проектируемым мощностям солнечной энергии в Арктической зоне.

Больше всего солнечных электростанций (СЭС) расположено в Республике Саха (Якутия), большинство из СЭС работают в комплексе с дизель-генераторами. На территории Мурманской области, Ямало-Ненецкого автономного округа и Архангельской области действуют комбинированные ветро-солнечно-дизельные энергоустановки. Мажи в Мурманской и Архангельской областях, Ненецком и Ямало-Ненецком АО рабо-

тают на солнечных модулях. Ветро-солнечными установками оснащены остановки, пешеходные переходы, таксофоны, дороги на территории Карелии, Архангельской и Мурманской областях. Ветро-солнечные энергонезависимые комплексы снабжают электроэнергией газовые промыслы (скважины) Ямало-Ненецкого АО.



Рис. 3. Диаграмма по существующим и проектируемым мощностям солнечной энергии в Арктической зоне

В целом наблюдается положительная тенденция по внедрению проектов солнечной энергии.

Изучением вопросов внедрения возобновляемых источников энергии в Арктику и вытеснением дизельных электростанций занимаются многие российские ученые: проводят оценку потенциала ВИЭ для различных регионов, осуществляют арктические испытания на пилотных установках, предлагают различные схемы по энергоснабжению, разрабатывают устройства по адаптации компонентов энергокомплексов.

Канадский опыт в Арктике показывает, что полное вытеснение дизельного топлива на данный момент невозможно. Широкое распространение получили гибридные энергосистемы, состоящие из солнечных модулей, дизельных генераторов и аккумуляторных батарей (для хранения «солнечной» энергии). На рис. 4 схематично приведена гибридная энергосистема, состоящая из солнечных модулей, дизель-генератора и аккумуляторных батарей.



Рис. 4. Гибридная энергосистема

Использование дизельного топлива на территориях Арктики получило широкое распространение, в связи с тем, что во многих случаях оно является единственным возможным вариантом для надежного энергоснабжения в отдаленных поселениях. Но технологии солнечной энергетики не стоят на месте и постоянно развиваются.

Оборудование солнечной энергетики, разработанное специально для климатических условий арктического климата, позволит расширить возможности в использовании солнечных модулей для децентрализованных потребителей электроэнергии.

Для отдаленных от энергосистемы потребителей на арктических территориях солнечная энергетика может играть важную роль. Использование данного вида энергии позволит сократить количество поставляемого органического дизельного топлива, в связи с этим ограничить негативное влияние на экосистему Арктики, а в целом, повысить надежность электроснабжения.

Список используемой литературы:

1. Север и Арктика в новой парадигме мирового развития: актуальные проблемы, тенденции, перспективы. Научно-аналитический доклад / под науч. ред. д.э.н., проф. В.С. Селина, д.э.н., проф. Т.П. Скуфьиной, к.э.н., доц. Е.П. Башмаковой, к.э.н., доц. Е.Е. Торопушиной. – Апатиты : КНЦ РАН, 2016. – 420 с.

2. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. № 296.

3. Соснина, Е.Н. Экологическое воздействие ветродизельных электростанций на экосистемы и здоровье населения / Е.Н. Соснина, О.В. Маслеева, А.В. Шалухо, И.А. Липужин // Экология человека, 2015. – №12. – С. 3-9.

4. Состояние возобновляемой энергетики 2016 глобальный отчет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/10/REN21_GSR2016_KeyFindings_RUSSIAN.pdf.-Состояние возобновляемой энергетики 2016 глобальный отчет.

5. Попель О.С. Использование возобновляемых источников энергии для энергообеспечения потребителей в Арктической зоне / О.С. Попель, С.В. Киселева, М.О. Моргунова, Т.С. Габдерахманова, А.Б. Тарасенко // Журнал «Арктика : экология и экономика». – Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (Москва), 2015. – №1(17). – С. 64–69.

6. Бердин, В.Х. Возобновляемые источники энергии в изолированных населенных пунктах Российской Арктики / В.Х. Бердин, А.О. Кокорин, Г.М. Юлкин, М.А. Юлкин // М. : Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2017. – 80 с.

УДК 631.95

**ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ
НЕФТЕШЛАМА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ ОЧИСКЕ ЕМКОСТЕЙ
ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Буслаева Д.Г., Бачинина С.П.,
Паутова А.Е., Митриковский А.Я.**

ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет» г. Тюмень

В статье представлены результаты лабораторных исследований направленных на влияние различных сорбентов и деструктора нефти «Дестройл» на содержание нефтепродуктов в шламе нефтеемкостей. В результате проведенных лабораторных исследований нами выделено 6 вариантов сорбентов на фоне применения нефтеразлагающего препарата «Дестройл» и других изучаемых компонентов. По результатам проведенных исследований были сделаны выводы о положительном влиянии применения С-Верад в дозе 10 % от массы нефтешлама с применением нефтеразлагающего препарата «Дестройл» на всех этапах с применением других компонентов

Ключевые слова: нефтепродукты, шлам.

**STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL METHOD OF SLUDGE DISPOSAL
FROM OCHISKE TANKS FROM OIL AND OIL PRODUCTS**

**Buslaeva D.G., Bachinina S.P.,
Pautova A.E., Mitricovskij A.**

**Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Industrial University of Tyumen»/ IUT;**

The article presents results of laboratory studies designed to influence of different sorbents and destructor oil «Destroyl» on the oil content of the sludge nefteemkostej. As a result of laboratory tests of us 6 was allocated options sorbents against the backdrop of nefterazlagajushhego drug «Destroyl» and other components being studied. According to the results of the studies, conclusions were drawn about the positive impact of the application of p-Verad in the dose of 10 % by weight of oil using nefterazlagajushhego drug «Destroyl» at all stages of using other components.

Key words: oil products, sludge.

В настоящее время проблемой является утилизация отходов при добыче нефти, а так же эксплуатации нефтепроводов, которые приводят к загрязнению земель – нефтезагрязненные почвы, транспортировка и хранение нефтепродуктов в виде зачистки РВС. По данным ряда ученых отмечающих, что нефть и нефтепродукты являются ос-

новными загрязнителями окружающей среды. При загрязнении почвы нефтью она в силу своей специфики обладает слабым потенциалом для самоочищения и самовосстановления [1, 7, 10, 11].

Для решения проблемы утилизации шламов, накапливаемых в емкостях для хранения нефти необходимо разрабатывать новые способы и методы, которые обеспечивали бы минимальную антропогенную нагрузку на экологические системы.

В процессе работы проводились лабораторные исследования на базе лаборатории кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», в соответствии с методиками, внесенными в государственный реестр методик количественного химического анализа.

Задачи проведения лабораторных исследований включали следующее:

1. Изучить влияние различных сорбентов и деструктора нефти «Дестройл» на содержание нефтепродуктов в шламе нефтеемкостей.
2. Определить вид и оптимальную дозу изучаемых сорбентов.
3. Провести биотестирование (посев овса) шлама нефтеемкостей по вариантам.

Нефтьешлам: представляет собой многокомпонентные устойчивые агрегативные системы, состоящие в основном, из нефтепродуктов, воды, песка, глины и др.

Результаты исследования нефтешлама представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования нефтешлама

Наименование показателя	Ед. изм.	Нефтешлам
Нефтепродукты	мг/кг	71 325
рН	ед. рН	7,1
Содержание органического вещества	%	24,9
Содержание минерального вещества	%	75,1

Фосфогипс Кальций сульфат 2-водный ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$): фосфогипс представляет собой порошок белого или от светло-серого до темно-серого цвета, имеющий влажность 27–30 % и не обладающий вяжущими свойствами. По химическому составу фосфогипс представляет собой двухводный гипс с примесями веществ как растворимых (фосфорная и серная кислоты, моно-и дикальцийфосфат, фторсиликаты, соли натрия и калия), так и нерастворимых (кремнезем, сокристаллизованные фосфаты, нерастворимые фосфаты и фториды и др.). Представлен на рис. 1.

Глауконит – минерал, водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия непостоянного состава.

Химический состав: непостоянный.

Сорбент обладает высокими абсорбционными и катионообменными свойствами. Ионобменная способность 0,1–0,4 моль/кг, пористость 20–25 %, твердость 1,3–2,0, плотность 1,8–3,0, размер частиц от 0,03 до 0,65 мм. Представлен на рис. 2.

Гуминовый препарат «Росток»: натуральный гуминовый препарат из торфа, стимулирует рост и развитие растений, адаптирует растения к природным и техногенным воздействиям.

Биологическое действие: стимулирует рост и развитие растений; адаптирует растения к природным и техногенным воздействиям; ускоряет прохождение фенологических фаз (в т. ч. созревание); активно влияет на белковый обмен растений (на содержание клейковины в зерне); ограничивает поступление токсикантов в растение.

С-ВЕРАД является новым классом неорганических сорбентов на основе природного алюмосиликата. Гранулы сорбента имеют микропористую, мезопористую и слоистую чешуйчатую макропористую структуру. Внедренный углерод, гидрофобизирующий поверхность, создает структуру положительно и отрицательно заряженных центров, распределенных внутри и снаружи гранул на поверхностях слоев, что позволяет реализовать реакции с малополярными молекулами (ряда жиров, нефтепродуктов). Специфическая углеродная пленка создает центры для деятельности нефтеокисляющих бактерий и условия для их работы, что способствует обеспечению более высокой динамической емкости по нефтепродуктам в сравнении с другими сорбентами.

Миксоил – это универсальный сорбент неполярных, нерастворимых продуктов, представляющий собой природный алюмосиликат с замкнутыми порами, наполненными газообразными веществами. Может применяться как на поверхности грунта, так и на акваториях. Обладает механической прочностью и износостойкостью. Не растворяется в воде и устойчив к растворам кислот и щелочей, нефтепродуктам, органическим растворителям и др. Представлен на рис. 3.

Сорбент полимерный «Унисорб» характеризуется развитой пористой структурой, что позволяет собирать за короткое время значительные количества нефти и нефтепродуктов. При этом нефтяное пятно локализуется на месте, не давая загрязнению распространяться. Сорбент за счет большого количества открытых пор эффективно удерживает в себе нефтепродукты без их вымывания даже при нахождении на водотоке. Представлен на рис. 4.



Рис. 1. Фосфогипс



Рис. 2. Глауконит



Рис. 3. Миксоил

Сорбент «Унисорб-Био» – является универсальным препаратом, обладает высокой сорбирующей способностью и скоростью сорбции, способен к самостоятельному биологическому разложению и разложению нефтепродуктов благодаря внедренному в его структуру биопрепарату нефтеокисляющих микроорганизмов, эффективен при очистке природных сред, прост и легок в эксплуатации. Сорбент «Унисорб-Био» является нетоксичным и непатогенным сорбирующим материалом, не вызывает нарушения экологического равновесия в экосистемах.

Основа сорбента: вспененный особым способом карбамид (мочевина), что является само по себе минеральным удобрением почв.

Структура сорбента: пористый материал с обширной сетью капилляров (как «губка»). Представлен на рис. 5.



Рис. 4. Унисорб полимерный



Рис. 5. Унисорб – Био

Дестройл» – биологический препарат представляет собой порошок или пасту, состоящие из клеток микроорганизма, обладающих углеводородоокисляющей активностью.

Биологические свойства:

Действие препарата основано на высокой окислительной активности микробной культуры в отношении углеводородов нефти и нефтепродуктов. Нефтеокисляющие бактерии разрушают практически все углеводороды, от метана до самых тяжелых остатков и переводит их в экологически нейтральные соединения. В качестве источников питания используются углеводороды и минеральные соли. Внесение минеральной подкормки стимулирует при этом и местные биоценозы. Отмершие клетки культуры-продуцента образуют непатогенную и нетоксичную биомассу, которая в трофической цепи легко утилизируется местной сапрофитной микрофлорой, создавая основу для формирования гумуса в почве или образуя донный ил. Очистка нефтезагрязненных объектов с помощью Дестройла – эффективный экологически чистый метод.

НРК – высокоэффективное сложное удобрение, содержащее такие основные питательные элементы для растений, как азот, фосфор и калий.

Азот. Активно участвует в строительстве новых клеток растения, в поддержании его иммунной системы, образовании хлорофилла, витаминов и так далее. При почвен-

ном культивировании растение получает азот из продуктов распада органических соединений, находящихся в почве.

Фосфор. Участвует в строительстве белков, важен для формирования корневой системы, для иммунитета растения.

Калий. Присутствует во всех клетках растения, участвует в синтезе, в передаче разнообразных веществ от одной части растения к другой.

Исследование проводилось в лабораторных условиях.

Для закладки вариантов утилизации нефтешлама отбиралась навеска массой 100 г., с последующим внесением различных видов сорбентов. Доза сорбентов бралась в процентах от массы шлама (100 г.) в количестве 1 %, 3 %, 5 %, 7 %, 10 %, 15 %, 20 %. Обработка препаратом «Дестройл» производилась в рекомендованной дозе 1,5–2,0 г/кг нефтепродуктов, азотно-фосфорные удобрения в количестве 0,7 г/1000 мл воды.

Варианты утилизации нефтешлама представлены в табл. 2.

Таблица 2

Варианты утилизации нефтешлама

Вариант	Компонент									
	Нефтешлам	Фосфогипс	Глауко-нит	С-ВЕРА Д	Мик-сойл	Унисорб полимерный	Уни-сорб БИО	Дестройл	НРК	Гуминовый препарат «Росток»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. К.в.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	+	–	5 %	–	–	–	–	+	+	–
3	+	–	10 %	–	–	–	–	+	+	–
4	+	–	15 %	–	–	–	–	+	+	–
5	+	–	20 %	–	–	–	–	+	+	–
6	+	–	–	5 %	–	–	–	+	+	–
7	+	–	–	10 %	–	–	–	+	+	–
8	+	–	–	15 %	–	–	–	+	+	–
9	+	–	–	20 %	–	–	–	+	+	–
10	+	–	–	–	5 %	–	–	+	+	–
11	+	–	–	–	10 %	–	–	+	+	–
12	+	–	–	–	15 %	–	–	+	+	–
13	+	–	–	–	20 %	–	–	+	+	–
14	+	–	–	–	–	5 %	–	+	+	–
15	+	–	–	–	–	10 %	–	+	+	–
16	+	–	–	–	–	1 %	–	+	+	–
17	+	–	–	–	–	3 %	–	+	+	–
18	+	–	–	–	–	7 %	–	+	+	–
19	+	–	–	–	–	–	5 %	+	+	–
20	+	–	–	–	–	–	10 %	+	+	–
21	+	–	–	–	–	–	1 %	+	+	–
22	+	–	–	–	–	–	3 %	+	+	–
23	+	–	–	–	–	–	7 %	+	+	–
24 (22)	+	+	–	–	–	–	3 %	+	+	+
25 (20)	+	+	–	–	–	–	10 %	+	+	+
26 (17)	+	+	–	–	–	3 %	–	+	+	+
27 (14)	+	+	–	–	–	5 %	–	+	+	+
28 (8)	+	+	–	15 %	–	–	–	+	+	+
29 (7)	+	+	–	10 %	–	–	–	+	+	+
30 (6)	+	+	–	5 %	–	–	–	+	+	+
31 (5)	+	+	20 %	–	–	–	–	+	+	+
32 (3)	+	+	10 %	–	–	–	–	+	+	+
33 (2)	+	+	5 %	–	–	–	–	+	+	+
34 (13)	+	+	–	–	20 %	–	–	+	+	+

Исследование проводились в несколько этапов по схеме представленной в табл. 3:
 Определение pH среды нефтешлама проводилось в соответствии с ГОСТ 26423-85.
 Измерение кислотно-щелочной среды проводилось pH-метром «HANNA».

Этапы проведения исследования по утилизации нефтешлама

№ п/п	Дата проведения эксперимента	Этап
1	27.02. – 20.03.	Внесение сорбентов
2	20.04. – 01.05.	Внесение минеральных удобрений и Дестройл однократно
3	01.05. – 19.05.	Внесение минеральных удобрений и Дестройл по мере высыхания шлама
4	19.05.	Внесение минеральных удобрений Дестройл, препарат «Росток» 1 % и фосфогипс
5	20.09	Внесение песка и торфа в соотношении 25 % шлама, 25% песок, 50 % торфа от массы нефтешлама
6	25.09.	Проведение биотестирования (посев овса)

Ход работы:

1. Пробоподготовка: нефтешлам массой 30 г, помещают в коническую колбу. К пробе приливают цилиндром по 150 см³. Нефтешлам с водой перемешивают в течение 3 мин и оставляют на 5 мин для отстаивания.

2. Проведение измерения: часть суспензии бъемом 15–20 см³ сливают в химический стакан вместимостью 50 см³ и используют для измерения pH.

Определение нефтепродуктов осуществлялось с помощью анализатора жидкости типа «ФЛЮОРАТ-02-2М», представленного на рисунке 5, в соответствии с ПНД Ф 16.1:2.21-98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «ФЛЮОРАТ-02».

Флуориметрический метод измерений массовой концентрации нефтепродуктов основан на их экстракции гексаном из пробы воды и измерении интенсивности флуоресценции экстракта на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02-2М».

Ход работы:

1. *Измерение нефтепродуктов:* Навеску пробы массой 5 г помещают в коническую колбу вместимостью 100 см³ и добавляют при помощи пипетки 10 см³ гексана. Содержимое колбы интенсивно перемешивают в течение 15 мин. Полученный экстракт фильтруют через подготовленный фильтр «красная лента» в мерную колбу вместимостью 25 см³. Ополаскивают коническую колбу 5 см³ гексана и промывают им бентонит на фильтре, объединяя фильтраты. Затем раствор доводят до метки гексаном, перемешивают и измеряют в нем концентрацию нефтепродуктов.

Влияние сорбента Унисор-Био с дозой внесения 10 % от массы бурового шлама на содержание углеводородов в шламе емкостей хранения нефти представлено на рис. 6.

Анализируя данные рис. 6 необходимо отметить, что в изученном варианте снижение нефтепродуктов происходило на всех этапах исследований. Исходные содержания углеводородов в нефтешламе составляло 71325 мг/кг, в заключительной части исследований этот показатель составил 43 200 мг/кг, то есть количество нефти снизилось на 39,4%.

Влияние сорбента Унисор-Био в дозе 5 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов в шламе емкости при хранении нефти представлено на рис. 7.

При внесении «Унисорб-Био» в дозе 5 % от массы нефтешлама снижение содержания нефтепродуктов в шламе в заключительной части проведения исследований составило 31,6 %.

Влияние сорбента глауконит в дозе 10 % от массы нефтешлама изученных вариантов на содержание углеводородов в шламе представлено на рис. 8.

Снижение содержания нефти в шламе нефтеемкостей нами отмечено при внесении сорбента «Глауконит» в дозе 10 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов, снижение составило 33% по сравнению с контрольным вариантом.

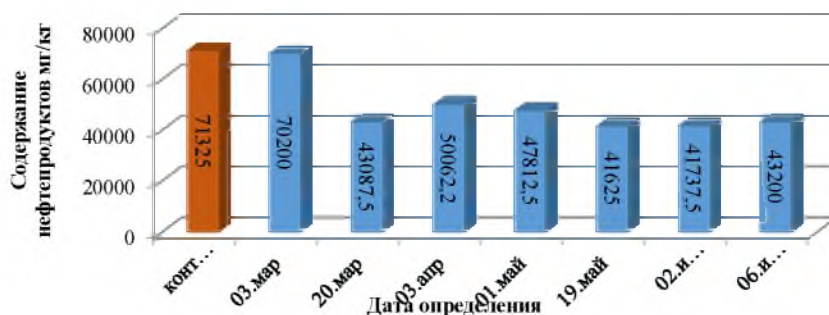


Рис. 6. Влияние сорбента Унисор-Био на содержание углеводородов в шламе емкостей хранения нефти

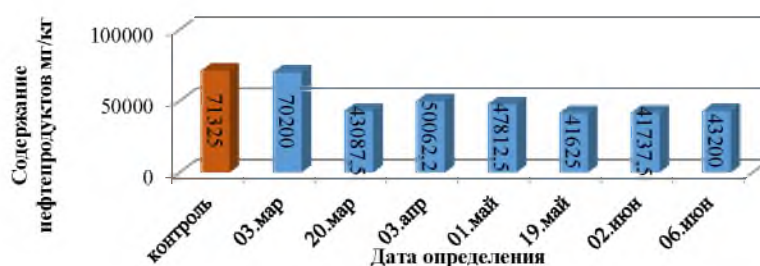


Рис. 7. Влияние сорбента Унисор-Био в дозе 5 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов в шламе емкости при хранении нефти

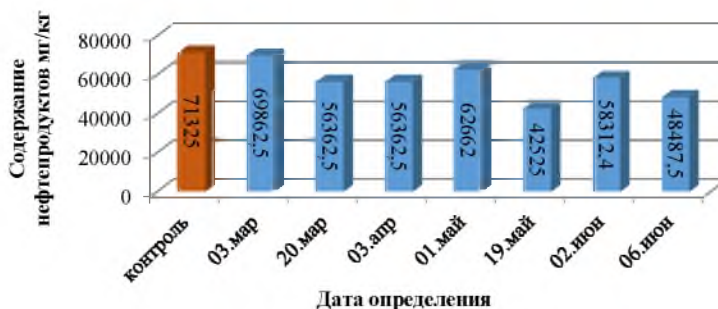


Рис. 8. Влияние сорбента глауконит в дозе 10 % от массы нефтешлама изученных вариантов на содержание углеводородов в шламе

Влияние сорбента Глауконит в дозе 5 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов в шламе представлено на рис. 9.

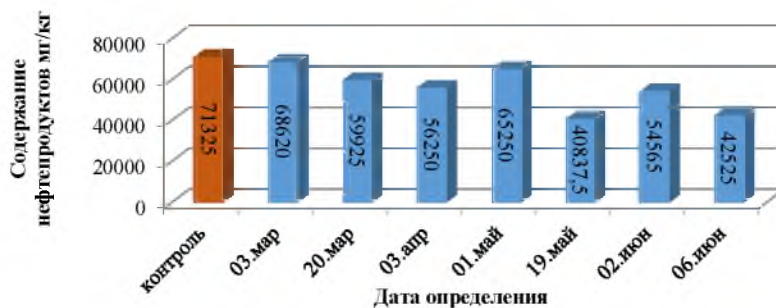


Рис. 9. Влияние сорбента Глауконит в дозе 5 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов в шламе

При изучении сорбента «Глауконит» при его дозе в количестве 5 % от массы нефтешлама на фоне изучаемых вариантов и этапов исследований снижение количества нефти в нефтешламе составило 40,4 % или 28,8 г/кг.

Влияние сорбента Унисорб (полимерный) в дозе 10 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов в шламе представлено на рис. 10.

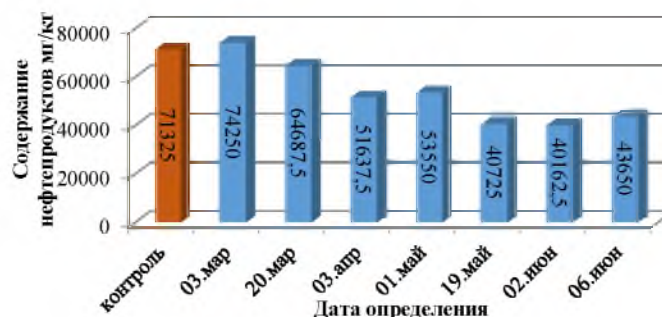


Рис. 10. Влияние сорбента Унисорб (полимерный) в дозе 10% от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов в шламе

Анализ данных рис. 10 указывает на то, что при внесении сорбента «Унисорб (полимерный)» в дозе 10 % от массы нефтешлама также прослеживается закономерность снижения содержания углеводородов в шламе в зависимости от этапов проведения исследований и изучаемых вариантов, снижение составило 38,8 % по сравнению с контролем.

При изучении сорбента «С-Верад» в дозе 10 % от массы нефтешлама на фоне изучаемых вариантов, нами установлено, что снижение содержания углеводородов в шламе снизилось по сравнению с контролем на 62,2 %.

Также в лабораторных исследованиях было проведено биотестирование (посев овса) на всех опытных вариантах. Обработанный нефтешлам (по вариантам) помещали в небольшие контейнеры, разбавляли песком и торфом в соотношении 25 % шлама, 25 % песок, 50 % верховой торф с pH=4,0-5,0 и проводили посев семян овса в количестве 50 штук на контейнер, на 10 день определяли количество проростков. В итоге получили следующие результаты, представленные в табл. 4:

Влияние сорбента С-Верад в дозе 10 % (второй вариант) от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов представлено на рис. 11.

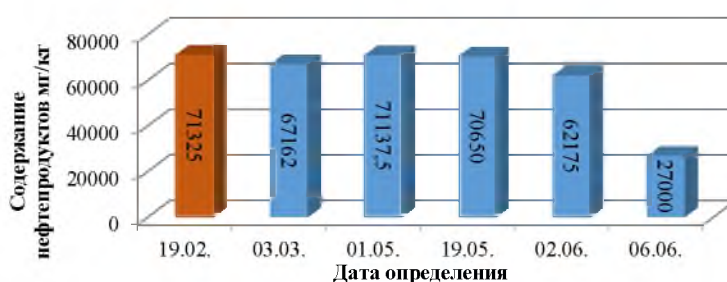


Рис. 11. Влияние сорбента С-Верад в дозе 10 % от массы нефтешлама и изучаемых вариантов на содержание углеводородов

Таблица 4

Результаты биотестирования

№ варианта	Количество проростков, шт	Масса проростков, г
7	49	4,20
11	41	3,41
15	33	3,37
22	44	3,80
24(22)	36	3,20
27(14)	35	3,64
31(5)	42	4,32
32(3)	39	3,70

Максимальные показатели силы роста нами отмечены в варианте №8 «С-Верад» в дозе 15 % и других применяемых приемов, количество проростков составило 49 штук с массой 4,2 грамма.

В результате проведенных лабораторных исследований нами выделено 6 вариантов сорбентов на фоне применения нефтеразлагающего препарата «Дестройл» и других изучаемых компонентов, в которых отмечено снижение содержания углеводов в нефтешламе.

Максимальное снижение углеводов в нефтешламе в процессе проведения исследований было отмечено в варианте с применением сорбента С-Верад в дозе 10% от массы нефтешлама с применением нефтеразлагающего препарата «Дестройл» на всех этапах с применением других компонентов (применение азотнофосфорных удобрений, гуминовых препаратов).

Снижение составило по сравнению с контрольным вариантом 62,2 %.

При внесении в этот же вариант исследований 25 % песка и 50 % торфа от массы нефтешлама в количестве 25 %, снижение углеводов составило 79,9 % по сравнению с контрольным вариантом.

Список использованной литературы

1. Глазовская М.А. Методологические основы оценки экологической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М., 1997 – 102с.
2. Гриценко А.И., Аконова Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. – М. : Наука, 1997. – 557с.
3. Звягинцев Д.Г. Управление микробными популяциями в почве //Сельхоз биологи – 1983. – №10 – С. 102–107.
4. Киреева Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. – М. : Наука, 1995. – 178с.
5. Киреева Н.А. Тишкина Е.И. Ускорение биодеструкции нефтяных загрязнений при рекультивации почв //Актуальные вопросы биотехнологии. – Межвуз. Сб. – Удг : издательство БГУ, 1990. – С. 36–44.
6. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. – М. : Смоленск. Мадксанта, 2003 – 384 с.
7. Пиковский Ю.И. Формирование и распределение техногенных геохимических потоков нефти //Природные и техногенные потоки углеводов в окружающей среде. – М. : издательство МГУ, 1993. – С. 107 – 125.
8. Радюкина Н.Л., Софьин, Кудрявцев Н.Н., Карпачевский Л.О., Зубкова Т.А., Романов В.И. Современные представления о биохимических процессах в почве //Вестник МГУ. Сер.17. – 2001. – №2 – С. 13–47.
9. Салем К.М., Перминова И.В., Гречищева Н.Ю., Мурыгина В.Г., Мещеряков С.Л. Биорекультивация нефтезагрязненных почв гуминовыми препаратами //Экология и промышленность России – апрель 2003. – С. 19–21.
10. Соянцова Н.П. Изменение морфологии дерново-подзолистых почв в районе нефтедобычи //Добыча полезных ископаемых и геохимия природных систем. – М. : Наука, 1982. – С. 29–70.
11. Сысо А.И., Васильев С.В., Смоленцев Б.А., Смоленцев Б.А., Сеньков А.А. Ландшафтно-геохимический анализ изменения природной среды в районах нефтедобычи //Сибирский экологический журнал. – 2001. – №3. – С. 333–342.
12. Салангинас Л.А. Изменение свойств почв под воздействием нефти и разработка систем мер по их реабилитации – Екатеринбург, 2003 – С. 411.

УДК 662.767.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Варламова А.Я., магистрант программы «Управление техносферной безопасностью»
Попов С.Ю., старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность»**

Ижевский Государственный Технический Университет им. М.Т. Калашникова

Рассмотрены использование возобновляемых источников энергии, применение биогазовой технологии в агропромышленном комплексе, экономическая эффективность внедрения биогазовой технологии на предприятии.

Ключевые слова: экология, биогазы.

USE OF BIOGAS TECHNOLOGY FOR INCREASE OF ENERGY EFFICIENCY AND ECOLOGY OF COMPANY

Varlamova A.Y., *master of the program «Technospheric Security Management»*

Popov S.Y., *lecturer*

Izhevsk State Technical University

Review of use renewable energy sources, use biogas technology in agriculture, calculation economic efficiency introduction of biogas technology of company.

Key words: ecology, biogas.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности являются важными условиями развития Российской экономики. Требования к экологичности и энергоэффективности определяют вектор развития энергетических систем и оборудования, технологий добычи ресурсов и других отраслей промышленности. Рост энергоэффективности обеспечивает существенную экономию энергоресурсов. Заложенное в проект Энергетической стратегии России до 2035 г. снижение энергоемкости ВВП в 1,3–1,5 раза соответствует экономии 315–580 млн т. у. т. в год. С учетом разнообразных внешнеэкономических ограничивающих факторов эффективное расходование топливно-энергетических ресурсов является особенно актуальным. В условиях существующего запроса на технологическую модернизацию экономики страны и внедрение инноваций, вектор повышения энергетической эффективности становится важным направлением технологического развития и совершенствования организационных процессов. [1]

На фоне общего снижения потребления энергии и увеличения энергоэффективности начинается внедрение возобновляемых источников энергии. В настоящее время доля ископаемого топлива в конечном потреблении первичной энергии – 78,3 %, возобновляемых источников – 19,2 %, атомной генерации – 2,5 %, гидрогенерации – 3,9 %. Доля остальных источников, таких как ветер, солнце, биомасса и других, по состоянию на 2014 год – 6,4 %. Но в производстве электроэнергии доля ВИЭ значительно выше и составляет 23,7 %, из них гидрогенерация – 16 %, ветер, биомасса, солнце и другие источники составляют 7,3 %. Таким образом, можно говорить, что возобновляемые источники энергии постепенно становятся конкурентами для ископаемого топлива. К примеру, чистая выработка электроэнергии на основе биомассы и отходов в России за 2014 год составила 3100 Гвт, что на 6 % выше по сравнению с 2013 годом. [2,3]

Рассмотрим статистику развития генерации электрической и тепловой энергии на примере стран Евросоюза. Согласно Европейской Ассоциации Биомассы основная доля производимой биоэнергии в Европе используется для отопления (74%), остальная часть распределяется почти поровну на производство электричества и использование биотоплива для транспортного сектора. Лидерами среди стран – потребителей биоэнергии является Германия (17 % от общеевропейского). Для генерации электричества из биомассы больше всего используются твердые виды биотоплива, основную часть которых составляют древесные пеллеты (51 %). Из биогаза генерируется 34% электричества, из муниципальных отходов и отходов ЖКХ – 12%. [4]

В нашей стране в 2013 году был принят механизм стимулирования использования возобновляемых источников энергии, а так же достижение цели по доле ВИЭ в электроэнергетике на уровне 2,5 % к 2024 году. Хотя на фоне достижений и общемировой динамики развития ВИЭ планы России смотрятся более чем скромно, все же старт внедрению возобновляемой энергетики в нашей стране был дан, но с очень серьезным

опозданием и существенным отличием от целевых показателей зарубежных стран по доле ВИЭ в энергобалансе в средне- и долгосрочной перспективе.[5]

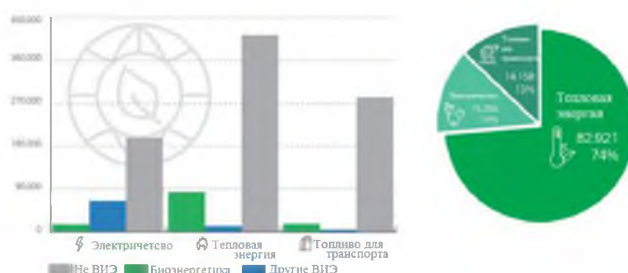


Рис. 1. Конечное потребление биоэнергии в странах ЕС в 2015 году (в тыс. т. нефтяного эквивалента, %)

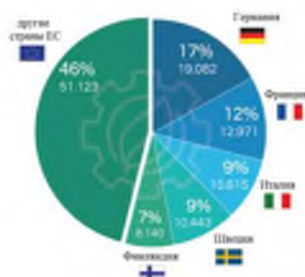


Рис. 2. Потребление биоэнергии по странам в ЕС за 2015 год (в тыс. т. нефтяного эквивалента, %)

Любая отрасль производства является энергозависимой и потребляет большое количество энергии, как тепловой так и электрической. В Удмуртской Республике общее количество потребляемой энергии за 2015 г. составило 541,3 т. усл.т. Большой объем используемой энергии характерен для ключевых отраслей республики, одним из которых является агропромышленный комплекс, доля выпуска продукции которой в ВРП Республики составляет 8%, уступая таким отраслям как, обрабатывающая промышленность, торговля и добыча полезных ископаемых. В отличие от вышеуказанных отраслей сельское хозяйство имеет возможность сократить потребление энергии и топлива за счет собственного производства. Отходы сельского хозяйства являются отличным субстратом для получения энергии биомассы, а именно такого биоэнергетического топлива, как биогаз.[6]

В отрасли сельского хозяйства на федеральном уровне созданы и функционируют отраслевые институты привлечения внебюджетного финансирования в модернизацию основных фондов отрасли – АО «Россельхозбанк» и ОАО «Росагролизинг». Приказ № 24 Минсельхоза России включает оборудование для перевода грузовых автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин на газомоторное топливо, а также изделия автомобильной промышленности, использующих природный газ в качестве моторного топлива, применяемых в растениеводстве и животноводстве (включая молочное и мясное скотоводство) в качестве целевых направлений льготного кредитования.[7]

Применение техники специального назначения, работающей на природном газе (метане), дает возможность снизить уровень энергоемкости производства, повысить экономическую эффективность и уменьшить негативное влияние машин на окружающую среду при производстве сельскохозяйственной продукции.

В Удмуртской Республике действует подпрограмма «Развитие использования возобновляемых источников энергии в Удмуртской Республике» государственной программы «Энергоэффективность и развитие энергетики в Удмуртской Республике» на 2015–2020 годы, одной из задач которой является увеличение доли возобновляемых

источников энергии, в том числе биомассы в топливно-энергетическом балансе, а также повышение уровня энергетической безопасности Удмуртской Республики.

В соответствии с данной подпрограммой, доля объема энергетических ресурсов, производимых с использованием ВИЭ в Удмуртской Республике должна увеличиться с 0,89 % до 0,96 %. Подпрограммой определены основные направления использования ВИЭ для УР. Одним из пунктов данной подпрограммы является Получение биогаза из отходов животноводства, растениеводства и сточных вод водоканалов и дальнейшее его сжигание на мини электростанциях для получения электрической и тепловой энергии. В настоящее время подготовлено три проектно-сметные документации на строительство биогазовых станций с мини-ТЭЦ на двух свиноводческих комплексах республики и на очистных сооружениях канализации ижевского водоканала.

Поэтому использование биогазовой технологии в нашей республике является одним из ключевых критериев внедрения ВИЭ и снижения энергозависимости производства.

Биогазовая установка представляет собой технический комплекс, состоящий из следующих ключевых звеньев: накопительной емкости для отходов, реактора для переработки субстрата, где происходит процесс образования биогаза и ловушки для метана. Бактерии в результате сбраживания в биогазовых установках разлагают первоначальные органические вещества до метана и углекислого газа.

Экономические показатели внедрения биогазовой технологии можно рассмотреть на примере одного из ключевых предприятий республики, которая специализируется в области молочного скотоводства и свиноводства. АО «Восход» является одним из ключевых производителей молока в Республике и мяса свиней. Данное предприятие было выбрано в качестве примера за счет локации в сельской местности, что позволит так же достичь цели такой программы, как развитие сельских территорий.

При использовании биогазовой технологии переработки отходов мы можем минимизировать такие виды затраты, как приобретение топлива для транспорта, минеральных удобрений, химических средств защиты растений, электричества, природного газа. Анализ материальных затрат (рис. 3) на данном предприятии показывает что суммарное количество вышеуказанных видов затрат позволит снизить материальные затраты, а соответственно и себестоимость выпускаемой продукции на 12 %.

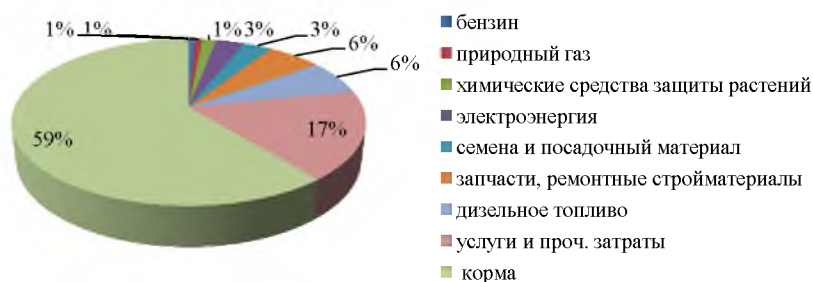


Рис. 3. Основные показатели материальных затрат АО «Восход»

Внедрение биогазовой установки на любом предприятии требует больших капитальных вложений, поэтому реализация данного проекта возможна только при привлечении инвесторов, возможно в лице государства, наличие значительного собственного капитала или привлечение долгосрочных заемных средств. Последний вариант в настоящее время является наиболее реалистичным, учитывая также государственную поддержку в области сельского хозяйства, а именно выделение субсидий на возмещение части процентов по полученным кредитам.

Экономическая составляющая возможного внедрения биогазовой технологии на АО «Восход» показана в табл. 1. Как видно из данной период окупаемости данного проекта с учетом дисконтирования, т. е. при привлечении заемного капитала под 17,7 % годовых, составит 4 года. Средняя ежегодная прибыль будет составлять около 62 млн рублей.

Таким образом, увеличение тенденции к использованию возобновляемых источников энергии и поддержка со стороны государства в данном направлении позволит такой отрасли, как сельское хозяйство уменьшить затраты на потребление энергии, что увеличит конкурентоспособность на мировом рынке. Учитывая такие актуальные в настоящее время программы, как импортозамещение и поддержку отечественного товаропроизводителя использование безотходной биогазовой технологии можно считать одним из приоритетных направлений в области экологизации и энергосбережения не только в масштабах предприятия, но и всей страны в целом.

Таблица 1

**Ключевые экономические показатели внедрения биогазовой технологии
на примере АО «Восход»**

Показатель	за 7 лет (период возврата кредита), тыс.руб.	среднее за год, тыс.руб.
Выручка (продажа удобрений и биометана)	357 520,00	51 074,29
Сэкономленная сумма материальных затрат	4 100,00	585,71
Затраты на обслуживание оборудования	142 845,00	20 406,43
амортизация	34 112,00	4 873,14
<i>Прибыль</i>	<i>462 153,00</i>	<i>66 021,86</i>
Налоги с прибыли	27 729,18	3 961,31
<i>Чистая прибыль</i>	<i>434 423,82</i>	<i>62 060,55</i>
Инвестиции (кредит)	100 000,00	14 285,71
платежи по %%	17 683,19	2 526,17
платежи по основному долгу	100 000,00	14 285,71
Инвестиционные затраты	117 683,19	16 811,88
<i>Чистые выгоды</i>	<i>316 740,63</i>	<i>45 248,66</i>
Ставка дисконтирования, % годовых	0,177	
Внутренняя норма рентабельности	1,78 %	
Период окупаемости, месяцев	27	
Дисконтированный период окупаемости, месяцев	48	

Список использованной литературы

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г. Министерство энергетики Российской Федерации. – Москва, 2017 г.
2. Безруких П. О развитии ВИЭ в России/ П. Безруких// Атомный эксперт. – 2016. – № 9.
3. Мировой атлас данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://knoema.ru>.
4. Key findings. Statistical Report. European bioenergy outlook / European Biomass Association, Brussel. 2017.
5. Возобновляемая энергетика в России: стоять на месте или сделать первый шаг. Алишер Каланов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.forbes.ru>.
6. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://udmstat.gks.ru>.
7. Приказ Минсельхоза России от 24.01.2017 № 24 «Об утверждении перечней направлений целевого использования льготных краткосрочных кредитов и льготных инвестиционных кредитов»

УДК 504.53.054

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ**

Горленко Н.В., аспирант направления «Геоэкология»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национально исследовательский технический университет

Проанализированы причины загрязнения окружающей среды нефтегазодобывающими предприятиями. Рассмотрены основные способы очистки загрязненных нефтепродуктами территорий.

Ключевые слова: нефтепродукты, нефтедобыча, загрязнения.

POLLUTION OF SOILS AS THE MAIN FACTOR OF ENVIRONMENTAL IMPACT IN OIL PRODUCTION

Gorlenko N. V., *post-graduate student of the direction «Geoecology»*

Timofeeva S.S., *doctor of technical sciences, professor*

Irkutsk National Research Technical University

Analyzed causes of pollution of the environment by the oil and gas producing companies. Describes main methods of cleaning oil-contaminated territories.

Key words: oil, oil production, pollution.

В России решение экологических проблем очень долго считалось делом второстепенным. В настоящее время общественность, правительство, крупные добывающие и перерабатывающие компании, а также химические предприятия стали больше внимания уделять решению экологических проблем в городах, в местах добычи полезных ископаемых и в стране в целом.

Причины загрязнений окружающей среды нефтью и нефтепродуктами в России – известны. Они обусловлены изношенностью труб большинства нефте- и продуктопроводов, большой протяженностью трубопроводов при транспортировке нефти, в том числе в суровых условиях Севера Европейской части России и Сибири, несанкционированными врезками в продуктопроводы, а также несовершенством технологий переработки нефти. В результате серьезно ухудшается экологическая обстановка в регионах. Так, выступая на заседании правительственной комиссии в 2014 г. по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности, министр природных ресурсов и экологии РФ Сергей Донской сказал: «Существует несколько оценок износа основных фондов эксплуатирующийся скважин, внутри промысловых и межпромысловых трубопроводов. По данным, предоставленным нефтедобывающими компаниями по запросу Минприроды России, износ основных фондов составляет не более 20 % на отдельных месторождениях. По оценке общественных природоохранных организаций и отдельных экспертов, износ составляет более 60 % при среднем сроке эксплуатации 30 лет (стальные нефтепроводы без антикоррозионной защиты, как правило, могут эксплуатироваться без порывов до 10–15, в редких случаях – 20 лет). По информации общественных природоохранных организаций, из-за износа оборудования ежегодно происходит более 25 тыс. аварийных разливов, из которых не более 5 тыс. оказываются в поле зрения надзорных органов. При этом в окружающую среду, по информации нефтедобывающих компаний, ежегодно попадает не более 10 тыс. тонн нефти и нефтепродуктов, а по различным экспертным оценкам общественных природоохранных организаций – более 1,5 млн тонн» [1].

Российские предприятия нефтяной промышленности выбрасывают в атмосферу почти два миллиона тонн вредных веществ, в числе которых:

- углеводородных соединений – 48 процентов;
- оксидов углерода – 33 процента;
- сажа – 2 процента.

Предприятия газовой отрасли выбрасывают еще больше – от двух до трех миллионов тонн. Основные вредные вещества – сероводород и диоксиды азота и серы, метилмеркаптаны и так далее. Обезвреживается в уловителях только 10–20 % вредных веществ.

В 2016 году добыча нефти и газового конденсата в России выросла на 2,5 % по сравнению с аналогичным показателем 2015 года и составила 547,499 млн тонн [2]. В Иркутской области извлекается: нефти – 17,8 млн т, газа – 7,5 трлн м³. [3]. От-

контролирующие органы при обнаружении разливов нефти сразу накладывают штрафные санкции на нефтяные компании. Компании, не желая попадать под штрафные санкции, стремятся уменьшить цифры разливов, утаивают сами разливы или устраняют последствия разливов лишь частично, в районе порыва трубы, то есть исключительно в поле зрения проверяющих организаций. За рубежом (США, Англия, Скандинавские страны) иная система наложения штрафных санкций [4]. При аварийных разливах государство за счет страхования помогает ликвидировать аварийные ситуации и накладывает штраф только в том случае, если объект не сдан в оговоренный срок или работа выполнена некачественно. В России пока не существует законодательства, соответствующего современным экологическим требованиям к мероприятиям по защите окружающей среды от ксенобиотиков.

По данным статистики на нефтегазовом комплексе ежегодно происходит более 60 крупных аварий и более 20 тысяч случаев, влекущих впоследствии крупные разливы нефти с ее попаданием в водоемы, гибель рабочих нефтеперерабатывающих производств и большие материальные затраты.

Для устранения негативного воздействия на окружающую среду от нефтегазодобывающих предприятий, разработан ряд соответствующих мероприятий, а именно очистка загрязненных нефтепродуктами территорий. Существует 4 основных способа очистки загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв и водных акваторий: механические, физико-химические, биологические и агрохимические.

В зависимости от степени повреждения почвы и водоемов, выбор приемов и методов рекультивации различные. В настоящее время существует большое количество методов, с помощью которых снижают и ликвидируют загрязнения нефтью и нефтепродуктами.

1) механические методы очистки почвы от нефти и нефтепродуктов. К ним относят: обволочку загрязнения, замену почвы и откачку нефти в емкости, промывку почвы, сорбцию нефти и нефтепродуктов с поверхностного почвенного слоя [4]. Является одним из самых тяжелых и дорогих методов очистки.

Этот метод используют при крупных разливах нефти и нефтепродуктов, их осуществляют с помощью специального оборудования.

Удаление нефти с поверхности почвы проводится с помощью специальных насосов. Сгребание загрязненного слоя осуществляется бульдозерами, экскаваторами, автомашинами или тракторами, после чего происходит захоронение слоя почвы, загрязненного нефтью. При этом возникает проблема с выбором места их расположения, так как они становятся источниками вторичного загрязнения. Промывку почвы проводят в специальных установках (например, в промывных барабанах) с применением моющих веществ, детергентов, затем промывные воды отстаиваются в гидроизолированных прудах или емкостях, где впоследствии проводят их разделение и очистку.

2) химические методы, заключающиеся в добавлении к нейтрализуемой массе химических реагентов. В зависимости от типа химической реакции реагента с загрязнением происходит осаждение, окисление-восстановление, замещение, комплексообразование. Химические способы инактивации основаны на переводе загрязняющих веществ в малоподвижные соединения: известкование почв, внесение органического вещества, внесение силикатов и гидросиликатов, обработка почвы меркапто-8-триазином, внесение в почву ионообменных смол в виде гранулята или порошка, содержащих карбоновую и гидроксильную группы в H^+ -, Ca^{2+} -, Mg^{2+} -, K^+ -формах. Загрязненные промышленные почвы промывают разбавленной соляной кислотой, а затем вносят в них фосфорно-магниевого удобрения и силикат кальция.

Методы осаждения основаны на ионных реакциях с образованием малорастворимых в воде веществ и особенно эффективны при нейтрализации тяжелых металлов и радионуклидов. Метод осаждения органических загрязнений основан на двух типах реакций: комплексообразование и кристаллизация. Осаждение используют для очистки грунта от полихлорированных бифенилов, пентахлорфенолов, хлорированных и нитри-

рованных углеводов. Реагенты могут быть как в жидкой, так и в газообразной фазах. Однако при этом происходит увеличение объема обезвреженной массы.

Методы управления окислительно-восстановительной реакцией среды позволяют переводить соединения тяжелых металлов и радионуклидов в трудно растворимые в воде гидроксиды, а также разрушать цианиды, нитраты, тетра-хлориды и другие хлорорганические соединения. Для химической иммобилизации используют неорганические вяжущие вещества типа цемента, золы, силикатов калия и натрия, извести и гелеобразующих веществ (бентонит или целлюлоза). Иммобилизацию используют для связывания тяжелых металлов, радиоактивных отходов, полициклических и ароматических углеводов, трихлорэтилена и нефтепродуктов. Недостатком комплексообразования является неустойчивость вяжущих веществ к атмосферной и грунтовой влаге, быстрым изменениям температуры, что приводит в результате к разрушению композиционного материала. Объем отходов после комплексообразования уменьшается только в 2 раза. Технология химического осаждения тяжелых металлов (Cr, Pb, Hg, Ca) и радионуклидов в грунтах осуществляется введением реакционно-способной смеси (100 ppm сероводорода в азоте) в реактор, заполненный загрязненным грунтом. Технология химического осаждения применима для грунтов с разным химико-минеральным составом и проницаемостью. После химической обработки фиксируется в породе более 90 % тяжелых металлов.

В технологии обработки загрязненных грунтов используют реагенты: известь, сульфат натрия, оксиды железа, органический углерод. Недостатком метода является неустойчивость образующихся композитов к грунтовой и атмосферной воде. При иммобилизации происходит утрачивание нефтепродуктов как источника энергии.

3) физико-химические методы. Методы, включающие 3 вида процесса:

– экстракция – процесс разделения смеси жидких или твердых веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов). Процесс экстракции включает 3 последовательные стадии: смешение исходной смеси веществ с экстрагентом; механическое разделение (расслаивание) двух образующихся фаз; удаление экстрагента из обеих фаз и его регенерацию с целью повторного использования. После механического разделения получают раствор извлекаемого вещества в экстрагенте (экстракт) и остаток исходного раствора (рафинат) или твердого вещества. Выделение экстрагированного вещества из экстракта и одновременно регенерация экстрагента производится дистилляцией, выпариванием, кристаллизацией, высаливанием и т. п.

Достоинствами экстракции являются низкие рабочие температуры, рентабельность извлечения веществ из разбавленных растворов, возможность разделения смесей, состоящих из близки кипящих компонентов, и азеотропных смесей, возможность сочетания с другими технологическими процессами (ректификацией, кристаллизацией), простота аппаратуры и доступность ее автоматизации. Недостатком экстракции в ряде случаев является трудность полного удаления экстрагента из экстрагируемых веществ.

– фотолиз – превращение молекул вещества под действием поглощенности света (например, диссоциация, ионизация, окисление). Причиной фотолиза является изменение электронного строения молекул при возбуждении и возникновение нестабильных первичных продуктов – радикалов или ионов. Фотодиссоциация радикалов может привести к цепной реакции и процессов деструкции.

– флотация – процесс разделения мелких твердых частиц (главным образом минералов), основанный на различии в их смачиваемости водой.

4) биологический способ – применение растений, способных накапливать тяжелые металлы с последующим их удалением: окислением или восстановлением микроорганизмами загрязнителя.

Биологические методы имеют ряд серьезных преимуществ перед другими методами, среди которых в первую очередь отмечается их экологическая чистота и безопасность, экономичность, а также минимальное нарушение физического и химического состава очищаемых объектов. Большинство технологий биологической очистки явля-

ются дешевыми и не очень трудоемкими. Их эффективность высока при низких концентрациях загрязнителя, когда большинство других методов уже не работает.[3].

Биологическая очистка чаще всего используется для удаления органических загрязнителей, а также тяжелых металлов, азотных и фосфорных соединений, радионуклидов. В настоящее время наиболее широкое распространение имеет биологическая очистка почв.

Биологические методы очистки можно подразделить на: 1) методы микробиодеградации загрязнителей; 2) методы биопоглощения и перераспределения загрязнителей.

При реализации предложенных мер, рассмотренных в данной работе, экологический риск может быть снижен до допустимых значений, что снизит вероятность убытков или дополнительных издержек, связанных с выплатами за негативное воздействие на окружающую среду.

Список использованной литературы

1. Заседание Комиссии по вопросам стратегии развития ТЭК и экологической безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kremlin.ru/events/president/news/17511>.
2. Добыча нефти в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://newsruss.ru/doc/index.php/Добыча>.
3. Нефтегазовые месторождения: Иркутская область [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/irkutskaja_oblast/49.
4. Кузнецов А.Е. Прикладная экобиотехнология / А.Е. Кузнецов [и др.]. – Москва : Бином, 2010. – Т. 1. – С. 472–620.

УДК 628.345.1

ОТХОДЫ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ И КОМПОНЕНТЫ ДЕРЕВЬЕВ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ПОЛЛЮТАНТОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Денисова Т.Р., аспирант кафедры «Инженерная экология»

Нгуен Тхи Ким Тхоа, аспирант кафедры «Инженерная экология»

Садыкова С.В., аспирант кафедры «Инженерная экология»

Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, профессор

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Показана возможность использования отходов деревопереработки (опилки древесины и коры лиственных и хвойных пород), а также компонентов деревьев (листва, иголки, шишки) в качестве сорбционных материалов для удаления поллютантов (ионы тяжелых металлов, нефть и продукты ее переработки) из природных и сточных вод. Увеличение сорбционных характеристик возможно путем химической и физико-химической обработки компонентов древесной биомассы и отходов деревообработки.

Ключевые слова: отходы, деревопереработка, сточные воды.

THE INDUSTRIAL WOOD RESIDUE AND WOOD COMPONENTS AS SORPTION MATERIALS FOR POLLUTANTS REMOVAL FROM NATURAL AND WASTE WATERS

Denisova T.R., postgraduate student of «Engineering ecology» department

Nguyen Thi Kim Thoa, postgraduate student of «Engineering ecology» department

Sadykova S.V., postgraduate student of «Engineering ecology» department

Shaikhiev I.G., D. Sc., prof

Kazan National Research Technological University

The possibility of the industrial wood residue (sawdust and bark of hardwood and coniferous tree species) and wood components (leaves, needles, cones) use as the sorption materials for pollutants (heavy metals ions, oil and its derivatives) removal from natural and waste waters

was shown. The sorption characteristics improvement can be achieved by chemical and physico-chemical treatment of wood biomass constituents and industrial wood residue.

Key words: waste, wood processing, sewage.

Сорбционный метод очистки сточных и природных вод широко применяется в промышленном производстве и водоподготовке для удаления поллютантов различной природы из сточных и природных вод. Преимуществами сорбционной очистки является возможность извлечения из водных сред загрязнителей любой концентрации, очистка до требований природоохранных и санитарно-гигиенических норм, простота процесса и оборудования и ряд других факторов.

Применяемые в промышленности активированные угли, как правило, имеют развитую поверхность с площадью более 500 м²/г и, следовательно, обладают высокими сорбционными характеристиками. Однако, активированным углям присущи и некоторые недостатки, такие как высокая стоимость и в этой связи, необходимость регенерации, что существенно удорожает процессы водоподготовки и очистки сточных вод в промышленном производстве.

В последнее время в интенсивно развивается новое направление в практике сорбционной очистки природных и сточных вод от поллютантов – использование в качестве сорбционных материалов природных минеральных соединений (ПМС) или же целлюлозо- и кератинсодержащих биополимеров, содержащихся в составе компонентов или отходов переработки соответствующего сырья. Использование первых – ПМС характеризуется большими объемами и дешевизной, но, как правило, отличается малыми сорбционными показателями по отношению к загрязнителям. К тому же, возникает проблема утилизации насыщенного поллютантами сорбционного материала. Захоронение последних способствует отторжению больших площадей земельной поверхности.

Использование кератинсодержащих компонентов, как правило, животного происхождения (шерсть, рога, копыта, чешуя рыб) отличается высокими сорбционными характеристиками по отношению к ионам тяжелых металлов (ИТМ) и нефтепродуктам. Сдерживающим фактором широкого использования кератинсодержащих отходов и компонентов является малый объем образования и проблемы при хранении.

Гораздо шире исследованы в качестве сорбционных материалов целлюлозосодержащие компоненты растительной биомассы, а также отходы от ее переработки. Особый интерес представляют отходы от переработки сельскохозяйственного сырья. В настоящее время в литературных источниках имеется несколько тысяч публикаций, посвященных использованию отходов от получения сельскохозяйственной продукции в качестве сорбционных материалов ИТМ, красителей, нефти и продуктов ее переработки и других поллютантов для очистки природных и сточных вод. Положительным аспектом использования последних является многотоннажность образования (особенно отходы от переработки зерновых культур) и дешевизна. Отрицательной стороной использования названных сорбционных материалов является сезонность образования, особенно актуально данное обстоятельство для Российской Федерации. Также у целлюлозосодержащих отходов сельхозпереработки отрицательной чертой является проблема хранения последних, связанная с возможностью возгорания или загнивания.

Особую нишу в исследуемом вопросе занимают отходы переработки древесной биомассы. В процессе переработки древесины, более 50 % биомассы деревьев переходят в разряд отходов. К последним относятся сучья, щепа, стружка, кора, иголки и листва, шишки, опилки и другие компоненты. Если крупнокусковые отходы эффективно перерабатываются, то с мелкими отходами существуют определенные проблемы использования. Листва и иголки, шишки, желуди, оболочки плодов и т. д. практически не находят вторичного применения.

В связи с вышеизложенным, на кафедре Инженерной экологии Казанского национального исследовательского технологического университета ведутся работы по

исследованию компонентов деревьев и отходов деревопереработки в качестве сорбционных материалов.

Исследовалось удаление нефти девонского и карбонового отложений с водной поверхности опилками липы и ясеня. Выбор последних обусловлен тем, что древесина липы относится к мягким породам, а ясень – к твердым. В этой связи, представляло интерес сравнить нефтеемкость опилок в зависимости от происхождения. Проведенными исследованиями определено, что максимальная нефтеемкость опилок липы по отношению к нефти карбонового и девонских отложений составляет 5,27 и 4,51 г/г соответственно, для опилок ясеня данный показатель составляет 4,90 и 4,14 г/г соответственно. Увеличение нефтеемкости и снижение водопоглощения исследуемых опилок возможно путем химической обработки последних с использованием водных растворов кислот низкой концентрации. Найдено, что наибольшей нефтеемкостью обладают образцы опилок ясеня и липы, модифицированные 3 %-ным раствором азотной кислоты, с увеличением указанного параметра на 43,0 и 34,7 % для опила ясеня и на 32,8 и 37,4 % для опила липы по отношению к нефти девонского и карбонового отложений соответственно по сравнению с нативными сорбционными материалами.

Также увеличение нефтеемкости возможно при обработке опилок ультразвуком, в данном случае с частотой 35 кГц. Показано, что увеличение продолжительности обработки исследуемых опилок способствует повышению величины максимальной нефтеемкости. Обработка исследуемых образцов в течение 5 ч способствовала увеличению данного показателя на 21,26 % (5,02 г/г) и 22,65 % (6,01 г/г) для опилок ясеня и 41,2 % (6,40 г/г) и 39,7 % (7,36 г/г) для опилок липы по отношению к нефти девонского и карбонового отложений соответственно по сравнению с исходными сорбционными материалами.

Также показано, что хорошей нефтеемкостью обладают и листья деревьев. Проведенными исследованиями определено, что листовые опады березы (БЛО), тополя (ТЛО), дуба (ДЛО) и смешанный опад (СЛО) имеют сорбционную емкость более 5 г/г (табл. 1).

Таблица 1

Сорбционная емкость и степень очистки образцами БЛО, ТЛО, ДЛО, и СЛО (исходная концентрация нефти в воде $C_{нач} = 70$ г/дм³)

Показатель	БЛО	ТЛО	ДЛО	СЛО
Сорбционная емкость нефти, г/г	6,65	8,25	5,42	10,25
Сорбционная емкость воды, г/г	6,04	5,28	5,98	4,57
Сорбционная емкость нефти с поверхности воды, г/г	9,12	9,45	6,58	10,11
Степень очистки воды от нефти, %	95,4	95,8	91,3	98,8

Проведенными экспериментами показано, что обработка листового опада 1 Н раствором серной кислоты способствует увеличению степени очистки по сравнению с исходными образцами: ТЛО на 5,5 %, БЛО на 4,8 % и СЛО – 7,4 %.

Увеличить нефтеемкость листьев деревьев возможно также обработкой последних в потоке высокочастотной емкостной плазмы пониженного давления. Показано, что время плазмообработки оказывает незначительное влияние на степень очистки; оптимальной является модификация в течение 1 мин. Обработка листьев в потоке плазмы в смеси газов аргон-пропан способствует наибольшему повышению нефтепоглощения листьев.

Также в качестве сорбционных материалов для извлечения нефти и масел с водной поверхности исследовались иголки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели обыкновенной (*Picea abies* L.). Определено, что значения максимальной нефтеемкости иголок сосны по карбоновой и девонской нефти (7,1 г/г и 6,05 г/г, соответственно) выше такового показателя для еловой хвои (5,4 г/г и 4,9 г/г).

Опилки осины (*Pópulus trémula*) и листья березы (*Betula pendula*) исследовались в качестве сорбционного материала для удаления фенола из модельных растворов. По-

казано, что сорбционная емкость по указанному поллютанту значительно повышается при обработке опилок и листвы с использованием растворов серной кислоты малой концентрации.

Отходы деревопереработки и компоненты деревьев широко исследовались в качестве сорбционных материалов для извлечения ИТМ из водных сред. Ранее было определено, что листья и опилки коры дуба черешчатого (*Quercus robur*), произрастающего в России, эффективно удаляют ИТМ. Данное обстоятельство объясняется наличием в биомассе отходов и компонентов дуба танинов которые взаимодействуют с ИТМ посредством хемосорбции с функциональными группами дубильных веществ.

Танины также содержатся в компонентах деревьев рода *Acacia* и *Larix* (лиственница). В этой связи, в качестве сорбционных материалов для удаления ИТМ из водных сред исследовались опилки древесины и коры, листва акации ушковидной (*Acacia auriculiformis*) и иголки лиственницы сибирской (*Larix sibirica*). Показано, что опилки и компоненты указанных пород деревьев эффективно удаляют ИТМ из модельных растворов.

Таким образом, мелкодисперсные отходы деревопереработки и компоненты деревьев лиственных и хвойных пород являются эффективными сорбционными материалами для удаления поллютантов из водных природных и сточных вод. Увеличение сорбционных характеристик возможно путем химической или физико-химической модификации целлюлозосодержащих сорбционных материалов.

УДК 504.3.054

МОНИТОРИНГ ВРЕДНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Дроздова И.В., магистрант программы «Народосбережение, управление профессиональными, экологическими и аварийными рисками»

Дроздова Т.И., доцент кафедры промышленной экологии и БЖД

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Проведен статистический количественный анализ вредных атмосферных выбросов и определены наиболее опасных стационарных источники загрязнения в Иркутской области.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, выбросы.

MONITORING OF HARMFUL ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM THE MANUFACTURING COMPANIES IN THE IRKUTSK REGION

Drozdova I.V., master of the program «Risk Management»

Drozdova T.I., docent

Irkutsk National Research Technical University

Statistical analysis of the harmful atmospheric emissions is contained in this state. Also there is the rating of the most serious stationary sources of the air pollution in the Irkutsk region.

Key words: atmospheric pollution, emissions.

В настоящее время наблюдается ухудшение экологической ситуации в нашей стране. По данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации около 15 % территории страны по экологическим показателям находятся в критическом или околоскритическом состоянии [1].

Экологическая обстановка в ряде индустриальных центров Западной и Восточной Сибири и Урала, в том числе и Иркутская область, характеризуется высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Не исключением является и город Иркутск, который относится к городам с очень высоким уровнем загрязнения окружающей среды и постоянно включается в Приоритетный список самых загрязненных городов. Такой уровень в первую очередь определяется выбросами в атмосферу формальдегида, бенз(а)пирена, диоксида азота, взвешенных веществ, сажи.

Качество воздуха в крупных городах Иркутской области в 2016 г. по-прежнему остается неудовлетворительным. В семи промышленных городах области, что составляет 39 % всех обследованных населенных пунктов, уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как высокий и очень высокий. Это города: Братск, Зима, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов – с очень высоким и Ангарск, Иркутск – с высоким уровнем загрязнения воздушного бассейна [2].

Цель данной работы заключалась в статистическом анализе количества вредных атмосферных выбросов и определении наиболее опасных стационарных источников загрязнения.

Анализ проводился по количеству валовых выбросов от стационарных источников – предприятий Иркутской области по материалам Государственных докладов о состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области за 2008–2016 года [2]. Выделены основные предприятия, являющиеся источниками загрязнения атмосферного воздуха, перечень которых и валовые выбросы загрязнителей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников – предприятий Иркутской области

Наименование предприятия	Валовые выбросы загрязняющих веществ, тыс. т/год								
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Всего в Иркутской области	631,9	560,3	597,2	621,4	720,3	685,9	637,4	638,9	631,9
ПАО «Иркутскэнерго»	221	249,1	278,9	287,8	350	302,7	265,9	278,8	263,4
ПАО «РУСАЛ Братск»	–	86,6	86,3	86	85,8	85,8	85	85	83,6
ОАО «АНХК»	28,3	27,3	27,1	27	26,9	26,7	25,8	23,5	23
Филиал ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов	–	–	21,6	24,5	24,5	24,1	24,1	25,1	25,6
Филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Братске	–	–	5,4	5,6	5,6	4,1	4,5	5,4	5
Филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Усть-Илимске	–	–	–	–	–	10,4	11,1	9,7	9,4
АО «Саянскхимпласт»	–	6,7	6,5	6,6	6,9	6,6	6,4	3	1,8
Филиал ОАО «РЖД» ВСЖД	–	–	–	–	–	–	–	0,2	1,6
ООО «Компания «Востсибуголь»	–	–	–	5,4	5,4	4,3	–	4,5	4,4
ПАО «Корпорация «Иркут»	–	–	3,7	3,8	4,1	4	–	4,1	4,4
ОАО «Байкальский ЦБК»	–	–	2,2	3	5,5	–	–	–	–
ОАО «Коршуновский ГОК»	–	–	–	0,71	0,67	0,83	0,55	0,63	–

Из данных табл. 1 видно, что наибольшее загрязнение атмосферного воздуха за отслеживаемый период поступает от объектов энергетики, производства алюминия, нефтехимии.

Долевые выбросов в атмосферный воздух от основных источников загрязнения в Иркутской области показаны на рис. 1.

Огромный вклад в загрязнение вносят такие объекты, как ПАО «Иркутскэнерго», «РУСАЛ» Братск».

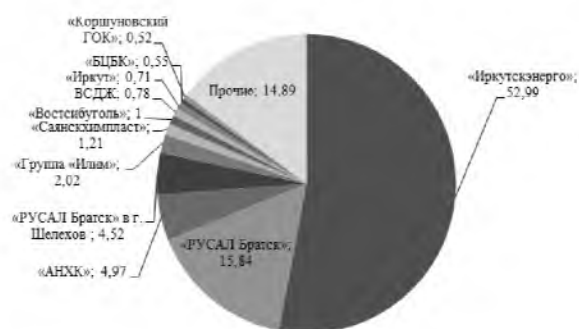


Рис. 1. Долевые выбросы основных источников загрязнения атмосферного воздуха на территории Иркутской области в 2016 году, %

В результате производственной деятельности предприятий и в зависимости от их технологических особенностей спектр вредных выбросов может быть различным. Рассмотрим наиболее опасные загрязнители, такие как диоксид серы, оксиды азота и углерода, легколетучие органические соединения, а также золу, поступающие в атмосферу от всех обсуждаемых предприятий. Перечень валовых выбросов представлен в табл. 2.

Основным источником загрязнения по диоксиду серы (3 класса опасности) являются ПАО «Иркутскэнерго». Большое количество выбросов оксида углерода (4 класс опасности) поступают в атмосферу в результате деятельности ПАО «РУСАЛ Братск». Не менее опасные и выбросы ЛОС, поступающие большей степени от ОАО «АНХК». Значительное количество поступает в атмосферу и золы, являющейся канцерогенным веществом. Стоит отметить, что эти загрязняющие вещества, опасны для населения и влияют на качество их жизни.

Таблица 2

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу в 2016 году [2]

Наименование источника выброса	Валовые выбросы загрязняющих веществ, тыс. т/год				
	Зола	Диоксид серы	Оксиды азота	Оксид углерода	ЛОС
ПАО «Иркутскэнерго»	49,06	172	41,27	0,41	–
ПАО «РУСАЛ Братск»	–	4,28	–	68,79	–
ОАО «АНХК»	0,27	–	2,08	1,88	11,95
Филиал ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов	–	3,46	–	17,47	–
Филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Братске	1,77	0,14	0,5	2,08	0,47
Филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Усть-Илимске	4,43	1,06	0,5	2,93	0,4
АО «Саянскхимпласт»	0,03	–	–	–	–
ООО «Компания «Востсибуголь»	1,11	0,89	0,5	1,82	–
ПАО «Корпорация «Иркут»	0,36	2,44	1,38	–	0,13
ОАО «Байкальский ЦБК»	1,4	3,05	0,94	3,67	0,08
Всего	58,43	187,32	47,17	99,05	13,03

Проведено ранжирование источников загрязнения атмосферы по количеству выбросов вредных веществ (табл. 3).

Таблица 3

Основные источники загрязнения атмосферного воздуха на территории Иркутской области

Предприятие	Процент от общего выброса	Рейтинг
1	2	3
ПАО «Иркутскэнерго»	52,99	1
ПАО «РУСАЛ Братск»	15,84	2
ОАО «АНХК»	4,97	3
ПАО «РУСАЛ Братск» в г. Шелехов	4,52	4

1	2	3
ОАО «Группа «Илим»	2,02	5
АО «Саянскхимпласт»	1,21	6
ООО «Компания «Востсибуголь»	1,00	7
Филиал ОАО «РЖД» Восточно-Сибирская железная дорога»	0,78	8
ПАО «Научно-производственная корпорация «Иркут»	0,71	9
ОАО «БЦБК»	0,55	10
ОАО «Коршуновский ГОК»	0,52	11
Прочие	14,89	–

Показано, что наибольшую опасность для атмосферного воздуха представляют выбросы от деятельности предприятий ПАО «Иркутскэнерго», ПАО «РУСАЛ Братск», ОАО «АНХК», занимающие по рейтингу выбросов 1-3 место.

Кроме перечисленных в табл. 3 предприятий, 15 % выбросов (в строке прочие) приходится на такие предприятия, как ПАО «Верхнечонскнефтегаз», ЗАО «Байкал-энерго», ОАО «Ангарский завод полимеров», ЗАО «Кремний», ЗАО «Нефтяная компания Дулисыма», ООО «Восточно-Сибирские магистральные нефтепроводы», АО «Ангарскцемент», ООО «Братский завод ферросплавов» и другие.

Таким образом, загрязняющие вредные выбросы создают экологические риски для населения, для снижения которых требуется внедрения новых безотходных или мало отходных технологий.

Список использованной литературы

1. Проект «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г.» / Министерство экономического развития и торговли РФ. – М., 2008 г. – 194 с.
2. Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2008–2016 годах» / Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. – Иркутск, 2010. – 2017.

УДК 658.53

ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА

Куншина А.С., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Лисин В.А., магистрант программы «Технологические машины и оборудование»

Ижевский Государственный Технический Университет имени М.Т. Калашникова

Статья посвящена определению технического состояния подъемных сооружений для предотвращения аварийных и других чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах, а также снижения затрат на поддержание его в работоспособном состоянии.

Ключевые слова: техническое диагностирование, аварийная ситуация, чрезвычайная ситуация, планово-предупредительный ремонт.

TECHNICAL DIAGNOSIS OF CARGO CRANE

Kunshina A.S., master of the program «Technosphericsafety»

Lisin V.A., master of the program «Technological machines and equipment»

Kalashnikov State Technical University

The article is devoted to determining the technical condition of cargo crane to prevent accidents and other emergency situations at hazardous production facilities, as well as to reduce the costs of maintaining it in a workable condition.

Key words: technical diagnosis, emergency situation, emergency situation, preventive maintenance.

Определение технического состояния подъемных сооружений является важной и неотъемлемой частью на любом производственном объекте, где они используются, так как неисправное состояние грузоподъемного сооружения может привести к возникновению аварийной ситуации, человеческим потерям и дополнительным экономическим затратам.

Можно ли предупредить аварийную ситуацию? Как оценить техническое состояние грузоподъемного крана? Когда и как провести планово-предупредительный ремонт для поддержания и восстановления качества грузоподъемного крана? Для того, чтобы ответить на поставленные вопросы, во-первых, грузоподъемный кран должен быть спроектирован и изготовлен в соответствии с Федеральными нормами и правилами безопасности производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения и нормативной документацией, во-вторых, нужно знать исходное состояние металла, расчетных элементов, механизмов грузоподъемного крана, организовать работу по систематической проверке подъемных сооружений.

Техническое состояние грузоподъемного крана характеризуется значениями параметров, установленных технической документацией, поставляемой с краном (паспорт, руководство по эксплуатации), в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды. Основными факторами, влияющими на изменение технического состояния грузоподъемного крана, являются: несоблюдение требований паспортных данных, руководства по эксплуатации; старение по истечении времени; действие климатических условий; несоблюдение графиков технических освидетельствований, технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, нарушение правил безопасности.

Изменение технического состояния определяется на основании контролируемых параметров, позволяющих определить состояние крана без его разборки. Ответственным элементом данной работы является мониторинг деятельности грузоподъемных механизмов способом ведения учета наработки механизмов крановой установки. Данная работа должна вестись в постоянном режиме специалистом, который назначен приказом по организации ответственным за безопасную эксплуатацию крана путем анализа путевых листов и записей в вахтенном журнале, которые должен вести машинист грузоподъемного крана, записями в соответствующих разделах паспорта. Техническое диагностирование грузоподъемного крана, проведения технического обслуживания или планово-предупредительного ремонта, технических освидетельствований, должно проводиться согласно утвержденному графику организации, согласованного в органах Ростехнадзора, где зарегистрировано подъемное сооружение.

Техническое диагностирование грузоподъемного крана, отработавшего нормативный срок, проводится до и после проведения полнокомплектного или капитально-восстановительного ремонта. Необходимо проводить комплексную экспертизу по промышленной безопасности, аккредитованной организацией.

Основными задачами технического диагностирования грузоподъемного крана являются:

- контроль технического состояния крана (проверка соответствия параметров грузоподъемного крана требованиям нормативно-технической документации и определение на этой основе его технического состояния (работоспособное, неработоспособное));
- поиск дефектов и повреждений, определение причин неисправности и отказов с рекомендациями методов восстановления работоспособности;
- прогнозирование технического состояния (определение с заданной вероятностью интервала времени, в течение которого сохранится или не сохранится работоспособное состояние грузоподъемного крана).

Техническое диагностирование грузоподъемных кранов включает:

- ознакомление с эксплуатационной и технической документацией на грузоподъемный кран;
- анализ условий эксплуатации грузоподъемного крана;
- проверку состояния металлоконструкций крана и их соединений;

- проверку состояния механизмов, канатно–блочных систем и других узлов и соответствие параметров их работы паспортным характеристикам;
- проверку состояния электрооборудования, гидрооборудования;
- проверку состояния приборов и устройств безопасности;
- проверку состояния кранового пути (для кранов и тележек, передвигающихся по рельсам);
- проведение статических и динамических испытаний грузоподъемного крана;
- определение фактической группы работы грузоподъемного крана.

В случае необходимости может также проводиться проверка химического состава и механических свойств металла несущих элементов металлоконструкций, а также оценка остаточного ресурса.

При проведении технического диагностирования грузоподъемного крана применяются неразрушающие методы контроля: визуальный, измерительный, проникающими веществами, ультразвуковой и рентген диагностики и т. д. При обнаружении признаков наличия трещин в металлической конструкции или сварном шве подозрительные места подвергают обязательной дополнительной проверке одним из видов неразрушающего контроля. Выбор технических средств для проведения неразрушающего контроля определяют специалисты, проводящие техническое диагностирование.

Для выполнения работ по неразрушающему контролю привлекается аттестованная лаборатория. Крановые механизмы, электрооборудование, гидрооборудование и приборы безопасности – это ремонтируемые или заменяемые элементы, поэтому остаточный ресурс грузоподъемного крана определяется состоянием несущих металлоконструкций.

Оценка остаточного ресурса определяется с учетом многих параметров, влияющих на состояние грузоподъемного крана. Для выполнения расчетов необходимо знать данные параметры, так как они являются определяющими при переходе грузоподъемного крана в предельное состояние. Главными деградационными процессами для несущих элементов металлоконструкций, приводящих их к предельному состоянию, могут быть естественное старение, уменьшение сечения из-за коррозии, расслоение металла, а также деформация и отклонения от прямолинейности.

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод, что проведение технического диагностирования грузоподъемного крана в период эксплуатации, своевременное устранение выявленных отклонений параметров, установленных технической документацией, позволяет безаварийно эксплуатировать кран на назначенный паспортom или нормативными документами по расчету и проектированию срок службы, а также снизить затраты на поддержание его в работоспособном состоянии.

Список использованной литературы

1. Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 № 533 (ред. от 12.04.2016) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения».
2. РД 10-112-96 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 1. Общие положения».
3. РД 10-197-98 «Инструкция по оценке технического состояния болтовых и заклепочных соединений грузоподъемных кранов».
4. Грузоподъемные машины. Александров М.П., Колобов Л.Н., Лобов Н.А., Никольская Т.А., Полковников В.С. – 2000 г. – 400 с.
5. Строительные краны и грузоподъемные механизмы. Справочник. Кирнев А.Д., Несветаев Г.В. – 2013 г. – 632с.

УДК 502.316

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АСПЕКТА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Маслюк Ю.А., аспирант,

**Ударцева О.В., д-р техн. наук, профессор
Тюменский индустриальный университет**

Рассмотрены понятия экологического следа и биологической емкости, рассмотрена динамика наступления дня экологического долга, описана методология расчета экологического следа, а так же оценена ситуация с экологическим следом в Российской Федерации.

Ключевые слова: экология, индикация.

ECOLOGICAL FOOTPRINT AS INDICATOR OF THE ECOLOGICAL ASPECT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Maslyuk Yu.A., graduate student

Udartseva O.V., D. Sc., prof.

Tyumen Industrial University

The article considers the concepts of ecological trace and biological capacity, the dynamics of the day of environmental; describes the methodology for calculating the ecological trace, and also estimates the situation with the ecological footprint in the Russian Federation

Key words: ecology, indication.

В настоящее время динамика увеличения численности населения и нарастающие темпы производства привели к тому, что природная среда находится на пределе своих биологических возможностей относительно обеспечения условий жизнедеятельности человечества. Антропогенное влияние увеличивается быстрыми темпами, так, что природные системы уже не успевают восстанавливаться. Подобная экологическая нагрузка, оказываемая на окружающую среду, может быть охарактеризована таким понятием, как экологический след. Целью работы является ознакомиться с данным понятием и изучить масштабы этого явления в мире и для Российской Федерации.

Понятие экологического следа было введено Матисом Вакернагелем и Уильямом Ризом в начале 1990-х годов. В последствии была создана международная организация Глобальная сеть экологического следа (Global Footprint Network (GFN), Окленд, штат Калифорния, США), которая стала заниматься подсчетом глобального экологического следа, в том числе и для стран по отдельности. Экологический след в свою очередь это биологически продуктивная территория, необходимая для воспроизводства потребляемых человеком ресурсов и поглощения отходов, в том числе CO₂. Он отражает экологические активы, необходимые населению для воспроизводства продуктов и услуг, которые оно потребляет [5]. Методика подсчета применяет данные за последние пять десятилетий начиная с 1961, время когда стали доступны исходные данные для расчетов. В 1971 году был зафиксирован день экологического долга, когда общий спрос человека на ресурсы превысил возможности биосферы по самовосстановлению. В 2017 году по предварительным расчетам Глобальной сети экологического следа (GFN) день экологического долга наступил 2 августа. На рис. 1 можно отследить динамику наступления дня экологического долга за период с 1971 по 2017 год. Для поддержания согласованности с последними сообщаемыми данными и наукой, показатели экологического следа за все прошлые годы начиная с 1961 года пересчитываются каждый год, поэтому показатели каждого года имеют общий набор данных и тот же метод учета. Соответственно пересчитываются ежегодные даты Дня экологического долга.

Дата дня экологического долга определяется исходя из отношения мировой биоемкости к мировому экологическому следу и умноженная на количество дней в году [2]. Под биоемкостью понимается имеющаяся биологически продуктивная территория, способная воспроизводить потребляемые человеком ресурсы и поглощать отходы, в том числе CO₂.

К компонентам экологического следа относятся[5]:

- Пахотные земли: возделываемые земли являются наиболее биопродуктивными для всех видов землепользования и состоят из областей, используемых для произ-

водства продуктов питания для потребления человеком, корма для домашнего скота, масличных культур и прочего. В связи с отсутствием согласованных на глобальном уровне наборов данных, текущие расчеты по площади пахотных земель еще не учитывают степень, в которой методы ведения сельского хозяйства или неустойчивые методы ведения сельского хозяйства могут привести к долговременной деградации почвы.

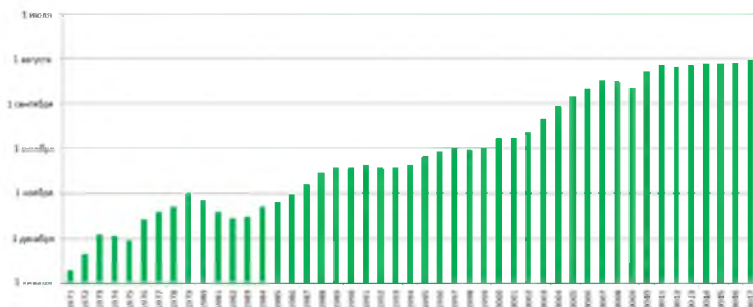


Рис. 1. Динамика наступления Дня экологического долга

- Лесные угодья: Лесные земли предусматривают два фактора: лесной товарный след, который рассчитывается на основе количества пиломатериалов, целлюлозы, древесной продукции и топливной древесины, потребляемой населением на ежегодной основе; и углеродный след, который представляет выбросы углекислого газа от сжигания ископаемого топлива. Компонент углеродного следа представлен площадью лесных угодий, необходимой для поглощения этих выбросов углерода. В настоящее время углеродный след является самой большой частью следа человечества. В России на 2016 год показатель углеродного следа составил 68 % от общего процента.

- Рыболовные угодья: Площадь рыболовных угодий рассчитывается на основе оценки максимального устойчивого улова для различных видов рыб. Эта оценка максимальной урожайности первичной продукции затем делится между районами континентального шельфа мира. В показатель также включены рыбы, пойманные и используемые в кормовых смесях аквакультуры.

- Пастбища: Земли используемые для выращивания скота для мясных, молочных и шерстяных изделий.

- Застроенная земля: Застроенная площадь земли рассчитывается на основе площади земли, охватываемой инфраструктурой человека: транспорт, жилье и промышленные структуры.

Результаты измерения экологического следа и биоемкости выражаются в универсальных стандартизованных единицах – глобальных гектарах (гга). Глобальный гектар – это гектар биологически продуктивной территории и акватории со среднемировым показателем биопродуктивности за определенный год.

Следует отметить вполне логичную связь между индексом потенциала человеческого развития и экологическим следом. По рисунку 2 видно, что развитые страны обладают большим экологическим следом и наносимый с их стороны ущерб природе больше. Наименьший экологический след у стран третьего мира. Очень часто такие страны обладают большим экологическим потенциалом и сравнительно небольшой плотностью населения, что способствует сбережению природы [3]. По прогнозам Глобальной сети экологического следа к 2050 году человечество будет использовать такое количество природных ресурсов, для производства которых Земли окажется мало, понадобится еще одна планета.

Методика расчета экологического следа разрабатывается международной организацией Глобальной сетью экологического следа, которая постоянно совершенствует и корректирует их. В общем случае экологический след каждого элемента определяется по формуле[1]:

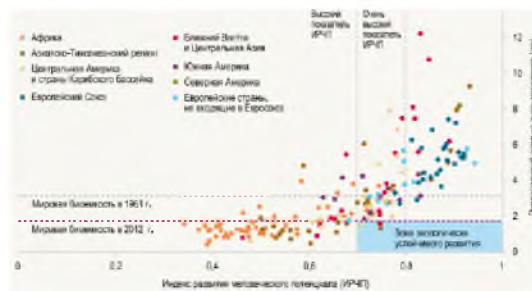


Рис. 2. Зависимость экологического следа от индекса развития человеческого потенциала, 2012 год

$$\mathcal{E}_{ki} = C_i / Y_i \cdot f \cdot E_f$$

где $\mathcal{E}_{ki}$ – экологический след каждого элемента; C_i – годовое потребление элемента; Y_i – продуктивность земли или выход каждого ее элемента по назначению, например, пастбище, сенокос и другие; f – фактор урожайности (Yield Factor); E_f – эквивалентный фактор (Equivalenct Factor).

Общий экологический след ($\mathcal{E}C$) определяется как сумма экологических следов всех вычисленных элементов определенной популяции:

$$\mathcal{E}C = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{ki}$$

где n – компоненты экологического следа, $\mathcal{E}_{ki}$ – экологический след каждого элемента.

В период с 1961 по 2016 население Земли увеличилось более чем вдвое — с 3 до 7 миллиардов человек, в то время как мировой экологический след в расчете на человека вырос с 2,3 до 2,8 гга. Одновременно с этим в связи с ростом населения происходило сокращение доступной каждому жителю Земли биоемкости — с 3,1 до 1,7 гга на человека. Это означает, что в наше время большее количество людей борются за доступ к ресурсам, объем которых неуклонно сокращается[4].

Для России подсчет биоемкости и экологического следа ведется с 2009 года, на данный момент есть актуальная информация по 2012 год. В целом по стране ситуация с биоемкостью является довольно оптимистичной и в 2012 году составляла 6,80 гга на человека, однако с 2009 года объем биоемкости сократился на 3,2%. При этом за данный период значение экологического следа выросло на 9,1% и составило 5,69 гга на душу населения[3].

Если рассматривать эти значения, то можно сделать вывод, что наша страна не находится в экологическом дефиците, это обусловлено значительной площадью территории и относительно небольшой численностью населения (2% от общей численности населения планеты). Однако, нельзя вздыхать с облегчением и считать, что проблема нас не касается. Динамика значений близится к тому, чтобы стать негативной, соответственно, уже сейчас необходимо принимать меры по увеличению биологической емкости территорий нашей страны, а так же сокращению углеводного следа, который составляет наибольшую часть от общего процента, как видно из рис. 3.

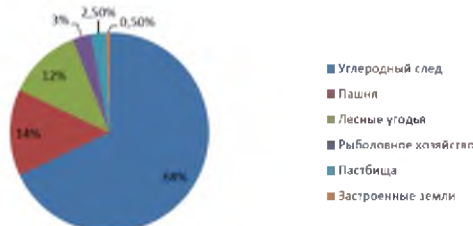


Рис. 3. Экологический след Российской Федерации за 2012 год с разбивкой по компонентам

Поскольку свой вклад в экологический след вносит каждый человек, не стоит дожидаться решений от правительства или от международных организаций, необходимо уже сегодня вносить свой посильный вклад в сокращение влияния на окружающую среду и самым простым будет пересмотреть свое потребительское поведение; быть бережнее к ежедневно затрачиваемым ресурсам, таким как электроэнергия и вода; отдавать предпочтение товарам местного производителя. Необходимо уделять внимание экологическому образованию и воспитанию, для того чтобы с заботой и ответственностью отнестись к будущему поколению.

С экологической точки зрения, устойчивое развитие должно обеспечивать целостность биологических и физических природных систем. Основное внимание уделяется сохранению способностей к самовосстановлению и динамической адаптации таких систем к изменениям на основании проведенного анализа теоретических и статистических компонентов можно сделать вывод, что величина показателя экологического следа, может продемонстрировать базовые величины и установить целевые показатели, а также отображать динамику успеха и неудач на пути к устойчивому развитию.

Список использованной литературы

1. http://www.footprintnetwork.org/content/images/article_uploads/NFA_Method_Paper_2011.pdf [Электронный ресурс];
2. <http://www.overshootday.org/newsroom/dates-jour-depassement-mondial/> [Электронный ресурс], дата обращения - 31.10.2017;
3. "Экологический след субъектов Российской Федерации" доклад WWF, 2016г. [Текст];
4. «Живая планета 2016» доклад WWF, 2016г. [Текст];
5. Footprint and Biocapacity Accounting [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/calculation>.

УДК 619

АНАЛИЗ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

Ребрикова Ю.А., *магистранты программы «Техносферная безопасность»*

Мурашова А.С., *магистранты программы «Техносферная безопасность»*

Шумкина Е.С., *магистранты программы «Техносферная безопасность»*

Рущ Е.А., *д-р техн. наук, профессор*

Иркутский государственный университет путей сообщения

Проанализированы наиболее распространенные ошибки и рассмотрены причины формирования отрицательного экологического заключения

Ключевые слова: нормативные акты, экология.

ANALYSIS OF THE REASONS OF FORMATION OF THE NEGATIVE CONCLUSIONS OF THE STATE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE PROJECT DOCUMENTATION AND RESULTS OF ENGINEERING RESEARCHES

Rebrikova Y.A., *master of the program « Technosphere safety»*

Murashova A.S., *master of the program « Technosphere safety»*

Shumkina E.S., *master of the program « Technosphere safety»*

Rush E.A., *D. SC., prof.*

Irkutsk state university of Railways

The most widespread mistakes are analysed and the reasons of formation of the negative ecological conclusion are considered.

Key words: normative acts, ecology.

Государственная экологическая экспертиза в России является одним из эффективных инструментов в области охраны окружающей среды и государственного контроля за исполнением требований природоохранного законодательства.

В ст.3 федерального закона № 7-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 говорится о том, что любая хозяйственная деятельность потенциально опасна, т. е. ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности [1]. Поэтому для исключения либо минимизации конкретных опасностей перед началом хозяйственной деятельности требуется проведение государственной экологической экспертизы (ГЭЭ).

Экологическая экспертиза - установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи с реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность, экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду[2].

Результатом проведения государственной экологической экспертизы является заключение государственной экологической экспертизы. Положительное заключение государственной экологической экспертизы является одним из обязательных условий финансирования и реализации объекта ГЭЭ.

В случае отрицательного заключения ГЭЭ заказчик вправе представить материалы на повторную ГЭЭ при условии их переработки с учетом замечаний, изложенных в данном отрицательном заключении.

По статистике из 4000 тысяч заключений, выдаваемых Управлением экологической экспертизы, до 25 % и более – отрицательные [3].

В статье основной акцент делается на анализ причин получения отрицательного заключения ГЭЭ. Для этого была проведена комплексная оценка полученных замечаний в результате прохождения ГЭЭ.

Для анализа были выбраны 4 объекта экологической экспертизы, по которым было получено отрицательное заключение за период 2016-2017 гг.:

- Опытно-промышленная установка для производства высококачественного чугуна в г. Усолье-Сибирское (далее – установка по производству чугуна);
- Жилой дом, расположенный в Иркутском районе (далее – жилой дом);
- Канализационные очистные сооружения в селе Савватеевка (далее – КОС);
- Объект предпринимательской деятельности (далее – Торговый центр).

Замечания классифицированы по следующим группам:

- в части воздействия на атмосферный воздух;
- в части воздействия на водные ресурсы;
- в части воздействия объекта на окружающую среду при обращении с отходами;
- в части воздействия на земельные ресурсы;

На рис. 1 представлены статистические данные по общему количеству замечаний, выявленных экспертной комиссией по каждому объекту экспертизы.

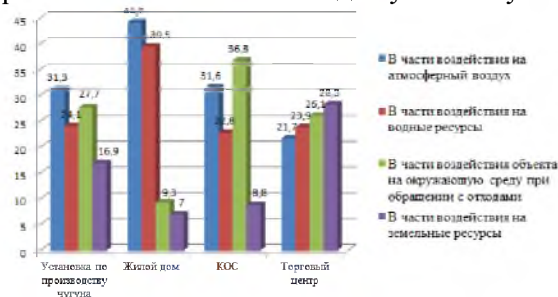


Рис. 1. Структура замечаний, выявленных при проведении ГЭЭ, в процентах

При анализе замечаний ГЭЭ были сформированы наиболее часто встречающиеся группы ошибок, которые могут привести к отрицательным заключениям:

- а) Недостаточная изученность земельного участка, на котором предполагается реализация проекта;
- б) Отсутствие или неполнота исходно-разрешительной документации (неполнота исходных данных, отсутствие согласований с другими органами государственной власти);
- в) Недостаточная проработка, отсутствие ключевых технических решений, их несоответствие требованиям законодательства;
- г) Несоответствие проектных решений результатам инженерно-экологических изысканий либо противоречие проектным решениям;
- д) Ошибки, связанные с человеческим фактором (технические ошибки).

В процессе анализа замечания экспертов были диверсифицированы в соответствии с вышеприведенной классификацией.

Полученные результаты по каждому объекту экспертизы в процентном соотношении представлены в табл. 1.

Диаграмма дает наглядное представление о влиянии каждой группы наиболее распространенных ошибок на результат ГЭЭ, подавляющее большинство которых составляют ошибки, связанные с человеческим фактором (42,2 %), отсутствием или неполнотой исходно-разрешительной документации (21,7 %), а также недостаточной проработкой, отсутствием ключевых технических решений, их несоответствие требованиям законодательства (13,9 %).

Таблица 1

Процентное соотношение ошибок по объектам ГЭЭ

Тип ошибки	КОС	Жилой дом	Установка по производству чугуна	Торговый центр
	%			
Недостаточная изученность земельного участка, на котором предполагается реализация проекта	50,0	4,5	22,7	22,7
Отсутствие или неполнота исходно-разрешительной документации (неполнота исходных данных, отсутствие согласований с другими органами государственной власти)	17,0	28,3	28,3	26,4
Недостаточная проработка, отсутствие ключевых технических решений, их несоответствие требованиям законодательства	35,3	8,8	8,8	47,1
Несоответствие проектных решений результатам инженерно-экологических изысканий либо противоречие проектным решениям	31,3	12,5	18,8	37,5
Ошибки, связанные с человеческим фактором (технические ошибки)	28,2	19,4	30,1	22,3

Итогом анализа стало обобщение результатов работы, представленных на рис. 2.

Помимо проанализированных ошибок на результат формирования заключения экологической экспертизы могут повлиять причины, связанные с выдачей технического задания и программы работ, составленных с нарушением требований строительных норм и правил, привлечением в процесс проектирования большого количества мелких субподрядных организаций (принимающих участие в разработке одного или двух разделов проекта), действия которых недостаточно скоординированы генеральной проектной организацией, а также недостаточный профессиональный уровень исполнителей разделов проектной документации.

Не исключено выражение субъективного мнения членов экспертной комиссии.



Рис. 2. Долевое соотношение общего числа ошибок

Анализ причин отрицательных заключений показал, что разработка разделов экологического блока проектной документации нередко осуществляется не в полном объеме и зачастую уже на начальной стадии несет в себе опасность экологических рисков и связанных с ними финансовых потерь.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ Об охране окружающей среды (в ред. от 29.07.2017)
2. Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ (ред. от 29.12.2015) «Об экологической экспертизе».
3. Независимый электронный журнал «ГеоИнфо» [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.geoinfo.ru>

УДК 661.728.86

ПОИСК НОВЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ УСТАРЕВШИХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ ПОРОХОВ

Романова С.М., к-т хим. наук, доцент

Мадыкина А.М., к-т хим. наук, доцент

Сабирова Д.И., ассистент

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Изучены реакции нитрата целлюлозы с хлоридом фосфора(III). Структура полученных соединений подтверждена результатами ИК- и ЯМР ¹H-спектроскопии. На основании полученных данных предложена схема преимущественных путей химического взаимодействия высокоазотного нитрата целлюлозы и хлорида фосфора.

Ключевые слова: утилизация, пироксилиновый порошок.

THE SEARCH FOR THE NEW WAYS OF RECYCLING OF THE AGED PYROXILINE POWDERS

Romanova S.M., Ph. D., associate Professor

Madyakina M.A., Ph. D., associate Professor

Sabirova D.I., assistant

Kazan National Research Technological University

The reactions of cellulose nitrate with phosphorus (III) chloride were studied. The structure of the obtained compounds was confirmed by the results of IR and NMR spectroscopy. On the basis of the obtained data the scheme of the preferential ways of chemical interaction between cellulose nitrate and phosphorus chloride was offered.

Key words: utilization, pyroxylin powder.

В настоящее время остро стоит проблема утилизации боеприпасов с истекшим сроком годности. Пироксилиновые пороха, основным компонентом которых является высокоазотный нитрат целлюлозы (НЦ), по истечении гарантийного срока хранения превращаются в потенциально опасные отходы.

Ликвидация устаревших снарядов сжиганием или подрывом наносит неоценимый вред окружающей среде: атмосферному воздуху, почве, поверхностным и подземным водам. Наиболее экологически целесообразным методом утилизации является регенерация основного компонента боеприпаса и дальнейшая его переработка в промышленные взрывчатые вещества для народно-хозяйственных и военных целей, в лаки, краски, эмали и др. покрытия. Например, при переработке одной тонны устаревших порохов в современные пороха вместо свежего сырья сберегается 4 м³ древесины хвойных пород или 1 тонна хлопкового сырья [1].

Особый интерес представляет собой исследование возможности химической модификации нитратцеллюлозных порохов, извлеченных из боеприпасов, с целью придания полимеру новых свойств и получения на их основе новых продуктов. [1,2].

Целью настоящего исследования является изучение реакции взаимодействия НЦ с формулой элементарного звена $C_6H_7O_2(OH)_{0,46}(ONO_2)_{2,54}$ с хлоридом фосфора(III) для получения модификатов с новыми свойствами.

Реакцию НЦ с трихлоридом фосфора проводили в гетерогенной среде бензола в присутствии триэтиламина для связывания выделяющегося хлороводорода. В четырехгорлую колбу помещали 1 г НЦ, добавляли 20 мл бензола и 1 мл триэтиламина. При охлаждении ($T=0-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) через капельную воронку прикапывали в течение часа смесь, состоящую из 10 мл бензола и 2 мл трихлорида фосфора. Образовывался белый туман – побочный продукт взаимодействия хлорида фосфора(III) с НЦ. Процесс вели при непрерывном перемешивании. После рассеивания белого тумана реакционную колбу с исходными веществами нагревали на водяной бане до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Реакцию проводили при различном времени выдержки (3 и 5 часов). В ходе реакций наблюдалось изменение цвета реакционной массы: от желтого до желто-коричневого. По истечении времени выдержки реакционную массу отфильтровывали на воронке Шотта №3, промывали бензолом до нейтральной реакции по показателю индикаторной бумаги в фильтрате, далее сушили на воздухе сутки. После чего твердый продукт промывали большим количеством горячей дистиллированной воды ($T=90-95\text{ }^{\circ}\text{C}$) для удаления несвязанных с полимером кислот фосфора. Далее последовательно сушили на воздухе и в эксикаторе над хлористым кальцием до постоянной массы. Твердые полимерные продукты, представляющие собой мелкодисперсный порошок белого цвета, характеризуются отличной от исходного НЦ растворимостью. Продукты набухают в пиридине, тетрагидрофуране, диметилформамиде, диметилсульфоксиде, но не растворяются в них даже при нагревании. Продукты не растворимы в ацетоне, этилацетате, спиртоэфирной смеси (1:2), метилэтилкетоне, бензоле, толуоле, хлороформе.

Выделенные твердые полимерные продукты содержат фосфор и не имеют в своем составе хлор.

Отсутствие хлора в продуктах реакции навело на мысль о возможности образования кратных связей. Так же, вторичные спирты в реакции с PCl_3 подвергаются, главным образом, дегидратации с образованием алкенов. Это неудивительно, если принять во внимание, что галогениды и оксигалогениды фосфора проявляют свойства типичных кислот Льюиса, способствующих этому нежелательному процессу.

Для доказательства наличия кратных связей продукты подвергали бромированию согласно методике, описанной в работе [3], время выдержки составляло 10 часов. Полученные полимеры обесцвечивают раствор перманганата калия и бромную воду. Были выделены бромпроизводные продуктов реакций, содержащие бром в количестве 1–2 %.

ИК-спектры синтезированных полимеров содержит полосы поглощения (см^{-1}): 3200–3700 ($-\text{OH}$); 2985, 2919 (CH_2); 682, 751, 1278, 1650 (NO_2); 1726 ($\text{C}=\text{O}$); 838, 944 ($\text{N}-\text{O}$); 950–1020, 1376, 1427 ($\text{C}-\text{H}$); 1060–1159 (глюкопиранозное кольцо); 1072 ($\text{C}-\text{O}-\text{C}$).

В ИК-спектрах наличие связей P-O-C 990-1050 см^{-1} и P=O 1250–1350 см^{-1} указать затруднительно, в связи с наложением пиков с исходным нитратом целлюлозы, но тем не менее наблюдается увеличение интенсивности пиков 1278 и 1022 см^{-1} .

Спектры ЯМР ^1H продуктов согласуются с предлагаемой формулой производного НЦ. Если исходный нитрат целлюлозы имеет сигналы, соответствующие протонам глюкопиранозного кольца (м.д.): 5,84 (^3H), 5,12 ($^{2,4}\text{H}$); 4,62 (^6H); 4,1, 4,05 ($^{1,5}\text{H}$); 1,14 ($\text{OH}_{\text{алиф.}}$), то в спектре ЯМР ^1H продуктов реакции помимо сигналов, соответствующих протонам исходного азотнокислого эфира целлюлозы, присутствует новый сигнал 1,18, принадлежащий протону алифатической гидроксильной группы $\text{OH}_{\text{алиф.}}$, также появляется группа пиков в области 3,73-3,82 $\text{CH}_2\text{-O}$, свидетельствующая о появлении новых OH -групп, присутствует сигнал 6,09 принадлежащий протону при кратной связи H-C=C , сигнал 7,36 HC=C-C(O) , и уширенный слабый пик при 9,02, возникающий в результате образования карбонильной функции O=C-H .

Согласно данным элементного анализа увеличение времени процесса приводит к увеличению содержания фосфора, следовательно, можно сделать вывод о протекании реакции замещения гидроксильных групп на фосфатную группировку. Но также видно и снижение содержания азота, что может происходить в результате гидролиза нитратных групп под действием триэтиламина – сильного органического основания. Когда речь идет о высокомолекулярных соединениях, следует отметить, что растворимость в различных растворителях многих высокомолекулярных соединений со свободными фосфорнокислыми группами при термообработке или переосаждении обычно понижается, а иногда полностью исчезает, очевидно, за счет сшивания линейных макромолекулярных цепей.

Таким образом, можно предположить, что в результате взаимодействия нитратов целлюлозы с трихлоридом фосфора в гетерогенной среде бензола одновременно происходит фосфорилирование гидроксильных групп, гидролиз нитратных групп, деструкция цепи макромолекул нитрата целлюлозы, сшивание макромолекулярных линейных цепей, образование карбонильной функции, а также кратной связи.

Согласно данным проведенных исследований, можно сделать вывод о возможности химической модификации нитратов целлюлозы хлоридом фосфора(III). При целенаправленном изменении условий реакции получают модификаты с различными физико-химическими характеристиками. Хорошие физико-механические и химические свойства пространственных (или, как иногда говорят, «сшитых») полимеров делают их ценными материалами для приготовления различных изделий. Однако достоинства этих веществ являются в то же время их недостатками, так как неплавкость и нерастворимость затрудняет их переработку, например, в лаковые покрытия, профилированные изделия и т. д. [4].

Список использованной литературы

1. Азимов, Ю.И. Экономика и экология вторичных ресурсов / Ю.И. Азимов, Ф.Ф. Газизов, Н.М. Ляпин, А.А. Староверов // Статьи и тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Казань, 1999. – С. 213.
2. Мойсак, И.Е. Химия и технология нитроцеллюлозы / И.Е. Мойсак. – М.: Оборонгиз, 1941. – 271 с.
3. Лосев, И.П. Практикум по химии высокополимерных соединений / И.П. Лосев, О.Я. Федотова. – М.: Госхимиздат, 1962. – 228 с.
4. Гефтер, Е.Л. Фосфорорганические мономеры и полимеры / Е.Л. Гефтер. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 228 с.

УДК 628.349.094.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИЗАТОРА

Савельева А.В., аспирант программы «Промышленная экология и биотехнология»

Савельев С.Н., канд. техн. наук, доцент

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Исследован процесс очистки сточных вод, содержащих трудноокисляемые органические соединения, окислительным методом с применением кислорода воздуха и с участием гетерогенного катализатора – железной стружки (Ст. 20). Показано, что применение железной стружки в качестве катализатора приводит к увеличению степени очистки от углеводородов на 19,1 % по сравнению с некаталитическим окислением. Выявлена дезактивация катализатора и предложен метод восстановления его каталитической активности.

Ключевые слова: сточные воды, очистка.

RESEARCH OF CLEANING OF SULFIDE-ALKALINE WASTEWATER OXIDIZING METHOD WITH USING HETEROGENEOUS CATALYST

Savelyeva A.V., graduate student of the program «Industrial ecology and biotechnology»

Savelyev S.N., candidate of technical sciences, assistant prof

Kazan National Research Technological University

Researched the process of wastewater containing difficult- organic compounds, oxidation method using oxygen from the air and with the participation of a heterogeneous catalyst – iron filings (St.20). It is shown that the use of iron filings catalyst increases the degree of purification of hydrocarbons by 19,1 % compared to uncatalyzed oxidation. Revealed deactivation of the catalyst and the method of restoring its catalytic activity.

Key words: sewage, purification.

В настоящее время повышение уровня загрязнения поверхностных водоемов является следствием сброса недостаточно очищенных сточных вод различных отраслей промышленности. Предприятия химической и нефтехимической промышленности являются источниками образования наиболее токсичных сточных вод.

В связи ужесточающийся требованиями к охране окружающей природной среды возникает задача значительного снижения сброса загрязняющих веществ в природные водные объекты. Серьезную опасность для окружающей среды представляют сернисто-щелочные сточные воды (СЩСВ), поступающие от печей пиролиза углеводородного сырья, каталитического крекинга, замедленного коксования, гидроочистки, гидрокрекинга [1]. Высокое содержание сульфидной и меркаптанной серы, токсичных углеводородов в таких стоках не позволяет сбрасывать их на биологическую очистку вместе с остальными сточными водами. Предприятия вынуждены создавать узлы локальной очистки СЩСВ. Однако, существующие методы очистки СЩСВ являются энергоемкими, что требует больших финансовых затрат и не всегда экологичны. В этой связи возникает необходимость разработки эффективных методов глубокой очистки СЩСВ от указанных компонентов [2].

Согласно литературным данным [3–6], одним из эффективных методом глубокой очистки сточных вод от сульфидов и органических веществ являются окислительные методы.

В настоящее время представляет особый практический интерес применение метода окисления поллюантов кислородом воздуха, требующего малых энергозатрат, технологически и экологически безопасного. Однако данный метод очистки часто малоэффективен при окислении большого числа устойчивых к окислению органических соединений [7]. Таким образом, возникает задача по поиску путей интенсификации процесса окисления углеводородсодержащих сточных вод кислородом воздуха, чего можно добиться применением в окислительном процессе катализаторов.

В настоящей работе изучено влияние гетерогенного катализатора, в качестве которого выступала железная стружка (Ст. 20), являющаяся отходом металлообрабатывающей промышленности [8]. В связи с этим, использование отхода черного металла в роли катализатора в процессе окисления сточных вод органического синтеза имеет как народнохо-

зяйственное значение, так и представляет интерес в области охраны окружающей среды, так как позволяет сократить антропогенную нагрузку на природные объекты.

Объектом исследования данной работы являлись сточные воды предприятия органического синтеза, образующиеся после промывки пирогаза от смол и кислых компонентов, характерной особенностью которых является высокое содержание токсичных, устойчивых к окислению поллюантов ароматического ряда, образующие на поверхности воды пленку, а также имеющие высокие значения щелочности и химического потребления кислорода (ХПК). Начальное значение ХПК исследуемой сточной воды составляло 12 660 мгО₂/л.

В экспериментальной части работы получены кинетические кривые окисления компонентов сточных вод органического синтеза кислородом воздуха с добавлением и без добавления гетерогенного катализатора. Анализ полученных данных показал, что наиболее эффективное снижение значений ХПК, а, следовательно, и окисление углеводородов наблюдалось в экспериментах с участием гетерогенного катализатора. Причем наиболее интенсивное снижение ХПК во всех опытах наблюдалось в первые 20 минут окисления. Полученные значения ХПК сточных вод, а также степень очистки после 20 минут обработки представлены в табл. 1. Эксперименты по обработке сточных вод в 1, 2, 3 циклах проводили последовательно с выгрузкой сточных вод из реактора окисления после завершения 30 минутного опыта и продувкой катализатора воздухом. 4 цикл проводили без предварительной продувки катализатора воздухом после завершения предыдущего 3-го цикла окисления.

Таблица 1

Результаты интенсификации очистки сточных вод

Условия проведения процесса	ХПК, мгО ₂ /л	Степень очистки, %
без железной стружки	9206,6	27,9
с железной стружкой, 1 цикл	6581,9	48,0
с железной стружкой, 2 цикл	6440,6	47,0
с железной стружкой, 3 цикл	6440,6	48,5
с железной стружкой, 4 цикл	8863,4	30,0

Из данных, представленных в таблице видно, что разница степеней очистки сточной воды с участием гетерогенного катализатора в 1, 2, 3 циклах и без его участия составляет более 19,1 %. Отсюда следует, что железная стружка (Ст. 20) катализирует процесс окисления. Проведенные исследования в аналогичных условиях с применением железной стружки уже, участвующей в цикле 3 (без обработки кислородом воздуха) показали (4 цикл), что происходит дезактивация катализатора. Снижение активности железной стружки происходит вероятно по причине блокировкой его центров сернистыми соединениями, содержание которых велико в исследуемой сточной воде.

Степень очистки в цикле 4 достигла всего 30 %, что более чем на 17 % меньше, чем в предыдущих циклах с применением катализатора и последующей продувкой. Сопоставив степени очистки в четвертом цикле, и при окислении без катализатора, можно сделать вывод, что каталитический эффект присутствует, но он существенно менее выражен, чем в 1, 2, 3 циклах.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что проблема восстановления каталитической активности металлической стружки в связи с ее отравлением сульфидсодержащими соединениями можно решить путем ее продувки кислородом воздуха после выгрузки сточной воды из реактора.

Список использованной литературы

1. Ахмадуллина, А.Г. Очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / А.Г. Ахмадуллина, А.М. Мазгаров, В.Г. Пономарев, Э.Г. Иоакимис, И.Я. Монгайт. – М. : Химия, 1985. – С. 1–35.
2. Бадикова, А.Д. Поиск путей очистки сернисто-щелочных стоков нефтеперерабатывающих предприятий / А.Д. Бадикова, А.Р. Мурзакова, Ф.Х. Кудашева, М.А. Цадкин, Р.Н. Гимаев // Электронный научный журнал. – 2005. – № 2. – С. 24.

3. Зубарев, С.В. Применение окислительных методов для очистки сточных вод нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств: учеб. для вузов / С.В. Зубарев, Е.В. Кузнецова, Ю.С. Бердин и др. – М. : ЦНИИТЭ Нефтехима, 1987. – 53 с.

4. Савельев, С.Н. Особенности каталитической очистки сточных вод озонированием / С.Н. Савельев, Р.Н. Зиятдинов, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. – 2008. – № 6. – С. 48–54.

5. Савельев, С.Н. Интенсификация очистки сточной воды от углеводородов окислительными методами применением в качестве катализаторов стоков гальванопроизводства / С.Н. Савельев, А.В. Савельева, С.В. Фридланд // Безопасность жизнедеятельности. – 2015. – № 1. – С. 40–44.

6. Савельев, С. Н. Интенсификация очистки сточных вод химических производств от углеводородов окислительными методами: дис. канд. тех. наук: 03.00.16: защищена 24.12.08: утв. 13.03.09 / Савельев Сергей Николаевич. – Казань, 2008. – 125 с.

7. Савельев, С.Н. Исследование влияния диоксида марганца на процесс окисления углеводородсодержащих сточных вод / С.Н. Савельев, Р.Н. Зиятдинов, С.В. Фридланд // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 14. – С. 393–396.

8. Зайнуллин, А.М. Очистка сточных вод производства диазодинитрохинона / А.М. Зайнуллин, И.Г. Шайхиев, С.В. Фридланд // Безопасность жизнедеятельности. – 2009. – № 1. – С. 38–39.

УДК 504.062.2

РИСК АКТИВИЗАЦИИ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ОСВОЕНИЯ ГИПСОВО-АНГИДРИТОВЫХ МАССИВОВ

Сомченко П.В., 3 курс геологического ф-та, направление

«Гидрогеология и инженерная геология»

Кубанский государственный университет

В работе, на основании полевых и камеральных наблюдений на Западном Кавказе, рассмотрены факторы активизации карстовых процессов при освоении гипсово-ангидритовых массивов, и связанные с этим, риски.

Ключевые слова: карсты.

RISK OF ACTIVATION OF KARST PROCESSES IN THE CONDITIONS OF DEVELOPMENT OF GYPSUM –ANHYDRITE MASSIFS

Somchenko P.V., 3rd year of geological faculty, direction

«Hydrogeology and engineering geology»

Kuban State University

In work, based on field and cameral observations in the Western Caucasus, factors of activation of karst processes in the development of gypsum-anhydrite massifs and associated risks are considered.

Key words: karsts.

Карстовые проявления, приуроченные к сульфатным отложениям титонского яруса верхней юры имеют значительное распространение на Западном Кавказе в горной депрессии между куэстами Пастбищного и Скалистого хребтов. Они неравномерно рассеяны по всей полосе распространения сульфатных толщ, имеющей ширину около 2–3 км, и сконцентрированы отдельными группами, приуроченными к местам сохранения гипсовых отложений значительной мощности [2].

В качестве ключевого участка для анализа факторов активизации карста были взяты два гипсовых массива, расположенные в окрестностях п. Псебай Краснодарского края на левом и правом берегу р. Малая Лаба (рис. 1). Западная граница – р. Шедоха, восточная – Сладкая речка, южная – р. Дальняя, северная – балка Баранова и балка Каракоева.

Карст этого района относится преимущественно к задернованному типу. Отмечаются и довольно обширные участки голого карста, в основном связанные с интенсивной эрозией и смывом почвы, обусловленными антропогенной деятельностью.

Гипсовый карст характеризуется большими плотностями карстовых форм, значительными размерами карстовых воронок и наличием провалов (рис. 2).

Темпы карстовой денудации в исследуемом районе оцениваются в пределах 500–800 м³/год/км² [3]. О высокой активности карста здесь говорит и наличие положительных (останцовых) форм карста, таких как карстовые мосты и арки. Они есть на каждом из исследуемых участков. Их развитие связано с провалами кровли пещер с водотоком и постепенным выносом продуктов растворения (рис. 3).

Коэффициент площадной закарстованности здесь также достаточно высокий и составляет 0,39 для правобережного массива и 0,1 для левобережного.

Кроме поверхностных форм здесь представлены и достаточно крупные пещеры речного типа. Водоток этих пещер неоднократно появляется на поверхности и исчезает вновь. В пещерах образуются провалы, часто отмечаются и свежие обвальные явления.

Среди условий, благоприятствующих развитию карста в районе исследований, прежде всего, необходимо отметить геологическое строение территории.

Гипсово-ангидритовые отложения здесь хорошо обнажены и практически полностью находятся в зоне активного водообмена.

Значительное влияние на морфологию и характер распространения подземных и поверхностных карстовых форм, на территории исследуемого района, оказывают тектонические трещины и различные разрывные нарушения. Большинство гипсовых пещер контролируется тектоническими трещинами, что связано с высокой современной тектонической активностью Кавказа.

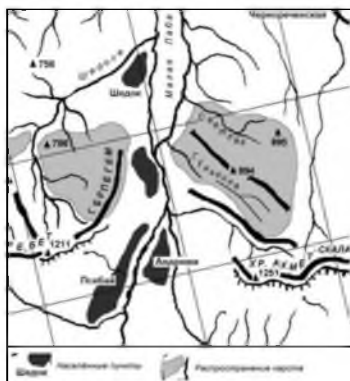


Рис. 1. Территория исследований [2]



Рис. 2. Карстовые воронки в районе исследований

Немалую роль на развитие карста оказывают климатические факторы. Климат исследуемого района в общем подчиняется таким типичным для всего Северного Кавказа закономерностям, как резко выраженный годовой ход температуры, неравномерное распределение осадков по сезонам года, отрицательный радиационный баланс зимой и положительный во все остальные сезоны [4,1].

Гипсовый массив здесь подвержен прямому воздействию агрессивных атмосферных осадков, за счет чего возникают различные формы растворения (воронки, карстовые лога). Карры чаще всего задернованы, поэтому встречаются лишь на ограниченных территориях. Могут иметь значительные размеры. Участвуют в перераспределении и концентрации поверхностного стока, способствуя развитию более крупных форм [3].

Влияние растительности проявляется в кольматации поверхностных карстовых микроформ и торможении их развития, что практически не сказывается на общей интенсивности карста [5], но в то же время приводит к активизации спелеогенеза, при улучшении стока в мезоформы.

Также особую роль в развитии карста играет органика. С поступлением биогенной органики в карстовый массив связано такое явление, как деятельность обитающих

в напорных водах сульфатредуцирующих анаэробных бактерий, в результате которой образуется сероводород и уголекислота, активно взаимодействующие с окружающей горной породой [6].

Кроме этих общих условий, необходимо отметить также то, что карстово-водоносные массивы в пределах исследуемой территории развиваются изолированно и дренируются ближайшими крупными водотоками, которые являются местными базами карстования.

Карстовые массивы в настоящее время все более интенсивно осваиваются, что заставляет учитывать возможность активизации карста и развития опасных геологических процессов.

Инженерно-геологические изыскания в карстовых районах регламентируются различными нормативными документами, в том числе СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства».

В областях активного развития карста, который может классифицироваться как опасный геологический процесс вступает в силу СНиП 22-02-2003 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов». В частности здесь указывается (в п. 8.2), что при проектировании зданий и сооружений на закарстованных территориях следует учитывать: тип карста; формы и механизм формирования подземных и поверхностных проявлений карста; категории устойчивости территорий относительно интенсивности образования карстовых провалов и их средних диаметров; особенности гидрологических и гидрогеологических условий; неравномерно-пониженную прочность и несущую способность закарстованных пород, покрывающих грунтов и отложений, заполняющих поверхностные и погребенные карстовые формы (воронки и т. п.); опасность возникновения и развития карстовых деформаций в толще грунтов и на земной поверхности (провалов, локальных и общих оседаний); возможность значительной активизации карстовых процессов и явлений, в том числе в результате техногенного воздействия.

Карстовые процессы в гипсах, на основании СП 116.13330.2012, можно отнести к карстоопасностям вида В и С.

Карстоопасность вида В обусловлена вероятностью повреждения строительных объектов или земельных участков поверхностными карстопроявлениями (провалами, локальными и общими оседаниями и др.).

Карстоопасность вида С обусловлена возможными осложнениями при строительстве и эксплуатации подземных сооружений и фундаментов глубокого заложения вследствие наличия и развития карстопроявлений (обводненных карстовых полостей и зон повышенной трещиноватости горных пород, локальных разуплотненных зон в грунтовой толще и др.) [7].

В районе исследований возможны оба типа развития опасных проявлений карста. Этот вывод сделан на основании установленной в ходе полевых и камеральных наблюдений высокой активности карста. Свежие провалы и обвалы в пещерах появляются здесь достаточно регулярно. Поверхность пород зачастую покрыта трещинами различного генезиса, по которым вода легко проникает вглубь массива.

К факторам риска относится и высокая антропогенная нагрузка.

Наиболее очевидное воздействие на карстовые ландшафты было отмечено на левобережном массиве, где идет добыча гипса открытым способом. Здесь насчитывается около 12,1 км² территории, занятой карьерами по добыче гипса (несколько из них заброшены) (рис. 4).

Карьеры способствуют понижению уровня подземных вод. За счет того, что атмосферные осадки непосредственно контактируют с породой, вскрытой карьером, увеличивается скорость карстовых процессов. Образуются воронки, карры и другие формы растворения. Также на месте карьеров могут образовываться провалы.

Помимо увеличения экспозиции карстующихся пород в ходе разработки гипса, отмечается и негативное воздействие производимых здесь взрывных работ.

На правом берегу М. Лабы отмечается более типичный для Западного Кавказа тип природопользования. Это выпас скота и сенокосы. При этом почвы подвергаются деградации, что впоследствии приводит к активизации карстовых процессов.



Рис. 3. Карстовая арка



Рис. 4. Гипсовый карьер предприятия Кнауф (п. Шедок)

В ходе полевых исследований были отмечены случаи активизации карста на участках, где почвы были смыты в результате антропогенно спровоцированной эрозии.

В то же время, при такой высокой активности карста, опасных для человека проявлений его до сих пор здесь не было отмечено, так как в исследуемом районе, как и в других районах распространения гипсового карста на Западном Кавказе, отсутствуют объекты капитального строительства и населенные пункты. Но в перспективе строительство в этих районах возможно.

Таким образом, необходимо уделять большое внимание изучению карста как одного из активных и опасных экзогенных процессов. Несмотря на достаточно хорошую теоретическую базу, разработанную по этому вопросу, прежде всего на примере других территорий России, в регионах близ Кавказа такие работы почти не проводились. Важным является и отсутствие мониторинга этого процесса, позволяющего оценить реальную степень опасности. Но даже периодические и не систематические исследования отдельных авторов позволяют увидеть очень высокую активность карста в сульфатных породах, где видимые изменения, вплоть до образования провалов, обвалов и новых карстовых пустот, происходят в течение нескольких лет – первых десятилетий, что не позволяет игнорировать карстовые процессы при проведении любых инженерно-хозяйственных работ в таких районах.

Список использованной литературы

1. Батова В.М. Климат / В.М. Батова // Природные условия и естественные ресурсы.
2. Остапенко А.А. Подземные формы карста в сульфатных отложениях Западного Кавказа : дис. канд. геогр. наук. / А.А. Остапенко. – Краснодар, 2001. – 168 с.
3. Остапенко А.А., Крицкая О.Ю. Основные черты гипсового карста Западного Кавказа / А.А. Остапенко, О.Ю. Крицкая // Географические исследования Краснодарского края. Сб. научн. трудов.
4. Темникова Н.С. Некоторые характеристики климата Северного Кавказа и прилегающих степей / Н.С. Темникова.
5. Чикишев А.Г. Географические условия развития карста / А.Г. Чикишев.
6. Klimchouk A. Dissolution and conversions of gypsum and anhydrite / A. Klimchouk // Gypsum karst of the world. International Journal of Speleology.
7. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов».

УДК 665.6.7

АНАЛИЗ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Суржикова Р.В., магистрант программы «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Зайцева Е.Н., магистрант программы «Промышленная теплоэнергетика»
Сибирский федеральный университет

В нашей стране накоплено более 100 млн тонн нефтесодержащих отходов. Ежегодно их количество увеличивается. Как правило, накопленные нефтешламы располагаются в шламонакопителях, которые занимают довольно большие площади. Нефтешламонакопители являются источником продолжительного загрязнения окружающей среды и, следовательно, необходимо уменьшать количество накопленных и образующихся отходов для снижения негативного воздействия на окружающую природную среду.

Ключевые слова: отходы, нефтепереработка.

THE ANALYSIS OF CARBON-BEARING WASTE FOR THE ENTERPRISES OF OIL PROCESSING BRANCH

Surzhikova R.V., master of the program «Safety in the technosphere»

Zaitseva E.N., master of the program «Industrial power system»
Siberian Federal University

In our country more than 100 million tons of oily waste are saved up. Annually their quantity increases. As a rule, the saved-up oil slimes settle down in sludge collectors which occupy quite big spaces. Petrosludge collectors are a source of long environmental pollution and, therefore, it is necessary to reduce the number of the saved-up and formed waste for decrease in negative impact on the surrounding environment.

Key words: waste, oil refining.

Основными источниками загрязнений нефтью и нефтепродуктами являются добывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Объемы отходов нефтепродуктов и нефтезагрязнений, скопившиеся на отдельных объектах, составляют десятки и сотни тысяч кубометров. Значительное число хранилищ нефтешламов и отходов, построенных с начала 50-х годов, превратились из средства предотвращения нефтезагрязнений в постоянно действующий источник таких загрязнений [1].

Объекты нефтедобычи по степени воздействия на окружающую природную среду находятся среди лидеров во многих регионах Российской Федерации. При извлечении и подготовке нефти к подаче ее в магистральный нефтепровод в окружающую среду попадают (кроме нефти) высокоактивные пластовые воды, попутный нефтяной газ, многие химические реагенты, которые используются в бурении скважин и при интенсификации извлечения углеводородов. Предприятиями отрасли выбрасывается в атмосферу ежегодно более 2,5 миллион тонн загрязненных веществ, сжигается на факелах около 6 миллиард куб.м. попутных газов, остаются неликвидированными десятки и сотни амбаров с буровым шламом, забирается около 740 миллион куб.м. пресной воды [2].

Сложная смесь углеводородов различной молекулярной массы составляет основу нефти. В нефти присутствуют летучие ароматические углеводороды, нафталин и ряд других фракций нефти, и именно это делает нефть токсичным веществом. Токсичные вещества способны при воздействии на живые организмы приводить их к гибели, поэтому существует ряд серьезных проблем, связанных с отрицательным влиянием нефти и нефтепродуктов на окружающую среду. На объектах нефтяной отрасли в последнее время часто случаются чрезвычайные ситуации, в результате которых происходит разлив нефти.

Нефтяные шламы по составу чрезвычайно разнообразны и представляют собой сложные системы, состоящие из нефтепродуктов, воды и минеральной части (песок, глина, ил и т. д.), соотношение которых колеблется в очень широких пределах. В ос-

новном, шламы представляют собой тяжелые нефтяные остатки, содержащие в среднем (по массе) 10–56 % нефтепродуктов, 30–85 % воды, 1,3–46 % твердых примесей [1].

Для того чтобы утилизировать нефтешламы, стараясь нанести минимальный вред окружающей среде, и параллельно извлекать полезные компоненты, необходимо провести анализ состава углеродосодержащих отходов.

Для анализа углеродосодержащих отходов были взяты пробы нефтешламов, образующихся при добыче нефти на Ванкорском месторождении. Испытания проводились на дериватографе Q-1500D в среде диоксида углерода при скорости нагрева 10 град/мин в интервале температур 25–800°C. В качестве эталонного образца был взят активный оксид алюминия. Обработку полученных дериватограмм проводили по стандартным методикам.

Для физико-химического исследования использовались пробы № 1. Скважина 752, проба № 2. ЭЦН.

Проба № 1. Скважина 752.

На термограмме пробы (рис. 1), на кривой ДСК наблюдается большой экзоэффект при $t = 433^\circ\text{C}$, сопровождающийся потерей массы образца до 27,19%, относящийся к выгоранию органики. Эндоэффект при $t = 700^\circ\text{C}$ относится к разложению кальцита CaCO_3 , содержание CaCO_3 в пробе, рассчитанное по ТГ составляет 4,5%.

Рентгенофазовый анализ пробы (рис. 2), свидетельствует о высоком содержании сидерита FeCO_3 ($d = 3,57; 2,78; 2,34; 1,73$). Кроме того, наблюдаются дифракционные максимумы, характерные для кальцита CaCO_3 ($d = 2,99; 2,46; 2,07$) и незначительные примеси кварца SiO_2 ($d = 3,32$).

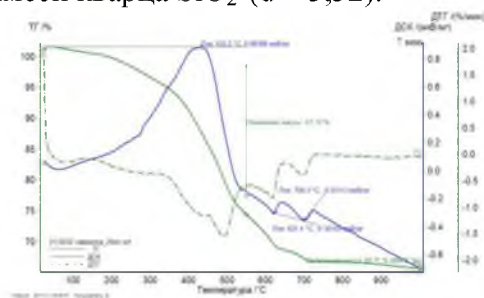


Рис. 1. Термограмма пробы № 1. Скважина 752

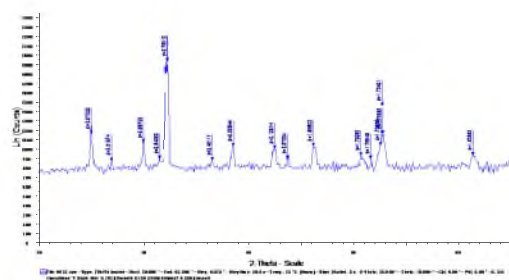


Рис. 2. Рентгенофазовый анализ пробы № 1. Скважина 752

Проба № 2. ЭЦН.

Данные рентгенофазового анализа (рис. 3) свидетельствуют о том, что данный образец представляет из себя песок, основными фазами которого является кварц SiO_2 ($d = 4,21; 3,33; 1,81; 1,54$), полевые шпаты ($d = 3,22; 3,18$) и примеси глинистых минералов ($d = 7,00$).

На термограмме пробы (рис. 4) на кривой ДСК наблюдается ряд термических эффектов, сопровождающихся потерей массы образца. Небольшой эндоэффект при 80°C относится к потере адсорбированной воды. Большой широкий экзоэффект ($150^\circ\text{C}–700^\circ\text{C}$) относится к поэтапному выгоранию органики, при этом теряется 13 % массы образца. Таким образом, песок довольно сильно загрязнен органическими примесями.

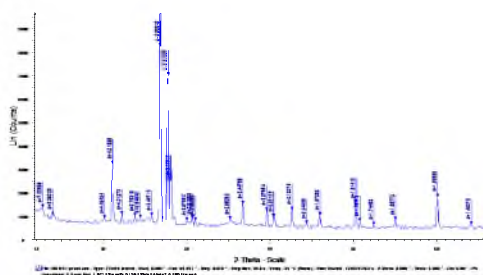


Рис. 3. Рентгенофазовый анализ пробы №2. ЭЦН

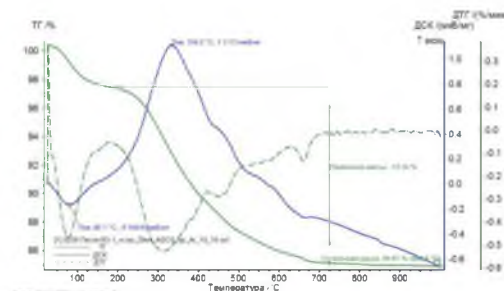


Рис. 4. Термограмма пробы №2. ЭЦН

В ходе исследований определено присутствие в нефтесодержащих пробах до 13-27 % углеродосоставляющей фракции, которую при правильном способе утилизации или использовании, можно грамотно применять в хозяйственной деятельности и избежать негативного влияния на окружающую среду, поскольку данные пробы есть не что иное, как пример отходов, образующихся на предприятиях нефтеперерабатывающих отраслей.

Список использованной литературы

1. Рахимов Б. Б., Цуканов М. Н. Источники образования нефтесодержащих отходов // Молодой ученый. – 2014. – №21. – С. 222–224.
2. Экологические основы природопользования, Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В., 2008.

УДК 696.2:658.345

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ГАЗОБЕСПЕЧЕНИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Федотенко Н.М., магистрант программы «Пожарная безопасность»

Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Выполнен анализ информации о системе газоснабжения в Иркутской области исходя из накопленных данных, в процессе прохождения производственной практики, предложена к внедрению в производство система АУПС.

Ключевые слова: АГЗС, сжиженный углеводородный газ.

CURRENT STATE OF THE GAS SUPPLY SYSTEM IN THE IRKUTSK REGION AND PROBLEMS OF TECHNOSPHERIC SAFETY

Fedotenko N.M., master of the program «Fire safety»

Timofeeva S.S., Doctor of Technical Sciences. Sciences, Professor

Irkutsk National Research Technical University

The analysis of information on the gas supply system in the Irkutsk region based on the accumulated data, in the process of passing industrial production, proposed the introduction of the system AUPS.

Key words: gas filling station, liquefied hydrocarbon gas.

В Иркутской области газоснабжение потребителей обеспечивает филиал ООО «Газпром межрегионгаз» – АО «Иркутскоблгаз» – дочерняя компания по реализации сжиженного углеводородного газа, которая занимается газификацией, эксплуатацией и газоснабжением Иркутской области.

Филиалы не являются юридическими лицами, и осуществляют деятельность от имени и в интересах АО «Иркутскоблгаз».

Филиалы АО «Иркутскоблгаз» обслуживают 11 районов области, 9 городов, 16 рабочих поселков, 225 населенных пунктов, в том числе 200 в сельской местности.

Фактическая численность работающих составляет: г. Иркутск – 156 чел.; г. Ангарск – 209 чел.; г. Шелехов – 43 чел.; г. Усолье – Сибирское – 54 чел.; г. Черемхово – 38 чел.

На 1 января 2017 года в области газифицировано 206 975 квартир, 318 квартир газифицированы проточными газовыми водонагревателями. Многоквартирные дома в городах газифицированы от групповых (газгольдерных) установок, которых насчитывается 160 шт. с количеством установленных дворовых емкостей 686 шт. Протяженность наружных газопроводов составляет 287,61 км.

Основные виды деятельности АО «Иркутскоблгаз» являются:

– реализация СУГ населению и юридическим лицам в г. Иркутск и на территории Иркутской области;

– реализация СУГ через сеть АГЗС;

- реализация сухого газа населению и юридическим лицам;
- техническое обслуживание внутридомового газового оборудования (далее по тексту – ВДГО) населения и юридических лиц;
- техническое обслуживание наружных и подземных газопроводов, газгольдерных установок, строительного-монтажные работы, текущий и капитальный ремонт газопроводов;
- замена и монтаж газовых плит;
- установка бытовых счетчиков;
- установка и обслуживание газобаллонного оборудования (ГБО) на автотранспорт;
- реализация сопутствующих материалов и оборудования (газовые плиты, горелки, редукторы, баллоны, автомобильные ГБО).

АО «Иркутскоблгаз» осуществляет заправку автомобилей сжиженным газом на 7 стационарных автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС), расположенных на территории Иркутской области.

Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) – это технологическая система, которая состоит из емкостей под сжиженный углеводородный газ (СУГ), топливораздаточных колонок, насосного агрегата, трубопроводной системы и пульта управления ТС. Сжиженный газ доставляется автоцистернами и закачивается в резервуары. Заполнение автоцистерны и резервуаров предусматривается в размере 85 % от геометрической емкости. Слив газа из цистерны автомобиля осуществляется с использованием насосного агрегата. Для наполнения газобаллонных автомобилей сжиженным углеводородным газом используются топливораздаточные колонки. Трубопроводная система соединяет резервуар с пунктом выдачи СУГ. С помощью пульта управления технологической системой (щит автоматики) осуществляется включение/отключение подачи топлива, а также контроль за измерительными приборами: сигнализаторами уровня СУГ в резервуаре, сигнализатором загазованности.

Все автомобильные газозаправочные станции АО «Иркутскоблгаз» оборудованы по одинаковой технологии имеют схожую структуру и оборудование.

Основным направлением деятельности является розничная продажа СУГ для заправки автотранспорта. Производительность до 100 машин в сутки.

На автомобильных газозаправочных станциях АО «Иркутскоблгаз» предусмотрены следующие средства пожаротушения (см. рисунок 1):

- огнетушители ОП-50, расположенные около топливораздаточных колонок;
- ящики с песком, расположенные на территории групповой резервуарной установки;
- извещатели пожарные дымового типа;
- щит с первичными средствами пожаротушения.
- система контроля параметров в подземных резервуарах;
- система видеонаблюдения.



Рис. 1. Средства пожаротушения на АГЗС

В соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности автогазозаправочных станций газомоторного топлива» утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2014 г. № 559 пункт 28: Автозаправочная стан-

ция должна быть оборудована системой безопасности останова станции. К системам безопасности останова станции относятся:

- аварийные автоматические системы безопасности, которые распределяют (выдают, отпускают) газомоторное топливо в баллоны, установленные на транспортных средствах (далее – раздаточные колонки);

- кнопка аварийного останова технологической системы заправочной станции.

- обладать взаимной электрической и информационной совместимостью и с другими взаимодействующими с ними техническими средствами, не оказывать негативного воздействия электромагнитными волнами на иные технические средства;

- сохранять рабочие характеристики при пожаре на протяжении времени, которое требуется для осуществления ими функций и эвакуации людей;

- обеспечивать своевременное обнаружение пожара в составе с АУПТ: аэрозольной, порошковой, газовой или др. – в зависимости от места расположения установки пожаротушения.

- иметь работоспособную электроподводку, действующую в условиях возгорания на протяжении требуемого времени для выполнения своих функций, подведенную к устройствам, обеспечивающим перекрытие каналов топлива, сброса лишнего давления, отключения;

- при двустенном резервуаре иметь систему объединенного или непрерывного контроля герметичности и межстенного пространства, гарантирующую срабатывание световой и звуковой АУПС при разгерметизации и автоматическое перекрытие наполнения топливной емкости;

- иметь датчики дозрывоопасных концентраций, расположенные друг от друга на расстоянии минимум 50 – максимум 100 мм.

На АГЗС АО «Иркутскоблгаз» данные системы не были предусмотрены в проектной документации, поэтому рекомендуется рассмотреть более подробно для дальнейшей установки данной системы с целью уменьшения риска возникновения пожароопасных ситуаций.

Список использованной литературы

1. План мероприятий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на объектах III и IV классов опасности АО «Иркутскоблгаз».
2. Сведения опасных производственных объектах АО «Иркутскоблгаз».
3. Паспорта на резервуары, эксплуатируемые на АГЗС АО «Иркутскоблгаз».
4. Газпром [Электронный ресурс] // Официальный сайт [сайт].[2017]. – Режим доступа : <https://gazpromoff.ru/osnovnye-fiziko-ximicheskie-svoystva-sug/>.

УДК 621.577

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СБРОСНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ Г. ЧЕЛЯБИНСКА

**Цейзер Г.М., аспирант кафедры электрические станции, сети и системы
электрообеспечения ЮУрГУ, Челябинск.**

**Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)**

В данной работе представлены перспективы совершенствования существующих систем теплоснабжения российских городов путем утилизации сбросной тепловой энергии с помощью тепловых насосов. Описан подход, направленный на оценку эффективности применения тепловых насосов в целях утилизации сбросного тепла в существующих системах централизованного теплоснабжения. Рассчитано безразмерное значение эффективности утилизации сбросного тепла в условиях г. Челябинска.

Ключевые слова: тепловое загрязнение, электростанция.

THE USAGE OF LOW-POTENTIAL WASTE HEAT ENERGY FOR HEAT SUPPLY AT THE CONDITIONS OF CHELYABINSK

Tseyzer G.M., *Student of the chair of power stations, electrical grids and power supply systems of SUSU, Chelyabinsk*

South Ural State University (national research university)

The paper presents the prospects of improving the existing heating system of Russian cities by means utilization of waste thermal energy by usage of heat pumps. The paper describes the approach, aimed at efficiency evaluation of usage of heat pump installations for utilization of waste heat in district heating systems. The dimensionless value of efficiency of utilization of waste energy in the condition of Chelyabinsk is calculated.

Key words: thermal pollution, power station.

Энергетика является одним из ключевых понятий современного мира, так как она тесно взаимосвязана с экономическими, политическими, экологическими и многими другими глобальными аспектами. Именно поэтому ее состояние так важно и актуально в наши дни [1].

Особую важность для отечественной энергетики представляет собой производство тепла. Суровый климат с продолжительными холодными зимами создает необходимость обеспечения продолжительных сезонов отопления, что требует значительных затрат топлива, которые почти в 2 раза превышает затраты на электроснабжение. Обеспечение тепла российских потребителей главным образом строится на использование централизованного теплоснабжения. Такая особенность принуждает к нерациональному использованию традиционных морально и даже физически изношенных тепловых систем, что приводит к непомерным тратам, которые можно избежать при более грамотном и взвешенном подходе [2].

Одним из способов решения проблемы отечественной теплоэнергетики может стать утилизация сбросной тепловой энергии с помощью ТНУ. Такой подход позволяет покрыть часть тепловых нужд за счет энергии, которая в обычном случае попросту сбрасывается в окружающую среду. Кроме того, утилизация тепла способствует снижению теплового загрязнения, которое в некоторых случаях является существенным фактором антропогенного воздействия на биосферу.

Проблема использования сбросного тепла заключается в ее низкопотенциальности. Такая особенность делает ее непригодной для непосредственного применения в системах теплоснабжения. Поэтому для того, чтобы преобразовать сбросное тепло до нужного уровня необходимо применение тепловых насосов [3].

Как правило, крупные источники сбросного тепла расположены именно в городской черте (рис. 1). Это объясняется высокой концентрацией различных объектов, которые производят тепловую энергию, как в целях теплоснабжения, так и в виде побочного продукта.



Рис. 1. Виды городских источников низкотенциального тепла

Прежде всего, источниками сбросного тепла являются теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которые в ходе генерации электричества вынуждены производить побочное тепло. Некоторая часть такого тепла непригодна для непосредственного использования в системах отопления, поэтому ее необходимо сбрасывать посредством градирен или брызгательных бассейнов, чего можно избежать с помощью тепловых насосов, которые позволяют преобразовать такое тепло в полезное.

Эффективность работы ТЭЦ повышается при понижении температуры обратной сетевой воды по сравнению с величиной, заданной температурным графиком. Отсюда

повышение эффективности работы тепловых сетей с помощью тепловых насосов основано на понижении температуры обратной сетевой воды.

Наконец, повышение эффективности теплоснабжения может заключаться не только в совершенствовании ТЭЦ и сети, но и в том, каким способом расходуется произведенное и доставленное тепло. Отсюда применение тепловых насосов целесообразно не только в плане повышения эффективности работы энергетических объектов, но и в целях повышения эффективности объектов, потребляющих тепло.

Практически каждый городской объект как производственной, так и жилой и общественной категории, является источником сбросного тепла. Как правило, такое тепло содержится в воде, сбрасываемой в канализационные стоки или непосредственно в водоем, а также в отработанном воздухе.

Данные, собранные в целях решения поставленной задачи, легли в основу расчетного исследования эффективности утилизации низкопотенциального сбросного тепла в городских условиях, основанного на разработке комплексного расчета, оценивающего эффективность применения тепловых насосов для каждой категории источников низкопотенциальной тепловой энергии.

Завершающим пунктом проведенной работы стало расчетное исследование эффективности утилизации из низкопотенциального сбросного тепла в условиях г. Челябинска. В качестве исходных были выбраны данные, характеризующие современное состояние системы теплоснабжения г. Челябинска.

Итоговым результатом проведенной оценки стало то, что утилизация сбросного тепла в условиях г. Челябинска позволит снизить годовую энергию сжигания топлива на 2,2 млн ТУТ (24,9 % от общего потребления). При этом тепловое загрязнение снизится на 1,5 млн ТУТ. Такой эффект возможен при использовании тепловых насосов общей производимой тепловой мощности 1145 МВт.

Результаты, полученные в ходе данной оценки, говорят о целесообразности применения утилизации низкопотенциальной сбросной энергии с помощью тепловых насосов в целях повышения эффективности централизованного теплоснабжения в г. Челябинске. Применение тепловых насосов помогает повысить эффективность теплоснабжения как на уровне производства (ТЭЦ) и транспортировке тепловой энергии, так и на уровне потребителей, которые в данном случае также являются неэнергетической категорией городских источников низкопотенциальной сбросной энергией.

При все при этом, необходимо отметить то, что утилизация сбросной энергии в г. Челябинске создаст более существенный эффект в случае комплексного подхода, направленного на улучшение системы теплоснабжения в городе. Так повышение электрического КПД на теплоэлектроцентралях позволит применять тепловые насосы с более высокой мощностью. Совершенствование системы регулирования на тепловых сетях также позволит получать большую пользу при применении тепловых насосов.

Список использованной литературы

1. Боровский, Ю.В. Современные проблемы мировой энергетики/ Ю.В. Боровский. – М. : Навона, 2011. – 232 с.
2. Стафиевская, В.В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения/ В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 430 с.
3. Аникина И.Д. Применение тепловых насосов для повышения энергоэффективности паросиловых ТЭС/ И.Д. Аникина, В.В. Сергеев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 3(178), 2013. – С. 56–61.

УДК 57.045

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В Г. КРАСНОЯРСКЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС

Шальнева Ю.С., студент

Трусей И.В., старший преподаватель

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева

В настоящей работе исследовали изменение климатических характеристик в г. Красноярске в периоды до и после строительства Красноярской ГЭС. В результате выявили, что на территории г. Красноярска после строительства ГЭС увеличилась влажность воздуха на 2,6 %, среднегодовая температура на 1 °С, а также количество суток в месяце с осадками на 6,1 сут/мес.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, климат.

CHANGE OF CLIMATE CHARACTERISTICS IN KRASNOYARSK ET THE CONSTRUCTION OF THE KRASNOYARSK HYDROELECTRIC POWER STATION

Schalneva Yu. S., student

Trusei I.V., Senior Lecturer

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev

In the present work the change of climatic characteristics in the city of Krasnoyarsk for the periods before and after the construction of the Krasnoyarsk Hydroelectric Power Station (HPS) was studied. As a result, the air humidity increased by 2,6 %, the average annual temperature increased by 1 °C, and the number of days in the month with precipitation increased by 6,1 days/month in the territory of the city of Krasnoyarsk after the construction of HPS.

Key words: hydroelectric power station, climate.

Создание искусственного водохранилища при строительстве ГЭС существенным образом влияет на микроклимат территорий, располагающихся в верхнем и в нижнем бьефе реки. При сооружении ГЭС изменяется гидрологический режим реки, сокращается общий сток, изменяются процессы ледообразования, может увеличиваться уровень осадков в регионе, в прибрежных зонах учащаются туманы и т. д. [1, 5]. Это приводит к изменению микроклимата в регионе и увеличению заболеваемости населения, проживающего на прилегающих территориях [2, 6]. Изменение микроклимата территорий в верхнем бьефе реки связано с увеличением площади испарения воды, а в нижнем – с существованием полыньи.

Строительство Красноярской ГЭС и создание Красноярского водохранилища также повлияло на микроклимат территорий в нижнем и верхнем бьефе реки Енисей. Наполнение водохранилища осуществлялось с 1967 по 1970 гг. Город Красноярск расположен на правом и левом берегах р. Енисей на расстоянии 27 км от ГЭС. До строительства ГЭС Енисей зимой замерзал. В настоящем, высокая температура воды, поступающей из водохранилища, определяет существование в нижнем бьефе реки незамерзающей полыньи размером от 100 до 400 км [3, 4]. В результате изменился гидрологический режим, температура воды и другие показатели р. Енисей [1]. Незамерзающая полынья влияет на климатические характеристики, усиливает формирование в приземном слое аэрозольных загрязнителей, представляющих опасность для здоровья жителей Красноярска.

Целью данной работы было оценить показатели, характеризующие климат на территории г. Красноярска в периоды до строительства Красноярской ГЭС и после.

Для исследования анализировали климатические характеристики за три периода времени:

1. до создания Красноярского водохранилища (1957–1966 гг.);
2. после создания Красноярского водохранилища (1971–1986 гг.);
3. после создания Красноярского водохранилища (1997–2012 гг.).

Исследуемые климатические характеристики: относительная влажность воздуха, температура воздуха, количество дней в месяце с осадками. Данные по климатическим характеристикам взяты из электронного атласа <http://www.atlas-yakutia.ru/>, где размещается информация из первоисточников (Гидрометеоцентр России, Федеральная служба государственной статистики, статьи Российских и зарубежных ученых, Space Weather Prediction Center).

Исследования показали, что сооружение Красноярской ГЭС повлияло на климат в городе Красноярске, в частности на относительную влажность воздуха, среднегодовую температуру в приземном слое и количество суток в месяце с осадками.

Влажность воздуха – это одна из наиболее существенных характеристик погоды и климата. Анализ относительной влажности воздуха в периоды до заполнения водохранилища (1957–1966 гг.), десятилетний период после затопления (1971–1986 гг.) и настоящий период (1997–2012 гг.) показал ее статистически достоверное увеличение ($P < 0,05$). Средняя влажность воздуха за весь период до сооружения ГЭС составляла $69,4 \pm 4,8 \%$, в период после заполнения Красноярского водохранилища влажность в Красноярске увеличилась до $71,2 \pm 4,3 \%$ (рис. 1). При исследовании периода с 1997 по 2012 гг. средняя влажность воздуха увеличилась на 2,6 % от исходной, и составляет $72 \pm 4,9 \%$.

Динамика относительной влажности воздуха по месяцам в среднем за весь период представлена на рис. 2. Можно отметить, что уже через десять лет после строительства ГЭС, влажность стала выше. При этом с течением времени различия становятся еще более существенными. Особенно отличается летне-осенний период с мая по ноябрь.

Как известно температура и влажность воздуха показатели, которые зависят друг от друга. Изменение среднегодовой температуры воздуха в г. Красноярске за исследуемые периоды представлено на рис. 3. Можно отметить, что в период до строительства ГЭС среднегодовая температура воздуха в приземном слое составляла $0,7^\circ\text{C}$, в период после среднегодовая температура увеличилась на 1°C и составляет $1,7^\circ\text{C}$. Данная разница достоверна по парному двухвыборочному t-тесту для средних ($P < 0,05$).

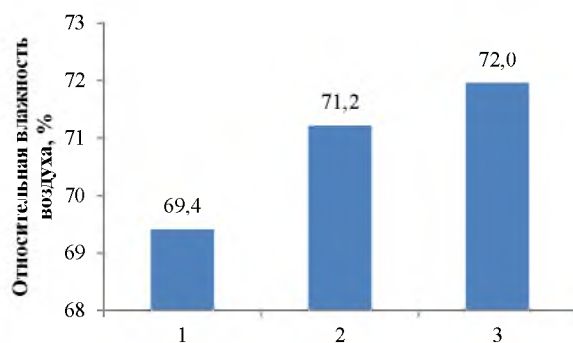


Рис. 1. Средняя влажность воздуха в г. Красноярске за периоды:
1 – 1957–1966 гг., 2 – 1971–1986 гг., 3 – 1997–2012 гг.

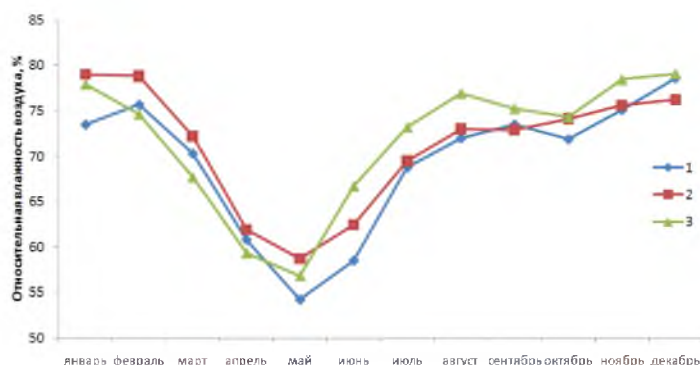


Рис. 2. Динамика относительной влажности воздуха в г. Красноярске по месяцам за периоды: 1 – 1957–1966 гг., 2 – 1971–1986 гг., 3 – 1997–2012 гг.

Также в работе проанализировали количество суток в г. Красноярске с осадками за периоды до сооружения Красноярской ГЭС и после. Результаты представлены на рис. 4. В результате можно отметить, что в настоящем увеличилось количество суток с осадками ($P < 0,05$). В период до строительства ГЭС колебания суток с осадками в течение года происходили в диапазоне 6,5–17,4 сут/мес, в настоящем этот диапазон состав-

ляет 9,1–24,3 сут/мес. Таким образом, увеличились минимальное и максимальное значение, а также средние значения за весь период с $10,9 \pm 3,3$ до $17,0 \pm 4,7$ сут/мес. При этом характер динамики не изменился, наибольшее количество осадков приходится на осенне-зимний период, наименьшее на июнь-июль.

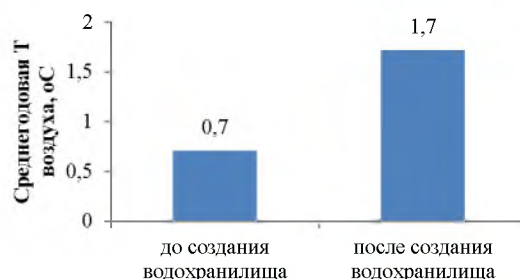


Рис. 3. Среднегодовая температура в приземном слое г. Красноярска в период до (1957–1966 гг.) и после (1997–2012 гг.) наполнения Красноярского водохранилища

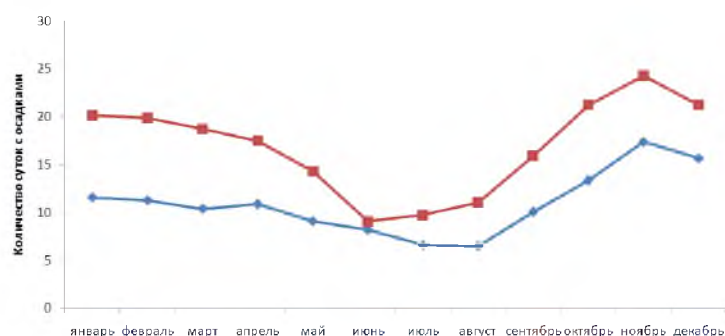


Рис. 4. Среднегодовая температура в приземном слое г. Красноярска в период до (1957–1966 гг.) и после (1997–2012 гг.) строительства Красноярской ГЭС

Таким образом, сооружение ГЭС на реке Енисей повлияло на климатические характеристики в г. Красноярске. Относительная влажность воздуха увеличилась на 2,6 %, среднегодовая температура воздуха – на 1 °C, среднеемесячное количество суток с осадками – на 6,1 сут/мес. Такие изменения, по мнению ряда исследователей, напрямую влияют на здоровье населения, поскольку усиливается загрязнение приземного слоя воздуха аэрозольными поллютантами [2, 4].

Список использованной литературы

1. Брашкова, А.А. Влияние высоконапорных гидроэлектростанций на гидрологический режим рек Енисей и Ангара [Электронный ресурс] / А.А. Брашкова. – Режим доступа : <http://sibnigmi.ru/documents/school/Brashkova.pdf>.
2. Демиденко, Г.А. Влияние показателей климата и погодных явлений крупных городов на психофизиологическое состояние человека [Текст] / Г.А. Демиденко // Вестник КрасГАУ, 2015. – № 7. – С. 3–8.
3. Ковшова, Е.П. Исследование и прогноз элементов ледового режима реки Енисей в осенне-зимний период в нижнем бьефе Красноярской ГЭС [Текст] / : автореф. дис. ... канд. географ. наук / Е.П. Ковшова. – Иркутск, 2009. – 24 с.
4. Космаков И.В. Термический и ледовый режим в верхнем и нижнем бьефах высоконапорных гидроэлектростанций: На примере Красноярской и Саяно-Шушенской ГЭС [Текст] : дис. ... канд. географ. наук / И. В. Космакова. – Красноярск, 2001. – 169 с.
5. Лабетников, С.В. Анализ влияния крупных водохранилищ на окружающую природную среду [Текст] / С.В. Лабетников, В.П. Корпачев, Н.Д. Гайденок // Сибирский журнал науки и технологий, 2006. – № 3(10). – С. 150–154.

6. Трусей, И.В. Анализ расположения дошкольных образовательных и общеобразовательных учреждений в зоне влияния выбросов Красноярского алюминиевого завода [Текст] / И.В. Трусей, А.Д. Аврамчук, Т.В. Колпакова // Сибирский вестник специального образования. – 2013. – № 3(11). – С. 40–43.

УДК 620.92

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

**Шестакова А.Л., аспирант кафедры «Электрические станции,
сети и системы электроснабжения»**

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

Рассмотрена действующая в ряде стран нормативно-правовая база в области возобновляемых источников энергии. Особое внимание уделено мероприятиям по экономическому стимулированию добровольного использования возобновляемых источников энергии, отмене налогов и финансовой поддержке государства.

Ключевые слова: источники энергии, нормативные акты.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF RUSSIAN AND INTERNATIONAL
LEGISLATION IN THE FIELD OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**
**Shestakova A.L., graduate student of the department «Electric stations, networks
and power supply systems»**

South Ural State University (National Research University)

The regulatory and legal framework in the field of renewable energy sources, which is operating in a number of countries, was considered in this study. Particular attention was paid to economic incentives for the voluntary use of renewable energy sources, the abolition of taxes and financial support of the state.

Keywords: energy sources, regulatory acts.

В последние годы во всем мире особенно возрос интерес к вопросам использования возобновляемых источников энергии. Объяснить это можно ростом цен на энергоносители, периодически возникающими проблемами их поставок в связи с неурегулированностью транзита. К тому же обостряющиеся экологические проблемы делают необходимостью поиск альтернативных источников энергии, а потенциал возобновляемых источников энергии слишком велик, чтобы его игнорировать.

Возобновляемая энергетика в России представлена главным образом крупными гидроэлектростанциями. Другие виды возобновляемых источников энергии пока заметны слабо. Лишь в некоторых регионах они несут существенную роль в местных энергосистемах. Почему же в России недостаточно развита энергетика на возобновляемых источниках в сравнении с другими странами? Мировой опыт показывает, для успешного развития возобновляемой энергетики необходимо стимулирование со стороны государства. [1] На государственном уровне в РФ принят ряд документов, направленных на развитие энергетики на ВИЭ, но подзаконные акты, призванные способствовать развитию данного направления в стране, отсутствуют. При этом нужно доработать уже существующие нормативные и регламентирующие документы. Это, несомненно, привлечет потребителя к переходу на альтернативные источники энергии.

Дополнительный элемент системы государственной поддержки возобновляемой энергетики – «зеленые» сертификаты, которые подтверждают производство и продажу производителями на рынке возобновляемой энергии, получая при этом льготу или компенсацию. [2]

Различные виды нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в разных странах находятся на разных стадиях освоения. Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев подписал закон, расширяющий использование возобновляемых источников энергии, согласно которому к 2030 году планируется достичь 10 % доли возобновляе-

мых источников энергии в общем объеме потребления. [3] К тому же, для индивидуальных потребителей, которые расположены в удаленных не электрифицированных районах, предусмотрено оказание адресной помощи в виде возмещения государством значительной части их издержек на установку возобновляемых источников энергии у местных производителей. Такой подход поможет «наработать опыт по реализации проектов индивидуальными потребителями в сельской местности и крупных проектов возобновляемых источников энергии с интеграцией в существующую энергосистему Казахстана» – отмечал Н. Каппаров, министр охраны окружающей среды. Для сравнения, правительство Германии запланировало реформировать закон «О возобновляемых источниках энергии»: согласно заключению кабинета министров от 22.01.2014 в Meseberg, использование энергии собственного производства будет облагаться налогом. [4] Этот налог, несомненно, отпугнет средний класс, сельское хозяйство и мелкий бизнес от использования источников альтернативной энергетики. Неправильно перекладывать издержки от перехода на альтернативные источники энергии на плечи потребителей. Ведь они создают новую дешевую сеть, меньше энергии транспортируется и это положительно сказывается на климате.

В свете последних событий в результате вхождения Крыма в состав Российской Федерации 11 апреля 2014 года правовые условия на полуострове изменились. В Крыму были реконструированы и модернизированы электросети и электросистемы, в связи с чем на полуострове особенно перспективно стало использование альтернативных источников энергии. Согласно заявлению министра энергетики РФ А. Новака, Крым будет ориентироваться на ВИЭ и в дальнейшем. Важным шагом на этом пути стал специальный стимулирующий «зеленый» тариф на производство электрической и тепловой энергии, выработанной из альтернативных источников. Также рассмотрена перспектива производства оборудования для ВИЭ на территории Крымского полуострова. Эти планы могут подтолкнуть российское правительство к усовершенствованию законодательной базы РФ. [5] Сделать предстоит много, но основные направления уже определены. Но на данном этапе функционирование электростанций, работающих на возобновляемых источниках энергии, прекращено, так как не определены ни покупатели электроэнергии, ни тарифы на нее. Для того чтобы возобновить работу и продолжить развитие сегмента ВИЭ на полуострове, потребуется внести поправки в российский закон об электроэнергетике с целью введения «зеленого» тарифа для изолированной энергосистемы с регулируемыми ценами.

Между тем в ряде регионов частные инвесторы работают на российском рынке ВИЭ. Уже примерно 10 лет на Кольском полуострове развивается проект по созданию ветропарка в районе поселка Териберка Мурманской области. Компания Windlife Renewables (Голландия) начала строительство ветропарка в 2015 году совместно с немецкой WSB Neue Energien GmbH. К слову сказать, еще в 2008 году была одобрена Декларация о намерениях строительства данного ветропарка в Печенгском районе Мурманской области (поселок Лиинахамари), в 2009 году обсуждалось создание производства ветротурбин на Кольском полуострове на базе судоремонтного завода «Нерпа», но смена губернатора и, главным образом, отсутствие федеральной схемы поддержки проектов по выработке ВИЭ не дали развития проекту.

28 августа 2014 года Председатель Правительства РФ Д. Медведев подписал распоряжение о вступлении России в Международное агентство по ВИЭ. [6] Это послужит площадкой для обмена практиками и опытом технологических решений и законодательной базы.

Как уже не раз говорилось, основными проблемами недостаточного внедрения ВИЭ в России является неразвитость законодательных механизмов взаимодействия региональных и федеральных властей, которые заинтересованы в развитии возобновляемой энергетики, отсутствие унифицированных стандартов и несформированное общественное мнение. Однако существенный экономический потенциал и ряд несомненных преимуществ возобновляемых источников перед традиционными, должны помочь в преодолении этих проблем.

Список использованной литературы

1. Кузык, Б.Н. Партнерство государства и бизнеса: перспективы в сфере возобновляемых источников энергии / Б.Н. Кузык // Проблемы теории и практики управления, вып. 7, 2008.
2. Копылов, А.Е. Экономические аспекты выбора системы поддержки использования ВИЭ в России / А.Е. Копылов // Энергия: экономика, техника, экология, вып. 9, 2008.
3. Закон Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам поддержки использования возобновляемых источников энергии».
4. Закон Германии от 21 июля 2004 года «О новом регулировании законодательства о возобновляемых источниках энергии в системе энергоснабжения».
5. Распоряжение Правительства РФ от 11 ноября 2013 г. № 2084-р «Схема территориального планирования РФ в области энергетики».
6. Распоряжение Правительства РФ от 28 августа 2014 г. № 1657-р «О вступлении РФ в Международное агентство по возобновляемой энергии».

УДК 658.567(04)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Яковлев А.А., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Гребнев В.Л., к.мед.н, доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Основным мероприятием для снижения производственного травматизма является использование средств индивидуальной защиты. Однако, типовые нормы выдачи не обеспечивают защиту в полной мере, а финансово-экономические положения многих предприятий не позволяют их приобрести.

Ключевые слова: вторичное сырье, экология.

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES IS IN DEVELOPMENT OF ACCESSIBLE FACILITIES OF INDIVIDUAL DEFENCE

Yakovlev A.A., master of the programm «Technospheric safety»

**Grebnev V.L., Ph.D., Associate Professor of the Department of «Technospheric Security»
*Kalashnikov Izhevsk State Technical University***

The main measure to reduce occupational injuries is the use of personal protective equipment. However, the standard extradition rates do not provide full protection, and the financial and economic situation of many enterprises does not allow them to be purchased.

Key words: secondary raw materials, ecology.

Одна из самых актуальных экологических проблем, связанна с утилизацией растущего количества устаревших и вышедших из строя электронных средств.

Для того чтобы правильно распорядиться всего лишь одним устройством, не раскрыв при этом важной личной информации, не нарушив законов о сохранении окружающей среды и не уничтожив компонентов, допускающих повторное использование, придется потратить большое количество времени, а также денежных средств.

Каждый электронный аппарат содержит более 30 компонентов, некоторые из них токсичны. Их демонтаж относится к производству по переработке вторичного сырья, которое активно развивается. При всем этом объемы компонентов, требующих утилизации, растут быстрее мощностей по их переработке.

Все электронные отходы включают в свой состав как органические составляющие, такие как пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенол формальдегида, так и почти полный набор металлов.

Немногие люди знают, что большая часть радиодеталей содержит золото в больших и малых количествах. Добыча золота из таких деталей гораздо эффективней, чем собирание золота из часов или попытка получить золото из позолоченной краски. Золото из старой электроники можно добывать разными способами. Серебро больше подходит для радиодеталей: оно лучше проводит электричество и меньше сопротивляется электрическому току, но по химическим свойствам металлов — золото лучше, ведь оно меньше поддается окислению, и потому служит дольше. Несмотря на наличие драгоценного металла в электронном ломе, большинство людей выкидывают лом на свалку.

Таблица 1

Процентное соотношение химических веществ в различных видах электронного лома [1]

Металлы масса %	Лом электронных систем военной техники	Печатные платы	Смешанный лом электронных приборов	ЭВМ	Элементы переключения	Транзисторы и стеклянные изоляторы
золото	0,08	0,27	0,02	0,31	0,01	1,00
серебро	0,43	2,50	0,18	2,89	0,20	0,20
медь	21,11	23,04	18,60	12,00	33,00	1,31
алюминий	15,20	15,40	14,60	17,61	13,70	32,78
железо	7,15	12,30	10,20	7,45	35,26	22,50
никель	2,14	3,25	2,85	2,20	1,05	1,25
свинец	3,15	2,80	2,25	0,85	3,97	0,96
олово	12,41	1,40	4,70	1,23	4,00	1,25
пластик	0,70	0,90	0,02	0,15	0,00	0,11
прочие вещества	37,63	38,14	46,58	55,31	8,81	38,64

В трех компьютерах содержится примерно столько же золота, сколько можно добыть из двух тонн золотой руды. Некоторые радиодетали, содержащие этот металл, представлены в списке:

1. Микросхемы. Позолоченные выходы микросхемы содержат различное количество металла. В пластмассовых деталях содержание золота достаточно мало, всего 0,5-1,2%; керамические детали могут содержать уже до 5% золота.

2. Платы. Из некоторых плат можно добыть внушительное количество сырья. Например, основное его количество в компьютере содержится в материнской плате и в разъемах. С учетом того, что компьютеры дешевеют, а золото на рынке дорожает, есть некоторый смысл в его добыче из компьютера. К тому же, многие выбрасывают компьютеры, не догадываясь о том, что в нем есть этот ценный металл.

3. Полупроводники и разъемы. В них этого металла много не содержится, но в компьютере не бывает один разъем.

4. Резисторы. В них оно является редкостью, ведь как раз в них можно использовать серебро или (совсем редко) платину. Можно дополнительно добывать этот драгоценный металл из плат и старой электроники. В 70–80-ых годах золото часто использовали при создании многих машин и приборов. [2]

К ним относят:

- приборы военной техники;
- вычислительные машины;
- радиолампы и другие. [3]

В телефонах золото тоже содержится. Правда, не совсем в телефонах, а в сим-картах.

После механического дробления и различных видов сепараций, из металлической фракции путем химических реакций добывают цветные металлы.

Золото можно добыть двумя основными путями: вытравливанием в реактивах и путем электролиза с железом или свинцом. Другие способы добычи более затратные или дают менее качественный результат. Одним из них является вытравливание драго-

ценного сырья из плат. Этот метод построен на химическом свойстве металла – инертности. Данный метод является самым простым, поскольку его легко можно проводить в домашних условиях. К минусам можно отнести довольно большие потери: при правильных действиях они могут достигать 10%. Этот металл имеет крайне высокую инертность, и для его вытравливания требуется действительно рабочий окислитель. Для этого используют окислитель под названием «царская водка». Царской водкой называют смесь азотной и соляной кислоты. Для изготовления требуется соединить азотную и соляную кислоту в отношении 1/3. Первоначально полученная жидкость сначала будет прозрачной, но после отстаивания получит оранжевый цвет и сильный запах хлора. Царскую водку лучше всего использовать сразу после изготовления или через малый промежуток времени. Причина заключается в том, что при отстаивании начинает разлагаться диоксид азота, а при его разложении водка теряет свои мощные разлагающие способности. Золото обладает необычно высокой инертностью и не поддается коррозии даже в водке. Получается это из-за того, что при погружении этого металла в водку на нем образуется слой пассивного хлорида серебра, а он останавливает коррозию золота, в то время как остальные части плат и радиодеталей спокойно растворяются. После растворения в жидкости останется только тонкая пленка золота, поддающаяся фильтрации через некоторые виды ткани. [4] Другой реактив, который тоже используется при фильтровании драгоценного ископаемого – азотная кислота без примесей. Проверить чистоту кислоты можно при откупоривании бутылки с жидкостью. Если кислота действительно не содержит примесей, из бутылки должен пойти пар. Порядок добычи драгметалла при травле его реактивами:

1. Подготовка реактива и растворимых частей. Части с золотом нужно максимально возможным способом отделить друг от друга. Это снизит потери ценного металла при его травле. Нельзя забывать про технику безопасности: растворы могут оказаться ядовитыми!

2. Помещение металла в раствор. При растворении микросхем могут возникнуть проблемы: «ножки» микросхем рядом с золотом могут не раствориться. В этом случае можно использовать магнит и притянуть железные «ножки».

3. Фильтрация. Добытый с помощью ткани золотой порошок нужно переплавить в специальной тигельной печи с использованием тетра бората натрия, или так называемой буры. Бура – белый порошок, который можно взять у газосварщиков. Они используют его как припой к латуни. Если достать тигель не предоставляется возможности, то можно использовать прожженный кирпич. Болгаркой или другим инструментом в нем надо сделать углубления, туда насыпать смесь золотого и белого порошка буры, а затем переплавить. Способ вытравливания золота является самым простым, но он имеет два существенных минуса: во-первых, будут достаточно большие потери, а во-вторых, золото будет не чистым и содержать мелкие примеси (примерно 0,1-1%). [5]

Таким образом, переработка электронного лома с дифференцированным извлечением из него драгоценных и цветных металлов, является актуальной задачей. Такая переработка позволит получать сырье из электронного лома, а именно драгоценные и цветные металлы, которые необходимы в современном мире.

Список использованной литературы

1. Свиточ Н.А. Лавина электронного мусора – проблема XXI века// Твердые бытовые отход. 2008. – №2. – С. 8–13.
2. Гетьманов В.В. Электролитическая переработка отходов средств вычислительной техники, содержащей драгоценные металлы. Гетьманов В.В., Каблуков В.И., Майкоп, 2009. – 40 с.
3. <https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fxn--80asjhegf.xn--plai%2Ffiles%2Fpochemune.pdf&name=pochemune.pdf&lang=ru&c=58270cb687c5&page=6>
4. https://vk.com/actual_idea
5. http://www.rusmet.ru/promnews/show/66435/ELEKTRONNIY_LOM

Раздел 5. Социально-экономические и правовые аспекты техносферной безопасности

УДК 339.92:502.1:349.2 339.92

РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

Багаева Д.Е., магистрант программы «Управление рисками»

Медведева С.А., д-р хим. наук, профессор

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Рассмотрена перспектива российско-китайского сотрудничества в обоюдном улучшении охраны окружающей среды. Дан сравнительный анализ трудового законодательства стран сотрудничества, свидетельствующий о необходимости и возможности совершенствования в Китае правового регулирования в сфере охраны труда с использованием опыта России.

Ключевые слова: нормативные акты, охрана труда

RUSSIAN-CHINESE COOPERATION IN THE FIELD OF ENVIRONMENTAL PROTECTION AND LEGAL REGULATION OF LABOR PROTECTION

Bagaeva D., master of the program «Risk Management»

Medvedeva S., D. Sc., prof

Irkutsk National Research Technical University

There is perspective of Russian-Chinese cooperation in mutual improvement of the environment. There is comparative analysis of labor legislation of cooperating countries, which demonstrates necessity and possibility of improving legal regulation in the field of labor protection in China using the experience from Russia.

Keywords: regulatory acts, labor protection

Современный Китай является лидирующей в мире страной с хорошо развитой во всех отраслях промышленностью. По общему количеству заводов, фабрик и предприятий промышленности Китай занимает первое место среди остальных стран мира. В текущий момент более половины всего трудового населения Китая работает в сфере тяжелой промышленности. Как и в остальных странах мира, в Китае всеми силами стараются улучшить качество и уровень производства, внедряются новые и новейшие технологии, особое внимание уделяется ресурсосбережению и сохранению энергетических ресурсов [1].

На современном этапе российско-китайское взаимодействие характеризуется широким спектром областей сотрудничества, включающим интенсивные контакты на высшем уровне, торгово-экономические и гуманитарные связи, сотрудничество на международной арене.

В ноябре 2000 г. был официально подписан российско-китайский Меморандум о сотрудничестве в сфере инноваций. В сентябре 2015 г. – совместный Меморандум о взаимопонимании в области межрегионального и приграничного сотрудничества по дальнейшей реализации программы сотрудничества между регионами Восточной Сибири и Дальнего Востока РФ и Северо-Востока КНР (2009–2018 гг.), расширению сфер и охвата российско-китайского межрегионального взаимодействия, углублению и повышению интенсивности сотрудничества [2].

Компании двух стран совместно реализуют целый ряд крупномасштабных проектов в сфере промышленных высоких технологий (топливной и ядерной энергетики, гражданского авиастроения, ракетного двигателестроения, спутниковых навигационных систем, медицины, биотехнологии), в отрасли сельского хозяйства, а также в сфе-

ре охраны окружающей среды. Китайское правительство с большим вниманием относится к научно-техническому сотрудничеству с Россией, которое является важной составной частью хороших межгосударственных отношений стратегического взаимодействия и партнерства, направленных в XXI век.

Российско-китайское сотрудничество в сфере охраны окружающей среды уже получило стартовый толчок. В феврале 2017 г. прошло Заседание Секретариата Экологического Совета, где был предметно обсужден план работы Совета в 2017 г., а также формат будущих мероприятий. Китайская сторона высказала заинтересованность в дальнейшем обмене информацией о мерах по борьбе с загрязнением вод, почвы, воздуха и обмене нормативно-правовыми материалами по охране окружающей среды [3].

В сентябре 2017 г. в Китае состоялся Евразийский экономический форум-2017. В рамках Форума прошло секционное заседание по вопросам экологии на тему «Совместное создание зеленого Шелкового пути: содействие развитию зеленого города», направленное на обмен опытом и укрепление делового сотрудничества в области охраны окружающей среды, развитие партнерских отношений зеленого города. Состоялся диалог по природоохранному сотрудничеству в рамках СВМДА (Совещание по взаимодействию и мерам доверия в Азии). Китайская сторона выразила желание начать сотрудничество по конкретным проектам в области переработки твердых отходов на территории РФ.

Активное взаимодействие стран, внедрение новых технологий, безусловно, будет сопровождаться интенсивным развитием промышленного сектора в Китае, а это подразумевает увеличение количества рабочих мест, и, следовательно, увеличение количества несчастных случаев на производстве, которое еще сегодня является запредельным. Так в 2014 г. показатель частоты производственного травматизма со смертельным исходом $K_{ч\text{ см}}$, который определяется числом погибших в результате несчастного случая на 100 тыс. занятых в экономике Китая, составил 13,18. Это более чем в 10 раз больше, чем в России [4].

Трудовое законодательство Китая отличается от такового европейских стран и России подходом к оценке и контролю условий труда. Именно это различие может стать пространством для будущего развития взаимоотношений в этой области и ее усовершенствования. В связи с этим мы рассмотрели некоторые особенности трудового законодательства Китая и возможности развития научно-технического сотрудничества между Россией и Китаем в области охраны окружающей среды и охраны труда.

В Китае главным и основным в трудовом законодательстве является Закон КНР «О труде» [5]. Данный закон действует в КНР с 1995 года. Этот закон включает в себя широкий спектр вопросов, например, о государственном содействии занятости, об определении рабочего времени и времени отдыха, о выплате заработной платы, о безопасности труда, а также о профессиональной подготовке и обучении по охране труда. Кроме того, закон регулирует вопросы об охране труда женщин и несовершеннолетних, о том, какую юридическую ответственность несут за нарушение трудового законодательства.

После того, как в силу вступил Закон КНР «О труде», в Китае было принято множество подзаконных актов и законов, таких как Закон КНР «О трудовом договоре», Закон КНР «О содействии занятости», Специальное положение «Об охране труда женщин», Положение «О ежегодном оплачиваемом отпуске» и многие другие. В связи с принятием специальных законов, некоторые положения основного закона не применяются [6].

В целом, большая часть трудового законодательства Китая и России имеет сходные положения. Например, запрещена дискриминация по каким-либо признакам, выделена роль профсоюзных организаций, особое внимание уделяется охране труда женщин и детей. Однако ввиду того, что в России первостепенное значение имеет безопасность труда, действует специальная оценка условий труда, многочисленные нормативные акты, регулирующие условия труда, и участие контролирующих органов, общий уровень безопасности труда намного выше, чем в Китае.

В Китае аналогов специальной оценке условий труда или аттестации рабочих

мест нет. Какие-либо законодательные акты о государственной инспекции условий труда на рабочих местах отсутствуют, а контроль за соблюдением трудового законодательства в организациях осуществляется органами трудовой администрации, которая имеет право приостановить деятельность предприятия и выписать штраф, если обнаружит нарушение закона. То есть, контроля за условиями труда, как таковыми, в Китае нет [7].

В России же главным нормативным документом служит Трудовой Кодекс Российской Федерации, в котором собраны основные положения по всем актуальным вопросам трудовой деятельности. Трудовое законодательство России основано на принципах Международной организации труда, и основной целью ставит безопасность труда. Трудовое законодательство Китая фактически нацелено, в первую очередь, на продуктивность и результат, хотя нормативные акты, оберегающие права работников, в Китае также действуют.

Несмотря на то, что экономика КНР растет большими темпами и существует большое количество законов по охране труда, ей не отдается должного внимания на государственном уровне. Поэтому обеспечение безопасности и охрана труда на рабочих местах остается на очень низком уровне. Организация работы служб охраны труда без сомнения представляет огромную важность для такой развивающейся страны как Китай, экономика которой стремительно растет. Китай обладает многочисленными трудовыми ресурсами, а человеческий фактор играет немаловажную роль в безопасности, поэтому необходимо уделять большее внимание на первостепенную необходимость предотвращения несчастных случаев и аварий на производстве, сокращение производственных рисков и поддержание достойных условий труда.

Расширяя свои международные контакты, Китай стремится к активному использованию опыта и технологий, разработанных в сфере охраны труда во всем мире. Сотрудничество России и Китая в сфере охраны труда, в частности, может значительно облегчить работу законодательных органов обеих стран. Более развитое законодательство РФ может повлиять на развитие Китайского законодательства в этой сфере, и в первую очередь, путем обмена опытом.

Список использованной литературы

1. Промышленность Китая [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://fb.ru/article/170225/promyshlennost-kitaya...kitaya>
2. Россия и Китай подписали Меморандум о приграничном сотрудничестве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://economy.gov.ru/minrec/press/news/2015030902>.
3. Научно-техническое сотрудничество между Россией и Китаем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://topref.ru/referat/105383.html>.
4. Евстигнеева Ю.В., Евстигнеева Н.А. Уровень производственного травматизма со смертельным исходом в России. Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4 (часть 4) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : eduherald.ru/ru/article/view?id=17417.
5. Закон КНР «О труде» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://chinahelp.me/work/zakon-knr-o-trude>.
6. Закон об охране труда в Китае – Статьи Центра Аттэк. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: CentrAttek.ru/info/zakon-ob-ohrane-truda-v-kitae/.
7. Отличия в трудовом законодательстве России и Китая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.centrattek.ru/info/otlichiya-v-trudovom-zakonodatelstve-rossii-i-kitaya/>.

УДК 37.088

ФАКТОРЫ ПСИХОСОЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Войченко И.В., магистрант программы «Управление рисками»

Иванова С.В., к.с.-х.н., доцент

Иркутский национальный исследовательский технический университет

В статье представлен обзор научной литературы в области изучения психологических факторов, вызывающих стресс у педагогов в системе среднего образования. Рассмотрены основные социальные, профессиональные и организационные факторы стрессов - психосоциальных рисков деятельности педагогов.

Ключевые слова: риски, социум.

**FACTORS OF PSYCHOSOCIAL RISKS IN THE SYSTEM
OF SECONDARY EDUCATION**

Voychenko I.V., *Master of the program «Risk Management»*

Ivanova S.V., *Ph.D., Associate Professor*

Irkutsk National Research Technical University

The article presents an overview of scientific literature in the field of studying psychological factors that cause stress among teachers in the secondary education system. The main social, professional and organizational factors of stress are considered - psychosocial risks of teachers' activity.

Key words: risks, society.

Известно, что стрессы, оказывают влияние на поведение людей, их работоспособность, здоровье, взаимодействие с окружающими и взаимоотношения в семье, могут понижать не только качество жизни, но и качество выполняемой человеком работы.

В научной литературе имеется множество трактовок понятия «стресс», однако чаще под стрессом понимают состояние, возникающее при действии на организм чрезвычайных или патологических раздражителей, называемых стрессорами [1]. Часто раздражитель становится стрессором в силу приписываемого ему человеком значения. В связи с этим в наиболее общей форме различают стрессоры физиологические (чрезмерные боль и шум, воздействие экстремальных температур, воздействие лекарственных препаратов, например, кофеина или амфетаминов) и психологические (информационная перегрузка, соревнование, угроза социальному статусу, самооценке, ближайшему окружению и др.). Среди последних выделяют социальные, профессиональные и организационные факторы, оказывающие повышенные психические нагрузки. [2]

В научной литературе психический стресс определяется как «состояние, в котором личность оказывается в условиях, препятствующих ее самоактуализации» [3]. Любой человек, стремясь к возможно более полному выявлению и развитию своих личностных возможностей, испытывает психологические стрессы на протяжении всей жизни.

Причиной стресса может быть всякая неожиданность, которая нарушает привычное течение жизни. При этом Г. Селье считает, что не имеет значения, приятна или неприятна ситуация, с которой сталкивается человек. Специфические результаты двух событий – горе и радость – совершенно различны, даже противоположны, но их стрессорное действие – неспецифическое требование приспособления личности к новой ситуации – может быть одинаковым.

В связи с этим, стресс является неотъемлемой частью человеческого существования [4]. Он может оказывать, и положительное (мобилизирующее), и отрицательное влияние на деятельность человека. Незначительные стрессы неизбежны и безвредны. Проблемы для индивидуумов и организаций создает чрезмерный стресс.

Учитывая, то, что любая стрессовая ситуация обладает такими характеристиками, как интенсивность и длительность протекания, выделяют следующие виды стрессоров: микрострессоры – мелкие трудности, макрострессоры – критические жизненные события и хронические стрессоры – постоянно повторяющиеся тяжелые испытания [5].

Считается, что стресс наиболее часто встречается и наиболее резко выражен у представителей профессий системы «Человек — Человек». К этой категории относится деятельность всех педагогов и школьных учителей. Целью настоящей статьи является

выявление основных факторов стресса педагогов в системе среднего образования на основе анализа научной литературы.

Источники профессионального стресса педагога могут быть связаны с трудовой деятельностью, ролью работника и его взаимоотношениями в организации, карьерой, организационной структурой и психологическим климатом организации, личными проблемами работника.

Исследования ученых [6], свидетельствуют о высокой напряженности педагогической деятельности, связанной с систематическими ситуациями оценки, частыми и длительными контактами с учащимися, родителями, педагогами, малозаметностью результатов для внешнего восприятия, снижением престижности педагогического труда, высокой вероятностью возникновения деловых и межличностных конфликтов и др. Таким образом, в группе психологических факторов исследователи выделяют социальные стрессогенные факторы и факторы, связанные с межличностным взаимодействием в профессиональной сфере.

По мнению Е. А. Багнетовой, педагоги испытывают интенсивную нагрузку на речевой аппарат. Многие педагоги не дают себе права на ошибку, работают в режиме постоянного внешнего и внутреннего контроля, увеличивают свое рабочее время за счет работы в выходные дни. Педагогическая деятельность требует от педагога интенсивного общения, подкрепления его эмоциями. Другими возможными стрессогенными факторами, по мнению исследователя, выступают дестабилизирующая организация деятельности и неблагоприятная психологическая атмосфера, характеризующиеся нечеткой организацией и планированием труда. Автор особенно выделяет еще один социальный фактор, - наличие психологически трудного контингента, с которым приходится иметь дело профессионалу в сфере общения. Для педагогов в качестве таковых выступают, например, «трудные» подростки.

Проблему стрессогенности педагогической деятельности в своих работах освещали А. А. Баранов, С.В. Субботин, Б.И. Хасан и др. [7]. Исследователи отмечают, что профессиональная деятельность педагогов является одним из наиболее напряженных (в психологическом плане) видов социальной активности и входит в группу профессий с большим присутствием стресс-факторов, что предъявляет повышенные требования к такой интегральной комплексной характеристике как стрессоустойчивость.

Стрессоустойчивость - это умение преодолевать трудности, подавлять свои эмоции, проявляя выдержку и такт. Стрессоустойчивость определяется совокупностью личностных качеств, позволяющих человеку переносить значительные интеллектуальные, волевые и эмоциональные нагрузки, обусловленные особенностями профессиональной деятельности, без особых вредных последствий для деятельности, окружающих и своего здоровья [5].

Исследования Лизуновой Е.Ю. и Марковой А. К. [8] показывают, что труд педагога связан с профессиональным стрессом информационного характера, поскольку требует высокой квалификации, связан с интенсивными информационными нагрузками, необходимостью постоянно овладевать новыми знаниями, требует интенсивного восприятия, переработки и интерпретации получаемой информации и принятия решений с высокой степенью ответственности за результаты работы. При этом труд педагогов жестко связан с необходимостью постоянного межличностного взаимодействия, влияющего на эффективность деятельности.

Митин Г.В. [9] выделяет физические, психоэмоциональные и интеллектуальные стрессогенные факторы педагогического труда. Проведенные им исследования показали, что абсолютное большинство педагогов считают свою работу эмоционально и интеллектуально крайне напряженной: более половины из принявших участие в обследовании учителей (56,8 %) отметили постоянный характер и значительную интенсивность интеллектуальных перегрузок, а 95 % опрошенных - наличие психоэмоциональных перегрузок. Кроме этого, более 61 % педагогов отметили физическое напряжение, связанное с большими нагрузками статического порядка.

В целом педагогическую деятельность необходимо относить к категории напряженного труда, как по критериям умственной деятельности, режима труда и санитарно-гигиенических условий, так и по критерию работы с людьми. Профессия педагога ставит человека в сложные условия, образуемые комплексом перечисленных факторов, которые можно систематизировать следующим образом:

1) Физические факторы: режим труда (неритмичное чередование работы и отдыха, высокая продолжительность рабочего дня, сменность), санитарно-эпидемиологические условия (работа во вредных и опасных условиях: температурный режим, освещенность, шум, инфекционно вирусная нагрузка), физические нагрузки (чаще на речевой аппарат и статического порядка).

2) Психологические факторы:

а) социальные: падение престижа профессиональной деятельности, ситуации контроля и оценки, высокая степень ответственности за результаты работы, трудный контингент, неблагоприятная психологическая атмосфера, наличие конфликтов, как в системе «руководитель–подчиненный», так и между коллегами;

б) профессиональные:

- информационные: необходимость постоянно овладевать новыми знаниями, режим интенсивного восприятия, переработки и интерпретации получаемой информации и принятия решений;

- психоэмоциональные: интенсивное общение, подкрепление его эмоциями, высокая вероятность возникновения экстренных ситуаций, малозаметность результатов для внешнего восприятия;

- межличностные: необходимость постоянного межличностного взаимодействия с детьми, родителями, педагогами, влияющего на эффективность деятельности.

в) организационные: дестабилизирующая организация деятельности (нечеткая организация и планирование труда, недостаточность необходимых средств, наличие бюрократических барьеров, многочасовая работа, имеющая трудноизмеримое содержание, недостаточное моральное и материальное стимулирование труда) [5].

Все вышеперечисленные негативные факторы могут способствовать развитию феномена эмоционального выгорания у педагогов. Эмоциональное выгорание – это выработанный личностью механизм психологической защиты в форме полного или частичного исключения эмоций (понижения их энергетики) в ответ на избранные психотравмирующие воздействия [10].

Выгорание отчасти функциональный стереотип, поскольку позволяет человеку дозировать и экономно расходовать энергетические ресурсы. Одновременно, могут возникать его дисфункциональные следствия, когда выгорание отрицательно сказывается на исполнении профессиональных обязанностей и отношениях с окружающими.

Это связано с тем, что качественное обучение зависит не только от опыта и уровня квалификации учителя, но и от его способности вызывать положительные эмоции у обучающихся. Эта профессиональная необходимость неизбежно вызывает внутреннее психологическое напряжение. Причиной такого напряжения может быть и постоянный самоконтроль, который также является необходимым профессиональным качеством педагога.

Анализ научной литературы показывает, что уровень эмоционального выгорания у школьных учителей значительно выше, чем у преподавателей вузов, на протяжении всего учебного года. У педагогов высшей школы выгорание начинает развиваться только к середине учебного года. У учителей выгорание проявляется более интенсивно, системно и комплексно, затрагивая эмоциональный уровень, сферу отношений к себе, к окружающим и к профессии, а у преподавателей - в основном в сфере эмоций [11].

Умение выработать конструктивное отношение к состояниям эмоционального стресса и сведение к минимуму негативного влияния последствий должно составлять одно из профессионально важных качеств учителя, так как любому педагогу приходит-

ся постоянно противостоять влиянию эмоциональных факторов современной профессиональной среды.

Для снижения эмоционального выгорания необходимо, прежде всего, осознание сущности этой проблемы. Для этого важно проводить семинары и другие просветительские мероприятия для педагогов, работающих в системе среднего образования, освещать проблему на курсах повышения квалификации.

Для профилактики развития процесса эмоционального выгорания специалисты учат школьных учителей рассчитывать и обдуманно распределять все свои нагрузки, реалистично оценивать свои возможности, стараться проще относиться к конфликтам, особенно мелким и не принципиальным, уметь проигрывать без самоунижения и самобичевания, так как профессиональные спады и даже тупики – это естественные этапы профессионального развития настоящего специалиста [10].

Список использованной литературы

1. Гризонтон П.Д., Бобкова Ю.Г., Вартанян М.Е. Стресс. // БМЭ. 3-е изд. - М. : Медицина, 1985. – Т.24. – С. 309–316 с.
2. Багнетова Е.А., Шарифуллина Е.Р. Проблема эмоционального выгорания педагогов / Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Роль социальных, медико-биологических и гигиенических факторов в формировании здоровья населения». – Пенза, 2007. – С. 14–16.
3. Бодров В. А. Проблема преодоления стресса. Ч.3. Стратегии и стили преодоления стресса // Психологический журнал. – 2006. – № 3. – С. 106–116.
4. Миронов Е. Стресс / Е. Миронов. – СПб. : ДИЛЯ, 2003. – 160 с.
5. Багадаева О.Ю. Стрессогенные факторы в профессии педагога дома ребенка // Вектор науки ТГУ. – 2014. – № 2 (28). – С. 149–152.
6. Карапетян Л.В. Профессиональная стрессоустойчивость преподавателя колледжа как субъекта педагогической деятельности: дис. ... канд. психол.наук. – Екатеринбург, 2000. – 211 с.
7. Баранов А.А. Стрессоустойчивость в структуре личности и деятельности учителей высокого и низкого профессионального мастерства: дис. ... канд. психол. наук. / А. А Баранов. – Ижевск, 1995. – 217 с.
8. Лизунова Е.Ю. Методологические основы формирования стрессоустойчивости будущих учителей в чрезвычайных ситуациях: монография /Е.Ю. Лизунова. – Самара : Самар. отделение Литфонда, 2008. –134 с.
9. Митин Г.В. Профилактика и коррекция негативных психических состояний педагогов / Материалы 1-ой московской конференции студентов и аспирантов «Психология на пороге XXI века: актуальные проблемы». – Ч. 1. – М. : Издательство СГИ, 1999. – С. 77–81.
10. Миронов И. П., Русских О. А. Эмоциональное выгорание преподавателей высших учебных заведений // Вестник Прикамского социального института. – 2015. – №3 (71). – С. 3–10.
11. Филинберг И. Н. Некоторые аспекты синдрома эмоционального выгорания преподавателей / И. Н. Филинберг [и др.] // Психология, социология и педагогика. – 2016. – № 6 (57). – С. 66–69.

УДК 911.3:30 (571.53)

СОЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)

*Дмитриева Ю.Н., младший научный сотрудник, лаборатория экономической
и социальной географии*

Институт географии им.В.Б. Сочавы СО РАН

Рассмотрены результаты социально-географического исследования процесса адаптации студентов разных типов поселений к среде крупного города (г. Иркутск). Выявлены наиболее значимые социальные риски адаптации студентов и причины их возникновения.

Ключевые слова: социальный риск.

**SOCIAL RISKS OF STUDENTS ADAPTATION
OF DIFFERENT TERRITORIAL ORIGIN
(ON THE EXAMPLE OF THE IRKUTSK REGION)**

**Dmitrieva J.N., junior researcher, laboratory of economic and social geography
V.B. Sochava Institute of Geography**

The results of socio-geographical study of the student's adaptation process of settlements different types to the environment of a large city (Irkutsk) are considered. The most significant social risks of students' adaptation and the causes of their emergence are revealed.

Key words: social risk.

Особенности адаптации молодежи студенческого возраста в значительной мере обусловлены социально-экономической асимметрией российских регионов, проявляющейся в различном уровне их экономического и социального развития, производственного и инновационного потенциалов и других важных факторов, что определяет разные условия социализации молодежи. Также необходимо учитывать дифференциацию жизненных условий, формируемых различными типами поселений (деревня, крупное село, малый город, и др.), оказывающую существенное влияние на образ жизни, социально-экономическое и социокультурное расслоение молодежи [1].

Во многих работах исследуются проблемы интеграции молодежи в современное общество, социального статуса молодых россиян, их роли в общественном воспроизводстве: М.А. Буданова, М.К. Горшков, А.В. Дмитриев, Ю.А. Зубок, О.И. Карпухин, Д.Л. Константиновский, В.В. Маркин, И.Б. Орлова, Г.И. Осадчая, Г.В. Осипов, Т.Э. Петрова и др. Луценко Ю. В. отмечает, что немаловажную роль в формировании, становлении «молодой личности» играет местность, в которой она развивается. «Мегаполис открывает перед молодым человеком широкие возможности в сфере образования и досуга, что способствует формированию более высоких требований, в том числе и к себе» [4, с. 130]. Другим автором - Замятиной Н.Ю. подчеркивается зависимость миграционных намерений молодежи от социального положения [3].

Для данного исследования была выбрана группа студентов ВСГАО (Восточно-Сибирской академии образования) г. Иркутска, в возрасте 17–23 лет (на начало исследования). Анкетирование и интервьюирование последовательно проводилось в течение трех лет – в 2013 г., в 2014 г. и в 2015 г. (рис. 1).

Интерес для нас представляли точки проживания молодежи до приезда в крупный город. Опрашиваемые студенты приехали в г. Иркутск из 31 населенного пункта Иркутской области и трех поселений соседних регионов – Республики Бурятия, Республики Тыва и Забайкальского края. Пункты проживания студентов до переезда широко размещены по территории области – от северных районов (Мамско-Чуйский) до ближайших к Иркутску районов (Шелеховского и Ангарского). Населенные пункты также дифференцированы по людности: средние и крупные села, ПГТ, малые, средние и крупные города. Таким образом, в число респондентов вошли представители поселений разных статусов в количестве 50 человек, включая коренную молодежь г. Иркутска (8 респондентов) [2, с. 205–206].

При проведении исследования нас интересовало влияние географического положения поселения, в котором ранее проживал студент, на процесс адаптации к среде крупного города. Во многих работах, рассматривающих проблемы и риски мигрантов, часто упоминаются внутренние, индивидуальные барьеры, которые могут возникнуть в процессе адаптации индивидов различных социальных групп. Они встречаются при

попадании в культуру, сильно отличающуюся от собственной, когда необходимо пересмотреть некоторые пункты индивидуальной системы идеалов и убеждений. Для выявления индивидуальных рисков адаптации рядом вопросов мы стремились выявить, насколько комфортно ощущает себя молодежь в среде крупного города: проблемы с транспортом, с шумом, суетой, большим количеством людей, незнакомой обстановкой и пр. (табл. 1).



Рис. 1. Территории проживания студентов до приезда в областной центр, по результатам анкетирования

Примечание: на карте обозначены муниципальные районы: 1. Катангский, 2. Усть-Илимский, 3. Киренский, 4. Мамско-Чуйский, 5. Бодайбинский, 6. Тайшетский, 7. Чунский, 8. Нижнеилимский, 9. Усть-Кутский, 10. Братский, 11. Казачинско-Ленский, 12. Усть-Удинский, 13. Жигаловский, 14. Нижнеудинский, 15. Куйтунский, 16. Балаганский, 17. Тулунский, 18. Качугский, 19. Зиминский, 20. Нукутский, 21. Заларинский, 22. Аларский, 23. Осинский, 24. Боханский, 25. Черемховский, 26. Эхирит-Булагатский, 27. Баяндаевский, 28. Ольхонский, 29. Усольский, 30. Ангарский, 31. Иркутский, 32. Шелеховский, 33. Слюдянский.

Таблица 1

Проблемы, возникшие при адаптации студентов к среде крупного города (по результатам анкетирования), %

Проблема	1 год	2 год	3 год
Трудно дается обучение	48	39	33
Скучаю по родственникам	65	43	31
Новый коллектив	34	11	7
Трудно разобраться с расписанием транспорта	39	3	0
Мешает шум, суета, большое скопление людей	61	41	37
Другие бытовые условия жизни	75	56	45
Постоянно не хватает времени	36	45	61
Трудно материально	83	87	95

Примечание: *Общая сумма ответов более 100 %, т. к. респонденты имели возможность выбрать несколько вариантов ответа.

Анализ общей структуры проблем молодежи выявил, что основной проблемой в первый год пребывания в г. Иркутске для них была материальная – 83% респондентов. На втором месте – «другие бытовые условия». На проблему психологической адапта-

ции указывает значение показателя «скуучаю по родственникам» – 65%. На особенности городской среды: «шум, суэта, скопление людей» – указали 61% респондентов. Также почти половине студентов в первый год трудно давалось обучение. Второй и третий годы исследования показали, что основной осталась материальная проблема, при этом на нее указало на 12% больше молодежи, что, скорее, связано с возросшими потребностями. Вырос и показатель «постоянно не хватает времени», что объясняется, с одной стороны, подработками молодежи, а с другой, увеличившимся количеством связей и разнообразием досуга. Через два года для трети молодежи также продолжает вызывать трудность обучение и доставляет неудобство городской шум и суэта. По сравнению с первым годом скучать по родственникам стало в два раза меньше молодежи. Незначительными проблемами стали новый коллектив и работа транспорта.

В разрезе территориального происхождения студентов в общей структуре особенностей адаптационных процессов, выявлено, что: респонденты из городов, расположенных ближе к областному центру (г. Ангарск, г. Шелехов, г. Усолье-Сибирское, пгт Мишелевка Усольского района) чаще указывали варианты ответов «новый коллектив», «трудно дается обучение», «постоянно не хватает времени»; молодежь периферийных городов (г. Зима, г. Саянск, г. Нижнеудинск, г. Усть-Илимск, г. Черемхово, г. Свирск, г. Тулун) указали на материальную проблему, на другие бытовые условия жизни, скучают по родственникам; для респондентов сел, поселков городского типа основной проблемой является материальная. Затем следуют трудности с расписанием транспорта в первый месяц пребывания в г. Иркутске, также мешает шум, суэта, большое скопление людей.

Далее мы исследовали показатель личного мнения молодых людей об улучшении – (ухудшении) параметров своей жизни после переезда в крупный город. Первым вопросом, целью которого было выявить изменение параметров жизни, был: «По вашему мнению, как изменилась Ваша жизнь после переезда в г. Иркутск?». Молодежи был предоставлен выбор четырех вариантов: 1). Улучшилась; 2). Жизнь изменилась, и не по всем параметрам в лучшую сторону; 3). Остается нормальной без видимых изменений; 4). Постоянно ухудшается. Основная часть молодежи выбрали вариант ответа «улучшилась» – 69%. Второй ответ «жизнь изменилась, и не по всем параметрам в лучшую сторону» отметили 26% (с. Малышевка, с. Баяндай, с. Каразей, с. Хогот (2), с. Горячий Ключ, с. Танхой, с. Оёк, пгт Балаганск, г. Нижнеудинск, г. Свирск). Вариант – «постоянно ухудшается» отметили 5 % (пгт Михайловка, с. Гаханы). На следующий год часть респондентов второй группы («жизнь изменилась, и не по всем параметрам в лучшую сторону») перешла в первую («улучшилась»), составив уже 21%. Третий и четвертый варианты не были отмечены. На третий год – соотношение доли студентов первой и второй группы стало: 93% и 7%.

Динамика показателей в положительную сторону говорит об успешной адаптации студентов к условиям среды крупного города. На такой процесс адаптации указывает и отсутствие в третий год исследования ответа «постоянно ухудшается». Также важным моментом активной позиции молодых людей является то, что вариант ответа «жизнь остается нормальной без видимых изменений» не был отмечен респондентами ни на одном из этапов исследования.

Таким образом, выявлено, что у молодежи произошли существенные изменения в процессе пребывания в среде крупного города. Для молодежи центральных городов проблемами не является работа транспорта, смена условий жизни, они считают для себя более значимыми вживание в коллектив и адаптацию к учебной деятельности. Для молодежи периферии, как городов, так и сел, на первое место выдвигаются риски материальных проблем и необходимости принятия новых условий жизни, готовности к психологическому разрыву с родственниками. Проблема вживания в коллектив и трудности в обучении у них также присутствуют, но по значимости они расположены на последнем месте. В процессе адаптации через два года основными проблемами остаются материальная и нехватка свободного времени.

Список использованной литературы

1. Букин В.П. Социализация молодежи российской провинции в современных условиях: автореферат дисс. д-ра социолог. наук 22.00.04. – Саранск, 2011. – 55 с.
2. Дмитриева Ю.Н. Адаптация молодежи сел и малых городов юга Прибайкалья к среде крупного города (социально-географический аспект) / Ю.Н. Дмитриева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 6. – С. 204-207.
3. Замятина Н.Ю. Миграционные намерения как зеркало социальной стратификации молодежи Арктики: пример Норильска / Н.Ю. Замятина // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2016: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Апатиты, 2016. – С. 288-293.
4. Луценко, Ю.В. Молодежные объединения как фактор социокультурной динамики территориального бренда / Ю.В. Луценко // Брендинг малых и средних городов России: опыт, проблемы, перспективы: мат. всерос. конф. – Екатеринбург, 2012. – С. 128–134.

УДК 658(04)

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

Люкин А.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Савкина С.А., директор АНО «Право», г. Самара

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

В статье дана характеристика развития охраны труда в России и выделены исторические этапы ее развития.

Ключевые слова: охрана труда.

HISTORICAL STAGES OF LABOUR PROTECTION DEVELOPMENT

Lukin A.V., master of the programm «Technospheric safety»

Savkina S.A., director of ANO «Right», Samara

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The article considers the option to improve HSE system at the industrial enterprise.

Key words: labor protection.

Исторический опыт государства в области охраны труда необходимо изучать с позиции формирования процедуры защиты человека от опасных и вредных факторов на производстве. Охрана труда работников в России, как и в любом государстве, является важнейшей задачей, т. к. при наличии несчастных случаев государство несет огромные невосполнимые материальные и социальные потери. В настоящее время в России под охраной труда понимают систему сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающую в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (ст. 209 ТК РФ) [1].

Статистика производственного травматизма в нашей стране показывает, что его уровень остается в несколько раз выше, чем в развитых странах мира. Это указывает на то, что государство и наше общество прикладывают еще недостаточно усилий, чтобы его снизить. Исторический опыт становления и развития охраны труда в России показывает, что впереди стоят большие задачи по совершенствованию системы обеспечения безопасности на производстве[2]. Большая роль в снижении производственного травматизма отводится подготовке высококвалифицированных специалистов по направлению «Техносферная безопасность». Подготовка таких специалистов должна основываться на историческом опыте. Они должны знать историю охраны труда, чтобы не допускать ошибок прошлого. Это позволит им лучше ориентироваться в проблемах охраны труда и находить наиболее правильные решения[3].

Безопасность человека в различных условиях его жизни и деятельности занимала умы ученых с давних времен. В России в разработках по проблемам безопасности труда стали работы М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных

дел», в которой он изложил рекомендации о креплении грунта, рабочей одежде, проветривании шахт, последствиях применения детского труда[4].

Фундаментальные исследования по гигиене труда провел Ф.Ф. Эрисман. Их результаты были опубликованы им в книге «Профессиональная гигиена или гигиена физического и умственного труда». Автором множества работ по охране здоровья рабочих стал Д. П. Никольский – организатор первой в России выставки по гигиене и охране труда. И. М. Семенов обосновал физиологические критерии продолжительности рабочего дня, экспериментально изучил действие на организм многих вредных веществ. Широкую известность получили труды Л. И. Медведя по развитию гигиены сельскохозяйственного производства и токсикологии пестицидов. Получили признание работы С. И. Вавилова в области промышленного освещения, А.А. Скочинского о предупреждении пожаров и взрывов, а также Н. Н. Семенова и Я. Б. Зельдовича о теории горения, взрыва и детонации[2].

Анализ используемой литературы позволил выделить следующие этапы исторического развития охраны труда в России (табл. 1).

Таблица 1

Этапы развития охраны труда в России

Года	Исторические факты
1917 г.	Был принят декрет «О восьмичасовом рабочем дне»
Май, 1918 г.	Был принят декрет «Об учреждении инспекции о труде»
1918 г.	Был издан первый Российский кодекс законов о труде, объединивший правовые документы по охране труда.
1919 г.	Была создана Международная организация труда, которая провозгласила своими главными целями борьбу за социальную справедливость, улучшение условий и безопасности труда.
1923 г.	В Москве был открыт первый научный научно-исследовательский институт профессиональных заболеваний.
1928 г.	Был утвержден первый список профессиональных заболеваний, включивший 21 название.
1960 г.	Были решены вопросы безопасности и гигиены труда. Принимались новые нормативные документы по обеспечению рабочих, занятых на предприятиях с вредными условиями труда, молоком, лечебно-профилактическим питанием, спецодеждой; по установлению и выплате им по специальным спискам; по ограничению применения труда женщин, молодежи; оплате больничных листов по травме в 100%-ном размере заработка, была введена обязательная аттестация рабочих мест по условиям труда, которая позволила осуществлять управление профессиональными рисками.
1993 г.	Указом Президента РФ были введены в действие «Основы законодательства Российской Федерации об охране труда», которыми были установлены принципиально новые подходы к управлению охраной труда, определены направления государственной политики по охране труда, обязанности руководителей предприятий по созданию безопасных условий труда и другие нормативные требования.
1994 г.	Начал осуществляться надзор и контроль за соблюдением работодателями законодательства о труде и охране труда Федеральная инспекция труда, созданная взамен профсоюзной инспекции.
1997 г.	Был принят Федеральный закон от 21.07.1997г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», который установил требования безопасности к проектированию, строительству, приемке, эксплуатации опасных производственных объектов.
1998 г.	Вступил в силу Федеральный закон от 24.07.1998г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
1999 г.	Был принят Федеральный закон от 17.07.1999 № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в Российской Федерации» (утратил силу), а с 01.02.2002 вступил в силу новый Трудовой кодекс РФ, в котором в связи с появлением в стране многоукладной экономики, различных форм собственности вопросы трудового законодательства, охраны труда, взаимоотношений работодателей и работников были изложены уже совершенно по-новому, так, как этого потребовали изменившиеся обстоятельства.
2002 г.	Был принят Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», который ввел технические регламенты по вопросам безопасной эксплуатации машин, оборудования, зданий, сооружений, а также по вопросам пожарной, биологической, экологической, ядерной и радиационной безопасности.
2013 г.	В силу вступил Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»
2014 г.	С 1 января 2014 года система аттестации рабочих мест по условиям труда прекратило свое существование, взамен нее стала специальная оценка условий труда.

Вопросы производственного травматизма, его анализ и затраты средств на социальную защиту и страхование рабочих всегда остро стояли и стоят перед правительством любого государства, а особенно такой большой страны, как Россия. Для улучшения условий труда на производстве всегда ставится задача – установить причины и закономерности возникновения несчастных случаев и профессиональных заболеваний[2].

Анализ производственного травматизма является одним из инструментов управления охраной труда. На основе актов специальных расследований групповых, тяжёлых и смертельных случаев, специальных обследований и проверок, проводится анализ причин, вызывающих несчастные случаи и профессиональные заболевания, определяется тактика борьбы с травматизмом, принимаются конкретные меры для устранения опасных и вредных факторов.[3]

Подводя итог, можно сказать, что исторический опыт становления в России охраны труда очень важен как для специалистов, работающих на производстве и обеспечивающих безопасность своих работников, так и для студентов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность», которым предстоит в будущем заниматься вопросами охраны труда.

Список использованной литературы

1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 28.06.2014) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : consultant.ru
2. Карауш С.А. История охраны труда в России: Издан. 2-е, перераб. и доп. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2013.
3. «Управление безопасностью труда» : учеб. пособие для студ. вузов напр. подг. «Техносферная безопасность» : в 2 ч. /Б.В.Севастьянов, Е.Б.Лисина, Р.О.Шадрин и др.; под общ. ред. проф. Б.В.Севастьянова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. Ч. II. Организация работы по охране труда. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2013.
4. Карпеев, Э. П. М. В. Ломоносов: крат. биограф. / Э. П. Карпеев; Межрегион. Ломоносов. фонд, Музей М. В. Ломоносова. – Архангельск : [б. и.], 2000.

УДК 331(075)

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

**Орел Н.Д., магистрант программы «Пожарная безопасность»
Южно-Уральский государственный университет**

В статье рассмотрены понятие экономического стимулирования, виды материальных выплат и аспекты, позволяющие повысить эффективность экономического стимулирования.

Ключевые слова: стимуляция, эффективность.

ECONOMIC STIMULATION AND IMPROVEMENT OF ITS EFFICIENCY

**Orel N.D., Master of Fire Safety Program
South Ural State University**

The article deals with the concept of economic incentives, types of material payments and aspects that make it possible to increase the effectiveness of economic incentives.

Key words: stimulation, efficiency.

В литературе приводятся различные определения экономического стимулирования, вот некоторые из них:

- Экономическое стимулирование – система мер, использующая материальные средства с целью побуждать участников производства трудиться для создания общественного продукта [1].
- Экономическое стимулирование – система поощрений (премий) и наказаний (штрафов) и прочих аналогичных мер материального воздействия, побуждающих отдельных работников и целые коллективы (предприятий, фирм, цехов) повышать эффек-

тивность своей работы, выполнять производственные планы и другие экономические решения [2].

Экономическое стимулирование включает все виды денежных выплат, которые применяются в организации, и все формы материального неденежного стимулирования. На сегодняшний день используются следующие виды прямых и косвенных материальных выплат:

1. Выплаты на приобретение собственности и имущества компании;
2. Предоставление льготных кредитов;
3. Расходы на негосударственное медицинское страхование;
4. Туристическое страхование; страхование имущества работников;
5. Оплачиваемое временное освобождение от работы;
6. Оплачиваемое рабочее время при сокращенном предпраздничном дне;
7. Оплата обучения работников на различных курсах или в учебных заведениях;
8. Предоставление на льготных условиях мест в детских дошкольных учреждениях и их оплата;
9. Оплата и предоставление учебных отпусков лицам, совмещающим работу с обучением в соответствии с трудовым законодательством; предоставление оплачиваемых отпусков, установленных по законодательству, и дополнительных отпусков;
10. Денежные вознаграждения и компенсации, предоставляемые в связи с личными торжествами, круглыми датами трудовой деятельности или праздниками, смертью родственников, экстренными случаями – кражами, пожарами и прочими;
11. Дополнительные компенсационные выплаты;
12. Дотации на питание в столовых организации;
13. Оплата коммунальных услуг; оплата счетов мобильной связи при подключении по корпоративному тарифу;
14. Оплата проезда к месту работы и по городу;
15. Предоставление в пользование служебного автомобиля;
16. Оплата автопаркинга сотрудникам; прогрессивные выплаты за выслугу лет;
17. «золотые парашюты» – выплата нескольких должностных окладов при выходе работника на пенсию работников в старости;
18. Корпоративная пенсия – дополнение к государственной пенсии из фондов предприятия;
19. Единовременное вознаграждение пенсионерам со стороны фирмы.

Заинтересованность работников в работе в организации и ее успешной экономической деятельности тем выше, чем больше количество предоставляемых льгот и услуг, в том числе прямо не прописанных в действующем законодательстве. Это приводит к сокращению текучести кадров, так как работник вряд ли захочет терять многочисленные льготы при увольнении. Такая политика может обеспечивать дополнительный доход работников в случае невысокого уровня заработной платы (например, на государственных предприятиях) или предлагаться в интересах привлечения и сохранения квалифицированной рабочей силы при высоком уровне оплаты труда [3].

Рассмотрим аспекты, позволяющие повысить эффективность экономического стимулирования:

1) Вознаграждение за практический результат. Программы стимулирования должны предусматривать поощрение (вознаграждение) усилий за достижение конкретного результата, например, факта недопущения травм и аварий.

2) Характер вознаграждения. Вознаграждения за работу без травм и аварий в промышленности присуждаются в различных формах: выплаты денежных премий, выдача специальных лотерейных билетов, талонов или жетонов (с указанием суммы, на которую в определенном магазине можно выбрать себе подарок) ко дню рождения и другим датам. Небольшое материальное вознаграждение может быть отражением главного - общественного признания, выполнять «символическую функцию» подтвержде-

ния того, что принятые меры по охране труда восприняты как действия в правильном направлении.

3) Выплаты за работу. Размер поощрительных выплат должен расти быстрее, чем у работника накапливается срок безаварийной работы на производстве. Например, премия за 10 лет безаварийной работы должна больше чем в 10 раз превышать добавочное денежное вознаграждение за один год работы без травм и аварий.

4) Правила выполнения программы. Они должны быть как можно, чтобы их могли легко воспринимать все те, к кому относится данная программа.

5) Восприятие справедливости. Программа стимулирования усилий по охране труда должна обеспечить восприятие материальных вознаграждений как справедливых. Можно также утверждать, что системы стимулирования усилий должны быть такими, чтобы те рабочие, которым не присуждается вознаграждение (достаточно крупное), не возмущались бы самой системой, а те, кому оно присуждается, в глазах других выглядели заслужившими его. Если же применяются меры наказания, то необходимо добиваться такого положения, при котором каждое конкретное наказание выглядело бы в глазах общественности как оправданная мера.

6) Восприятие шанса на получение материального вознаграждения. Программы стимулирования должны быть такими, чтобы дополнительное материальное вознаграждение воспринималось как реальное дело ближайшего будущего.

7) Краткий «инкубационный период». Отрезок времени, на протяжении которого кандидат на материальное вознаграждение не должен допускать несчастных случаев и аварий, должен быть непродолжительным. Самые короткие промежутки времени составляют на практике не меньше одного месяца. Если предусматриваются более длительные отсрочки, в дело идут такие инструменты, как ежемесячные напоминания, сообщения о контрольных сроках и др.

8) Поощрение высоких показателей в работе по бригадному подряду и на индивидуальной основе. Программы стимулирования усилий по охране труда должны быть такими, чтобы усиливать давление в нужном направлении со стороны работников всего трудового коллектива. В производственных условиях этого можно достичь за счет расширенного применения материальных вознаграждений не только за индивидуальную, но и коллективную работу без травм и аварий.

9) Предотвращение фактов искажения статистики в сторону занижения показателей производственного травматизма. К счастью, искажениям подвергаются лишь статистика по незначительным случаям производственного травматизма, однако чем больше материальное вознаграждение за охрану труда, тем чаще случаются факты такого искажения.

10) Поощрения на всех уровнях организации. За высокие показатели в работе по охране труда надо поощрять не только цеховых рабочих, но и их начальников, а также руководителей среднего звена. Это создает в компании более активный настрой в работе (формируется «культура охраны труда»).

Соблюдение хотя бы части пунктов, представленных выше, позволит устойчиво снижать травматизм и уровень профессиональной заболеваемости работников посредством экономического стимулирования [4].

Список использованной литературы

1. Николаева, И.П. Экономический словарь / И.П. Николаева – Издательство «Проспект», 2014. – 228 с.
2. Лопатников, Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / Л. И. Лопатников – М.: Дело, 2003. – 520 с.
3. Корзенко, Н.И. Эффективные методы мотивации и стимулирования персонала / Н.И. Корзенко, М.Е. Зобнина – Вестник ЧелГУ – 2012 – №3 – С. 66-69
4. Программа стимулирования работ по охране труда (По материалам Gerald J.S. Wilde, MOT) // Охрана труда за рубежом – 2002 – № 6 – С. 11 – 15.

УДК 378.184

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОФОРИЕНТАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»**

Перминова Е.А., учащаяся ЭМЛИ № 29

Перминова О.М., к.э.н., доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова

Рассмотрены активные методы профориентации и обобщен первый опыт взаимодействия «кафедра-лицей».

Ключевые слова: обучение.

**MODERN GOING NEAR VOCATIONAL ORIENTATION FOR
«TECHNOSPHERIC SECURITY» DIRECTION STUDENTS**

Perminova E.A., student, EMLI № 29

Perminova O.M., Ph.D., Associate Professor of the Department of "Technospheric Security"
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The active methods of vocational orientation are considered and the first experience of co-operation is generalized «kafedra- lyceum»

Key words: training.

Современная система формирования и развития профессиональных компетенций строится по принципу наращивания «сквозных» знаний и умений, акцентирующихся на прикладное использование и активное участие обучаемого в образовательном процессе [1]. Профессиональная подготовка определяется социальным заказом общества, его потребностями в специалистах соответствующего профиля. Формирование профессиональной компетентности определяется обеспечением готовности учащихся к осуществлению будущей профессиональной деятельности [2]. При этом формирование компетенции идет через процессы постепенного освоения ее компонентов: знаний, умений и уровня владения [3].

Формирование профессиональных компетенций происходит в образовательной системе, тенденциями которой в настоящее время являются:

1) активное участие студента в процессе обучения (а не пассивное усвоение информации);

2) возможности прикладного использования знаний в реальных условиях;

3) представление концепций и знаний в разнообразных формах;

4) подход к обучению как к коллективной, а не индивидуальной деятельности;

5) акцент на процесс обучения, а не на запоминание информации [4].

Возрождаемая индивидуальность труда требует развития личностного потенциала, выборе оптимальных форм и темпов обучения, соответствующих индивидуальным особенностям, при этом обучение носит индивидуализированный характер [5]. Именно поэтому важной составной частью процесса формирования профессиональной компетентности является система профессиональной ориентации.

Сегодня профессиональной ориентации отводится новая роль – необходимость создания условий для поддержки школьников в их профессиональном самоопределении, помощи в выявлении профессиональных интересов, склонностей, определения реальных возможностей в освоении профессии, успешной социализации в обществе и активной адаптации на рынке труда [6]. Говоря о профориентации, важно учитывать постоянно меняющиеся запросы рынка труда и интересы абитуриентов.

Одним из инновационных вариантов профориентации является развивающий подход, целью которого является формирование различных знаний, умений и навыков, необходимых для овладения той или иной профессией и успешного трудоустройства. Инновационными формами такой профориентации являются: мастер-классы, тренинги, деловые игры, наставничество и обучающие консультации.

В настоящее время с позиции учебного заведения выделяются активные и пассивные виды профориентации [7]. В частности, к пассивным методам относятся:

- беседы с абитуриентами;
- приглашение преподавателей вуза на школьные мероприятия;
- рекламная информация в виде буклетов и стендов;
- дни открытых дверей и др.

Активные методы профориентационной работы требуют вовлечения в мир науки и студенчества не предполагаемых абитуриентов, а школьников начального и среднего звена. Для этого необходим другой подход – формирование общественного мнения и проведение мероприятий, заинтересовывающих учащихся к более глубокому изучению материалов о профессии.

Так, Титова С.В. выделяет следующие активные методы профориентации:

- привлечение школьников к работе вузовских проблемных групп;
- создание рекламных роликов, позволяющих позиционировать направления и профили вуза;
- проведение профессиональных недель факультетов;
- организация олимпиад для различных групп школьников [7].

Рассматривая активные способы профориентации, необходимо изучить современное проектное обучение, которое может быть использовано в практике взаимодействия школа-вуз. Согласно теории проектной деятельности школьников Сергеева И.С., в табл. 1 представлен комплекс 5 «П»: проблема, планирование, поиск информации, продукт и презентация [8].

Таблица 1

Умения и навыки, формируемые в проектной деятельности

Группы умений и навыков	Виды деятельности
Рефлексивные	Осмысление задачи, осознание направления исследования
Поисковые	Генерация идей и выдвижение гипотез, поиск информации, поиск вариантов решений проблемы, поиск причинно-следственных связей.
Коммуникативные и работа в сотрудничестве	Коллективное планирование и взаимодействие, деловое партнерское общение, поиск и исправление ошибок, ведение дискуссии и отстаивание своей точки зрения, поиск компромисса, интервьюирование
Менеджерские	Проектирование процесса планирования деятельности, времени и ресурсов, принятие решений и прогнозирование их последствий
Презентационные	Монологическая речь, артистические способности, средства наглядности, ответы на незапланированные вопросы

Очевидно, что такой подход к реализации проекта, требует консультанта и наставника, в роли которых для школьников могут выступить студенты и сотрудники кафедр вуза. В табл. 2 представлены обобщенные этапы выполнения любого проекта [9].

Таблица 2

Этапы выполнения проекта

Этапы проекта	Задачи и основное содержание проекта	Роль наставника
Знакомство с проблемой	Подготовка проекта: 1. Определение темы, цели и задач проекта. 2. Оценка возможностей	Знакомит со смыслом проектного подхода и мотивирует в постановке целей
Организация деятельности	Планирование работ: 1. Определение источников информации. 2. Определение способов сбора и анализа информации. 3. Определение способа представления результатов. 4. Разделение обязанностей и полномочий в группе	Предлагает идеи, высказывает предположения
Осуществление деятельности	Исследование: 1. Сбор информации, решение промежуточных задач с использованием интервью, опроса, наблюдения. Эксперименты 2. Анализ информации, формулирование выводов.	Наблюдает, советует, косвенно руководит деятельностью
Презентация результатов	Представление результатов или формирование отчета. Оценки результатов процесса в целом.	Оценивает усилия каждого члена творческой группы, качество исполнения работ

Для групповой работы в школе возможно объединение в один интегрированный проект материала различных учебных дисциплин в соответствии с профилем кафедры «Техносферная безопасность». Сегодня в МБОУ ЭМЛИ № 29 г. Ижевска развитие учащихся осуществляется в рамках целостной модели развивающего обучения, когда выполняются групповые проекты, объединяющие несколько учебных дисциплин [10].

На основании накопленного опыта кафедра «Техносферная безопасность» ФГБОУВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» планирует создание «Школы юного эколога», где студенты выступают наставниками проектов учащихся лицея. В предстоящем году планируется участие в проектах «Генеральная уборка», связанного с ликвидацией незаконных свалок, и в акции по сбору вторсырья для последующей переработки «Разделяйка».

Взаимовыгодное сотрудничество в процессе реализации проектов помогает школьникам осознавать необходимость изучения таких школьных дисциплин как ОБЖ, химия, физика, математика, а студентам дает возможность получения педагогического опыта. Первый опыт сотрудничества кафедры и лицея оказался успешным, Перминова Елизавета получила диплом лауреата за лучшую детскую роль в фильме «У пластика в плену» в рамках конкурса любительских видеофильмов «Наш Дом – Земля» [11]. В настоящее время разрабатывается экологический квест, экологическая экскурсия и создаются новые проектные группы. Реализации совместных проектов позволит заинтересовать школьников к получению образования по направлению «Техносферная безопасность» и, как следствие, повысит качество профориентационной работы.

Список использованной литературы

1. Миссия, стратегические приоритеты, цели и задачи развития системы образования: Монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2012. – 184 с.
2. <http://www.molych.ru/raznoe/formirovanie-professionalnyh-kompetentsij-kak-psihologo-pedagogicheskaja-problema.html>
3. Столбова И.Д. Прагматизм как лейтмотив отношений. Формирование компетентностной модели выпускника с учетом требований регионального рынка труда (на основе исследовательских материалов Пермского государственного технического университета) // Аккредитация в образовании. 2008. №27. С. 58-61.
4. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2001.
5. Перминова, О. М. Инновационно-образовательный потенциал личности - основа формирования трудового потенциала региона // Вестник ИжГТУ. – 2009. – № 3. – С. 101–103
6. Ефимова И.Ю. Анализ сфер занятости выпускников it-специальностей вуза и проблемы их трудоустройства// Современные проблемы науки и образования: материалы внутривуз. науч. конф. преподавателей МаГУ. – Магнитогорск: МаГУ, 2012. – 290 с. С. 222-224
7. Титова С.В. Эффективный метод профориентационной деятельности вуза// Мир современной науки. 2011. – № 6. – С. 3–18.
8. Сергеев И.С. Как организовать проектную деятельность учащихся: Практическое пособие для работников общеобразовательных учреждений. - М.: Аркти, 2004
9. Анисимова Т.Ю., Перминова Е.А. Проектная деятельность как условие формирования творческих способностей учащихся //Математические модели и информационные технологии в организации производства: период. науч.-практ. журнал. – 2017. – № 1. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2017. – С.86–88
10. <http://www.izh.ru/i/info/15424.html> (Дата обращения 25.09.2017)
11. https://vk.com/udm_rdnt?w=wall-8397663_3667 (Дата обращения 27.09.2017)

УДК 331.45, 369.04, 369.2

СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА)

**Суменкова Л.А., кандидат географических наук, научный сотрудник
Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН**

Рассмотрено социальное страхование как элемент техносферной безопасности на производстве. Представлена динамика основных показателей по производственным рискам в работе Фонда социального страхования Байкальского региона.

Ключевые слова: социальное страхование.

SOCIAL INSURANCE AS AN ELEMENT OF TECHNOSPHERIC SAFETY (ON THE EXAMPLE OF THE BAIKAL REGION)

**Sumenkova L.A., Ph. D in Geography, researcher
V. B. Sochava Institute of Geography**

Social insurance is considered as an element of technospheric safety in production. The dynamics of the main indicators of industrial risks in the work of the Social Insurance Fund of the Baikal region is presented.

Keywords: social insurance.

Социальное страхование на производстве входит в систему общего экологического страхования и включает в себя личное страхование граждан: страхование жизни и здоровья работников организаций (предприятий, учреждений), относящихся к категории источников повышенной опасности, или граждан, находящихся на территории, потенциально подверженной влиянию источников повышенной опасности. Поэтому основной задачей страхования на производстве является обеспечение безопасности населения (работников) и его следует рассматривать как элемент техносферной безопасности.

Отдельно можно выделить риски связанные с трудовой и профессиональной деятельностью человека. Именно они рассматриваются в качестве социальных угроз, так как в современных рыночных условиях большинству населения, чтобы обеспечить себя средствами к жизни, требуются два условия: способность к труду и возможность трудоустройства. В группе риска – экономически активная часть населения в трудоспособном возрасте (в том числе лица, уволенные из Вооруженных сил, безработные и незанятые граждане, беженцы и вынужденные переселенцы в трудоспособном возрасте). На данную группу в Байкальском регионе приходится более половины всего населения (57 %) [1-2], что сразу же ставит вопрос техносферной безопасности на производстве актуальным и требующий детального рассмотрения.

По данным Росстата на территории Байкальского региона численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более с каждым годом уменьшается (рис. 1).

Так, например, в регионе за 12 летний период число пострадавших на производстве сократилось более чем в 2 раза (с 2000 человек в 2005 г. до 964 человек в 2016 г.). При этом следует отметить, что доля числа пострадавших на производстве со смертельным исходом за исследуемый период также сократилась более чем в 2 раза и на 2016 г. имеет значение около 60 человек (рис. 2).

Таким образом, на каждые 100 тыс. работающих на различных производствах Байкальского региона число пострадавших составляет 27 человек, что превышает общероссийский показатель на 3 человека (2016 г.). Больше число пострадавших на 2016 г. отмечается в Иркутской области (29 чел.), затем в Республике Бурятия (27 чел.) и замыкает рейтинг Забайкальский край (23 чел.) [1-3].

Обеспечением техносферной безопасности на производстве с одной стороны выступает сам работодатель, а с другой – Фонд социального страхования (ФСС). В настоящее время действующим законодательством предусмотрено 2 вида страховых взносов, уплачиваемых юридическими и физическими лицами в рамках обязательного социального страхования [4-6]:

– страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – обязательные платежи по обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, рассчитанные исходя из страхового тарифа, скидки (надбавки) к страховому тарифу, который страхователь обязан внести страховщику – ФСС;

– страховые взносы на социальное страхование работников на случай временной нетрудоспособности, уплачиваемые отдельными категориями работодателей добровольно в соответствии с Федеральным законом от 31.12.2002 № 190-ФЗ «Об обеспечении пособиями по обязательному социальному страхованию граждан, работающих в организациях и у индивидуальных предпринимателей, применяющих специальные налоговые режимы, и некоторых других категорий граждан».

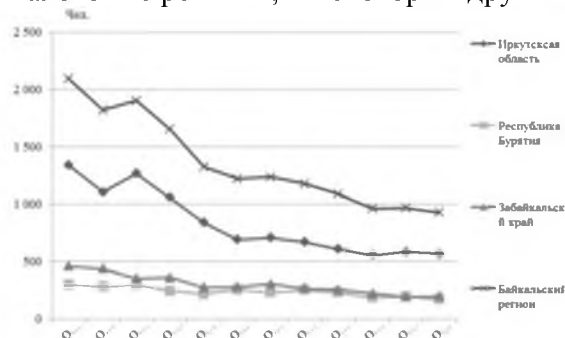


Рис. 1. Динамика численности при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более

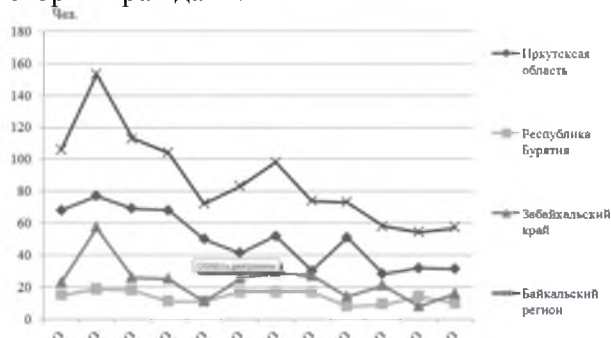


Рис. 2. Динамика численности пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом

Поступление средств в бюджет ФСС Байкальского региона ведется по нескольким направлениям социального страхования и имеет положительную динамику (рис. 3).

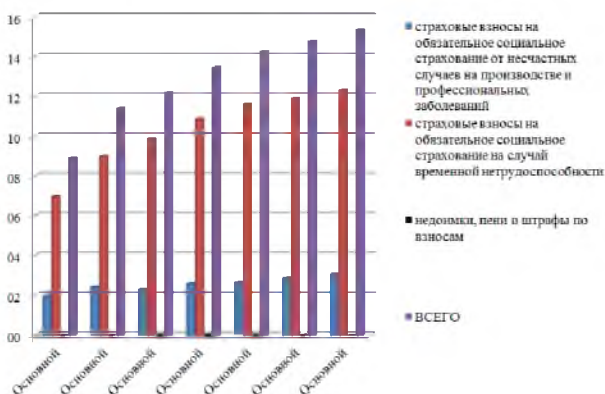


Рис. 3. Динамика поступивших средств в бюджет ФСС Байкальского региона (по обязательному социальному страхованию, млрд руб.)

Как видно из диаграммы, сумма денежных взносов от работодателей Байкальского региона увеличилась почти вдвое и на 2016 г. составила более 15 млрд руб. В структуре бюджета ФСС Байкальского региона основной статьей дохода является страхование на случай временной нетрудоспособности (80 %). Страховые взносы от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний наполняют доходную часть почти на 20 %. Наибольшие денежные вливания наблюдаются от производств Иркутской области.

Денежные средства ФСС по обязательному социальному страхованию работников расходуются по их целевому назначению и обеспечивают техносферную безопасность на производстве. За 2016 г. отделениями социальной защиты Байкальского региона на указанные расходы из Фонда было выделено более 623 млн руб. На 2010 г. сум-

ма была значительно меньше и исчислялась в размере 295 млн руб. Ежегодный прирост финансирования увеличивается на 10 % [1-2]. В структуре израсходованных средств ФСС динамика выплаченного пособия по временной нетрудоспособности и профессиональных заболеваний вполне закономерна и имеет тенденцию к понижению. Если в 2010 г. ФСС Байкальского региона было выплачено пострадавшим около 80 млн руб., то в 2016 г. сумма выплат составила уже 65 млн руб. Следовательно расходы по данному пособию сократились на 18 % [1]. Также, существенной статьёй расходов ФСС является выделение средств на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию пострадавших, обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Таким образом, система социального страхования на производстве Байкальского региона выступает механизмом, обеспечивающим реализацию экономической, экологической и социальной безопасности населения и является одним из элементов техносферной безопасности.

Список использованной литературы

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://www.gks.ru>.
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fedstat.ru>.
3. Федеральная служба по труду и занятости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.rostrud.ru>.
4. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» // Российская газета. № 153–154. 12.08.1998.
5. Федеральный закон от 27.11.2001 № 155-ФЗ «О дополнительном социальном обеспечении членов летных экипажей воздушных судов гражданской авиации» // Российская газета. № 235. 30.11.2001.
6. Федеральный закон от 15.12.2001 № 167-ФЗ «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации» // Российская газета. № 247. 20.12.2001.

УДК 551.3

АНТРОПОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОЦЕНКА ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ

**Федорский М.С., аспирант геолого-географического факультета
Шаврин И.А., аспирант геолого-географического факультета
УО «Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь**

Рассмотрены геологические процессы как фактор геоэкологического риска. Дана классификация антропогенных (техногенных) геологических процессов. Приведены примеры геологических опасностей. Предложена схема оценки геологического риска для природно-технических систем.

Ключевые слова: геологические процессы.

GEOLOGICAL DANGERS AND CONDITION OF NATURAL-TECHNICAL SYSTEMS

**Fedorsky M.S., Post-Graduated geology-geographic faculty
Shavrin I.A., Post-Graduated geology-geographic faculty
F. Skorina Gomel State University, (Gomel, Belarus)**

Geological processes as risk factor of natural-technical systems are considered. Classification of anthropogenic (technogenic) geological processes is given. Examples of geological dangers are resulted. The scheme of an estimation of geological risk for natural-technical systems is offered.

Key words: geological processes.

Геологические процессы – это важный фактор, влияющий на жизнедеятельность людей, на состояние окружающей среды, на биосферу в целом. Технический прогресс приводит к постоянному усложнению технических систем, росту их энергонасыщенности и соответственно увеличению возможного ущерба при авариях, вызванных геологическими процессами [1,2,3,4].

Для оценки риска геологических процессов необходимо проведение анализа каждого в отдельности типа геологического процесса и факторов, формирующих их образование. Алгоритм выполнения интегральной оценки геологического риска основывается на системном подходе к изучению каждого типа геологического процесса, в том числе территории, подверженной проявлению, и элементов экосистем, природно-технических систем и геологической среды как факторов образования геологических процессов. Реализация разработанных методических основ оценки риска геологических процессов позволит оперативно проводить анализ территории на наличие наиболее оптимальных участков для строительства, в отношении безопасности и затрат на защитные мероприятия, направленные на снижение риска активизации геологических процессов. Для разработки методика оценки геологических рисков нужно решить следующие задачи: 1) анализ опыта предыдущих исследований в области геологического риска; 2) определение критерии оценки геологических рисков; 3) составление алгоритма оценки геологического риска модельной территории; 4) разработать методику определения экономических, экологических и других критериев оценки геологического риска; 5) разработать методику составления карт геологического риска. Особым субъектом геологического риска выступают природно-технические системы (ПТС).

По опасности последствий и величине ущерба геологические процессы делят на три группы: 1) катастрофические; 2) опасные; 3) неблагоприятные. *Катастрофические геологические процессы* – это процессы, которые вызывают разрушение природно-технических систем, представляют непосредственную угрозу для жизни человека. *Опасные геологические процессы* – это процессы, которые нарушают нормальное функционирование природно-технических систем, могут вызывать их аварии, которые в свою очередь, негативно влияют на человека. *Неблагоприятные геологические процессы* – это процессы, которые не представляют непосредственной угрозы для жизни и здоровья человека, но осложняют функционированием природно-технических систем. При этом геологические процессы могут быть как природными, так и техногенными [1,4,5,6]. Техногенные геологические процессы по отношению к данной ПТС могут быть внешними и внутренними. Последние возникают в зоне влияния этой ПТС и прямо или косвенно обусловлены ее функционированием.

Геологические процессы, связанные с деятельностью человека (техногенные или антропогенные) можно классифицировать следующим образом [7,8]:

1. Антропогенный литогенез;
2. Геотермические процессы и явления;
3. Гидролитогенные процессы и явления, вызванные изменением подземной гидросферы;
4. Процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния массива грунтов;
5. Гидрогенные процессы и явления, вызванные изменением поверхностной гидросферы;

Опасность конкретного геологического процесса обусловлена его экологическими последствиями [6]. Типичными экологическими последствиями этих процессов могут быть: загрязнение воздушного бассейна; загрязнение поверхностных вод; нарушение (разрушение) почвенного покрова; снижение плодородия почв; нарушение растительного покрова; повреждение транспортных коммуникаций, трубопровод; аварии газо- и нефтепроводов, вызывающие загрязнение окружающей среды; аварии хранилищ токсичных веществ, вызывающие загрязнение окружающей среды; нарушение устойчивости фундаментов зданий и сооружений; повреждение зданий и сооружений; ухудшение санитарно-гигиенических условий в помещениях; ухудшение качества окружающей среды; нанесение вреда здоровью человеческого населения.

Объектами воздействия геологических процессов являются население, окружающая человека среда, технические системы, природные экосистемы. Оценка поражающего действия производится по таким параметрам: число пострадавших людей; продолжительность поражающего воздействия; площадь зоны поражения; затраты на проведение аварийно-спасательных работ; экономический ущерб; число разрушенных, поврежденных объектов, степень их повреждения; продолжительность восстановительного периода; площадь земель, частично или полностью исключенных из сельскохозяйственного оборота; продолжительность периода восстановления сельскохозяйственных угодий; величина погибшего урожая, численность погибших домашних животных; площадь уничтоженных, пострадавших лесных массивов; площадь загрязнения опасными веществами почв, грунтов, подземных, поверхностных вод; продолжительность периода (само)очищения загрязненных почв, грунтов, подземных, поверхностных вод; продолжительность периода рекультивации загрязненных участков [6].

Указанные процессы возникают в определенных природно-технических системах в зависимости от условий геологической среды. Например, суффозия и суффозионные провалы могут возникнуть на промплощадке металлургического завода под воздействием утечек из водопроводов. Кастовые воронки и провалы на территории полигона отходов – за счет миграции в водоносные горизонты химически агрессивных стоков. Термокарст на городской территории – за счет теплового воздействия от нагретых объектов – печей, труб горячего водоснабжения и т. д. Для каждого типа природно-технических систем характерен определенный набор геологических процессов, которые способны вызвать их аварии: трубопроводные ПТС – карст, термокарст, суффозия; автотранспортные ПТС – оползни, карст, суффозия; гидротехнические ПТС – землетрясения и т. д. В качестве примера рассмотрим геологические процессы, фиксирующиеся в пределах городской ПТС (жилая застройка на техногенных грунтах, 3-5 м мощностью).

В табл. 1 указаны наиболее вероятные для городской ПТС экологические последствия, которые могут быть вызваны антропогенными геологическими процессами. Так, например, потенциальными экологическими последствиями потопления и заболачивания являются деформации оснований и фундаментов зданий, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений. Негативное последствие суффозионных процессов – повреждение полотна дорог, провалы асфальта.

Таблица 1

**Антропогенные геологические процессы и их экологические последствия
в пределах городской ПТС (микрорайон «Мельников Луг» г. Гомеля)**

Процесс	Экологические последствия
Водная эрозия	Нарушение устойчивости фундаментов, разрушение почв
Гравитационные процессы	Повреждение полотна дорог
Подтопление и заболачивание	Деформация оснований и фундаментов сооружений, нарушение функционирования наземных и подземных коммуникаций, ухудшение санитарного состояния помещений
Осушение, понижение грунтовых вод	Снижение водности и эвтрофикация прудов и каналов
Засоление	Накопление токсичных солей в почвогрунтах
Эоловые процессы	Загрязнение воздушного бассейна пылью, рост запыленности воздуха
Суффозия, суффозионные процессы	Повреждение полотна дорог

Геологические процессы могут в значительной степени влиять на состояние ПТС, вызывая изменения рельефа, изменение гидрологического и гидрогеологического режима, трансформируя геофизические и геохимические поля, нарушая почвенный и растительный покровы. Аварии ПТС, вызванные геологическими процессами, могут приводить к химическому и радиоактивному загрязнению компонентов окружающей среды. Например, землетрясение ведет к разрушению плотины шламохранилища ток-

сичных отходов химического комбината, что в свою очередь вызывает загрязнение солями территорий, расположенных ниже в рельефе.

При оценке геологического риска для ПТС предусматривается:

- изучение природной ситуации (свойства геологической среды, рельеф, климат);
- идентификация геологических опасностей, в том числе инвентаризация экзогенных и эндогенных геологических процессов;
- оценка уровня геологических опасностей;
- идентификация объектов-реципиентов геологического риска (техническая подсистема, ее отдельные компоненты и элементы, процессы функционирования, люди);
- оценка уязвимости объектов-реципиентов геологического риска (уязвимость при нормальном функционировании ПТС, уязвимость при аварийных ситуациях);
- оценка геологического риска, включая анализ и количественную оценку риска;
- обработка геологического риска и прогнозирование ущерба.

Список использованной литературы

1. Рагозин А.Л. Общие положения оценки и управления риском // Геоэкология. – 1999. – № 5. – С. 417–429.
2. Дзекцер Е.С. Геологическая опасность и риск // Инженерная геология. – 1992. – № 6. – С. 3–10.
3. Шеко А.И., Круподеров В.С. Оценка опасности и риска экзогенных геологических процессов // Геоэкология. – 1994. – № 3. – С. 11–21.
4. Экологические функции литосферы / под ред. В.Т. Трофимова. – М. : МГУ, 2000. – 432 с.
5. Опасные экзогенные процессы / под ред. Осипова В.И. – М. : ГЕОС, 1999. – 290 с.
6. Гусев А.П. Геоэкология: геоэкологические аспекты неблагоприятных и опасных природных и антропогенных процессов и явлений: практическое руководство. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – 46 с.
7. Котлов Ф.В. Антропогенные геологические процессы и явления на территории города / Ф.В. Котлов. – М. : Наука, 1977. – 165 с.
8. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф.В. Котлов. – М. : Недра, 1978. – 261 с.

УДК 37.02; 371

ПОТЕНЦИАЛ АКТИВНЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Филичев С.А., аспирант,

Лукашевич О. Д., д-р техн. наук, профессор

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Рассмотрены возможности использования некоторых активных форм обучения для системно-методического обеспечения при обучении экологии студентов. Показан успешный опыт применения дискуссионного и задачного методов (технологии дебатов и решения творческих «зеленых» задач) для организации педагогического взаимодействия студента и преподавателя.

Ключевые слова: обучение.

POTENTIAL OF ACTIVE TRAINING FORMS IN ENVIRONMENTAL TRAINING OF STUDENTS OF ENGINEERING AND TECHNICAL DIRECTIONS

Filichev S.A., graduate student

Lukashevich O.D., D. Sc., prof

Tomsk state university of architecture and building

The article describes application of active teaching methods to environmental training of students. Successful experience of using discussion and task methods (including technology of debate and solving creative «green» problems) for the organization of pedagogical interaction between the student and the teacher is shown.

Key words: training.

Инженерные (технические) вузы занимают особое место среди образовательных учреждений, в которых осуществляется процесс непрерывного экологического образования и воспитания. С одной стороны, в вуз приходят выпускники школ или средних профессиональных образовательных учреждений, которые должны были уже получить некоторые компетенции (в том числе – с экологической составляющей). С другой – первокурсники обладают значительно различающимся уровнем экологического сознания (приобретенными ранее экологическими знаниями, ценностным отношением к окружающей природной среде и т. д.). Кроме того, для неэкологических направлений подготовки технических вузов в государственных образовательных стандартах не обозначена экологическая компетенция ни как результат обучения, ни в качестве компоненты иных компетенций. В этих условиях преподаватель технического вуза поставлен в условия творческого поиска. В то же время при формировании общекультурных и профессиональных компетенций студентов инженерных вузов зачастую недостаточно внимания уделяется экологическим аспектам проектирования и эксплуатации техники, воспитанию эколого-центрической системы ценностей личности. Практикумы по экологии чаще всего сводятся к объемным математическим расчетам (загрязненных площадей, сравнению с ПДК и ПДУ выявленных концентраций токсичных веществ и уровней негативных воздействий, оценке штрафов и т. п.) или освоению методик химического анализа проб воды, почвы, продуктов растениеводства или других объектов. Все это приводит к тому, что выпускник инженерного вуза, получивший некоторую сумму экологических знаний, не ориентирован на их применение на практике, не осознает себя как часть биосферы и техносферы.

Актуальна задача поиска новых средств экологической подготовки в инженерных вузах (педагогических технологий, методов обучения, дидактического обеспечения и др.). Повышение качества экологического образования возможно на основе системного подхода, применение которого рассматривается двояко: преподавание экологии как системной дисциплины и построение системной деятельности участников образовательного процесса. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. в своих работах указывают на важность системно-методического обеспечения учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов [1], и мы разделяем их точку зрения.

Рассмотрим подход к решению проблемы, предпринятый авторами при обучении экологии студентов Томского государственного архитектурно-строительного университета.

Экологическое образование и воспитание (ЭОВ) неразрывно связано с формированием целого ряда общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС высшего образования третьего поколения. При этом достичь положительного результата невозможно без использования активных форм обучения. Их доля должна составлять не менее 40% учебного времени. Именно благодаря активным формам обучения и при рассмотрении с их помощью актуальных экологических проблем можно сформировать ценностные ориентации мировоззренческого уровня, отражающие единство и ценность природы, ориентации нормативно-правового уровня. Одна из важнейших задач технического вуза – привить умения и навыки практического использования достижений науки для рационального природопользования и адаптации человека к окружающей среде. Это также невозможно сделать без активной практической деятельности студента, в процессе которой развиваются творческие способности личности, осознается потребность в экологических знаниях, экологическом образовании, формируется ответственное отношение к природе и готовность к активным действиям по ее охране, восстановлению, по ресурсосбережению на основе экологических знаний.

Изучение курса экологии предполагает рассмотрение теоретического материала как в ходе лекционного изложения, так и на практических занятиях, а также при самостоятельном изучении, общий объем учебного времени – 108 часов.

На лекционных занятиях широко используются методы обучения, направленные на развитие у студентов творческих способностей и самостоятельности. Вопросы проблемного содержания выносятся на обсуждение студентов. Дискуссия на лекции или практическом занятии, организованная преподавателем, дает возможность студентам высказывать и отстаивать свои точки зрения по обозначенной проблеме. Преподаватель направляет общий ход дискуссии, корректирует высказывания студентов, стимулирует выдвижение разных гипотез, существующих в науке по обсуждаемой проблеме. Важнейший элемент учебного занятия – наглядность обеспечивается демонстрацией рисунков, фотографий, графиков, схем.

Самостоятельная работа по курсу выполняется в форме творческой работы студента по выбранной теме. Широкое использование студентами различных источников информации: учебников, специальной литературы, материалов периодической печати, ресурсов Интернет способствует формированию целого ряда важных компетенций.

В соответствии с рабочей программой дисциплины, к очередному практическому занятию студенты готовят задания по своей теме, соответствующей материалу изучаемого модуля. Студент должен уметь в устной форме сообщить о результатах проделанной самостоятельной работы и предоставить письменный отчет.

При написании эссе, рефератов обязательным является самостоятельность, использование не менее трех источников, оформление списка использованной литературы. Часть источников информации для выполнения самостоятельной работы преподаватель указывает в списке рекомендуемой литературы. Однако другую часть студент должен найти лично, т. к. одна из задач обучения – научить студента ориентироваться в потоке информации, находить необходимые сведения в ресурсах Интернет и в печатных изданиях, анализировать и обобщать их содержание.

В вузе первокурсник сталкивается с тем, что количество времени, отведенного на самостоятельную работу (СРС), значительно превышает таковое в средней школе. Чтобы помочь студентам адаптироваться к новым условиям работы, к каждому модулю разрабатываются вопросы проблемного характера. Поиск ответов на них придает СРС целенаправленный характер, способствует повышению заинтересованности и активности студентов.

В процессе СРС под руководством преподавателя студент приобретает навыки построения графиков, схем и учится применять другие способы придания наглядности полученным результатам; осваивает приемы работы со статистическими материалами; развивает коммуникативные способности.

При выполнении практических работ студентам предлагаются задания, требующие обсуждения в ходе групповой и фронтальной работы. Для облегчения сбора материалов могут быть выполнены групповые сообщения.

Подготовка к практическим занятиям предполагает подготовку сообщений с использованием материалов на электронных носителях, журнальных и газетных статей с новыми фактами об экологических проблемах (как регионального, так и мирового масштаба), а также о положительном опыте их решения. Совместно (преподавателем и студентами) создается банк таких материалов, что позволяет в каждой группе студентов проводить оригинальные занятия с разбором новых ситуаций. Использование баз данных «Актуальные экологические проблемы и их решение» и «Экологическая безопасность в строительстве», «Строительная экология» позволяет проводить занятия на более высоком научно-методическом уровне. На их основе можно составлять кейсы, готовить выступления на занятиях в формате круглых столов, диспутов, дебатов, дискуссий, конференций. Студентам, настроенным на списывание у других, на плагиат из рефератов сети Интернет, необходимо создать такие условия (например, использование

программы «Антиплагиат», публичность, перекрестное рецензирование работ самими студентами), при которых это станет невозможным.

Приведем несколько тем, которые могут стать предметом дискуссий, мозговых штурмов, дебатов:

1. Изменение климата – результат техногенеза или очередной естественно-природный этап в биографии Земли?
2. Чем может закончиться рост антропогенного воздействия на биосферу?
3. Нужно ли объявлять Год экологии в масштабах России?
4. Является ли биоразнообразие главным условием устойчивости биосферы?
5. Принципы устойчивого развития: принцип стабильности экосистем; принцип рационализации деятельности; принцип оптимизации потребностей; принцип равенства использования ресурсов. Являются ли они утопическими или реалистичными?
6. В чем современное значение идеи В.И. Вернадского о ноосфере?

Поскольку вследствие реформирования системы общего образования значительная часть учебного времени в старших классах средней школы отводится на подготовку к ЕГЭ, вузы сталкиваются с недостаточной сформированностью интеллектуальных операций, слабым развитием творческих способностей первокурсников. Для преодоления этих трудностей разработано пособие [2], направленное на освоение студентами методов технического творчества. На примере решения экологических проблем разного уровня во время практических занятий по общей экологии и при внеаудиторной самостоятельной работе будущие бакалавры узнают, что такое анализ, синтез, противоречие как источник развития, знакомятся с примерами разрешения противоречий при разработке эко-защитной техники и технологий

Готовится комплект ФГОС ВО четвертого поколения. В нем предусмотрены универсальные компетенции. Представляется, что их формирование будет эффективным именно в результате использования активных форм экологического образования.

Список использованной литературы

1. Беспалько В.П., Татур Ю.Г. Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов. – М. : Высшая школа, 1989. – 144 с.
2. Филичев С.А, Лукашевич О.Д. Экологи изобретают. Решение экологических задач методами технического творчества. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2010. – 119 с.

О ПРОБЛЕМЕ САМООЧИЩЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

Багаева О.И., Рогов В.А., Калиманова Л.С.

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф.Решетнева*

Атмосфера обладает способностью к самоочищению, однако в современных условиях возможности природных процессов самоочищения атмосферы серьезно подорваны, поскольку развитие крупных городов оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду, и в первую очередь на атмосферный воздух. А требования к качеству воздушной среды отличаются от экологических требований к другим компонентам биосферы.

В г. Красноярске проводился мониторинг состояния природных и селитебных экосистем, в зависимости от плотности потока электромагнитной энергии (рис.1) [1-3].

В селитебных зонах административных районов г. Красноярска максимальные значения ППЭ наблюдаются на высоте 15 и 30 м от уровня земли в центре города (ул. Ленина, просп. Мира), а также на центральных магистралях (просп. Metallургов, Красноярский рабочий, ул. Копылова и др.) других административных районов города.

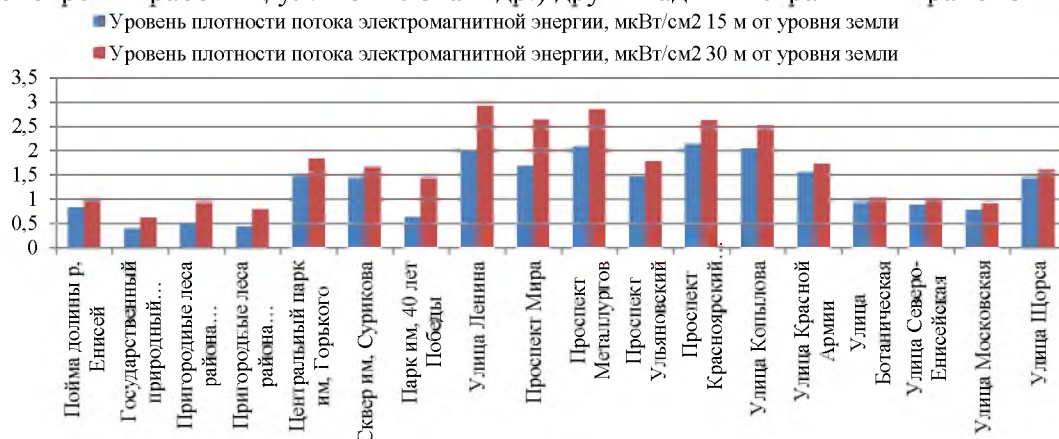


Рис. 1 Состояние уровня ППЭ природных и селитебных экосистем г. Красноярска

В других селитебных зонах административных районов г. Красноярска наблюдается снижения уровня ППЭ в два и более раза, а уровень положительных аэроионов в воздухе может достигать 2000 на 1 см³ [4].

Искусственно созданные скверы и парки г. Красноярска внутри селитебных зон с повышенным электромагнитным загрязнением, на высотах 15 и 30 м от уровня земли, имеют тоже значительный уровень ППЭ, что является следствием малой площади этих агроландшафтов, и возможным следствием отсутствия в них растений, которые в должной мере выделяют в окружающую среду летучие терпеноиды. Летучие терпеноиды играют важную роль в жизнедеятельности растений и создании фитоорганического фона атмосферы, к которому в течение тысячелетий адаптировался организм человека [5].

Таким образом, предлагается проводить мероприятия по сохранению природных экосистем в городе Красноярске, путем создания зон с воздушной средой близкой к курортным зонам в селитебных ландшафтах за счет высаживания древовидных растений с максимальным выделением терпеноидов совместно с использованием ионно-электронных методов очистки воздушной среды. Это позволит снизить концентрацию положительных ионов в воздухе городской среды путем его самоочищения и, как след-

ствие, повысит концентрацию отрицательных аэроионов, положительно влияющих на всю экосистему в целом.

Список использованной литературы

1. В,М, Слукин Техногенные электромагнитные излучения как фактор экологии населенных пространств, Академический вестник УралНИИпроект РААСН №4, 2010, с, 120-124,
2. В, А, Рогов Влияние отрицательных ионов и летучих терпеноидов на очистку воздушной среды производственных помещений деревообрабатывающих предприятий, Монография М, Изд-во Моск, гос, ун-та леса 2002, 222 с,
3. Оценка влияния электромагнитного излучения на природные и селитебные экосистемы// Н,В, Цугленок, Г,А, Демиденко, Н,В, Фомина и др, Вестник КрасГАУ, 2014, №6 с, 170-175
4. Оздоровление городской воздушной среды летучими выделениями сосны, / Л,В, Ставникова, А,В, Рогов, В,А, Рогов и др, // Вестник КрасГАУ, 2011, №8 с, 145-148
5. Степень Р,А, Экологическая и ресурсная значимость летучих терпеноидов сосняков средней Сибири, Химия растительного сырья //АлтГУ(Барнаул), 1999, № 2, с, 125–129.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С ХИМИЧЕСКИ-АКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Щипунова Д.П., аспирант программы «Промышленная теплоэнергетика»

Кулагина Т.А., д-р техн. наук, профессор

Сибирский федеральный университет Политехнический институт

Проблема накопления отходов становится все более значимой в условиях производства и использования огромного числа химических веществ. За последние пару лет нормативные акты в области обращения с отходами претерпевают постоянные изменения, уже в 2017 году были приняты новые, более жесткие, методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение [1].

В работе рассмотрена возможность применения в цементных растворах в качестве добавки пеностекла, полученного из стеклобоя. Для исследований было выбрано Сузунское нефтяное месторождение расположенное в Красноярском крае России. Показатели качества тампонажной смеси для данного месторождения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Критерии раствора

Критерий	Показатель	Размерность
Плотность раствора	1500	кг/м ³
Циркуляционная температура	18	с ⁰
Статическая температура	12	с ⁰
Давление на забое	26	МПа
Начальное давление	0.1	МПа
Тип работы	Эксплуатационная колонна	-
Пластическая вязкость	<200	сР
Время загустевания	6:30	ч:м
Прочность на сжатие	>14	Мпа за 24 часа
Водоотделение	<120	мл
Водоотдача	0	мл
Время выхода на режим	30	мин

Основная идея данного растворов это соотношение размера частиц друг к другу: большие частицы (микросферы), средние частицы(цемент), мелкие частицы (зола уноса). Преимущество в том, что, из-за разности размеров заполняются пустоты между частицами, тем самым делая меньше пространства для воды и усиливается трение между ними.

Были рассчитаны три бленда в таблице 2, чтобы показать, чем можно заменить дорогие импортные добавки на экономически выгодные, химически активные отходы

производства. Они полностью должны отвечать требованиям тампонажных растворов, а так же экологическим требованиям месторождений.

Таблица 2

Состав цементных растворов

Используемый	Исследуемый	Стандартный
Цемент G	Цемент G	Цемент G
Микросферы	Пеностекло	B436
B436	B436	HEC
HEC	HEC	

Перед испытаниями замешивание растворов происходило в миксере с постоянной скоростью (Chandler Engineering модель 3260), обеспечивающем все необходимые функции для затворения цементного раствора в соответствии со стандартом API [2]. Бленды с микросферами (для используемого и исследуемого бленда) требуют определенный режим замеса, потому что на большой скорости микросферы ломаются и теряют свои нужные свойства. После взвешивания добавок всё перемешивается, затем забрасывается по стандарту API.

Реологические свойства растворов практически идентичны, что позволяет сравнивать в дальнейшем динамическое напряжение сдвига и пластическую вязкость растворов рисунок 1.

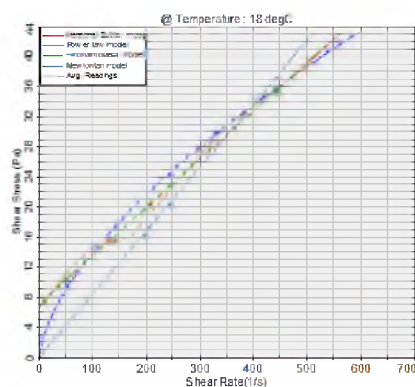


Рис. 1. Реологические модели после кондиционирования исследуемого раствора

Испытания цемента на сжатие необходимо по ряду причин: для установления прочности по программе качества цементного завода, определение прочности в соответствии с руководящими документами, обеспечение контроля требуемой прочности для применения в скважинных работах, и тестов качества для присвоения монограммы API произведенного цемента.

Таблица 3

Реологические свойства растворов

Скорость, г/м	Стандартный раствор, Па	Используемый раствор, Па	Исследуемый раствор, Па
300	82,0	82,0	77,0
100	33,5	37,0	31,3
60	23,5	27,0	29,0
30	15,0	18,5	22,0
3	6,0	8,0	13,0
Пластическая вязкость, сП	72,75	67,5	68,55
Динамическое напряжение, Па	9,25	14,5	8,45

После тестирования было видно, что исследуемый раствор набрал меньше прочности, чем используемый, это могло означать, что пеностекло не распределилось равномерно по раствору что привело к недобору прочностных характеристик. Поэтому был произведен дополнительный тест на целостность частиц.

Таблица 4

Результаты испытания на прочность при сжатии

	Стандартный		Используемый		Стандартный	
Площадь куба, см ²	21	25.5	25	25	25	24.5
Прочность, МПа	2	1	6	6	3	3

В два одинаковых цилиндра на 100 мл были насыпаны по 2 грамма пеностекла и 2 грамма микросфер и оставлены на 2 часа.

По истечении времени было видно что микросферы всплыли, а пеностекло осело, что стало показателем трещин в нём. В этом и была проблема прочности на сжатие и могло повлиять еще на какие нибудь характеристики, такая проблема требует дальнейшего рассмотрения.

В результате сравнительного анализа можно сказать, что, исследуемый раствор обладает хорошими характеристиками и незначительно уступает используемому раствору по результатам тестов, однако он показал недостаточную прочность на сжатие. Это обусловлено тем, что в используемом бленде микросферы являются полыми и полностью герметичными, что исключает просачивание внутрь воды. В исследуемом растворе гранулированное пеностекло, которое так же как и микросферы полое, обладает микротрещинами. В эти микротрещины проникает вода, в результате чего частицы не могут равномерно распределиться по раствору, что и приводит к снижению прочности на сжатие.

Таким образом, из результатов исследования видно, что исследуемый раствор обладает потенциалом для применения его при строительстве скважин, но из-за пониженного значения прочности на сжатие применение его на сегодняшний момент недопустимо. Для решения данной проблемы необходимо провести дополнительные исследования в области получения данного пеностекла: такие трещины могли возникнуть при транспортировке, при просеивании и смешивании раствора. Так же можно попробовать применить пеностекло в более мелкой фракции для других видов растворов, что должно показать приемлемый результат.

Применение отходов производства в тампонировании имеет широкий потенциал для исследования, что в дальнейшем решит сразу несколько проблем: уменьшит количество отходов, сократит затраты на цементировочные работы, а так же решит проблему с импортозамещением

Список использованных источников

1. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: федер. закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
- 2 Specification for Cements and Materials for Well Cementing: ANSI/API SPECIFICATION 10A TWENTY-FOURTH EDITION/ American Petroleum Institut 2010. – 52 с.
3. Матюшенко А.И., Кулагина Т.А., Крючков Г.П., Горбунова Л.Н. Энциклопедия обращения с отходами // Сер. Ресурсосбережение и экологическая безопасность – Москва, 2015. – 472 с.
5. Логвиненко С.В. Цементирование нефтяных и газовых скважин: методическое пособие / Логвиненко С.В. – Москва : 1986. – 28- с.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Бортенёв М.Е., магистрант кафедры безопасности жизнедеятельности

Закирова Р.Р., кандидат с.-х. наук, доцент, научный руководитель

ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II класса опасности, обязаны создать системы управления промышленной безопасностью и обеспечивать их функционирование [1].

Существенные изменения, произошедшие в последние годы в области промышленной безопасности, требуют быстрой перестройки деятельности надзорных органов,

1-3]. Предложено оценивать предприятия по группам риска и в зависимости от группы риска определяется периодичность проверок.

До недавнего времени в Ростехнадзоре оценку состояния защищенности осуществляли на основе показателей аварийности на объектах. Один способ оценки связан с определением ущерба, причиненного аварийными ситуациями и инцидентами. К минусам такого подхода относятся невозможность или трудоемкость определения ряда показателей нанесенного ущерба, а также масштабность производимых вычислений. Ряд специалистов считает, что при оценке состояния промышленной безопасности целесообразнее брать во внимание итоги надзорных и контролирующих мероприятий. В качестве таковых могут быть использованы: количество осуществленных проверок; количество нарушений; скорость реагирования на выявленные нарушения; осуществление мероприятий, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности; дисциплинарные меры к лицам, допустившим нарушения; уровень квалификации сотрудников предприятия и мероприятия в области ее повышения.

Недостатками данного метода является субъективная оценка и ее зависимость от полноты осуществляемых мероприятий. Количественный анализ риска – еще один способ для определения уровня промышленной безопасности. Целесообразность применения данного критерия заключается в его способности более точно характеризовать не только возможность наступления аварийной ситуации, но и оценивать вероятные последствия.

Тем не менее, получить достаточно подробный и достоверный результат оценки риска аварии довольно сложно. Объясняется это отсутствием информации по инцидентам, авариям и отказам. Несмотря на имеющиеся трудности, попытки реализации данного подхода существуют в достаточном количестве. Для этого во внимание берутся два критерия оценки риска: возможность наступления аварии и вероятные последствия, выраженные в денежном эквиваленте. При этом необходимо учитывать определенный подход: чем серьезнее последствия от вероятной аварии, тем больше усилий следует приложить для снижения этой вероятности. Соответственно, чем меньше масштабы вероятной аварийной ситуации, тем меньше затрат и усилий необходимо приложить для снижения вероятности ее наступления. Оценку следует производить относительно конкретного события, а сравнивать полученный результат – с состоянием, которое считается нормальным. Основным минусом такого метода является довольно серьезная вероятность допущения ошибки, даже несмотря на наличие исходных данных для расчетов.

Еще один способ связан с экспертными оценками, основанными на определении показателей различных параметров, оказывающих влияние на состояние промышленной безопасности. Многообразие факторов, оказывающих влияние на уровень защищенности объектов, также зависит от различных показателей: Человеческий фактор зависит от уровня квалификации работников и их психологического состояния. Техническое состояние объекта определяется качеством используемого оборудования и его выработанным ресурсом. Технологические процессы зависят от задаваемых параметров и нормативной документации.

Контроль безопасной деятельности предприятия зависит от качества осуществляемых мероприятий при надзоре и производственном контроле. Внешние влияния характеризуются явлениями природного и погодного характера. Для определения уровня воздействия того или иного показателя на конкретное специализированное предприятие были введены коэффициенты весомости по каждому критерию. За основу определения таких коэффициентов можно применять процентные доли причин наступления аварий, полученные после анализа происходивших негативных проявлений. Окончательную оценку состояния промышленной безопасности предприятия проводят по 5-тибальной системе.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

2. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 №806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ».

3. Постановление Правительства РФ от 26.06.2013 № 536 «Об утверждении требований к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасностью».

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Буслаева Д.Г., Бачинина С.П., Паутова А.Е., Митриковский А.Я.
ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет» г.Тюмень

В почвенном покрове Тюменской области солонцы занимают площадь 323 тысячи гектаров, что составляет 2,1% территории [7].

В настоящее время предлагается много способов улучшения фильтрационной способности солонцов различного типа засоления, это и влияние кислоты, углекислого газа, гипса, но эти приемы имеют ряд недостатков, они энергоемки, а гипс гигроскопичен и быстро слеживается.

Объектами наших исследований являются отходы производства (фосфогипс), карналлит (отход производства магния и титана), а также твердые осадки очистки поверхностных и артезианских вод.

Задачи проведения лабораторных исследований включали следующее:

- Определить фильтрационную способность солонцов различного типа засоления в зависимости от вида мелиоранта-коагулянта;
- Определить оптимальную дозу мелиоранта при которой отмечается самая высокая фильтрационная способность.

Исследования проводили в лабораторных условиях методом «трубок». Трубки наполнялись размельченной почвой массой 40г и определено количество мелиоранта, а затем заливались водой в количестве 100мл, через 12 часов определяли количество фильтрата по вариантам. Дозу мелиоранта вносили с шагом 0,2г. (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 ;1,4; м 1,6; г) на 40г изучаемой почвы.

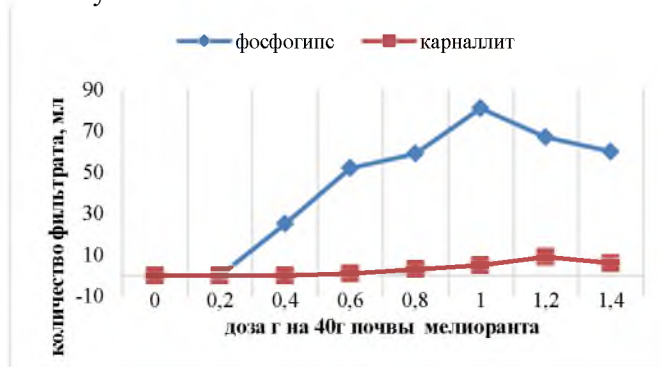


Рис. 1. Влияние доз мелиорантов-коагулянтов фосфогипса и карналлита на фильтрационную способность солонцов сульфатно-содового засоления

Анализ данных (рис.1) указывает, что максимальная фильтрационная способность солонцов сульфатно-содового типа засоления отмечается при внесении фосфогипса в количестве 1,0г на 40г почвы, количество фильтрата при этом составило 81мл на сосуд. При изучении влияние мелиоранта карналлита на фильтрационную способность солонцов. Нами установлено, что данной препарат практически не работает при данном типе засоления, максимальное количество профильтровавшийся воды состоит всего 9мл. При коагулята 1,2г на 40г почвы.

При изучение фосфогипса и карналлита на сосудах нейтрального типа засоления были получены положительные результаты по обоим видам мелиоранта (рис.2)

Анализируя данные *рисунка 2* можно сделать вывод, что максимальная фильтрационная способность нейтральных солонцов при внесении фосфогипса отмечены при дозе 0,8г на 40г почвы, количество фильтрата составило 84мл на сосуд, а при внесении карналлита при дозе 0,6г на 40г почвы, количество фильтрата составило 80 мл.

По многочисленным исследованиям проведенных в РФ, фосфогипс имеет преимущество перед природным гипсом при применении его для мелиорации солонцовых почв и рекультивации загрязненных нефтепродуктами почв [4,5].

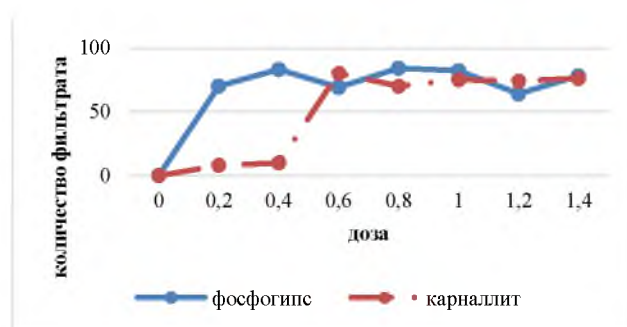


Рис. 2. Влияние доз мелиорантов-коагулянтов фосфогипса и карналлита на фильтрационную способность солонцов нейтрального типа засоления

Карналлит является отходом производства (Mg), в его состав входят незначительные примеси Br, Li, Rb, механические частицы минералов, водные окислы железа.

Химический состав карналлита приведен в таблице 1, химический состав твердого осадка водопроводных очистных сооружений приведен в табл. 2.

Таблица 1

Химический состав карналлита

Химический эксперимент	MgO	MgCl ₂	Cl	NaCl	Ca	Ba O	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃
Содержание, %	36-52	24-32	9-11	1.5-2.0	0.042-0.054	0.002	0.27-0.30	0.4-0.5	0.09-0.11

Анализ данных *таблицы 1* показывает, что основным компонентом карналлита является содержание(Mg).

Таблица 2

Химический состав осадка водопроводных очистных сооружений

Химический элемент	Твердый осадок очистки поверхностных вод	Твердый осадок очистки артезианских вод
Азот аммонийный мг/кг	25	4,08
Калий мг/кг	26	17,87
Натрий мг/кг	24	68,68
Магний мг/кг	18	51,35
Кальций мг/кг	91	275,2
Хлориды мг/кг	167,0	7,07
Сульфаты мг/кг	312,0	769,8
Нитраты мг/кг	187	82,86
Фосфаты мг/кг	-	2,43
РН	6,68	6,78

По данным *таблицы 2* в твердом осадке водопроводных очистных сооружений отмечается повышенное содержание сульфатов.

Анализируя данные *рисунка 3* можно сделать вывод, что при внесении твердых осадков очистки поверхностных и артезианских вод они оказывают положительное влияние на фильтрационную способность солонцов нейтрального типа засоления.

При внесении твердого осадка очистки поверхностных вод отличается максимальная фильтрационная способность при дозе коагулянта 0,6г на 40г нейтральных солонцов количество фильтрата составило 90мл. на сосуд.

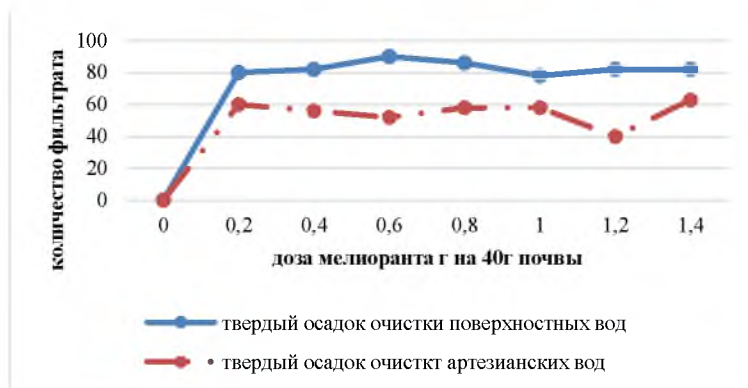


Рис. 3. Влияние твёрдого осадка водопроводных очистных сооружений на фильтрационную способность нейтральных солонцов

Аналогичная зависимость отмечена нами и при внесении твердого осадка очистки артезианских вод, но это влияние на фильтрационную способность нейтральных солонцов было несколько ниже, чем при внесении твердого осадка очистки поверхностных вод. Максимальное количество фильтра при внесении осадка очистки артезианских вод было отмечено при дозе мелиоранта 0,2г на 40г почвы и составило 60мл на сосуд.

Таким образом, экспериментально доказана возможность использования отходов в качестве мелиорантов.

Список использованной литературы

1. Белюченко И.С., Муравьев Е.И. Влияние отходов промышленности и сельскохозяйственного производства на физико-химические свойства почв/Экологический вестник Северного Кавказа, 2009-Т.5-№1-С.84-86.
2. Белюченко И.С., Добрыднєв Е.П., Муравьев Е.И. и др. Использование фосфогипса для рекультивации загрязненных нефтью почв/Тр. Куб. ГАУ, 2008, №3(12) -С.72-77.
3. Байбенов Р.Ф. Шильников И.А., Аканова Н.И. и др./Научно-практические рекомендации по применению фосфогипса нейтрализованного в качестве мелиоранта и серного удобрения- М.: ВНИИА, 2012-42с.
4. Верещагин А.Н. Химическая мелиорация солонцов степной зоны Север Казахстана/Автореф. канд. дисс. – Новосибирск, 1987-19с.
5. Временные МУ по проведению почвенно-мелиоративных изысканий, составлению проектно-сметной документации и мелиорации солонцовых и содово-засоленных орошаемых почв Казахской ССР, Алма-Ата, 1985-84с
6. Добрыднєв Е.П, Локтионов М.Ю. Основные использования агроэкологической эффективности фосфогипса в земледелии Краснодарского края. Ж. Плодородие №1, 2013-С.7-9
7. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области-Тюмень, 1990, с.283
8. Скипин Л.Н. Приемы освоения солонцов в Западной Сибири и параметры симбиотической азот фиксации у бобовых культур- фитомелиорантов/Автореф, д-р дисс.-Тюмень 1998-30с.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Вахрушева Ю.В., магистр программы «Управление техносферной безопасностью»

Волкова А.О., магистр программы «Управление техносферной безопасностью»

Лисина Е.Б., к.т.н, доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашикова

В современных условиях анализ и управление рисками на энергетических предприятиях имеет большое значение для принятия и реализации управленческих решений.

Предприятия и организации электроэнергетической отрасли подвержены всем видам рисков. Рисковые события в электроэнергетике приводят к различным видам потерь не только на самом предприятии, но и на многих предприятиях и организациях других отраслей, и отражаются на жизнедеятельности населения.

Риск в широком смысле — это возможность (опасность) появления обстоятельств, обуславливающих неуверенность или невозможность получения ожидаемых результатов. Согласно ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007, риск – это сочетание вероятности того, что опасное событие произойдет или воздействие будет иметь место, и тяжести травмы или ухудшения состояния, которые могут быть вызваны этим событием или воздействием [1].

Для организации работы по идентификации опасностей Соответствующими распорядительными документами руководителя предприятия формируются рабочие группы [2].

В состав рабочей группы могут входить руководители подразделений, специалисты, и рабочие.

Для идентификации опасностей в каждом производственном процессе выделяются операции, при необходимости - подоперации (работы). Они включают:

- стандартную деятельность (основные производственные операции, выполняемые в производственном процессе);
- вспомогательную деятельность (виды деятельности для поддержания основных производственных операций);
- деятельность при возникновении аварийных ситуаций;
- использование оборудования, материалов, предоставленных самой организацией или другими организациями;
- взаимодействие с подрядными организациями, проводящими работы на объектах электроэнергетики;
- изменения или предлагаемые изменения в организации;
- проектирование рабочих мест, процессов, установок, механизмов или оборудования, операционные процедуры и организацию работы.

На предприятии энергетической отрасли должен быть составлен «Перечень основных процессов и операций (видов работ)», при выполнении которых возможно воздействие на здоровье сотрудников. Базовые перечни вредных и опасных производственных факторов для рабочих мест содержатся в стандартах ССБТ по видам работ и инструкциях по охране труда.

Также должен быть составлен «Перечень основных опасностей в области охраны труда» [3].

В соответствии с данным перечнем рабочая группа определяет опасности для каждой операции, подоперации в производственном процессе в нормальных условиях и при возникновении аварийных ситуаций.

Идентификация опасностей, возникающих при проведении операций, проводится с учетом:

- состояния оборудования, машин, механизмов, в том числе используемых подрядными организациями;
- характеристик закупаемых материалов (стандарты, технические условия на материалы, сертификаты соответствия, паспорта безопасности);
- статистики по профессиональным заболеваниям, травматизму, несчастным случаям, аварийности и т.п.;
- данных специальной оценки условий труда;
- поведения людей, их возможностей и других человеческих факторов;
- опасностей, выявленных вне зоны выполнения работ, способных неблагоприятно повлиять на здоровье и безопасность персонала, находящегося на месте выполнения работ;
- опасностей, возникающих в непосредственной близости от рабочего места в результате выполнения деятельности организации;

- применяемых законодательных и других требований, а также обязательств перед заинтересованными сторонами.

Информирование персонала подрядных организаций и посетителей об опасностях и рисках происходит посредством проведения инструктажей.

Для каждой опасности оцениваются:

Вероятность возникновения опасного события, которая зависит от следующих параметров рабочего места и характеристик персонала:

- частота и продолжительность воздействия опасности,
- состояние условий труда на рабочем месте,
- степень защиты работника от опасности,
- компетентность персонала,
- соблюдение законодательных и нормативных требований.

Меры управления рисками определяются с учетом результатов оценки рисков в области производственной безопасности, а также данных по их актуализации.

Значимые риски обязательны для управления и являются основой для определения наиболее перспективных направлений деятельности энергетических предприятий в области организации производственной безопасности, учитываются при постановке целей и задач, разработке новых или измененных видов деятельности, продукции и услуги.

Для значимых рисков в области охраны труда с учетом технических и финансовых возможностей предприятия, устанавливаются цели:

- по предупреждению травм и ухудшению здоровья;
- соответствию законодательным и другим требованиям;

Риски, отнесенные к категории заслуживающих внимания, учитываются при планировании программ в области охраны труда.

В отношении приемлемых (допустимых) рисков допускается не принимать специальных мер управления. Для них применяются постоянные обязательные мероприятия, установленные для данной деятельности с целью предотвратить переход приемлемого риска в разряд рисков, заслуживающих внимания.

Для достижения целевых показателей разрабатываются программы в области охраны труда, включающие указание ответственных за их достижение, способы и сроки выполнения мероприятий, необходимые ресурсы.

Мероприятия, включаемые в программы, подразделяются на следующие категории:

- предупреждающие (ликвидирующие) - организационно-технические мероприятия по предупреждению или исключению опасностей, осуществляемые посредством совершенствования или замены производственных процессов и оборудования, методов контроля, разработки нормативно-технической документации, включая проектные, научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и иные долгосрочные решения.

- контролирующие - мероприятия, направленные на обеспечение и соблюдение условий безопасного выполнения работ, изложенных в государственных нормативных документах по охране труда и промышленной безопасности (использование барьеров, ограждений и иных защитных приспособлений, маркировки опасных грузов, цветов сигнальных, знаков безопасности, средств контроля и автоматики, средств индивидуальной и коллективной защиты и т.д.).

- информационные - мероприятия, направленные на доведение до работников, подрядчиков, арендаторов, посетителей требований нормативно-правовых документов по вопросам профессиональной и промышленной безопасности. Проведение обучения и инструктажа, иные виды информирования.

Ответственные за достижение целевых показателей ведут мониторинг и анализ выполнения программ, определяют необходимость проведения корректирующих и предупреждающих действий для достижения заданных показателей, при необходимости инициируют их разработку.

После проведения запланированных мероприятий проводится расчет уровней тех рисков, на снижение которых были направлены цели и программа. Результативность мероприятий оценивается по изменению уровней рисков в области охраны труда: мероприятия считаются результативными, если достигнуты целевые показатели, риски снижены до требуемого уровня. В случае если мероприятия оказались недостаточно результативными, ответственные за достижение целевых показателей разрабатывают и организуют выполнение корректирующих и/или предупреждающих действий.

На каждом предприятии электроэнергетической отрасли необходимо разрабатывать Положение/Стандарт, определяющее порядок оценки рисков при организации работ. Оценка рисков позволяет выявить опасности, свойственные данной работе, прежде чем они вызовут несчастный случай или причинят иной вред работнику.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда – URL: <http://files.stroyinf.ru/> (Дата обращения 01.10.2017)
2. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация - Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (дата обращения 01.10.2017).
3. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков – URL: <http://docs.cntd.ru/> (Дата обращения 05.10.2017)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Ермолаев Д.С., магистрант программы, «Техносферная безопасность»

Бородин Ю.В., к-т техн. наук, доцент.

Национально исследовательский Томский политехнический университет

Действующие магистральные и внутрипромысловые нефтегазопродуктопроводы представляют собой сложные технические системы, обладающие мощным энергетическим потенциалом и охватывающие 35% территории страны, на которой проживает 60% ее населения.

Строительство и эксплуатация магистральных газопроводов приводит к губительным геоэкологическим последствиям.

Наиболее чувствительный экологический ущерб наносится в результате аварий на магистральных трубопроводах. При разрушении магистрального газопровода и мгновенном высвобождении энергии газа возникают механические повреждения природного ландшафта и рельефа, нарушение целостности почвенно-растительного покрова. При возгорании газа механическое и бризантное воздействие сопровождается термическим воздействием с соответствующим синергетическим поражением территорий радиусом до 540 м от очага аварии. Отмечается разлет фрагментов трубопровода на 480 м [1].

Обеспечение надежной и безопасной эксплуатации магистральных газопроводов является важнейшей задачей обществ, эксплуатирующих газотранспортные системы. От этого во многом зависит нормальная деятельность производственного персонала, жителей населенных пунктов, а также экологическая безопасность функционирования газовых магистралей.

Независимо от производства, в подавляющем большинстве случаев аварии имеют одинаковые стадии развития.

Основные опасности нефтегазодобывающих производств, которые могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций, связаны с авариями в виде пожара, взрыва или токсического выброса. Прогнозирование и предупреждение последствий аварий на таких производствах связано, прежде всего, с прогнозированием и предупреждением действия поражающих факторов при реализации основных опасностей.

При всем многообразии возможных сценариев аварий набор поражающих факторов ограничен. Это дает возможность описывать физические воздействия, приводящие к нанесению ущерба людям, материальным ценностям и окружающей среде, конечным числом параметров.

Перечисленные поражающие факторы являются основными для рассматриваемых видов аварий. Однако следует учитывать, что при аварии действует несколько поражающих факторов. Так, при пожаре значительным может быть воздействие токсичных продуктов горения. При взрыве больших масс взрывчатых веществ могут иметь место значительные сейсмические последствия, приводящие к обрушению по этой причине.

Таблица 1

Основные поражающие факторы аварий на промышленно опасных объектах

Разновидность аварии	Поражающие факторы	Параметры поражающего действия
Пожар, огненный шар	пламя; тепловое излучение	Определение полей поражающих факторов сводится к определению границ зоны пламени и определению текущих значений теплового потока в зависимости от удаления от внешней границы зоны пламени.
Взрывы (в т. ч. взрывы топливоздушных смесей)	воздушные ударные волны; летающие обломки различного рода объектов технологического оборудования	Параметры поражающего действия воздушной ударной волны - избыточное давление во фронте волны и ее импульс в зависимости от расстояния от места взрыва. Параметры, определяющие поражающее действие осколков - количество осколков, их кинетическая энергия, направление и расстояние разлета.
Токсический выброс	химическое заражение	Параметрами, характеризующими токсические нагрузки при токсическом выбросе, являются поля концентраций вредного вещества и времена действия поражающих концентраций.

Среднегодовой показатель аварийности составляет 50-60 аварий и в целом не имеет устойчивой тенденции к снижению [1].

Основные причины аварий на объектах магистральных трубопроводов:

внешние физические (силовые) воздействия на трубопроводы, включая криминальные врезки, повлекшие утечки;

нарушения норм и правил производства работ при строительстве и ремонте, отступления от проектных решений;

коррозионные повреждения труб, запорной и регулирующей арматуры;

нарушения технических условий при изготовлении труб и оборудования;

ошибочные действия эксплуатационного и ремонтного персонала.

Основной причиной аварий на действующих газопроводах за предыдущие годы является стресс-коррозия (табл.2). Отмечается тенденция роста аварий по этой причине. Если за период с 1990 по 2000 годы средний показатель аварий из-за коррозии под напряжением составил 22,5% от числа общих аварий, то 2000 году - 37,8% [2].

Риск рассматривается в качестве универсального средства измерения и сравнения различных опасностей в рамках одной шкалы.

Методология анализа риска включает расчет вероятности появления нежелательного события и оценку последствий.

Таблица 2

Основные причины аварий на газопроводах

Причины аварий	% от общего числа
Наружная коррозия	28,9
в т. ч. по КРН	22,5
Механические повреждения	19,0
Брак строительно-монтажных работ	21,9
в т. ч. брак сварки	13,0
Дефекты труб	11,4
Стихийные бедствия	9,5

Анализ риска проводится по следующей схеме:

- Планирование и организация работ;
- Идентификация опасностей;
- Оценка риска;
- Разработка рекомендаций по управлению риском.

Метод риск-анализа должен удовлетворять следующим требованиям: метод должен быть научно обоснован и соответствовать рассматриваемой системе; метод должен давать результаты в виде, позволяющем лучше понимать характер риска и намечать пути борьбы с этим риском; метод должен быть повторяемым и проверяемым.



Рис. 1. Классификация методов анализа риска

Методы могут применяться изолированно или в дополнение друг к другу, причем, качественные методы могут включать количественные критерии риска (в основном, по экспертным оценкам с использованием, например, матрицы "вероятность - тяжесть последствий" ранжирования опасности).

Установлено, что расследуется и анализируется не более 20-30% от общего количества аварийных ситуаций. Кроме того, нередко допускаются неточности в классификации аварийных ситуаций, таких как "утечки" или неполадки. Поэтому возникает необходимость правильно и полно классифицировать возможные отказы линейной части магистральных газопроводов.

Отказы разделяются по нескольким критериям.

По этапам формирования: проектный, производственный, эксплуатационный.

По виду отказавшего конструктивного элемента: отказ трубных секций, сварных соединений, изоляционного покрытия, траншей, балластирующих устройств, грунтовой засыпки, ЭХЗ.

По влиянию на эффективность функционирования магистрального газопровода: полный отказ, частичный отказ.

По взаимному влиянию отказов: зависимый и независимый.

По последствиям отказов: отказ с незначительными, значительными и критическими последствиями.

Отказ линейной части магистрального газопровода наступает в основном из-за совокупного влияния дефектов конструктивных элементов.

Регистрируемые в настоящее время отказы линейной части магистрального газопровода являются в основном отказами двух его основных конструктивных элементов - металла трубопровода или сварных соединений.

Отказ линейной части магистрального газопровода вследствие отказа металла трубных секций или отказа сварных соединений - элементы группы А.

Отказ линейной части магистрального газопровода вследствие отказа остальных конструктивных элементов, выражающийся в потере герметичности металла трубных секций или металла сварных соединений - элементы группы Б.

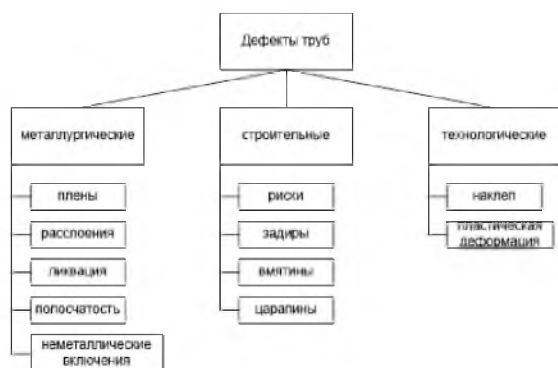


Рис. 2. Классификация дефектов трубных секций



Рис. 3. Классификация дефектов сварных соединений

Число состояний объекта, состоящего из семи конструктивных элементов, находящихся в одном из двух состояний - работоспособном и неработоспособном - равно: $K = 2^7 = 128$. Так как к отказу могут привести только такие комбинации отказовых состояний, при которых имеет место отказ металла или сварного соединения, то количество отказовых состояний равно $(128/2) - 2 = 62$.

Значит, 31 состояние системы приводит к отказам магистрального газопровода.

Отказовое состояние регистрируется в случаях:

- разрушения основного металла труб;
- разрушения сварных соединений газопровода.

Наиболее опасными с точки зрения разгерметизации магистрального газопровода являются следующие дефекты: трещина и технологическая трещина в металле трубы

В практике анализа риска аварии чаще оперируют не с вероятностями, а со средними интенсивностями (частотами) нежелательных событий за определенное время. Если рассматривать происходящие аварии как стационарный пуассоновский поток событий, то связь между вероятностью события. А за время t и его интенсивностью λ такова:

$$P_A(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Рассмотрим дискретную случайную величину людских потерь N при аварии на магистральном газопровode с возможными значениями $n_0, n_1, n_2, \dots, n_k$. Каждое из этих значений N может принять с некоторой вероятностью $P_0, P_1, P_2, \dots, P_k$. Описание дискретной случайной величины N считается полным с точки зрения теории вероятностей, если установлен закон распределения случайной величины, который представляется в виде ряда распределения.

Список использованной литературы

1. Анализ аварий и несчастных случаев на трубопроводном транспорте России: учеб. пособие для вузов/ Под ред. Б.Е. Прусенко, В.Ф. Мартынюка. - М.: Анализ опасностей, 2003. - 351 с.
2. Кульчев В.М., Иванов Е.А., Дадонов Ю.А., Мокроусов С.Н. Трубопроводный транспорт природного газа, нефти и нефтепродуктов и его роль в обеспечении развития и стабильности топливно-энергетического комплекса // Безопасность труда в промышленности. - 2002. - №7. - с.4-10
3. Мокроусов С.Н. Пути повышения безопасности работы нефтегазового комплекса и систем магистрального трубопроводного транспорта // Безопасность труда в промышленности. - 2005. - №1. - с.18-20.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА МИКРОЗИМ™ ДЭЙРИТРИТ

Зиятдинова В.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»
Козловская Н.В., кандидат биологических наук

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Биологическая очистка является обычно последней стадией очистки, обеспечивая высокую степень очистки, и связана с экологической безопасностью, где в последствие очистки образуются следующие виды отходов: очищенные сточные воды, также обработанный активный ил и осадок. Данные виды отходов, вполне могут использоваться вторично, предоставляя безопасность окружающей среде. К тому же, обработанный осадок можно утилизировать. Существует большое количество способов для вторичного использования активного ила: как источник топлива; производство кормовых белков; как органоминеральное удобрение; на свалках и полигонах ТБО, в качестве подстилающего грунта; для плодородия почв в сельском хозяйстве [1-3]..

Имеется большой ряд существующих проблем в биологической очистке:

- Разложение жиров, углеводов, фенолов, поверхностно-активных веществ;
- Неэффективная работа аэротенков;
- Неэффективная работа сбраживания ила;
- Утилизация ила на иловых площадках, прочистка дренажа.

Целью данной работы является изучение биопрепарата Микрозим™ ДэйриТрит для дальнейшего предложения в совершенствовании технологии биологической очистки для промышленных, хозяйственно – бытовых сточных вод, путем его введения в неочищенные стоки..

Биопрепараты – это организмы, которые включают в себя микроорганизмы и вспомогательные вещества. Так биопрепараты бывают различного состава бактерий, все зависит от того для чего они созданы, существуют бактерии питающиеся: стиrolами, силикатами, гербицидами, активным илом и др. Биопрепараты активно реагируют на органические загрязнения и отходы, тем самым обеспечивая экологически-безопасное пребывание в окружающей среде. Они размножаются с большой скоростью, поедают и разрушают этим органику, жиры и другие вещества, уменьшается слой иловых масс, уменьшается количество ХПК, БПК, содержание фосфатов, нитратов, взвешенных веществ, уменьшается количество кислорода и пропадает запах [4].

Биопрепараты могут применяться в промышленных, хозяйственно – бытовых сточных водах, водоемах, в сельском и водном хозяйстве, предприятиях общественного питания, в химических и нефтяных загрязнениях [5].

Биопрепараты Микрозим™ ДэйриТри - это организмы, в котором находятся от 6-12 (штаммов) бактерий, предназначены для комплексной биологической очистки сточных вод пищевых заводов: молочных, мясоперерабатывающих, рыбообрабатывающих, маслоэкстракционных, кондитерских, сахарных заводов. Применение биопрепаратов Микрозим™ ДэйриТрит рекомендуется в слабопроточных очистных сооружениях в анаэробных или аэробных условиях с искусственной или естественной аэрацией. Далее в таблице 1 и 2 от производителя биопрепарата Микрозим™ ДэйриТрит представлена эффективность 96 часов без аэрации и с аэрацией [5].

Таблица 1

Эффективность биопрепарата Микрозим™ ДэйриТрит 96 часов без аэрации

Показатели	Сточная вода без обработки	Сточная вода после обработки биопрепаратом			
		24 ч.	48 ч.	72 ч.	96 ч.
Жиры	0,25	Не обнаружено			
Перманган.окисляемость	924,7	522	392,9		
БПК	225	91,4	70,2	30,4	8,4
Взвешенные вещества	250	100,3	51,3	32,4	10,2
Запах	5 баллов	3 балла	3 балла	2 балла	1-2 балла
pH	7,9	7,9	7,8	7,7	7,6
Цвет стоков	серый	серый	светло-серый	Без цвета	Без цвета

Таблица 2

Эффективность биопрепарата Микрозим™ ДэйриТрит 96 часов с аэрации

Показатель	Раствор препарата (1200 мг/400 мл)	Сточная вода без обработки препарата	Сточная вода обработанная препаратом	% очистки
ХПК, мгО/л	-	1290-910	336-210	74-77
БПК 5, мгО/л	-	1014-630	320-180	69-71
Азот аммония, мг/л	-	80	12,4	80
Фосфаты, мг/л	-	9,1	0,9	89

Производитель биопрепарата Микрозим™ ДэйриТрит предоставляет следующие необходимые данные для благоприятной среды:

Активные температуры очистки: от +10 С, оптимальная = +20-40 град Цельсия.

Ориентировочное время очистки при +18-35 град. Цельсия: от 48 часов для слабоконцентрированных стоков, от 3-5 и суток и выше для высококонцентрированных сточных вод.

Норма расхода биопрепарата: от 5 до 25 граммов на 1 м³ суточного расхода стоков в месяц. Через 1 год регулярного применения биопрепарата расход снижается препарата снижается на 40%. Ориентация очистных сооружений на длительное время очистки снижает расход биопрепарата. Для очистных сооружений биопрепарат поставляется в виде сухого концентрата, для активации которого в среде сточных вод требуется от 5 до 18 часов. Для зарядки ОС биопрепаратом первый раз необходимо отключить аэрацию на 24 часа, внести месячную дозу препарата в аэротэнки, через 24 часа включить аэрацию - очистные сооружения готовы к первому месяцу работы. В следующий раз препарат вносится в аэротэнки без отключения аэрации.

Время и степень очистки зависит от степени загрязнения и времени очистки, температуры, от аэрации, расхода препарата. Микрозим™ не погибает при низкой температуре легко переносит ее в спящем состоянии, образуя споры, и вновь активизируется при потеплении. Необходимая среда активный рН 5-9, хлор не более 35мг/литр. Использование в больших количествах хлорки, сильных кислот и щелочей, бактерицидных и дезинфицирующих средств снижает эффективность Биопрепарата Микрозим™ ДэйриТрит отрицательно влияют на жизнеспособность микрофлоры. Эффективность препарата не снижается в водопроводной воде а также в присутствии обычных моющих средств и стиральных порошков. К тому же препарат нетоксичен, безвреден для человека, животных, растений, не создает кислотной или щелочной среды, некоррозивен, не является загрязнителем почвы, воды, воздуха, полностью биоразложим. Биопрепарат безопасен для очистных сооружений, канализации [5].

Таким образом, для благоприятной среды обитания применение Микрозим™ ДэйриТрит, путем введения биопрепарата в биологическую очистку сточных вод, может решить целый ряд проблем: мутность воды, покрытие его пленкой, зловонный запах, уменьшение слоя иловых масс, уменьшение количества ХПК, БПК, содержание фосфатов, нитратов, взвешенных веществ, кислорода органики, жиры и другие вещества, а также снизить затраты предприятия на эксплуатацию очистных сооружений, регулярную очистку канализации, утилизацию отходов, оплату штрафных санкций за сброс неочищенных стоков и размещение отходов.

Важно и необходимо искать решения, и вносить новые изменения в развитие очистки сточных вод, для поддержания благоприятной и экологически безопасной среды в эко интерьере.

Список использованной литературы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины, по специальности, Экология и природопользование - МГУТУ, 2012г.
2. Современные методы интенсификации работы аэротенков на очистных сооружениях больших городов: обзорная информация / В.И. Калицун, В.Н. Н

цун, В.Н. Николаев, В.Д. Журавлёв, М.Г. Картавцева. М.: МГЦНТИ. — 1985. — Вып. 6.

3. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы/ М. Хенц, сы/ М. Хенц, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван. М.: Мир, 2004.

4. Журнал «Мясные технологии» №3 2011 г., статья Т.А.Каширская, «Применение биопрепаратов для очистки сточных вод».

5. [Электронный ресурс] - <http://www.aveal.com.ua/ua/arts/view/44/>

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РЕКЕ ТОМЬ

**Карташова А.Д., магистрант
Томский политехнический университет**

В данной работе представлена математическая модель распространения загрязнения в водоеме [1].

Для решения поставленной задачи используется метод контрольного объема. Геометрическое и временное пространство разбивается на конечное число объемов, затем для каждого из них записывается баланс субстанции (энергии, импульса, массы и т.д.). В расчетной области необходимо указать граничные условия. Классический метод контрольных объемов основан на интегральных законах сохранения. На первом этапе для любого конечного объема формулируется закон сохранения. Затем расчетная область покрывается сеткой, в узлах которой будут рассчитываться физические характеристики моделируемого процесса. Далее выбираются контрольные объемы, чаще всего, с центрами в узлах расчетной сетки и границами, проходящими через центры ребер ячеек сетки. Для каждого полученного контрольного объема записывается дискретный аналог закона сохранения на основе баланса всех потоков через границы рассматриваемого объема. Метод конечных объемов в большинстве случаев позволяет получать консервативные схемы, допускает дискретизацию расчетных областей со сложной геометрией, а также позволяет строить более точные схемы вблизи границ области. Эти достоинства метода обусловлены возможностью использовать нерегулярные сетки, равно как и контрольные объемы произвольной формы. Способ разбиения расчетной области для двумерного случая на контрольные объемы и типичный контрольный объем представлены на Рис. 1 [2].

На рисунке изображена область двумерной сетки, где пунктирной линией обозначен контрольный объем для двумерной области с центром в точке Р. Центры соседних контрольных объемов обозначены буквами N, S, W, E (соответственно «север», «юг», «запад» и «восток»). Соответствующие точки на границах контрольного объема обозначены буквами n, s, w, e. Размеры контрольного объема обозначаются Δx и Δy . Расстояния до центров соседних контрольных объемов обозначены δx_e , δy_n . Таким же образом по аналогии вводятся обозначения трехмерного (пространственного) случая, то есть для контрольного объема, изображенного на рисунке. Для расчета поля течения был применен алгоритм SIMPLE[3].

Характерные размеры водоема в горизонтальных направлениях превышают вертикальные, т. е. глубину водоема. Из априорных данных следует, что зависимости проекций скорости, температуры, концентраций компонентов от координаты x_3 , отсчитываемой от поверхности дна реки, слабее, чем от координат x_1 и x_2 . На основе вышеизложенного можно усреднить исходные характеристики по глубине водоема согласно [4]:

$$\int_{-h}^0 \phi dx_3 = \bar{\phi} h,$$

где $\bar{\phi}$ – среднее значение величины ϕ .

Рассмотрим плоскую задачу конвективного тепло- и массопереноса загрязняющих веществ в водоеме. Источник загрязнения моделируется поверхностным источни-

ком массы нагретых веществ, выделяющихся в результате залпового выброса в течение некоторого времени. Считается, что течение направлено слева направо и носит развитый турбулентный характер, а для описания конвективного переноса под воздействием течения реки используются двумерные уравнения Рейнольдса для турбулентного течения. Начало координат $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ расположенной в левой части рассматриваемой области, оси Ox_1 и Ox_2 расположены в плоскости земной поверхности (рис. 2).

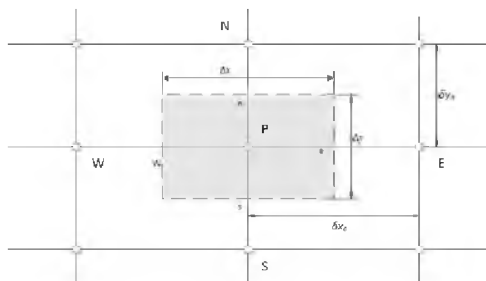


Рис. 1. Типичный контрольный объём для двумерного случая



Рис. 2. Схема расчетной области

Сформулированная задача сводится к решению следующей системы уравнений:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho v_j) + \frac{\rho w_0}{h} = 0, j=1, 2, i=1, 2;$$

$$\rho \frac{dv_i}{dt} = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}(\mu \frac{\partial v_i}{\partial x_j}) - \frac{\rho v_i w_0}{h} - \rho g_i;$$

$$\rho c_p \frac{dT}{dt} = \frac{\partial}{\partial x_j}(\lambda \frac{\partial T}{\partial x_j}) - \frac{\rho w_0 c_p T_0}{h};$$

$$\rho \frac{dc_\alpha}{dt} = \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho D \frac{\partial c_\alpha}{\partial x_j}) - \frac{\rho c_\alpha w_0}{h}, \alpha=1, 2;$$

$$v = (v_1, v_2), \vec{g} = (0, g).$$

Начальные и граничные условия имеют вид:

$$t=0: v_1=0, v_2=0, T=T_e, c_\alpha=c_{\alpha e}, T_s=T_e;$$

$$x_1=0: v_1=V_e, v_2=0, T=T_e, c_\alpha=c_{\alpha e};$$

$$x_1=x_{1e}: \frac{\partial v_1}{\partial x_1}=0, \frac{\partial v_2}{\partial x_1}=0, \frac{\partial c_\alpha}{\partial x_1}=0, \frac{\partial T}{\partial x_1}=0;$$

$$x_2=-x_{2e}: \frac{\partial v_1}{\partial x_2}=0, \frac{\partial v_2}{\partial x_2}=0, \frac{\partial c_\alpha}{\partial x_2}=0, \frac{\partial T}{\partial x_2}=0;$$

$$x_2=x_{2e}: \frac{\partial v_1}{\partial x_2}=0, \frac{\partial v_2}{\partial x_2}=0, \frac{\partial c_\alpha}{\partial x_2}=0, \frac{\partial T}{\partial x_2}=0;$$

Здесь $\frac{d}{dt}$ - полная производная ($\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + (v_j + w_p) \frac{\partial}{\partial x_j}$); c_p - удельная теплоемкость

воды при постоянном давлении; ρ - плотность воды; T - температура воды; c_α - массовые концентрации ($\alpha = 1$ - загрязняющая жидкость; 2 - загрязняющие частицы); P - давление; M_α - молекулярная масса индивидуальных компонентов; λ, μ, D - коэффициенты теплопроводности, динамической вязкости и диффузии; t - время; $x_i, v_i (i=1, 2)$ - декартовы координаты и компоненты скорости; R - универсальная газовая постоянная; w_p - скорость оседания твердых загрязняющих частиц ($w_p \neq 0$ в уравнении (1) при $j=2$ для частиц, а в остальных случаях $w_p = 0$).

Построение дискретного аналога осуществлялось на основе метода контрольного объема [2]. Расчеты проведены при следующих значениях: $T = 277,15 K$, $V_{e1} = 0,33 м/с$, $V_{e2} = 0,66 м/с$. Залповый выброс длился 6 секунд. Длина рассматриваемого участка 5 км. Начальная концентрация загрязняющей примеси составляла $1 кг/м^3$.

На рис. 3 изображено распространение загрязнения в различные моменты времени (6 секунд, 18 минут, 1 час 52 минуты, 2 часа 20 минут) при скорости течения реки 0,33 м/с.

При увеличении скорости реки до 0,66 м/с (рис. 4) увеличивается скорость распространения загрязнения.

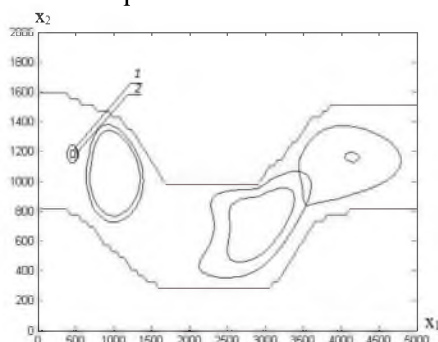


Рис. 3. Распространение загрязняющей примеси с течением времени ($V_{e1} = 0,33 \text{ м/с}$); 1 – 0,01, 2 – 0,005 кг/м³

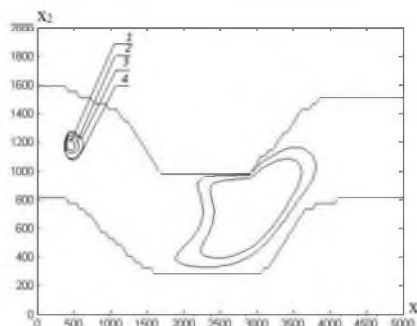


Рис. 4. Распространение загрязняющей примеси с течением времени ($V_{e1} = 0,66 \text{ м/с}$); 1 – 0,5, 2 – 0,1, 3 – 0,01, 4 – 0,005 кг/м³

В данной работе представлена математическая модель и результаты расчетов распространения загрязняющей примеси в реке с учетом различных внешних условий таких как, температура, скорость течения реки, начальная концентрация загрязняющей примеси в источнике выброса. Таким образом, разработанная математическая модель может быть использована для анализа уровней загрязнения в водоеме при заданной концентрации источника загрязнения.

Список использованной литературы

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – Т. 1. – 2004. – 528 с.
2. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152 с.
3. Семчуков А.Н. Численное моделирование нестационарных течений и качества воды в открытых руслах: решение прямой и обратной задач: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Барнаул, 2004. – 30 с.
4. Grishin A.M. Mathematical Modeling Forest Fire and New Methods Fighting Them. F. Albin (ed.). – Tomsk: Publishing House of Tomsk University. – 1997 – P. 81-91.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ

Каткова М.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Бородин Ю.В., кандидат технических наук, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Хакасия - один из старейших угледобывающих регионов России. Начало развития угольной промышленности в республике началось в 1907 г.

Разрез «Черногорский» Общества с ограниченной ответственностью «СУЭК-Хакасия» - крупнейший в Республике Хакасия разрез по добыче угля открытым способом, одно из самых стабильных, высокотехнологичных и перспективных предприятий угольной отрасли. Сырьевой базой разреза «Черногорский» является один из участков Черногорского каменноугольного месторождения Минусинского бассейна. Разрез «Черногорский» осуществляет разработку открытым способом Черногорского каменноугольного месторождения, расположенного в Усть-Абаканском районе. Центральная часть месторождения находится в 23 км на северо-запад от г. Абакана. Горные работы

производятся на разрезе «Черногорский» и участке открытых горных работ «Абаканский». Разрабатываются угли каменные марки Д.

Персонал угольного разреза в процессе трудовой деятельности постоянно подвергается воздействию опасностей. В условиях производства на работника в основном действуют техногенные, т.е. связанные с техникой, опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными [1].

К опасным производственным факторам следует отнести, например:

- электрический ток определенной силы;
- раскаленные предметы;
- возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов;

- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, и т.д.

К вредным производственным факторам относятся:

- неблагоприятные метеорологические условия;
- запыленность и загазованность воздушной среды;
- воздействие шума, инфра- и ультразвука, вибрации;
- наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излучений и др.

Все опасные и вредные производственные факторы подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические[2].

Целью настоящей работы является сравнительная оценка условий труда при угледобыче открытым и шахтным способами в республике Хакасия.

Объектом исследования являлись условия труда персонала разреза «Черногорский» и шахты «Хакасская». Черногорское каменноугольное месторождение расположено в Усть-Абаканском районе республики Хакасия. Центральная часть месторождения находится в 15 км от г. Черногорска. Угли каменные марки Д.

Работники угольного разреза подвергаются опасным и вредным производственным факторам. В табл.1 приведены данные по производственным рискам в соответствии с материалами специальной оценки условий труда и аттестации рабочих мест, проводимой на предприятии ранее до 1 января 2014 г. на разрезе «Черногорский».

Таблица 1

Производственные риски работников разреза

Наименование профессий	Класс условий труда	Обобщенный уровень безопасности	Обобщенный уровень риска
Электромеханик	3.1	0,21	0.79
Водитель погрузчика вилочного	3.2	0.16	0.84
Кузнец ручнойковки	3.2	0.18	0.82
Машинист экскаватора ЭКГ-5А	3.2	0.10	0.90
Электрогазосварщик	3.3	0.05	0,94

На каждом рабочем месте присутствует ряд вредных и опасных производственных факторов. Среди вредных и опасных производственных факторов наиболее распространены световая среда, производственный шум, повышение температуры воздуха, понижение температуры воздуха, вибрация локальная, вибрация общая, причем они распространены круглогодично [3].

Были проанализированы вредные и опасные производственные факторы, и проведен анализ профессиональных рисков персонала шахты (таблиц 2).

Таблица 2

Производственные риски работников шахты

Наименование профессий	Класс условий труда	Обобщенный уровень безопасности	Обобщенный уровень риска
Электрослесарь	3.1	0.21	0.79
Машинист котельной	3.2	0.16	0.84
Кузнец ручнойковки	3.1	0.18	0.82
Машинист подземный	3.1	0.10	0.90
Электрогазосварщик	3.3	0.02	0.94

Среди вредных и опасных производственных факторов наиболее распространены световая среда, производственный шум, повышение температуры воздуха, понижение температуры воздуха, вибрация локальная, вибрация общая.

Исходя из полученных данных, определяем мощность коллективной дозы неблагоприятного воздействия факторов на угольных предприятиях.

Цех (группа рабочих мест)	Выявленные опасные и вредные производственные факторы	Начальные балльные оценки X_{ij}	Число работающих под воздействием ij -го ОВПФ	Профилактические мероприятия для устранения ОВПФ
Шахта	Вибрация	4	134	Установить виброзащиту и глушитель шума
	Тяжесть труда	4	73	Соблюдение требований по охране труда
	шум	4	60	Установить глушитель шума
	Световая среда	3	18	
Разрез	Вибрация общая	4	58	Применение вибропоглощения, усовершенствование ручных механизированных инструментов
	Напряженность трудового процесса	3	142	Соблюдение требований по охране труда
	Шум	5	40	Применение СИЗ
	Тяжесть труда	4	97	Соблюдение требований по охране труда

Для контроля эффективности реализуемых мероприятий по снижению выявленных уровней риска рассчитывается коллективная мощность дозы J неблагоприятного воздействия факторов условий труда. Коллективная мощность дозы неблагоприятного воздействия факторов условий труда на предприятиях составляет:

$$J = (4 \cdot 134 + 4 \times 73 + 4 \times 60 + 3 \times 18 + 4 \times 58 + 3 \times 142 + 5 \times 40 + 4 \times 97) = 2368 \text{ человеко-баллов}$$

В связи с этим стали применяться новые инновационные методы управления в области промышленной безопасности. Промышленная безопасность на опасных производственных объектах обеспечивается путем проведения комплекса правовых, экономических и социальных мероприятий, направленных на обеспечение безопасного функционирования, а также на предупреждение несчастных случаев, аварий на этих объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и ликвидации их последствий.

На предприятии регулярно ведется учет всех проводимых мероприятий по промышленной безопасности и анализ их влияния на снижение уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.

Результаты проведенного анализа состояния промышленной безопасности рассматриваются на совещаниях «День безопасности» один раз в месяц.

Мероприятия по обеспечению требований промышленной безопасности, которые включают в себя:

1. мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий аварий на объектах;
2. мероприятия по предупреждению травматизма на производстве, в том числе и мероприятия по предотвращению и снижению травматизма;
3. мероприятия по снижению общей и профессиональной заболеваемости;
4. мероприятия по общему улучшению условий труда.

Вышеперечисленные мероприятия разрабатываются по материалам расследования несчастных случаев, аварий и инцидентов, предписаний контролирующих и надзорных органов, материалам проверок и обследований подразделений предприятия инженерно-техническими работниками и старшими должностными лицами предприятия и при других непредвиденных обстоятельствах с целью устранения имеющихся нарушений и обеспечения промышленной безопасности.

Контроль соблюдения требований промышленной безопасности в подразделениях предприятия должен осуществляться на всех уровнях от рабочего до первых руководителей предприятия [6].

Отдел охраны труда и промышленной безопасности занимается управлением профессиональными рисками на шахте. В управление профессиональных рисков входит комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков.

Оценка и управление профессиональными рисками является составной частью системы управления охраной труда организации, направленной на формирование и поддержание профилактических мероприятий по оптимизации опасностей и рисков, в том числе по предупреждению аварий, травматизма и профессиональных заболеваний.

Элементы системы управления профессиональными рисками:

1. Политика управления профессиональными рисками, цели и программы по их достижению;
2. Планирование работ по управлению профессиональными рисками;
3. Процедуры системы управления профессиональными рисками;
4. Контроль функционирования системы управления профессиональными рисками;
5. Анализ функционирования системы управления профессиональными рисками [7].

В соответствии с процедурами системы управления профессиональными рисками компания СУЭК ввела на всех своих предприятиях жетонную систему для шахт и талонную систему для разрезов. Использование данной процедуры позволяет оперативно воздействовать на непосредственных нарушителей охраны труда. Жетонная система на шахтах дополнительно несет информационно-воспитательную функцию и мотивирует работников на безопасный трудовой процесс. Каждому работнику занятому на опасных и вредных работах выдается номерной жетон зеленого цвета, только при его наличии человека допускают до работы, а также выдают самоспасатель и светильник. В случае если человек нарушит правила безопасности или создаст травмоопасную или аварийную ситуацию, инженерно-технический работник шахты (или уполномоченный профсоюза по охране труда) зеленый жетон имеет право изъять и выдать желтый. Такого нарушителя привлекут к дисциплинарной ответственности, и он должен будет сдать внеочередные экзамены, чтобы подтвердить свои знания по охране труда и технике безопасности. В случае повторного нарушения, жетон будет уже красного цвета. А если нарушение повторится вновь, человека, согласно Положению, имеют право уволить за систематическое неоднократное неисполнение трудовых обязанностей. Работник, чей жетон «поменяет цвет», будет знать, что он под особым контролем. И ещё, о его нарушениях предприятие сразу сообщит семье или близким родственникам. Если же «нарушитель» в течение полугода трудился образцово, жетон ему вернут [8].

Грамотно построенная система управления промышленной безопасности позволяет качественно контролировать и управлять технологическими процессами с точки зрения безопасности, тем самым предупреждая аварии и сохраняя жизни своим сотруд-

никам. В наших силах сделать так, чтобы система управления промышленной безопасностью не просто была набором документов, это, прежде всего желание сохранить жизни людей от аварий. И, пожалуй, лучшим показателем эффективности системы управления промышленной безопасностью может служить низкий уровень аварий и травматизма.

Список использованной литературы

1. Угольная промышленность [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D> Промышленность в России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://sites.google.com/site/industryrussia/otrasli-promyslennosti/ugolnaa-promyslennost>
2. Положение об отделе охраны труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.d-instrukciya.ru/polozeniya-ob-otdelach/polozeniya-ob-otdele-ochrani-truda>
3. Причины травматизма и возникновения несчастных случаев [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.refbzd.ru/viewreferat-2599-2.html>
4. Федеральный закон об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс] // ФЗ от 24.07.1998 №125 ФЗ (ред. от 25.12.2015) об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний - Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=181727>
5. Алиферова, Т. Е., Бородин Ю.В. Основы управления рисками в системе управления охраны труда [Электронный ресурс] // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность : материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции, 2-4 декабря 2015 г., Томск 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) [и др.] ; ред. кол. В. В. Литвак [и др.]. — 2015. — Т. 2. — [С.257-260].— Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C15/V2/105.pdf>
6. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
7. Постановление Правительства РФ от 26.06.2013 N 536 "Об утверждении требований к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасностью".
8. Положение о «Системе управления промышленной безопасностью в ООО «СУЭК-Хакасия» шахты «Хакасская»», утверждено.

РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ В ГОРОДЕ ИЖЕВСКЕ

Лаппо Д. Р., магистрант программы «Управление техносферной безопасностью»
Печурова П. С., магистрант программы «Управление техносферной безопасностью»
Перминова О.М., к.э.н, доцент кафедры «Техносферная безопасность»
Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова

С 1 января 2017 года вступили в силу изменения от 28.12.2016 в Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления". Данный законодательный акт является направляющей основой в области экологизации сбора, переработки и утилизации, как твёрдых коммунальных отходов, так и отходов производства[1,2].

Если для производств внедрение пунктов данной политики является приемлемым и экономически обоснованным, то в области управления твёрдыми коммунальными отходами, на первых взгляд, они кажутся малоприменимыми.

На территории Удмуртской республики в настоящее время функционирует 8 официальных свалок, внесённых в Госреестр объектов размещения отходов, 4 из них должны прекратить своё функционирование к 2019 году, а вместо них планируется построить 5 новых полигонов. На одного жителя республики приходится около 430 кг твёрдых бытовых отходов в год, а всего это 700тыс. т отходов за год. Существующая система размещения и переработки отходов явно не справляется с такими объёмами

мусора, поэтому ежегодно растёт число несанкционированных свалок. Сейчас их число равно 586 и они занимают площадь около 591 га.

Причиной образования такого большого объёма твёрдых бытовых отходов является отсутствие тенденции вторичного их использования. Лишь 4-7 % от объёма всего мусора отправляется на переработку остальные 90% и более процентов складываются на полигонах. При этом до половины и более видов бытовых отходов подлежат вторичному использованию, что пошло бы на пользу лёгкой и тяжёлой промышленности, сельскому и городскому хозяйству. В таблице 1 представлены основные виды отходов, их процентное содержание от общего объёма отходов и сроки их разложения на полигонах и окружающей среде.

Таблица 1

Процентный состав твёрдых коммунальных отходов

Вид отходов	Процентное соотношение	Срок разложения
Пищевые отходы	22%	Около 1 месяца
Бумага и картон	17%	От 1-3 месяцев до 1 года
Стекло	16%	Более 1000 лет
Пластиковые отходы	13%	180-200 лет
Ветки, листья, трава	10%	3-4 месяца
Текстиль (натуральные и синтетические материалы)	3%	От 2-3 до 30-40 лет
Строительные отходы	3%	До 100 лет
Металлолом	2%	От 10-20 до 500 лет
Резина	1%	120-140 лет
Прочее	13%	

Проанализировав табличные данные, можно сделать вывод, согласно которому для получения качественного вторсырья, готового к дальнейшему использованию, необходимо повсеместное введение раздельного сбора твёрдых коммунальных отходов [2].

Развитие социально-экологических проектов в различных субъектах Российской Федерации способствует нахождению путей решений различных проблем конкретного региона и даёт толчок к его развитию в экологическом плане. Так, городе Ижевске проходят множество экологически-ориентированных мероприятий и акций. Кроме того в городе широко развиты различные движения и общественные организации, способствующие проведению подобных мероприятий.

Наиболее “узнаваемые” из них являются:

— Общероссийский народный фронт (ОНФ) в Удмуртии – проводит экодесанты в рамках проекта “Генеральная уборка”, связанного с ликвидацией незаконных свалок, кроме того ведут диалог с руководством города и республики;

— Автономная некоммерческая организация (АНО) “Жёлтая бирка” города Ижевска - их деятельность направлена на гуманную регуляцию численности бездомных животных методом "Отлов-Стерилизация-Возврат";

— “Зелёный Паровоз” – неформальное “зелёное” сообщество активистов и волонтеров города Ижевска.

Вся их деятельность направлена на вовлечение граждан в общественную жизнь города, путём улучшения экологической обстановки в нём, на просвещении и обучение граждан и привития им норм экологичного поведения в обществе.

Одной из самых эффективных акций, является ежемесячная акция по сбору вторсырья для последующей переработки “Разделяйка”, организуемая “Зелёным Паровозом” [3]. Количество собранных для переработки твёрдых коммунальных отходов – таблица 2, свидетельствует о заинтересованности граждан в раздельном сборе отходов и о важности информирования в данной отрасли.

Кроме того совместно с ООО “ЭКОР” идёт сбор люминесцентных и энергосберегающих ламп, ртутных градусников и батареек.

Подобный положительный опыт деятельности общественной организации, сигнализирует о готовности граждан к изменениям в порядке сбора твёрдых коммунальных отходов. На это следует обратить внимание властям города и республики в целом. Так установив правила к организации сбора ТКО с разделением на разные виды, включая сортировку определенной части отходов у источника образования, и подключив к этому ТСЖ и УК, власти республики добьются увеличения объемов и снижения затрат на утилизацию. Так будет сформирована территориальная схема обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами и другими отходами потребления [4].

Таблица 2

Количество собранных для переработки твёрдых коммунальных отходов

№ п/п	Вид отходов	Собранно за 2015-2016	Собранно за 2016-2017
1	Макулатура	10208 кг	11500кг
2	Стекло	3403 кг	-
3	Металл	417 кг	-
4	Плётка	1349 кг	1700 кг
5	ПЭТ - бутылки	452 кг	570 кг
6	Тарный пластик	309 кг	515 кг

Таким образом, социально-экологические проекты повышают экологическую культуру граждан субъектов Российской Федерации. Поэтому необходимо поддерживать и стимулировать их развитие на уровне субъектов, с целью мониторинга реакции общества на различные новшества в экологической сфере.

Список использованной литературы:

1. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ (ред. от 28.12.2016), URL: <http://docs.cntd.ru/document/901711591> (дата обращения 2.11.17)
2. Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Охрана окружающей среды” на 2012-2020 годы (с изменениями на 6 июля 2017г.) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014г. N 326, URL: <http://docs.cntd.ru/document/499091755> (дата обращения 2.11.17)
3. Зелёный Паровоз [Электронный ресурс]: Сайт сообщества, URL: <http://zparovoz.ru/index.html> (дата обращения 2.11.17)
4. Об утверждении комплексной стратегии обращения с твёрдыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 14 августа 2013г. N 298, URL: <http://docs.cntd.ru/document/499041934> (дата обращения 2.11.17)

ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ПРИ РАЗЛИВЕ ТОПЛИВА

Лиховодова Ю.Н., магистрант направления «Техносферная безопасность»

Перминов В.А., д.ф-м. н., профессор

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В статье рассматриваются основные опасные факторы при эксплуатации автозаправочных станций, опасные факторы топливных жидкостей, их физические и физико-химические свойства. Основная задача в статье – проанализировать все возможные риски, возникающие при эксплуатации АЗС, выявить наиболее вероятные неблагоприятные события, способные привести к повреждениям и разрушениям АЗС. Проанализировать возможные сценарии развития аварии для выявления наиболее опасного. Данные исследования позволят в дальнейшем использовать математическую модель для определения радиуса поражения зданий, сооружений и населения, и определения безопасного расстояния для опасных объектов – АЗС.

Возникновение аварий на объектах хранения и использования топлива, таких как АЗС, высоковероятно, так как они являются объектами повышенной пожаровзрывоопасности, которая обусловлена большими объемами хранящегося там автомобиль-

ного топлива, особенностями технологических процессов, связанных с приемом, хранением и выдачей топлива. Данные аварии могут привести к большому количеству человеческих жертв и потери материальных ценностей, особенно в условиях плотной застройки городов и расположения АЗС на территории жилого сектора в населенных пунктах. Фактор территориального расположения приводит к тому, что увеличивается количество человек и их время нахождения на опасном объекте.

В связи с этим, возможные аварии на АЗС представляют серьезную опасность для населения и окружающих объектов. Кроме того, возможно воздействие на АЗС и со стороны окружающих объектов, способное привести к возникновению аварии с пожарами и взрывами. Поэтому степень пожарной опасности на АЗС обусловлена как конструктивными и объемно-планировочными решениями, так и особенностями их размещения по отношению к окружающим объектам.

Для предотвращения катастрофических последствий необходимо разработать методику прогнозирования масштабов возможной аварии. Для решения данной задачи возможно применение метода математического моделирования для анализа распространения фронта пламени при горении разлива нефти, расчета поражающих факторов волны, образовавшейся в результате взрыва паров топлива, а так же для определения безопасного расстояния при горении или взрыве на АЗС.

На объекте АЗС обращаются бензины различных марок, дизельное топливо, автомобильные масла, сжатый природный газ и сжиженные углеводородные газы (СУГ). Бензины - легковоспламеняющиеся жидкости, представляющие собой смеси легких углеводородов. Бензины при горении прогреваются в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой. Скорость нарастания прогретого слоя 0,7 м/ч, температура прогретого слоя 80-100°C, температура пламени 1200°C [1].

Для проведения анализа возникновения аварий проводится оценка пожарного риска на объекте. Одной из самых принципиальных проблем, возникающих при ее проведении, является определение вероятностей возникновения инициирующих событий для возможных аварийных ситуаций и вероятностей перехода аварийной ситуации и аварии на различные стадии логического дерева событий. Наибольшую трудность вызывает сбор необходимой информации, в особенности данных по отказам технологического оборудования. Данные при сборе чаще принимаются из статистики отказов на аналогичных предприятиях.

При анализе причин аварий проводится анализ возможных сценариев развития событий, наиболее вероятные из которых приведены ниже.

Разрушение (частичное или полное) трубопроводной арматуры приводит к поступлению в окружающую среду взрывопожароопасной жидкости (жидкости в перегретом состоянии). В этих условиях при наличии источника зажигания происходит немедленное воспламенение, горение факела или пролива (при выбросе стабильных жидкостей горящий факел образуется только на малых отверстиях разгерметизации, свищах). При тех же исходных данных, но в случае отсутствия источника зажигания истечение жидкости, при наличии перегрева жидкости происходит ее вскипание, образование парокапельной смеси в атмосфере. При образовании и распространении пролива взрывопожароопасной жидкости, его частичное испарение, в случае если температура проливающейся жидкой фракции меньше температуры подстилающей поверхности, кипение пролива приводит к образованию взрывоопасной концентрации паров взрывопожароопасной жидкости в воздухе от испарения/кипения пролива, а при истечении перегретой жидкости и от вскипания выброса с возможностью дальнейшего дрейфа облака ТВС. При наличии источника зажигания воспламенение паров ТВС приводит к сгоранию/взрыву облака ТВС с пожаром разлива и, в случае свища, либо в случае выброса перегретой жидкости, горение факела. В данных условиях развития аварии возможно попадание в зону возможных поражающих факторов (тепловое излучение, открытое пламя, токсичные продукты исходного выброса либо продукты горения, барическое воздействие) людей, оборудования, зданий, сооружений, образование

цепной реакции последующего развития аварии в случае, если затронутое оборудование содержит опасные вещества. Последним этапом любой аварии является локализация и ликвидация разлива (пожара) [4].

Данный сценарий показывает комплексность опасности при возникновении разлива топлива при только одной причине аварии, таким же образом проводится анализ всех возможных причин аварии: разгерметизация цистерны хранения топлива, воспламенение цистерны при сливе-переливе топлива, разрушение полное и частичное цистерны, хранящей топливо и др. При определении всех наиболее вероятных причин составляется сценарий событий, который позволит выделить наиболее опасный фактор аварии. Так, при возникновении аварий на АЗС, для определения безопасного расстояния от объекта аварии для населения и объектов будем учитывать такие поражающие факторы, как тепловое воздействие при горении разлива и мощность ударной волны при взрыве облака ТВС. При построении математической модели учитываем фактор образования огненного шара при аварии, проводим расчеты с учетом этого фактора. В аварийных ситуациях наблюдаются различные сценарии образования парового облака, его смешения с окружающим воздухом и зажигания горючей смеси от источника. При разливе нефтепродуктов образующаяся переобогащенная смесь горит вокруг своей внешней оболочки. При разгерметизации емкостей высокого давления и мгновенном выбросе топлива образующаяся смесь горит в ядре огненного шара [5]. Моделирование горения углеводородных газов в структуре сферического пламени позволяет количественно описать динамику физико-химических процессов как на поверхности огненного шара, так и в его объеме для массы аварийного выброса топлива [6].

В ходе проведения исследования удалось проанализировать наиболее возможные риски, возникающие при эксплуатации АЗС, выявить наиболее вероятные неблагоприятные события, способные привести к повреждениям и разрушениям АЗС с использованием метода анализа рисков – дерево событий, где максимально наглядно может быть составлена схема причинно-следственной связи. Были составлены возможные сценарии развития аварии для поиска наиболее опасных факторов аварии, способных оказывать негативное влияние на человека и объекты. Данные исследования позволят в дальнейшем использовать математическую модель для определения радиуса поражения зданий, сооружений и населения, и определения безопасного расстояния для опасных объектов – АЗС.

Список использованной литературы

1. Топливо смазочные материалы и охлаждающие жидкости., Основные способы получения топлив, [Электронный ресурс] – Режим доступа: ULR <http://bibliotekar.ru/5-ohlazhdayuschie-zhidkosti/4.htm>., свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 28.10.2017г.
2. Д.М. Гордиенко, Оценка пожарного риска автозаправочных станций и разработка способов его снижения: дис. канд. тех. наук. / Д.М. Гордиенко, – 2001.
3. Приказ Федеральной службы экологическому, технологическому и атомному контролю, Руководство по безопасности., «Методика оценки риска аварии на линейных объектах, транспортирующих взрывопожароопасные жидкости», 2014.
4. R. Bubbico, F. Carbone, J.G. Ramírez-Camacho, E. Pastor, J. Casal Conditional probabilities of post-release events for hazardous materials pipelines., Process Safety and Environmental Protection 104 (2016) 95–110.
5. Б.Е. Гельфанд, Г.М. Махвиладзе, В.Б. Новожилов, И.С. Таубкин, С.А. Цыганов. Об оценке характеристик аварийного взрыва приповерхностного паровоздушного облака. Докл. АН СССР. 1996. Т.321. №5. с.979-983.
6. Г.М. Махвиладзе, Дж.П. Робертс, С.Е. Якуш. Огненный шар при горении выбросов углеводородного топлива. Физика горения и взрыва. 1999. Т.35. №3. с.17-19.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ВЫЯВЛЕННЫХ НАРУШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Максимов К.С., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Николаева Л.С., доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Одна из важнейших задач работников службы промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды (ПБОТОС) на предприятии – контроль над исполнением требований нормативных документов с целью сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, имущества предприятия и окружающей природной среды. Функциональная деятельность работников службы не ограничивается контролем над исполнением требований нормативных документов. Нехватка времени, ресурсов для более качественного контроля исполнения работниками требований ПБОТОС приводит к ухудшению функционирования предприятия в целом.

Увеличение численности сотрудников приведёт к материальным затратам, пересмотр инструкций функциональных обязанностей их дальнейшее делегирование между службами предприятие приведет к их неэффективности, что так же негативно отразится на деятельности предприятия.

Программное обеспечение представляет собой базу данных для хранения, систематизации и контроля в области выполнения требований нормативных документов включает в себя данные, аппаратное обеспечение, программное обеспечение и пользователей. Для создания программного обеспечения необходимо выбрать систему управления базами данных.

Наиболее массовое распространение имеют следующие системы управления базами данных MicrosoftOfficeExcelи 1С: Предприятие. Проанализировав 2 продукта можно с уверенностью отдать свой выбор 1С: Предприятие.

1С:Предприятие — программный продукт компании «1С», предназначенный для автоматизации деятельности на предприятии. Первоначально «1С:Предприятие» было предназначено для автоматизации бухгалтерского и управленческого учётов (включая начисление зарплаты и управление кадрами), но сегодня этот продукт находит своё применение в областях, далёких от собственно бухгалтерских задач[1].

Электронная база данных представляет собой объекты исследования, которыми на предприятии могут быть: отдельно взятый работник, бригада, участок, цех и т.п., со списком нарушений с указанием ссылки на действующий нормативный документ, на международный стандарт (OHSAS, ISO). Каждое выявленное нарушение требований ПБОТОС оформляется актом с указанием ФИО сотрудника, объекта, фотографии данного нарушения, даты и времени выявленных нарушений.

После устранения в службу ПБОТОС, формируется акт об устранении нарушений, к которому прилагаются подтверждения на устранение данных нарушений (фотографии, файлы, сканированные документы и т.д.).

Для создания удобства работа с данными будет осуществляться не только с помощью персонального компьютера, а также при помощи мобильного телефона, планшетного компьютера. При помощи специальная технология - Мобильная платформа 1С: Предприятия 8. Она позволяет создавать самостоятельные приложения, работающие на мобильных устройствах под управлением операционных системAndroid или iOS..

Приложение, созданное с помощью этой технологии, хранит прикладные данные прямо на мобильном устройстве и позволяет их изменять. Как правило, мобильные приложения не предназначены для автономной работы, а используются в качестве удалённых рабочих мест какого-то «основного» прикладного решения. Поэтому они содержат те или иные алгоритмы взаимодействия и обмена данными с основным прикладным решением с помощью web-сервисов, электронной почты и т.д.

Так же возможен подключение мобильного устройства можно через интернет непосредственно к информационной базе, расположенной, например, где-то в офисе. В этом случае мобильное устройство не хранит никаких прикладных данных, а только обеспечивает их отображение и изменение. Подключение с мобильного устройства через Интернет возможно благодаря использованию веб-клиента и режима низкой скоро-

сти соединения. Режим низкой скорости соединения обеспечивает комфортную работу через низкоскоростное интернет-соединение (например, через GPRS-соединение). А веб-клиент позволяет подключаться к информационной базе используя лишь имеющийся в устройстве браузер. Работа на ноутбуках и нетбуках в этом случае практически ничем не отличается от работы на обычном стационарном компьютере, так как в них используются те же самые полнофункциональные версии браузеров [1].

Таким образом, электронная база данных позволяет снизить затрачиваемое время на формирование отчетности, на организацию проверки устранения ранее выявленных нарушений, удаленное управление данными с мобильного устройства или планшетного компьютера обеспечит не прерывный контроль в области обеспечения безопасности в любое удобное и даже в не рабочее время, а также, в случае отдаленности объекта, позволит снизить материальные затраты. Анализ выявленных нарушений позволит принять эффективные меры по их устранению.

Список использованной литературы

1. <http://1c.ru/> (дата обращения: 29.10.2017).

ВЕРЕВОЧНАЯ ПОЛОСА ПРЕПЯТСТВИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ ТРЕНИРОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ И ЕЕ РАЗРАБОТКА

Медведев Д.О., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Романцов И.И., к.т.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В настоящее время по всей России существует более 126 [1] веревочных парков (веревочная полоса препятствий), используемых в коммерческих целях, как самостоятельных объектов или входящих в состав парков отдыха и развлечений. В то время как данных о широком использовании с целью специальной подготовки на базе учебно-тренировочных центров нет. На данный момент полосы препятствий, являясь популярными, служат как в развлекательных, так в спортивных и даже специально-подготовительных целях. Так, к примеру, военная полоса препятствий служит как для специальной подготовки воинских подразделений, так и для популяризации патриотического воспитания и культуры безопасности среди молодежи на соревнованиях формата «Стальной характер» [2] и «Гонка героев» [3]. Что соответствует целям и приоритетным задачам государственной молодежной политики, указанным в распоряжении правительства РФ от 29.11.2014 № 2403-р «Об утверждении основ государственной молодежной политике Российской Федерации на период до 2025 года» [4]. В это же время веревочная полоса препятствий являясь специфичной, в плане работы на высоте, могла бы стать эффективным тренажером для спасателей и войти в состав учебно-тренировочных центров.

Цель: проектирование дополнительных участков веревочной полосы препятствий с целью расширения ее функциональности и вариативности.

Задачи:

- Анализ нормативно-правовой базы, регламентирующей безопасность веревочных парков;

- Проектирование и анализ исходной (базовой) модели полосы препятствий;
- Детальный анализ каждого элемента на участках полосы препятствий;
- Проектирование дополнительных участков полосы препятствий;
- Перекрестный анализ элементов, составляющих участки.

Веревоочный парк или веревочная полоса препятствий (далее – парк) – это спортивно-развлекательный комплекс, размещаемый, как правило, в лесных массивах и парковых зонах, состоящий из серии препятствий, расположенных на высоте, связанных в единую логическую цепь, объединенную общей идеей и правилами прохождения.

Парк может быть построен как на деревьях, так и на искусственных опорах (столбах). Размещаются парки, как на открытом воздухе, так и в закрытых помещениях.

Парки весьма разнообразны и могут быть использованы для обучения, досуга, тренировок или в терапевтических целях.

Упражнения в парках связаны с определенным риском и должны контролироваться инструкторами путем внимательного наблюдения, тренировок, инструктажа, информирования и т.п. [5]

Тренировки в парках способствуют развитию следующих навыков качеств: Физической формы; Силовой, скоростной и психо-эмоциональной выносливости; Пространственной координации; Тактическому мышлению; Психологической устойчивости при действиях в нестандартный (экстремальных) условиях – на высоте и на ограниченном пространстве; Элементарным правилам обращения с самостраховкой и средствами индивидуальной защиты на высоте.

Такого рода тренировки могут быть включены в систему подготовки и тренировок спасателей, основанной на отработке различных сценариев, которая широко и успешно используется в некоторых регионах мира. [6]

Основным стандартом является ГОСТ Р 56986 2016 «Безопасность веревочных парков. Требования безопасности при проектировании, монтаже и эксплуатации.».

Основные элементы, входящие в состав парков указаны на рисунке 1 и перечислены ниже:

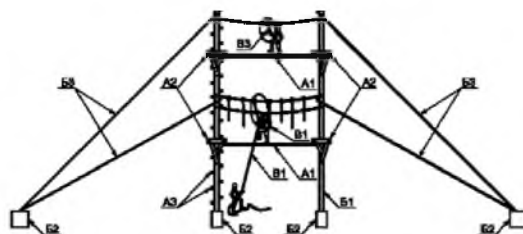


Рис. 1. Опорные и рабочие системы

- А – рабочие системы;
- А1 – элементы;
- А2 – платформы;
- А3 – лестницы;
- Б – опорные системы;
- Б1 – опоры;
- Б2 – фундаменты, анкеры;
- Б3 – оттяжки;
- В – страховочные линии;
- В1 – страховочная линия с ассистентом;
- В3 – самостраховка.

За основу взят проект реально действующей полосы препятствий (рисунок 2), на базе которой осуществлялось проектирование дополнительных участков с разрешения правообладателя, без разглашения наименования объекта.

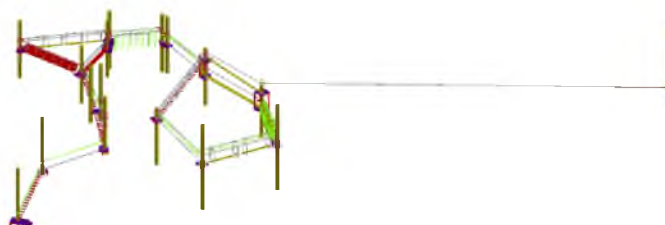


Рис. 2. Преемная версия веревочной полосы препятствий

Цветовые обозначения (искл. башня):

- Желтый – стволы деревьев и бревна (диаметр ≥ 150 мм);
- Красный – пиломатериал и бревна (диаметр < 150 мм);
- Серый – металлические элементы;
- Зеленый – веревки и канаты;

- Синий – Резиновые элементы;
- Фиолетовый – покрытие платформ.

Проектирование дополнительных участков проводилось с помощью САРП АСА [12]. Результат (рисунок 3) и общие характеристики проекта приведены ниже:

- Общие характеристики: Количество препятствий – 23 шт; Длина препятствий – 3,0 18,5 м; Уровни высот платформ – 0,8 8 м; Уровни высот страховочных линий – 1,25-1,5 м; Диаметр опор – от 0,4-0,7 м; Диаметр страховочно-грузовых тросов – 6,0-12,0 мм; Диаметр страховочно-грузовых веревок – 6,0-12,0 мм; Количество маршрутов – 4 ветки; Условия допуска (минимальный рост/возраст) – 120 см / 6 лет* и 8 лет; Предел допуска (обхват пояса) – 120 см; Максимальное допустимое количество участников на полосе одновременно – 24 чел. (из расчета четыре участника на одного инструктора).



Рис. 3. Общая схема расширенной полосы препятствий

1 – Начало, 2 – Параллельные перила, 3 – Подъем, 4 – Подъем 2, 5 – Бочки, 5-6 – Срез, 6 – Бревна, 7 – Петли, 8 – Канаты, 9 – Двойные бревна, 10 – Качели, 11 – Бревна-качели, 12 – Цепь с канатами, 13 – Обезьянья тропа, 14 – Бревно.

В составе защитной и рабочей систем используются:

- Тросы из нержавеющей стали грузо-людского применения (диаметр – 6-12);
- U-образные зажимы для тросов (размеры 6-10);
- Металлические коуши (ушки) для тросов;
- Подкладные элементы для увеличения площади давления защитных и рабочих систем на опорные системы (габариты 150×60×60 мм).

На опорных системах установлены платформы, в состав которых входят:

- Опорные балки (с размерами поперечного сечения 100×100 мм);
- Металлические шпильки для соединения опорных балок (диаметр 14 мм);
- Покрытие платформ (с размерами поперечного сечения 50×100 мм).

Препятствие «Начало» (рисунок 4):

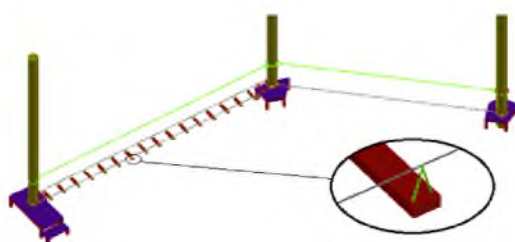


Рис. 4. Начало и параллельные перила

Категория сложности – 3(5с).

Технические характеристики:

- Уровень платформ – 0,8 м;
- Длина препятствия – 13,2 м;
- Высота препятствия – 1,5 м;
- Уровень страховки – 1,5 м.

В состав препятствия входят:

- Два страховочно-грузовых тросов диаметром 6 мм и длиной 17,8 м;
- Одна страховочно-грузовая веревка диаметром 10 мм и длиной 21,1 м;

- 16 деревянных элементов с размерами (Д×Ш×В) 610×100×50 мм (сквозные отверстия: по длине отступ от края 23 мм, по ширине отступ от края 18 мм);
- 32 отрезка веревки диаметром 6 мм и длиной 500 мм;
- Восемь U-образных зажимов для тросов восьмого размера;
- Восемь U-образных зажимов для тросов шестого размера;
- Два деревянных элемента диаметром 60 мм и длиной 610 мм.

Эти два препятствия образуют тестовый этап, на котором оценивается насколько был усвоен и выполняется участником инструктаж по технике безопасности.

Следующие препятствия были добавлены в целях расширения и увеличения различных видов работ на координацию:

4 – Качающиеся пеньки; 9 – Бревна-весы; 14 – Бревно; 15 – Кресты; 16 – Весы; 17 – Винтовая переправа; 18 – Бревна внахлест; 19 – Колеса; 20 – Пеньки; 21 – Подвесной мостик; 22 – Канат-троллей («Тарзанка»).

Все вышесказанное дает возможность сделать следующие выводы:

1. Что использование подобных участков становится все более популярным и актуальным для населения. Вместе с тем начинает накапливаться специальная нормативно-правовая база регламентирующая безопасность подобных мест. Но при этом с научной точки зрения вопрос о широком использовании веревочных парков еще слабо изучен при всем его темпе развития.

2. Разработка веревочных полос препятствий может вестись как с нуля с возведением искусственных опорных систем, так с использованием природных элементов в качестве опорных систем, при этом уже будут существовать вариативные комбинации для прокладывания маршрутов, так и на основе смешивания. При этом не исключен вариант создания на базе уже существующих объектов, с целью расширения и обновления функционального состава. При этом существует финансовая выгода с точки зрения постепенного развития проекта.

3. Вопрос обеспечения безопасности при эксплуатации веревочных парков является первостепенным, так как все манипуляции на высоте связаны с риском для жизни, поэтому, как для работы с участниками, так и при возникновении нештатной ситуации должны быть привлекаться специалисты, имеющие рабочие компетенции вплоть до спасения на высоте.

4. Препятствия могут широко различаться по функциональности:

- Могут варьироваться физические нагрузки на различные группы мышц;
- Могут варьироваться интенсивность и продолжительность физической нагрузки, за счет сочетания различных факторов (сложности и длины участков соответственно);
- Могут изменяться варианты пространственной координации и тактического мышления;
- Может варьироваться уровень психологической нагрузки, за счет комбинирования различных факторов (высоты, сложности и длины участков);
- Может варьироваться подход к использованию (рекреационный, спортивно-соревновательный и со специальными целями).

На мой взгляд было бы целесообразно исследовать возможности расширения области использования на практике, провести анализ и сделать выводы и направленно-сти влияния использования для различных областей.

Список использованной литературы

1. Веревочные парки России и ближнего зарубежья [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – ropoparks.ru // Rope parks – Свободный доступ. Схема доступа: <http://www.ropoparks.ru/all/>
2. Стальной характер. Экстремальный забег [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – Стальной-характер.рф // Стальной характер. Экстремальный забег – Свободный доступ. Схема доступа: <http://xn----7sbbazukdsksdbok7bxx.xn--p1ai/>

3. Гонка героев. Новая высота [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – / heroleague.ru / Гонка героев – Свободный доступ. Схема доступа: <https://heroleague.ru/>

4. Распоряжение правительства РФ от 29.11.2014 № 2403-р «Об утверждении основ государственной молодежной политике Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – consultant.ru // Консультант Плюс – Свободный доступ. Схема доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171835/

5. СП 31-115-2008 Открытые физкультурно-спортивные сооружения. Часть 4. Экстремальные виды спорта [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – Standartgost.ru // Standartgost.ru – Свободный доступ. Схема доступа: http://standartgost.ru/g/pkey-14293821419/%D0%A1%D0%9F_31-115-2008#1

6. The Training Officer and Using Scenarios in Rescue Training [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – carolinafirejournal.com // Carolina fire rescue ems journal – Свободный доступ. Схема доступа: <http://www.carolinafirejournal.com/Articles/Article-Detail/ArticleId/6047/The-Training-Officer-and-Using-Scenarios-in-Rescue-Training>

7. ГОСТ Р 56986-2016 Безопасность веревочных парков. Требования безопасности при проектировании, монтаже и эксплуатации [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – meganorm.ru // Информационная система МЕГАНОРМ – Свободный доступ. Схема доступа: <http://meganorm.ru/Index/62/62137.htm>

8. ГОСТ 12.1.004 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования». [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – docs.cntd.ru // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Свободный доступ. Схема доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9051953>

9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17020 «Оценка соответствия. Требования различных типов органов инспекции». [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – docs.cntd.ru // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Свободный доступ. Схема доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-mek-17020-2012>

10. ГОСТ Р ИСО 15607 «Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Общие правила.» [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – docs.cntd.ru // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Свободный доступ. Схема доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200081744>

11. ГОСТ Р 12.4.205-99 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты, удерживающие системы. Общие технические требования. Методы испытаний». [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – base.garant.ru // Гарант – Свободный доступ. Схема доступа: <http://base.garant.ru/6305204/>

12. Введение в AutoCAD Architecture [Электронный ресурс] : материалы из интернет ресурса – SavePearlHarbor.ru // SavePearlHarbor – Ещё одна копия хабора. — Свободный доступ. Схема доступа: <http://savepearlharbor.com/?p=263699>.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ

Мельникова Е.А., канд. техн. наук, доцент

Лагунова Е.Д., магистрант программы «Природоохранное обустройство территорий»

Брянский инженерно-технологический университет

В процессе эксплуатации иловых площадок необходимо обеспечивать равномерную периодическую подачу осадка на рабочую площадь карт и своевременный отвод выделяющейся иловой воды с площадки, ускорение подсушки осадков разрушением образующейся на их поверхности корок, своевременное удаление подсушенных до нужной степени осадков для использования либо в отвалы для захоронения с тем, чтобы карты были готовы к следующему напуску осадка.

Осадок имеет высокую влажность (обычно 95–98%), что затрудняет его перемещение обычными транспортными средствами без устройства напорных разводящих сетей. Влажность является основным фактором, определяющим объем ОСВ. Поэтому основной задачей обработки осадка является уменьшение его объема за счет отделения воды и получение транспортабельного продукта.

Кроме процессов влагоотдачи на иловых площадках наблюдается и поступление влаги за счет ее конденсации, а также атмосферных осадков.

Наиболее простой способ обезвоживания — подсушивание осадка на иловых площадках (иловых картах), где его влажность может быть уменьшена до 75–80%. При этом осадок уменьшается в объеме и по массе в 4–5 раз, теряет текучесть и может легко транспортироваться к месту его использования.

Для иловых карт, расположенных в средней полосе и на севере России, важным технологическим приемом, оказывающим существенное влияние на интенсивность обезвоживания осадка, является замораживание. В результате сублимации в процессе вымораживания и последующего отведения талой воды можно получить осадок влажностью 83–86%. Для оптимального проведения этого процесса необходимо соответствие величины слоя налива осадка глубине его промерзания при данной температуре воздуха.

Несоблюдение технологического режима эксплуатации иловых площадок, игнорирование влияния климатических факторов при обезвоживании осадка приводит к снижению фактической нагрузки на иловые карты и неэффективному использованию отведенных под них земельных угодий.

Первые математические модели, описывающие происходящие на иловых площадках процессы, были разработаны в начале XIX века [1]. Основой такого моделирования явился чисто инженерный подход, не рассматривающий физико-химических закономерностей процесса. На основании этих моделей в двадцатые годы К.Имхоффом была разработана методика расчета иловых площадок, которая просуществовала до наших дней практически без изменений [7].

В основу расчета была положена нагрузка N на 1 м^2 площади иловой площадки в год:

$$N = h \cdot n, \quad (1)$$

где h — допустимая высота однократного налива, м;

n — количество наливов за год.

Необходимая площадь иловой площадки по К.Имхоффу:

$$F = \frac{365 \cdot Q}{h \cdot n}, \quad (2)$$

где Q — количество осадка, образующегося на станции по очистке сточных вод за сутки, м^3 .

Уравнение (2) послужило основой для применяемой в настоящее время методики расчета площади иловых карт [2,4, 5]. Необходимая площадь площадки определяется следующим образом:

$$F = \frac{365 \cdot Q}{N \cdot K_t}, \quad (3)$$

где K_t — климатический коэффициент, величина которого изменяется в зависимости от климатической зоны;

N — нагрузка на 1 м^2 площади иловой карты в год, принимаемая в зависимости от ее конструкции, м^3 .

В отличие от формулы К. Имхоффа в уравнении (3) исчезло понятие разового налива (напуска), высота разового налива h заменена понятием средней высоты слоя осадка на площадках. Отсутствуют рекомендации по количеству годовых циклов напусков n . Не установлена и расчетная конечная влажность обрабатываемого осадка, что приводит к существенным нарушениям регламента эксплуатации и ухудшению ра-

боты сооружений. Кроме того, отсутствуют рекомендации по выбору типа площадки в зависимости от вида и свойств обрабатываемого осадка [7].

При таком подходе иловые площадки рассматриваются не как технологические сооружения, призванные обеспечить эффективное обезвоживание осадков, а как их накопители с регламентируемой годовой нормой заполнения.

Существенным дополнением расчета могла бы стать зависимость нагрузки на иловые площадки по сухому веществу осадка от удельного сопротивления сброженного осадка, впервые предложенная Свенвиком, дополненная и уточненная И.С.Туровским с сотрудниками [6]. Полученный исследователями график описывается следующим уравнением:

$$\lg(N_{\text{сyx}}) = 9,03 - 0,571 \lg(r), \quad (4)$$

где $N_{\text{сyx}}$ — нагрузка на площадку по сухому веществу, кг/м² в год;

r — удельное сопротивление фильтрации, см/г.

Уравнение (4) можно записать следующим образом:

$$N_{\text{сyx}} = 2 \cdot 10^9 \cdot r^{-0,571}. \quad (5)$$

Поскольку

$$N = \frac{N_{\text{сyx}}}{10(100 - W)}, \quad (6)$$

где W — влажность осадка в процентах, то нагрузку на иловые карты можно определить так:

$$N = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot r^{-0,571}}{10(100 - W)}. \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет, оставаясь в рамках инженерной модели, связать производительность иловых площадок с одним из основных показателей, характеризующих способность ОСВ к обезвоживанию — удельным сопротивлением фильтрации.

При выборе конструкции площадки И.С.Туровский [6] считает целесообразным придерживаться следующих рекомендаций: при $r < 1000 \cdot 10^{10}$ см/г применяют площадки с трубчатым дренажем на искусственном песчано-гравийном основании, при $r = 1000 \cdot 10^{10} \dots 4000 \cdot 10^{10}$ см/г применяют площадки на естественном основании с дренажем, при $r > 4000 \cdot 10^{10}$ см/г — с отстаиванием и поверхностным удалением воды.

В Германии и США расчет среднемесячной нагрузки на иловые площадки проводится по модели Пепела [1]:

$$N_{\text{сyx}} = C_0^n, \quad (8)$$

где C_0 — начальная концентрация сухого вещества;

n — климатический коэффициент.

Для расчетов иловых карт в Болгарии Р. Димовски [3] предлагает эмпирическую формулу:

$$N_{\text{сyx}} = \frac{d - n \cdot g \cdot C_0}{1200}, \quad (9)$$

где d — эмпирический коэффициент;

g — объемный вес осадка.

Основным недостатком рассмотренных моделей является описание процесса в виде одностадийного, с единственным фактором, влияющим на процесс обезвоживания ОСВ — временем обработки. Дополнение модели концентрацией исходного осадка или удельным сопротивлением осадка фильтрации не снимают основного недостатка: поверхностного, упрощенного подхода к физико-химическим основам процесса обработки ОСВ на иловых картах.

Несмотря на кажущуюся простоту процесса обезвоживания ОСВ на иловых площадках, в нем можно выделить три четко определенные стадии: уплотнение осадка,

фильтрацию иловой воды и естественное подсушивание путем испарения влаги с поверхности осадка [7]. Скорость процессов обезвоживания ОСВ на каждой из стадий различна, она зависит от многих факторов и требует, соответственно, подробного изучения на осадках с конкретными свойствами и для условий, характерных для конкретных станций аэрации.

Общим уравнением, описывающим процесс обезвоживания осадка на иловой площадке, является уравнение скорости влагоотдачи [7]:

$$\frac{dW}{dt} = \frac{dW_c}{dt} + \frac{dW_d}{dt} + \frac{dW_\phi}{dt}, \quad (10)$$

где W — общее влагосодержание осадка;

W_c , W_d , W_ϕ — объемы воды, удаляемые сушкой, декантацией (уплотнением) и фильтрацией соответственно.

Разделив обе части уравнения (10) на площадь иловой площадки, получим:

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dH_c}{dt} + \frac{dH_d}{dt} + \frac{dH_\phi}{dt}, \quad (11)$$

где $\frac{dH}{dt} = V$ — скорость обезвоживания ОСВ на иловых картах;

$\frac{dH_c}{dt} = V_c = E$ — скорость испарения воды из подсушиваемого на иловой площадке осадка;

$\frac{dH_d}{dt} = V_d$ — скорость уплотнения осадка;

$\frac{dH_\phi}{dt} = V_\phi$ — скорость фильтрации иловой воды.

Используемые в мировой практике модели расчета иловых карт, рассмотренные выше, представляют собой упрощенное эмпирическое описание происходящего на этих сооружениях процесса. Скорость процессов обезвоживания ОСВ зависит от многих факторов и требует, соответственно, подробного изучения на осадках с конкретными свойствами и для условий, характерных для конкретных станций аэрации.

Список использованной литературы

1. Бем Р. Исследование обезвоживания перегнившего активного ила сточных вод на иловых площадках. Пер. с нем. // Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – 1970, В 24 №8.
2. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 704 с.
3. Определение нормы месячных нагрузок иловых площадок. Р. Димовски // Wasser und Daden. 1977, V 29, №11.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 629 с.
5. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 97 с.
6. Туровский И.С. Обработка осадка сточных вод. 3-е изд., перераб и доп. – М: Стройиздат, 1988.
7. Веригина Е.Л., Чурбанова И.Н., Козлов Е.Л. Обработка осадка на иловых площадках // Водоснабжение и санитарная техника – Haustechnik, 1999, № 10.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В ОРГАНАХ ПОВСЕДНЕВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РСЧС

Митрофанова Н.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Янников И.М., доктор технических наук, профессор

ФБГОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашиникова»

Последствия чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера зачастую усугубляются в связи с отсутствием, неполнотой и недостоверностью недостаточностью необходимой информации.

Созданная для организации и выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), состоит из территориальных и функциональных подсистем и функционирует на 5 уровнях.

Органы повседневного управления создаются и функционируют на всех уровнях РСЧС. К ним относятся центры управления в кризисных ситуациях, информационные центры, дежурно-диспетчерские службы федеральных органов исполнительной власти, единые дежурно-диспетчерские службы муниципальных образований, дежурные и дежурно-диспетчерские службы организаций [1-2].

Между всеми уровнями управления происходит информационный обмен, регламентируемый соответствующими нормативными актами Российской Федерации. Схема информационного обмена между органами повседневного управления РСЧС представлена на рисунке 1.

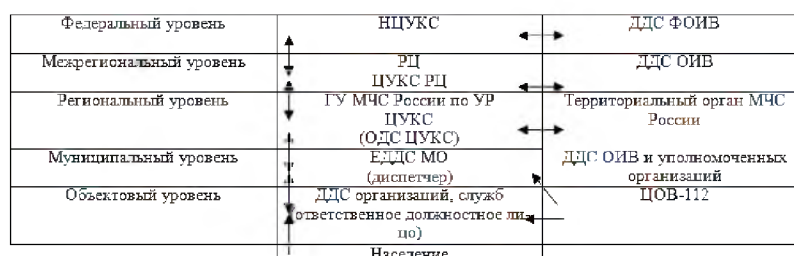


Рис. 1. Схема информационного обмена между органами повседневного управления РСЧС

При любых чрезвычайных ситуациях ОДС ЦУКС обрабатывается порядка 25 документов [3].

В связи с вышеизложенным встает вопрос о совершенствовании существующей системы информационного обеспечения данных органов.

В соответствии с приказом МЧС Российской Федерации [4] органы повседневного управления РСЧС являются ответственными за сбор, обработку и передачу оперативной и плановой информации. В целях ведения автоматизированного учета оперативной информации МЧС России организует разработку программного обеспечения для сбора, обработки и хранения оперативной информации и электронные формы документов, являющиеся обязательными для заполнения при обмене оперативной информацией.

Для каждой территории субъекта Российской Федерации и муниципального образования разрабатывается паспорт безопасности, задачами которого являются: определение показателей степени риска чрезвычайных ситуаций; оценка возможных последствий чрезвычайных ситуаций; оценка состояния работ территориальных органов по предупреждению чрезвычайных ситуаций; разработка мероприятий по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций на территории [5].

Основным недостатком паспорта безопасности является сосредоточение большого количества информации в одном месте, что весьма затрудняет её визуальное восприятие. Человек, не имеющий опыта работы с таким документом, в случае возникновения чрезвычайной ситуации не сможет вовремя сориентироваться, безошибочно оценить обстановку и своевременно передать информацию адресатам.

Помимо всех вышеуказанных документов органы повседневного управления каждого уровня составляют ежедневные, ежесуточные доклады. Исходя из изложенного очевидно, что объем собираемой, хранящейся и обрабатываемой ин-

формации действительно весьма и весьма велик. В ряде случаев она своевременно не доводится по назначению, не проводится её своевременная корректировка.

На наш взгляд, для совершенствования и улучшения качества работы с информационно-справочными ресурсами необходимо принятие конкретных мер по каждому вопросу. Например для улучшения работы с паспортом безопасности территории необходимо введение отдельных гиперссылок, дающих возможность не загромождая конкретный слайд увеличить объём хранящейся информации.

Несмотря на то, что авторами делались определённые попытки решения указанных проблем [6-9], комплекс мер по оптимизации структуры информационно-справочных ресурсов и процедуры информационного обмена между органами повседневного управления территориальной подсистемы РСЧС до настоящего времени не разработан.

Для достижения указанных целей полагаем необходимым:

во-первых, усовершенствование паспорта безопасности территорий, в части наиболее полного насыщения информацией его приложений;

во-вторых, обучение для персонала осуществляющего информационный обмен и корректировку существующих баз данных.

в-третьих, обеспечение доступа к существующим информационным системам и ПО всех участников информационного обмена на всех уровнях реагирования на чрезвычайные ситуации, а также разработка новых программ для оперативной обработки, передачи и хранения информации, в частности от ЕДДС МО;

Оперативность сбора исходной информации и её своевременная обработка могут быть достигнуты только путём применения в органах управления РСЧС быстродействующей вычислительной техники, создания соответствующих комплексов средств автоматизации и программного обеспечения [10-13].

Упомянутую процедуру сбора и обработки больших массивов информации предлагается усовершенствовать с помощью соответствующей программы по оптимизации создания баз данных.

Данная программа позволяет всем диспетчерам органов повседневного управления РСЧС, задействованным в локализации и ликвидации ЧС, одновременно предоставлять необходимые сведения в созданную базу данных. К примеру, при массовых отключениях электро- энергии, теплоснабжения, холодного водоснабжения и т.д., а также при уточнении погодных условий (при получении оперативного предупреждения об ухудшении погодных условий) на сбор данных от ЕДДС МО специалистами оперативно-дежурной смены ЦУКС уходит достаточно большое количество времени. С помощью данной программы специалист задает любые необходимые параметры, которые в последующем на своих рабочих местах заполняют диспетчера ЕДДС и одним нажатием клавиши информация обобщается в базу данных для последующей работы с ней.

Рассмотрим действие данного программы при сборе данных о прохождении грозового фронта на территории региона. Специалист территориального центра (отдела) мониторинга и прогнозирования (ТЦМП) задает при помощи блокнота (рис. 2) в программу соответствующие параметры (до 10 параметров одновременно), представленные на рис. 3.

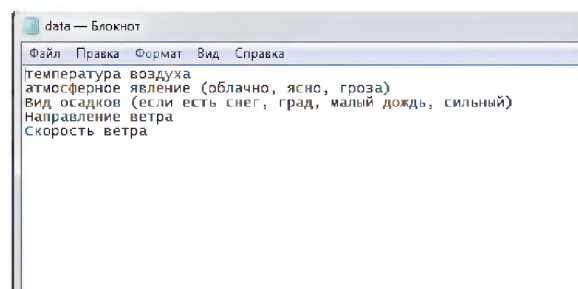


Рис. 2. Названия полей для сбора данных

Диспетчера ЕДДС МО на своих рабочих местах заполняют форму (рисунок 3) используя данные полученные с помощью метеокомплекта в режиме реального времени. Специалисту ТЦМП ЦУКС остается лишь одним нажатием клавиши выгрузить данную базу данных на свое рабочее место.

Рис. 3. Форма для заполнения базы данных по прохождению грозового фронта на территории Удмуртской Республики

Для удобства дальнейшей работы, база данных выгружается в документ формата Excel, где можно воспользоваться различными формулами, построить диаграммы, графики и др., необходимые для математического моделирования и прогнозирования развития ситуаций.

При необходимости постоянных точных сведений аналогичная операция может проводиться диспетчерами ЕДДС через каждые 2 часа.

Таким образом, использование данной программы не только существенно снижает время на сбор данных от органов повседневного управления участников ликвидации ЧС (диспетчеров ЕДДС МО и ДДС организаций), но и значительно упрощает процесс обработки данных за счет выгрузки базы данных в Excel.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. №68-ФЗ (в ред. от 15.02.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003г. №794 (в ред. от 14.04.2015) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
3. Приложение №15 к приказу ЦУКС ГУ МЧС России по УР от 25 декабря 2015 г. №685 «Об организации оперативного дежурства в ФКУ ЦУКС ГУ МЧС России по УР на 2016г».
4. Приказ МЧС России от 26.08.2009 г. №496 «Об утверждении Положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
5. Приказ МЧС России от 25.10.2004 г. (в ред. от 11.09.2013) «Об утверждении типового паспорта безопасности территорий субъектов Российской Федерации и муниципальных образований».
6. Янников И.М., Прокофьев Д.В. Вопросы организации комплексной безопасности потенциально опасных объектов // Безопасность государства в руках отечественных производителей. Сборник научных статей VIII Международной научно-технической конференции «Электронный город - электронная губерния - электронное государство». – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2015. - С. 161 - 166
7. Янников И.М., Фомин П.М., Булдаков Е.В. Применение информационных технологий в системах поддержки принятия решений органами управления в чрезвычайных ситуациях

чайных ситуациях: учебно-методическое пособие – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – 86 с.

8. Янников И.М., Фомин П.М., Булдаков Е.В., Роголёв А.А. Создание автоматизированного рабочего места оперативного дежурного пункта управления // Производство. Технология. Экология: Материалы конференции и школы. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2010. - С.322.

9. Янников И.М. Об организации управления, оповещения и реагирования на ЧС в муниципальном образовании // Проблемы безопасности и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (Безопасность – 2012): сб. науч. ст. II Всероссийской научно – практической конференции с международным участием. Том II. – Уфа: ФГБОУ ВПО УГАТУ – ГУ МЧС России по Республике Башкортостан, 2012 – С. 91 – 94.

10. И.М. Янников, П.М. Фомин, Е.В. Булдаков Применение информационных технологий в системах поддержки принятия решений органами управления в чрезвычайных ситуациях: учебно-методическое пособие – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – 86 с.

11. И.М. Янников, М.В. Телегина, И.А. Латыпова Основные этапы разработки паспорта безопасности территории с применением информационных технологий // Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2016. – № 3(30). – С. 92–96

12. И.М. Янников Применение комплексного подхода в организации антикризисного управления // Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2012». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. - С. 200-2011.

13. И.М. Янников, П.М. Фомин, Е.В. Булдаков, А.А. Роголев Создание автоматизированного рабочего места оперативного дежурного пункта управления ГО // Производство. Технология. Экология: Материалы конференции и школы. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2010. с.322-323

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Огальцева Е.Д., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Севастьянов Б.В., доктор технических наук, профессор

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашиникова

Средства защиты, поступающие от поставщика (образцы СИЗ, предоставленные на испытания), должны соответствовать соответствующим, для данного вида СИЗ, корпоративным требованиям, установленным Стандартом «Требования к средствам индивидуальной защиты». [2].

Основным документом определяющим требования безопасности средств индивидуальной защиты является регламент Таможенного союза (ТР ТС 019-2011), который вступил в силу с 1 июня 2012 года. Сертификаты и декларации выданные до вступления в силу ТР/ТС, действительны до 15 февраля 2014 года. После 15 февраля 2014 года запрещено производство и обращение на рынке СИЗ, не соответствующих требованиям ТР/ТС «О безопасности СИЗ».

Комиссия осуществляет входной контроль образцов СИЗ по результатам которого заполняется Протокол. На основании результатов входного контроля Комиссия принимает решение о допуске образцов СИЗ к производственным испытаниям, фиксируя это в Протоколе.

СИЗ, признанные по результатам входного контроля несоответствующими установленным требованиям, не допускаются к дальнейшим этапам производственных испытаний [2].

Работники, привлекаемые к производственным испытаниям, должны быть проинформированы о порядке испытаний и ознакомлены с инструкцией по эксплуатации образцов СИЗ.

По результатам входного контроля составляют заключение о соответствии продукции установленным требованиям и заполняют журнал учета результатов входного контроля.

В сопроводительных документах на продукцию делают отметку о проведении входного контроля и его результатах, маркируют (клеймят) продукцию, если это предусмотрено перечнем продукции, подлежащей входному контролю.

При соответствии продукции установленным требованиям подразделение входного контроля принимает решение о передаче ее в производство.

При выявлении в процессе входного контроля несоответствия установленным требованиям продукцию бракуют и возвращают поставщику с предъявлением рекламации.

При неоднократном получении недоброкачественной продукции или получении ее в крупных размерах потребитель сообщает об этом в территориальный орган Прокуратуры по месту нахождения поставщика.

По результатам входного контроля потребитель в необходимых случаях информирует о несоответствии продукции установленным требованиям министерство поставщика, представительство заказчика и (или) орган Госприемки на предприятии-поставщике, а при отсутствии последнего - территориальный орган Госстандарта по месту нахождения поставщика для принятия мер в соответствии с возложенными на них функциями. [2]

Необеспечение работников средствами индивидуальной защиты - влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от двадцати тысяч до тридцати тысяч рублей; на лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, - от двадцати тысяч до тридцати тысяч рублей; на юридических лиц - от ста тридцати тысяч до ста пятидесяти тысяч рублей. [3]

Список использованной литературы

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 019-2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».
2. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Электронный источник: <http://docs.cntd.ru/document/1200003831>.
3. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 29.07.2017).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ПОЛИМЕТАЛЛ»

**Петров Д.А., магистрант программы «Техносферная безопасность»
Алтайский государственный университет**

Сохранение жизни и здоровья работников является главным приоритетом Группы компаний «Полиметалл» (далее – Компания). Компания непрерывно совершенствует систему управления охраной труда и промышленной безопасности, направленную на предотвращение травматизма и сохранение здоровья работников, улучшая результативность в области производственной безопасности. [1].

Использование эффективных методов и системного подхода управления производственными рисками, соответствующих характеру и масштабу воздействия на работников является актуальной задачей в деятельности Компании. Существенный вклад в эффективность функционирования системы управления охраной труда и промышленной безопасности вносит использование современных эффективных инструментов, таких как процедуры идентификации опасностей и оценки риска на предприятиях Компании.

Идентификация опасностей и оценка риска проводятся с целью выявления существующих опасных и вредных факторов на производственном участке, оценки их возможного негативного воздействия на работников и разработке мероприятий по эффективному управлению ими [2].

Для проведения идентификации опасностей на производственных участках предприятия, назначаются комиссии. При проведении идентификации опасностей комиссия анализирует:

- материалы расследования зарегистрированных на участке несчастных случаев, аварий, инцидентов и происшествий;
- особенности технологического процесса на участке, заключения экспертиз промышленной безопасности и акты проверок технического состояния зданий и сооружений, оборудования и технических устройств, применяемых на участке;
- результаты проверок контролирующих органов и внутренних комиссионных проверок.

По итогам анализа комиссия выявляет опасные и вредные факторы, сопровождающие технологический процесс на участке и определяет условия безопасной работы (мероприятия по управлению опасностью) на участке. Результаты оформляются в виде карты идентификации опасностей для каждого производственного участка.

Карта идентификации опасности			Рудник «Авлякан» (структурное подразделение, производственный участок)			
Физические опасные и вредные факторы на руднике	да	нет	Средства защиты	да	нет	Дополнительные условия безопасности
Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	☒	☐	Оградительные средства защиты	☒	☐	Визуализация мест потенциального заземления. Регулирование дорожного движения. Разграничение зон движения самоходной техники и пешеходов.
			Предохранительные средства (блокировка)	☒	☐	
			Устройства сигнализации (звуковая, световая)	☒	☐	
			Разработка маршрутов передвижения	☒	☐	
			Знаки безопасности. Визуализация опасностей.	☒	☐	
Разрушающиеся конструкции;	☒	☐	Защитные козырьки над рабочим местом	☒	☐	
			Защитные козырьки над оборудованием	☒	☐	
			Знаки безопасности	☒	☐	
Обрушивающиеся горные породы;	☒	☐	Крепление кровли (обязательное крепление всех сопряжений горных выработок).	☒	☐	Исключить работы без предварительной механизированной оборки кровли или без крепления. Крепление всех сопряжений горных выработок. Исключить нахождение работников в очистном пространстве. Контроль качества паспортов крепления и управления кровлей.

Рис. 1. Пример оформления карт идентификации опасности

Специалисты службы охраны труда на основании карт идентификации опасности проводят анализ выявленных опасных и вредных факторов, и оценивают опасность каждого фактора путем суммирования количества участков и работников подверженных воздействию оцениваемого фактора и сопоставив фактические данные о травматизме работников по причине воздействия анализируемых факторов, определяют уровень опасности каждого фактора.

С алгоритмом и результатами проведенного анализа опасных и вредных факторов знакомят руководителей и специалистов предприятия, а также размещает результаты анализа на информационных стендах предприятия и подразделений.

На основании проведенного анализа опасных и вредных факторов разрабатываются мероприятия на следующий год по визуализации наиболее опасных факторов по каждому производственному участку.

Плановая оценка риска на предприятиях Компании проводится ежегодно в течение IV квартала текущего года. Внеплановая оценка риска проводится:

- в следствии произошедшего на рабочем месте несчастного случая;
- в случае если на участке была проведена внеплановая идентификация опасностей;

- по приказу руководства Компании.

Для проведения оценки риска на рабочих местах, главный инженер предприятия своим распоряжением назначает комиссию в каждом структурном подразделении.

При проведении оценки риска комиссия анализирует:

- материалы расследования зарегистрированных на конкретном рабочем месте и идентичных рабочих местах несчастных случаев;
- карты идентификации опасностей;
- оборудование, технические устройства и инструменты, применяемые на рабочем месте;
- технологические (рабочие) операции, выполняемые работником;
- мнение работников о состоянии безопасности оцениваемого рабочего места, рекомендуется применять опросные листы (анкетирование).

По итогам анализа комиссия должна оценить величину риска на каждом рабочем месте и определить меры управления риском (необходимые условия безопасности) для рабочего места. По итогам проведения идентификации опасностей председатель комиссии обеспечивает оформление карт оценки риска для каждого рабочего места.

Начальник производственного участка обеспечивает ознакомление с картами работников участков, применение результатов оценки рисков на рабочих местах для организации оперативных (ежесменных) проверок состояния охраны труда и промышленной безопасности, разработке программ инструктажей по охране труда работникам участка, организации и проведению работы по визуализации опасностей.

Решение о полной остановке (прекращении) производства работ или возобновлении производства работ, после принятия необходимых мер по снижению уровня риска, принимает директор предприятия по согласованию с Генеральным директором Компании.

Оценочные факторы:			
1. Движущие машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;			
2. Разрушающиеся конструкции;			
3. Обрушающиеся горные породы;			
4. Повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны;			
5. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;			
6. Пониженная температура воздуха рабочей зоны;			
7. Повышенный уровень шума на рабочем месте;			
8. Повышенный уровень вибрации;			
9. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;			
10. Недостаточная освещенность рабочей зоны;			
11. Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);			
12. Токсичные, раздражающие;			
13. Скользящие поверхности рабочей зоны, автодорог, промышленных площадок;			
Оценка риска (по каждому фактору):			
Факторы:	Оценка	Вероятность	Последствия
1. Движущие машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;	Н	1	4
2. Разрушающиеся конструкции;	Н	2	2
3. Обрушающиеся горные породы;	Н	1	1
4. Повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны;	С	2	3
5. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;	В	3	3
6. Пониженная температура воздуха рабочей зоны;	Н	1	2
7. Повышенный уровень шума на рабочем месте;	Н	1	2
8. Повышенный уровень вибрации;	Н	1	1
9. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;	В	3	3
10. Недостаточная освещенность рабочей зоны;	Н	2	2
11. Расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);	В	3	3

Рис. 2. Фрагмент карты оценки риска

«Экстремальный» и «Высокий» риск управляются в соответствии с принятой в международных стандартах управленческой моделью:

Для разработки плана управления рисками, директор предприятия, главный инженер предприятия на основе проведенной оценки, обеспечивает разработку реестра «Экстремальных» и «Высоких» рисков с обязательной разбивкой по установленной оценке, месту нахождения (производственному участку), опасному фактору, масштабу воздействия.

На основании реестра риска для каждого из перечисленных рисков разрабатывается план мероприятий. План мероприятий разрабатывается и утверждается должностными лицами, на которых возложена обязанность по принятию управленческих решений и выделение необходимых ресурсов.

Анализ выполнения и эффективности мероприятий проводится в декабре планового года руководителем службы ОТ и ПБ.

В случае невыполнения мероприятий по управлению рисками исполнитель и контролер привлекаются в равной степени к ответственности в порядке, установленном в Компании.

Эффективность выполненных мероприятий определяется путем перерасчета показателей LTIFR и FIFR за 3 года с учетом планового.

«Средний» и «Низкий» риск управляются путем их изучения в рамках программ обучения и инструктажей по охране труда и промышленной безопасности работников, учета этих рисков в организации нарядной системы, проведения работ повышенной опасности, обеспечения безопасности зданий, сооружений и оборудования, контроля охраны труда и других стандартов системы управления охраной труда и промышленной безопасностью.

Таким образом, применяемые процедуры идентификация опасностей и оценки риска на предприятиях Группы компаний «Полиметалл позволяют эффективно выявлять существующие опасные и вредные факторы на производственных участках, проводить оценку их возможного негативного воздействия на работников и осуществлять разработку мероприятий по эффективному управлению существующими рисками.

Список использованной литературы

1. Политика в области здоровья и безопасности АО «Полиметалл УК» (ред. №3).
2. Стандарт предприятия АО «Полиметалл УК» СТП СУОТ и ПБ 001 «Идентификация опасностей и оценка риска» (в редакции приказа от 14.07.2015 № 217/02-122).
3. Руководство по системе управления охраной труда и промышленной безопасностью АО «Полиметалл УК» (в редакции приказа от 09.12.2016 №217/02-213)

УМНОЕ ЭНЕРГОПОКРЫТИЕ ДЛЯ СПОСОБА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ

Поспелова И.Ю., к.т.н., доцент

Корнилов Д.А., магистрант программы «Прогнозирование характеристик систем жизнеобеспечения»

Иркутский национальный исследовательский технический университет

Многие страны в настоящее время полагаются в основном на уголь, нефть и природный газ для получения энергии. Ископаемые виды топлива невозобновляются, то есть они опираются на конечные ресурсы, которые в конечном итоге истощаются, становясь слишком дорогими или слишком экологически вредными для извлечения. Поэтому все больше внимания уделяется способам получения энергии от возобновляемых источников (солнца, ветра, тепла земли, био- и гидроэнергии рециркуляционным и сберегающим методам). Но не все возобновляемые источники энергии доступны и эффективны в значительной мере.

Почему бы не создать конструкцию, которая сама будет вырабатывать энергию недалеко от потребителя, и подавать энергию для использования в то время, когда необходимо и сохранять ее, когда нет в этом нужды. Эта конструкция должна не требовать больших первоначальных затрат. Она берет энергию из окружающей среды и, благодаря свойствам материала покрытия, вырабатывает энергию. Это возможно из-за свойств материалов и конструктивных особенностей.

Для получения энергии существуют термоэлектрические материалы.

В понятие термоэлектричество входит совокупность явлений, в которых разность температур между двумя разнородными твердыми или жидкими веществами создаёт электрический потенциал, или, наоборот, электрический потенциал создаёт разность температур [2,4]. Другими словами, это понятие относится к прямому преобразованию теплоты в электричество в твердых или жидких проводниках, а также прямому нагреву или охлаждению контактов двух проводников пропускаемым током. В современном техническом использовании термин «термоэлектричество» почти всегда подразумевает термоэлектрические явления Зеебека, Пельтье и Томсона. Все эти эффекты характеризуются соответствующими коэффициентами, которые определяются параметрами контактов (спаев) между

разнородными веществами, а также свойствами самих материалов. Они связаны между собой так называемыми соотношениями Кельвина.

К термоэлектрическим материалам (ТЭМ) относятся металлические и полупроводниковые сплавы и химические соединения, обладающие высокими значениями термоэлектрических параметров и применяемые в той или иной степени в современных термоэлектрических устройствах. Термоэлектрические материалы имеют три основные области применения: термоэлектрические генераторы (ТЭГ) для прямого преобразования тепла в электричество, термоэлектрические холодильники (ТЭХ) для преобразования электричества в холод и измерители температур (от температур близких к абсолютному нулю до тысяч К).

В настоящее время есть две главные сферы, в которых термоэлектрические устройства могут использоваться в целях энергосбережения. Одним из них является преобразование в электричество отработанного (или «сбросового») тепла, чтобы снизить неэффективный выброс тепла (уровень теплового «загрязнения»). Вторым применением термоэлектричества является охлаждение с помощью таких устройств как портативные холодильники, кулеры для напитков, охладители электронных узлов приборов и т.д. Термоэлектрическими свойствами обладают практически все металлы, их химические соединения (оксиды, сульфиды, селениды, фосфиды, карбиды, интерметаллические соединения и др.) и сплавы, а также многие полупроводники. Деление ТЭМ на термопарные (для измерения низких и высоких температур) и материалы для ТЭГ и ТЭХ определяется величинами коэффициента термоЭДС (мкВ/К), температуры плавления, тепло- и электропроводности и механическими характеристиками. К материалам для ТЭГ относятся теллуриды висмута, свинца, сурьмы и их твердые растворы; селениды висмута и сурьмы; теллурид германия, моносульфид самария, селенид гадолиния, станнид и силицид магния. В ТЭХ обычно используют теллурид висмута. К термопарным материалам относится ряд металлических сплавов из благородных и неблагородных металлов.

Приведем основные положения работы термоэлектрических устройств

1. Эффект Зеебека.

В цепи, состоящей из двух различных проводников (для примера возьмем металл А и металл В), спаи (контакты) которых находятся при разных температурах T_1 и T_2 , возникает термоэлектродвижущая сила (ТЭДС) V_{AB} .

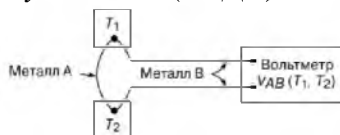


Рис. 1. Схематическое изображение измерения ТЭДС

V_{AB} есть напряжение на концах разомкнутой цепи, т.е. когда один из контактов отсутствует, т.к. в замкнутой цепи ток и напряжение зависят от удельного электросопротивления проводов. Оно и получило название ТЭДС или ЭДС Зеебека, а само явление возникновения ТЭДС - эффектом Зеебека.

В лабораторных условиях были проведены эксперименты, которые показали, что при небольшом перепаде температур между спаями ТЭДС пропорциональна разности температур ΔT , из которых составлена цепь.

ТЭДС описывается уравнением

$$V_{AB} = S_{AB} \Delta T, \quad (1)$$

где S_{AB} - относительный коэффициент Зеебека для материалов А и В, а $\Delta T = T_1 - T_2$.

Величины V_{AB} и S_{AB} считаются положительными, если ток у горячего спая протекает от металла А к металлу В. Опыт показывает, что для любой пары однородных проводников, подчиняющихся закону Ома, величины ТЭДС зависят только от природы материала проводников и от разности температур ΔT , но не зависят от распределения температуры между этими спаями.

Если для одной пары проводников А и В справедливо соотношение (1), а для другой пары В и С справедливо соотношение $V_{BC} = S_{BC} \cdot \Delta T$, то в цепи, составленной из проводников А и С, величина ТЭДС будет равна

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} - (S_{AB} + S_{BC}) \cdot \Delta T, \quad (2)$$

Это свойство алгебраического суммирования относительных коэффициентов Зеебека называется «законом промежуточных проводников». Справедливость этого закона означает, что относительный коэффициент Зеебека для любой пары проводников равен разности двух коэффициентов S_A и S_B

$$S_{AB} = S_A - S_B, \quad (3)$$

которые можно назвать абсолютными коэффициентами Зеебека.

2. Эффект Пельтье. Если через цепь (термоэлемент), состоящую из двух различных проводников, пропустить электрический ток, то на одном их контакте тепло выделяется, а на другом - поглощается. Указанный процесс получил название явления Пельтье и является термодинамически обратимым: при одном направлении тока контакт нагревается, а при противоположном – охлаждается.

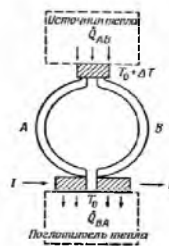


Рис. 2. Схема исследования эффекта Пельтье

Заметим, что при прохождении электрического тока через контакты между двумя веществами в цепи на рис. 2 происходят следующие процессы:

А). Выделение джоулева тепла $Q = I^2 R t$, которое не зависит от направления тока I и пропорционально произведению сопротивления контакта R и квадрата силы тока.

Б). Выделение или поглощение тепла $Q_{\pi} = \pi I t$, вызванное эффектом Пельтье (положительной или отрицательной работой контактного электрического поля), которое пропорционально первой степени силы тока.

Поэтому поглощаемая или выделяемая на контактах двух проводников тепловая мощность в эффекте Пельтье пропорциональна силе тока I и зависит от природы контактирующих материалов

$$Q_{AB} = \pi_{AB} \cdot I, \quad (4)$$

Здесь Q_{AB} - мощность потока тепла Пельтье, поглощаемого в спае, π_{AB} - относительный коэффициент Пельтье для проводников А и В.

В). Перенос энергии из одного проводника в другой вместе с перешедшими через пограничную область $N = q/e = It/e$ электронами (q – заряд N электронов), обладающими средними кинетическими энергиями электронов ϵ_A и ϵ_B в веществах А и В (при одинаковой температуре). Величина этой энергии будет равна

$$Q_{AB} = N (\epsilon_A - \epsilon_B) = 1/e (\epsilon_A - \epsilon_B) It, \quad (5)$$

Заметим, что выделение или поглощение тепла Пельтье в контактах происходит и в том случае, когда в цепи течет электрический ток, вызванный не посторонним источником тока, а самой термоэлектродвижущей силой (при $T_A \neq T_B$). Процесс представлен на рисунке 2. В этом случае в контакте с более высокой температурой происходит поглощение тепла, а в контакте с более низкой температурой - выделение тепла. Таким образом, эффект Пельтье направлен на выравнивание разности температур в контактах. Если создание разности температур контактов рассматривать как внешнее воздействие на термоэлемент, то эффект Пельтье есть противодействующая ему реакция этого элемента. Эффект Пельтье является основным явлением, на котором основан отбор тепла путем термоэлектрического охлаждения. Относительный коэффициент Пельтье положителен, когда тепло поглощается

при прохождении тока от А к В. Коэффициенты Пельтье, так же как и коэффициенты Зеебека, обладают свойством суммирования, что выражается следующим уравнением:

$$Q_{AC} = Q_{AB} + Q_{BC} - (\pi_{AB} + \pi_{BC}) \cdot I, \quad (5)$$

Связь между относительным и абсолютными коэффициентами Пельтье, по аналогии с формулой (3), выражается соотношением

$$\pi_{AB} = \pi_A - \pi_B, \quad (6)$$

3. Эффект Кельвина-Томсона. Согласно экспериментам Вильяма Томсона (Лорда Кельвина), при нагреве металлического стержня в одной точке и одновременно пропускать по нему электрический ток, тона его концах, равноудаленных от точки нагрева, возникает разность температур. Процесс представлен на рисунке 3



Рис. 3. Схема наблюдения эффекта Томсона.

Э относится к термодинамически обратимому поглощению (или выделению) тепла в однородном проводнике с током при наличии температурного градиента. При этом эксперименты показали, что на том конце стержня, в котором ток направлен к месту нагрева, температура понижается, а на другом конце, где ток направлен от места нагрева, – повышается. Это явление и получило название эффекта Томсона. Для проводника типа А характеризуется соотношением

$$Q_A = \tau_A \cdot I \cdot (dT/dx), \quad (7)$$

где Q_A - тепловая мощность, поглощаемая на единице длины проводника, τ_A - коэффициент Томсона для проводника А и (dT/dx) - градиент температуры. Коэффициент Томсона τ_A положителен, если при одинаковом направлении тока I и градиента температуры (dT/dx) тепло поглощается. Поскольку коэффициент Томсона характеризует свойства только одного материала, он является единственным термоэлектрическим коэффициентом, который может быть измерен на однородном проводнике. Следует также отметить, что термоэлемент (цепи на рис. 1 или 2) при $T_A \neq T_B$ можно рассматривать как физическую систему, в которой происходит непосредственное превращение теплоты в электрическую энергию. Допустим, что в цепи термоэлемента. Работа, совершаемая термоэлектродвижущей силой V_{AB} за время t при силе тока I , равна $W_{AB} = V_{AB} It = S_{AB} \cdot \Delta T \cdot q = S_{AB} \cdot (T_A - T_B) \cdot q$. Поскольку при $T_A > T_B$ вследствие эффекта Пельтье работа $W_A = S_{AB} \cdot T_A \cdot q$ есть теплота Q_A , поглощенная в контакте А с высокой температурой, а $W_B = S_{AB} \cdot T_B \cdot q$ есть теплота Q_B , выделяющаяся в контакте с низкой температурой, разность между ними превращается в электрическую энергию. Поэтому коэффициент полезного действия (КПД) термоэлемента можно привести к известному соотношению термодинамики

$$\eta = Q_A - Q_B / Q_A = T_A - T_B / T_A.$$

Таким образом, в полном согласии со вторым законом термодинамики, в термоэлементе происходит получение тепла Q_A от тела с высокой температурой, передача некоторого количества тепла Q_B телу с низкой температурой и превращение разности $Q_A - Q_B$ в другой вид энергии (электричество). Заметим, что в случае термоэлемента из хороших проводников электричества (металлов) значительная часть тепла переходит от горячего контакта к холодному путем теплопроводности. Поэтому количество теплоты, превращенное в электрическую энергию, даже при большой разности температур между 7 контактами составляет лишь весьма малую часть (доли процента) от полного количества тепла, перешедшего от горячего контакта к холодному. При применении же полупроводниковых материалов с малой теплопроводностью (и достаточно высокой электропроводностью) можно приблизить КПД термоэлектрической тепловой машины к ее идеальному значению.

В лабораторных условиях были получены результаты работы образцов рис 4.

Слитки теллурида висмута n- и p- типов проводимости

Коэффициент Зеебека при 300 К – $a > 195 \cdot 10^{-6}$ В/К;

Электропроводность при 300 К – $\sigma = 900 \div 1180$ Ом⁻¹·см⁻¹;

Термоэлектрическая добротность при 300 К – $Z \geq 3.0 \cdot 10^{-3}$ 1/К;

Диаметры слитка – 7 мм и 20 - 22 мм;

Длина слитка – 60 мм.

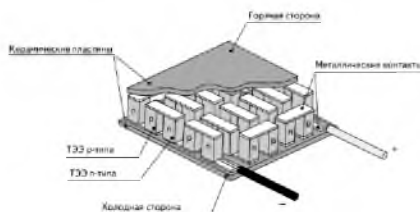


Рис. 4. Термоэлектрический модуль [3]

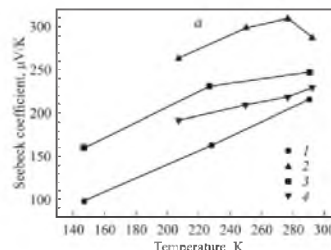


Рис. 5. Температурная зависимость коэффициента Зеебека нанокмпозитов теллурида висмута. 1-4 разные концентрации фуллеренов в образцах

Термоэлектрические свойства нанокмпозитов теллурида висмута с фуллеренами

Чистота Bi_2Te_3 в обоих случаях была не ниже 10^{-4} . Чистота фуллерена C_{60} составляла 99,98%. Добавление C_{60} вначале значительно увеличивает термоЭДС, а далее она уменьшается, оставаясь больше начальной величины. Основная причина заключается в том, что материал с C_{60} является нанокмполитом, именно это приводит к повышению коэффициента Зеебека [1].

При добавлении в образцы нанокмполитной смеси улучшение выработки термоЭДС было пропорционально увеличению доли нанокмполитов C_{60} в образцах.

Поскольку для измерения температур до 1400 К применяют в основном термопары из неблагородных металлов, для измерения температур до 1900 К - термопары из благородных металлов платиновой группы, для измерения температур выше 1900 К - различные термопары, изготовленные из специальных жаростойких материалов. Наибольшее распространение получили хромель-копелевые и хромель-алюмелевые термопары Их широкое применение обусловлено тем, что термопара хромель-алюмель характеризуется практически линейной рабочей характеристикой $V(T)$, а термопара хромель-копелевая при значительно большей нелинейности (в области высоких температур) развивает более высокие значения ТЭДС.

Поскольку термоэлектрические генераторы имеют хорошие свойства, то находят применение в областях, где требуются сверхнадежные источники электроэнергии, обладающие длительным сроком эксплуатации и не требующие обслуживания. ТЭГ используются для питания электричеством аппаратуры в труднодоступных объектах, которые монтируются в отдаленных районах Земли - автоматические метеостанции, морские маяки, космические летательные аппараты. В перспективе такие объекты могут монтироваться на Луне или на других планетах, поскольку конструкции сохраняют работоспособность при переворачивании, а также в невесомости.

Список использованной литературы

1. В.А. Кульбачинский, В.Г. Кытин, В.Д. Бланк, С.Г. Буга, М.Ю. Попов. Термоэлектрические свойства нанокмполитов теллурида висмута с фуллеренами. Физика и техника полупроводников, 2011, том 45, вып. 9
2. И. В. Савельев. Курс общей физики : учебное пособие для вузов: в 3-х т. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. Т. 1: механика, колебания и волны, молекулярная физика - 10-изд., стер. - 2011. - 318 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике). - ISBN 978-5-8114-0632-6
3. Шостаковский П. Термоэлектрические источники альтернативного питания. Журнал "Компоненты и технологии" вып. №12, 2010 г.
4. И. В. Савельев Курс общей физики : учебное пособие для вузов: в 3-х т. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твер-

дого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 10-е изд., стер. - 2011. - 318 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике). - ISBN 978-5-8114-0632-6

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Скурыгин И.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Рябинина С.Ю., магистрант программы «Техносферная безопасность»

Шадрин Р.О., к.т.н, доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашиникова

Если рассматривать предотвращение лесных пожаров, то основными превентивными мерами являются:

- прокладку просек, противопожарных разрывов, устройство противопожарных минерализованных полос,
- проведение работ по гидромелиорации;
- снижение природной пожарной опасности лесов путем регулирования породного состава лесных насаждений и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий;
- проведение профилактического контролируемого противопожарного выжигания хвороста, лесной подстилки, сухой травы и др
- увеличение высоты крон деревьев и т.д.

Как средства профилактики, они неплохо себя зарекомендовали, но они могут лишь задержать распространение огня на какое-то время, и если очаг возгорания вовремя не обнаружить, то территория возгорания увеличится в разы.

Обычно возгорания обнаруживает либо население, с последующим обращением в пожарную охрану. Но нет гарантии, что они сообщат вовремя о пожаре, не говоря об описании места возгорания, типе пожара и примерной площади очага возгорания, чтобы рассчитать силы и средства для его локализации и последующей ликвидации.

Относительно остальных возможных ЧС природного характера, таких как подтопление территории населенных пунктов, заторы, зажоры и прочее, возможность мониторинга посредством обходов/объездов опасных участков зачастую бывает сложно ввиду труднодоступности мест.

Похожая ситуация с контролем газо и нефтепроводов, которые проходят по всей территории Удмуртской Республики, и любая авария может привести к экологической катастрофе и/или инициировать пожары и т.п.

Самым оптимальным, экономически обоснованным и эффективным, на наш взгляд, будет являться организация Центра беспилотной авиации в УР.

«Сегодня система применения беспилотных летательных аппаратов динамично развивается. Мы констатируем развитие на качественно новом уровне уже не только беспилотных аппаратов, но и всех технологий считывания информации, мониторинга обстановки, комплексной оценки опасностей и угроз дистанционного радиационного, химического и биологического мониторинга; где существует угроза жизни человека, должны работать «беспилотники» и роботы» — заявил министр МЧС России Владимир Пучков[1].

В настоящее время в региональных центрах МЧС России проводится техническое перевооружение, направленное на повышение эффективности работы и скорости реагирования наземных групп на возникновение чрезвычайных ситуаций и ликвидацию их последствий. Наиболее перспективным является внедрение в систему технического оснащения МЧС комплексов с беспилотными летательными аппаратами (далее БЛА).

Наземные группы МЧС нередко прибегают к помощи авиапредприятий, но применение пилотируемой авиации не всегда является продуктивным: длительное время реагирования, высокие эксплуатационные расходы, зависимость от погодных условий, нерентабельность при использовании на небольших территориях. К достоинствам беспилотной авиации можно отнести:

- Осуществление полетов при различных погодных условиях;
- Проведение воздушного мониторинга в труднодоступных и удаленных районах;

- Являются безопасным источником достоверной информации;
- Позволяют предотвращать ЧС при регулярном наблюдении;
- Обнаружение ЧС (лесные пожары, горение торфяников) на ранних стадиях;
- Практически исключают риск для жизни и здоровья человека[1].

Беспилотную авиационную технику сегодняшний день успешно эксплуатируют более 40 региональных центров МЧС России.

Беспилотный летательный аппарат в режиме реального времени осуществляет передачу информации с места происшествия, позволяет в короткие сроки сосредоточить силы и средства для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного характера. Главным преимуществом БЛА в решении подобных задач является *сокращение временного интервала* с момента возникновения ЧС и до момента ее устранения, что особенно актуально при организации поисково-спасательных операций во время масштабных пожаров и наводнений.

Другим важным фактором в пользу применения БЛА в условиях ЧС является исключение риска для жизни и здоровья человека. По статистике, приведенной Владимиром Пучковым, благодаря внедрению БЛА в систему функционирования МЧС значительно сократилось количество погибших при ЧС[1].

БЛА имеют различные типы и классификации, соответственно, различные технические характеристики и назначение, т.е., для дальнего мониторинга нужны одни модели БЛА, а для оценки развития обстановки в очаге ЧС может потребоваться другой тип. Для этого и нужна организация Центра беспилотной авиации на территории Удмуртской Республики-более широкий профиль выполняемых работ, гибкая система может подстроиться под любую ситуацию-от ежедневного мониторинга лесных массивов Республики до экстренного выезда с БЛА вертолетного типа на крупные пожары либо иные ЧС[2].

Как отметил начальник ГУ МЧС России по УР генерал - майор Петр Фомин, «научно-техническое направление в Удмуртии постоянно развивается, есть понимание и поддержка со стороны руководства республики, стараемся не стоять на месте, придумывать и применять прогрессивные инновации для решения повседневных задач, на протяжении нескольких лет в г. Ижевске успешно проходит Всероссийская выставка «Комплексная безопасность», в рамках которой участники со всей страны демонстрируют и продвигают инновационную продукцию и технологии». Сотрудники Главного управления активно участвуют в разработке, подготовке и внедрении в повседневной деятельности рационализаторских идей и предложений [3].

Продвижению БПЛА также будет способствовать наличие на территории Удмуртии развитой профильной отраслевой структуры в сфере оборонно-промышленного комплекса, а также успешная деятельность на территории трёх ведущих на российском рынке компаний, разрабатывающих, производящих, продающих и эксплуатирующих беспилотные авиационные системы малого класса самолётного и вертолетного типа (ООО «Финко», «Zala Aero Group», ООО «Ижмаш-Беспилотные Системы»), которые занимают лидирующие позиции в России по выпуску гражданских беспилотных летательных аппаратов малого класса - 30% доли российского рынка [3].

Опыт применения, несомненно, присутствует. С помощью беспилотных аппаратов координировались действия при ликвидации ЧС в с. Пугачево Малопургинского района, велся мониторинг при половодье реки Иж и т.д. На вооружение СПСЧ г. Ижевска имеются беспилотные аппараты вертолетного типа, с помощью которых ведется наблюдение и координация действий пожарных во время ликвидации особо крупных очагов возгорания.

С учетом быстрого развития современной техники пожаротушения, а так же техники мониторинга ЧС, и ее внедрения в соседние регионы страны и успешное использование, стоит надеяться, что ГУ МЧС России по УР последует примеру и выйдет на новый уровень.

Список использованной литературы

1. zala aero group беспилотные системы//МЧС. URL: <http://zala.aero/category/applications/emergency/mchs/> (дата обращения: 2.11.2017)

2. fireman.club клуб пожарных и спасателей//Беспилотные летательные аппараты в МЧС России: виды и классификация. URL: <https://fireman.club/statyi->

polzovateley/bespilotnyie-letatelnyie-apparatyi-v-mchs-rossii-vidyi-i-klassifikatsiya/ (дата обращения: 1.11.2017)

3. Первые.Беспилотные.Наши.URL:<http://18.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/3430602> (дата обращения: 2.11. 2017)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУР ПОЖАРА НА КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВ

Смирнова А.А., магистр программы «Техносферная безопасность»

Бабкин М.Ю., к-т техн. наук, доцент

Южно-Уральский государственный университет

Лесной пожар - одна из самых опасных стихий человечества, из-за которой терпят лишения люди, вся живая и неживая природа. Проблема, не смотря на развитие научно технического прогресса, остаётся актуальной и в наше время.

По официальным данным «Авиалесоохраны» на 10 сентября, с начала 2017 года в России было зафиксировано 10 475 лесных пожаров общей площадью 4 632 358 гектаров. В результате пирогенного фактора пожара происходят изменения практически во всех компонентах лесного фитоценоза, которые оказывают непосредственное влияние на физико-химические свойства состава почв. Почва, как главный компонент биогеоценоза, является наиболее чувствительной к воздействию пожаров.

Степень воздействия пирогенного фактора пожаров на режим минерального питания лесных насаждений и их послепожарное состояние плодородия почвы определяется видом и интенсивностью пожаров.

Рассмотрим основные виды пожаров. Он делится на три основные группы — низовой, подземный, верховой. Исследуем только 2 вида пожара : низовой и верховой.

При низовом пожаре сгорает лесная подстилка, лишайники, мхи, травы, опавшие на землю ветки и т. п. Скорость движения пожара по ветру 0,25—5 км/ч. Высота пламени до 2,5 м. Температура горения около 700 °С .

Низовые пожары бывают беглые и устойчивые. При беглом низовом пожаре сгорает верхняя часть напочвенного покрова, подрост и подлесок. Такой пожар распространяется с большой скоростью, обходя места с повышенной влажностью, поэтому часть площади остаётся незатронутой огнем. Беглые пожары в основном происходят весной, когда просыхает лишь самый верхний слой мелких горючих материалов. Устойчивые низовые пожары распространяются медленно, при этом полностью выгорает живой и мертвый напочвенный покров, сильно обгорают корни и кора деревьев, полностью сгорают подрост и подлесок. Устойчивые пожары возникают преимущественно с середины лета.

Верховой лесной пожар охватывает листья, хвою, ветви, и всю крону, может травяно-моховой покров почвы и подрост. Скорость распространения от 5—70 км/ч. Температура от 900 °С до 1200 °С. Развиваются они обычно при засушливой ветреной погоде из низового пожара в насаждениях с низкоопущенными кронами, в разновозрастных насаждениях, а также при обильном хвойном подросте. Верховой пожар это обычно завершающаяся стадия пожара. Таким образом, при верховом пожаре температура гораздо выше низового пожара.

Для того чтобы понять, как повышенные температуры пожара воздействуют на почву, необходимо рассмотреть ее химический состав.

Химический состав почв является одним из основных факторов почвенного плодородия, как непосредственно, так и определяя те или иные свойства почвы, имеющие решающее значение в жизни растений. Основные свойства почвы, определяющие плодородие, зависят от ее химического состава, который в свою очередь напрямую связан с минералогическим составом почвообразующих пород. Химический состав минералов, входящих в почвообразующие породы, играет при этом первостепенную роль. В наибольших количествах из химических элементов в породах присутствуют Na, K, Mg, Ca, P.

Рассмотрим на примере эксперимента влияние повышенных температур пожара на качественные изменения соединений калия и фосфора в почве. Так как калий участвует в процессах синтеза и оттока углеводов в растениях, он обуславливает водоудерживающую спо-

способность клеток и тканей, влияет на устойчивость растений к засухе и поражаемость культур болезнями. При недостатке калия клетки растений растут неравномерно. Фосфор играет исключительно важную роль в процессах обмена энергии в растительных организмах. Энергия солнечного света в процессе фотосинтеза и энергия, выделяемая при окислении ранее синтезированных органических соединений в процессе дыхания, аккумулируется в растениях в виде энергии фосфатных связей у макроэнергетических соединений, важнейшим из которых является аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Накопленная в АТФ энергия используется для всех жизненных процессов роста и развития растения, поглощения питательных веществ из почвы, синтеза органических соединений, их транспорта. При недостатке фосфора нарушается обмен энергии и веществ в растениях. Особенно резко дефицит фосфора сказывается у всех растений на образовании репродуктивных органов, тормозит развитие и задерживает созревание, вызывает снижение урожая и ухудшение качества продукции.

В качестве объектов исследования выбраны 3 вида почв: песчаные, супесчаные и суглинистые. Качественный химический состав исходных почв представлен в табл. 1.

Каждый вид почвы подвергался термической обработке в пламени газовой горелки при температуре 700 °С и 900 °С. Температуру замеряли с помощью измерителя с ХА термопарой.

После термического воздействия, был проведен повторных химический анализ проб почв на содержание K_2O и P_2O_5 . Результаты определения химического состава почв представлены в табл. 1.

Таблица 1

Качественные изменения показателей калия и фосфора в почве

Вид почв	Температура, °С	K_2O	P_2O_5
Суглинок	20	45	3,6
	700	31,5	2,7
	900	28,8	3,5
Песчаная	20	21	1,8
	700	36,1	10,4
	900	35,6	11,8
Супесчаная	20	98	52
	700	12,1	18,8
	900	30,0	9,2

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что воздействие температур при низовых и верховых пожарах на различные виды почв различны. Для супесчаных почв, при температурах низового и верхового пожара, содержание соединений калия и фосфора уменьшается. Содержание исследуемых показателей в песчаной почве, наоборот, увеличивается. В суглинистой почве показатели незначительно отклоняются от нормы.

Список использованной литературы

1. Карпачевский Л.О. Лес, почва и лесное почвоведение / Л.О. Карпачевский, В.А. Рожков, М.Л. Карпачевский, А.З. Швиденко // Почвоведение. — 1996.
- 2.[Электронный ресурс] / Официальный сайт «Авиалесоохраны» /<https://aviales.ru/>
3. Краснощеков Ю.Н. Влияние пожаров на свойства горных дерново-таежных почв лиственничников Монголии / Ю.Н. Краснощеков // Почвоведение. — 1994
4. Тарасов П.А. Постпирогенные изменения гидротермических параметров почв среднетаежных сосняков / П.А. Тарасов, В.А. Иванов, Г.А. Иванова, Е.Н. Краснощекова // Почвоведение. 2011
5. Шапченкова О.А. Использование методов термического анализа для оценки органического вещества почв, пройденных пожарами / О.А. Шапченкова, Ю.Н. Краснощеков, С.Р. Лоскутов // Почвоведение. — 2011
6. Воробьева Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. — М.: МГУ, 1998.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ ДОСТУПНЫХ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Телегин В.В., магистрант программы «Техносферная безопасность»
Логунова О.А., к.ф.н, доцент кафедры «Техносферная безопасность»

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова

Согласно данным Министерства труда и миграционной политики в Удмуртской Республике в 2017 году за 9 месяцев зарегистрирован 371 человек пострадавший в страховых несчастных случаях на производстве. Из них 38,3% пострадали в результате нарушений требований безопасности [1], что связано с неудовлетворительной организацией производства работ и неприменение работниками средств индивидуальной защиты.

Для снижения производственного травматизма проводят следующие мероприятия:

- проведение инструктажей по охране труда;
- проведение четырехступенчатой системы контроля;
- проведение обучения руководителей и специалистов охране труда;
- введение системы наставничества для молодых работников;
- обеспечение работников средствами индивидуальной и коллективной защиты и контроль за их использованием.

Работодатель обязан организовать приобретение и выдачу прошедших необходимую сертификацию или декларирование соответствия средств индивидуальной защиты работникам, которые заняты на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, и на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением.[2]

В настоящее время существует множество вариантов средств индивидуальной защиты, которые отличаются как по стоимости, так и по классу защиты и эргономике, но не все работодатели с учетом мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного представительного органа работников и своего финансово-экономического положения могут устанавливать нормы бесплатной выдачи работникам специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, улучшающие по сравнению с типовыми нормами защиту работников от имеющихся на рабочих местах вредных и (или) опасных факторов, а также особых температурных условий или загрязнения [2], так как финансирование мероприятий для улучшения условий охраны труда работодателями (за исключением государственных унитарных предприятий и федеральных учреждений) осуществляется в размере не менее 0,2 процента суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Научный прогресс не стоит на месте, разрабатываются технологии и различные материалы со свойствами, позволяющие обеспечить защиту или снизить воздействие опасных и вредных производственных факторов, используемые в различных отраслях производства, но не рассмотренные в качестве СИЗ.

Таким образом анализ использования в качестве СИЗ современных технологий, веществ и материалов позволил бы создать множество средств защиты работников, по своим характеристикам обеспечивающих максимальную защиту от вредных и опасных производственных факторов и в то же время доступность для работодателя.

Список использованной литературы

1. Производственный травматизм // Министерство труда и миграционной политики Удмуртской Республики, официальный сайт. URL: <http://www.mintrud.udmurt.ru/about2/Ohrana-truda/Travmatizm> (дата обращения: 27.10.2017)
2. Об утверждении Межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты [Электронный ресурс] : Приказ Минздравсоцразвития России от 01.06.2009 N 290н. (с изм. и доп., внесенными Приказом Минздравсоцразвития России от 27.01.2010 N 28н, Приказами Минтруда России от 20.02.2014 N 103н, от 12.01.2015 N 2н) . Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАЗЛИВЕ ЖИДКОГО ХЛОРА, АВАРИИ НА ОПАСНОМ ХИМИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ (СКЛАД ХЛОРА) АО «ВОДОКАНАЛ» Г.ЯКУТСКА

**Тоноева Н.Ч., магистрант программы «Техносферная безопасность»
Новосибирский государственный технический университет**

В развитых странах Запада практически отказались от жидкого хлора в качестве дезинфектанта, перейдя на использование более безопасных и эффективных соединений. Устаревшее оборудование и изношенные инженерные сети в России пока не позволяют применять на отечественных коммунальных станциях подготовки питьевой воды гипохлорит натрия, который является основным веществом для массовой дезинфекции воды в США и Евросоюзе. Поэтому большинство российских предприятий по водоочистке по-прежнему используют хлор, ежеминутно рискуя здоровьем и жизнью не только своих сотрудников, а также населения, проживающего в непосредственной близости от мест хранения опасного вещества. Основная проблема жидкого хлора заключается в возможности его утечки из емкости, в которой он находится перед использованием. При соприкосновении с воздухом, жидкий хлор быстро переходит в газообразное состояние, разносясь воздушными массами на десятки километров[7].

Согласно оценке риска, проведенной на АО «Водоканал» разгерметизация одного контейнера 10×10^{-5} в год, разрушение одного контейнера $1,2 \times 10^{-4}$ в год, вероятность одновременной разгерметизации всех контейнеров, хранящихся на складе хлора менее 10^{-8} в год. Исходя из этих значений риска, нами была поставлена цель провести оценку химической обстановки при разливе жидкого хлора, аварии на опасном химическом объекте (склад хлора) АО «Водоканал» г. Якутска.

АО «Водоканал» г. Якутска осуществляет водоотведение, реализацию потребителям услуг водопровода и канализации, очистку сточных вод, установку и эксплуатацию узлов учета потребляемой воды и сбрасываемых сточных вод, учет потребляемой населением и организациями воды и сточных вод.

Забор воды осуществляется водозаборными сооружениями, распределяется водопроводными насосными станциями потребителям г. Якутска. На водозаборных сооружениях имеется комплекс хлорирования и подогрева питьевой воды.

Канализационная система г. Якутска включает в себя канализационные насосные станции, на которых происходит сбор стоков и перекачка в главные канализационные коллектора №1 и №2, подающих стоки на очистные сооружения канализации.

На балансе АО «Водоканал» находится 47 канализационных насосных станции с общим количеством насосов 128 шт., канализационные сооружения биологической очистки стоков. Протяженность канализационных сетей — 166,3 км.

Сточные воды г. Якутска проходят несколько этапов очистки: механическую, биологическую и обеззараживание с помощью УФО. Из-за суровых климатических условий Якутии все сооружения очистки сточных вод размещены в отапливаемых помещениях.

На основе имеющихся данных по складу хлора, располагающегося на территории СБОС в северной части города, в 4км от центра была проведена оценка химической обстановки при разливе жидкого хлора. Рассмотрены два наиболее опасных возможных сценария развития аварий: полное разрушение контейнера с выбросом, содержащегося хлора, причиной которого может служить ошибки персонала, технические неполадки, а также одновременное разрушение всех хранящихся на складе контейнеров при диверсионных действиях.

Площадь территории 0,5 га. Количество единовременно хранимого на складе хлора составляет 24 т. Общая численность рабочих – 10 человек. Наибольшая работающая смена – 2 человека.

Радиус опасной зоны для складов жидкого хлора принимают в пределах глубины распространения хлорного облака с поражающей концентрацией (определяется расчетом). Нормативная и фактическая санитарно-защитная зона места перегрузки и хра-

нения жидкого хлора составляет 1000 метров в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.2.1200-03 «Санитарно защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»[5]. В пределах санитарно-защитной зоны жилых и общественных зданий нет. В пределах опасной зоны для складов жидкого хлора в контейнерах жилых и общественных зданий нет.

При оценке химической обстановки, разливе жидкого хлора, нами были рассмотрены два сценария развития аварии на опасном химическом объекте: наиболее вероятный сценарий аварии - разрушение одного контейнера с жидким хлором объемом 0,8 т, а также наиболее опасный сценарий развития аварии – разрушение всех контейнеров общим объемом 24 т.

Краткая характеристика наиболее опасного сценария развития чрезвычайных ситуаций: разгерметизация контейнеров с жидким хлором на открытой площадке (склад хлора базы ОМТС, при транспортировке контейнера) – образование струйного выброса жидкого (газообразного) хлора из отверстия – вскипание хлора + образование аэрозольного облака хлора + истечение хлора на поверхность (ограниченная обвалованием) – образование и распространение хлорного облака в атмосфере – попадание в зону хлорного облака людей – интоксикация людей на открытой площадке.

Рассчитаем возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ:

1) При разрушении одного контейнера, объемом 0,8 т:

$$P^0 = S_{\phi} \left[\frac{G_{гор.}}{G} \cdot \Delta \cdot K + \left(1 - \frac{G_{гор.}}{G} \right) \cdot \Delta' \cdot K' \right] = 316 \text{ чел.},$$

2) При разрушении всех 30 контейнеров, общим объемом 24 т:

$$P^0 = S_{\phi} \left[\frac{G_{гор.}}{G} \cdot \Delta \cdot K + \left(1 - \frac{G_{гор.}}{G} \right) \cdot \Delta' \cdot K' \right] = 1463 \text{ чел.},$$

где P^0 - общие потери населения в очаге поражения АХОВ, чел.;

G - общая глубина распространения облака зараженного воздуха, км;

$G_{гор.}$ - глубина распространения облака зараженного воздуха в городе, км;

Примечание: глубина распространения облака зараженного воздуха в городе (на закрытой местности в 3,5 раз меньше, чем общая глубина распространения облака зараженного воздуха;

Δ - средняя плотность населения в городе, чел./км²;

Δ' - средняя плотность населения в загородной зоне, чел./км²;

K - доля незащищенного населения в городе;

K' - доля незащищенного населения в загородной зоне.

Структура потерь в очаге поражения: 35% - безвозвратные потери, 40% - санитарные потери средней и тяжелой степени (с выходом из строя не менее, чем на 2-3 недели и нуждающихся в госпитализации), 25% - санитарные потери легкой степени[3].

Полученные результаты оценки химической обстановки и возможных общих потерь населения представлены в таблице 1.

Проведенная оценка химической обстановки при разливе жидкого хлора на опасном химическом объекте (складе хлора) АО «Водоканал» позволила установить, что при наиболее опасном сценарии аварии, одновременной разгерметизации всех хранящихся на складе временного хранения контейнеров в результате диверсионного акта в окружающую среду может быть выброшено максимально 24 тонны жидкого хлора. При этом практически мгновенно в газовую фазу перейдет до 6,709 т хлора (первичное облако). Остальное содержимое контейнера охладится до температуры -34°C и будет медленно испаряться под воздействием внешнего теплопритока из окружающей среды, в течение 1 часа. Продолжительность поражающего действия АХОВ 14,93 ч (время испарения АХОВ с площади пролива). Величина возможных общих потерь населения 1463 человек.

Таблица 1

Результаты оценки химической обстановки при разливе жидкого хлора, аварии на химическом опасном объекте (склад хлора) АО «Водоканал» г. Якутска

	При разрушении одного контейнера с жидким хлором, объемом 0.8 т	При разрушении всех контейнеров с жидким хлором, общим объемом 24 т
Эквивалентное количество АХОВ по первичному облаку $Q_{\text{Э1}}$ (т):	$Q_{\text{Э1}} = 0,0224$	$Q_{\text{Э1}} = 6,709$
Эквивалентное количество АХОВ по вторичному облаку $Q_{\text{Э2}}$ (т):	$Q_{\text{Э2}} = 0,0682$	$Q_{\text{Э2}} = 2,047$
Продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади пролива) (ч):	$T = 14,93$	$T = 14,93$
Полная глубина зоны заражения Γ (км)	$\Gamma = 2,34$	$\Gamma = 5$
Время подхода зараженного облака к объекту, расположенному на пути его движения (мин):	$t = 12$	$t = 12$
Площадь зоны возможного химического заражения (ЗВХЗ) первичным (вторичным) облаком АХОВ:	$S_B = 5,943 \text{ км}^2$	$S_B = 39,25 \text{ км}^2$
Площадь зоны фактического заражения АХОВ:	$S_{\phi} = 0,443 \text{ км}^2$	$S_{\phi} = 2,025 \text{ км}^2$
Возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ:	$P^0 = 316 \text{ чел}$ безвозвратные потери - 111 чел санитарные потери средней и тяжелой степени - 127 чел санитарные потери легкой степени - 79 чел	$P^0 = 1463 \text{ чел}$ безвозвратные потери: $P^0 = 513 \text{ чел}$. санитарные потери средней и тяжелой степени $P^0 = 586 \text{ чел}$. санитарные потери легкой степени: $P^0 = 366 \text{ чел}$.

При наиболее вероятном сценарии аварии, разрушении одного контейнера в газовую фазу перейдет 0,224 т. Величина возможных общих потерь населения 316 человек.

Список использованной литературы:

1. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»
2. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»
3. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте»
4. Приказ №554 от 20.11.2013 г. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности производства хлора и хлорсодержащих сред"
5. СанПиН 2.2.1/2.1.2.1200-03 «Санитарно защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»
6. Гришков И.А., Козлов И.В., Харламова Т.А. «Гипохлорит, хлор, раствор смеси оксидантов: обобщенный сравнительный анализ» [Электронный ресурс]/ Гришков И.А., Козлов И.В., Харламова Т.А. / <http://www.bakhir.ru/publications/>
7. Черкасов С.В. «Гипохлорит натрия. Свойства, теория и практика применения» [Электронный ресурс]/ С.В. Черкасов / - Режим доступа: <http://wwtec.ru/index.php?id=410>

8. «Эпоха жидкого хлора в водоочистке уходит в прошлое» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://ecoz.ru/articles/epokha-zhidkogo-khlora-v-vodoochistke-ukhodit-v-proshloe>

9. Якименко, Л.М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов: Химия / Л.М. Якименко. – М.: Химия, 1974. - 600 с.

10. Прогнозирование и оценка обстановки по защите населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / Муниципальное казенное учреждение Управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям – г. Новочеркасск

АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РИСКОВ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА И ИХ КАРТИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ ТЕС-ХЕМСКОГО РАЙОНА

Чикей Э.Н., магистрант программы, «Техносферная безопасность»

Сечин А.И., д-р.техн. наук, профессор

Национально-исследовательский Томский политехнический университет

Проведение анализа территориальных рисков и их картирование является актуальной темой результатом изучения, которой могут стать мероприятия направленные на минимизацию территориальных рисков и снижению их возможных последствий.

Республика Тыва расположена в центре азиатского материка на территории России. На западе граничит с Республикой Алтай, на севере Республикой Хакасия, на северо-востоке с Республикой Бурятия, на юге с Монголией. Разнообразное природное условия. По характеру рельефа горная-степная. Горные системы занимают более 80% всей территории Республики Тывы и 20% занимают межгорные котловины. На территории известно 45 горных вершин высотой более 3000м. Климат резко континентальный [1-2].



Рис. 1. Карта Республики Тыва и ее местоположение

Территория Республики Тыва подвержена воздействию широкого спектра опасных природных процессов и явлений, техногенных аварий и происшествий биолого-социального характера. Наиболее характерными чрезвычайными ситуациями (угрозами возникновения ЧС) и происшествиями являются: наледи, подтопления талыми водами, летний паводок, землетрясения, дорожно-транспортные происшествия, лесные пожары, пожары в жилом секторе, аварии на объектах ТЭК и ЖКХ, заболевания людей и сельскохозяйственных животных инфекционными заболеваниями.

С начала 2012 года на территории Республики Тыва зарегистрировано 9 чрезвычайных ситуаций (АППГ – 4): из них 1 ЧС техногенного характера (АППГ – 4), 8 ЧС природного характера (АППГ - 0), 0 ЧС биолого-социального характера (АППГ – 0).

Территория находится в сейсмоопасной зоне энергетического класса $K=11,5$ и возможными катастрофическими землетрясениями с магнитудой $M=7-8$ и оценивается как наиболее сейсмоактивный регион в Алтае-Саянской горной области.

В 2012 году на территории Республики Тыва зарегистрировано 3 ЧС, обусловленные сейсмическими событиями, зарегистрированными на территории Каа-Хемского района. 27 декабря 2011 года – Каа-Хемский районе, магнитудой 8 баллов.

По данным Государственного комитета по лесному хозяйству Республики Тыва всего с начала лесопожарного периода в 2012 году на территории Республики Тыва зарегистрирован 221 пожар (АППГ-219 пожаров), увеличение на 2 пожара (+0,9%), на общей площади 26833,7 га (АППГ – 26460,5 га), увеличение на 373,2 га (+1,4%), из них 16960,2 га лесная (АППГ – 13876,0), увеличение на 3084,2 га (+22,2%).

Основные причины возникновения пожаров:

- неосторожное обращение с огнем – 40,6% от общего количества пожаров (215 пожаров, АППГ- 239), снижение на 10%;
- нарушение правил устройства и эксплуатации печей – 22,3% (118 пожаров, АППГ- 119), снижение на 0,8%;
- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования – 25,7% (136 пожаров, АППГ- 113), рост на 20,3%.

На 31 августа 2014 года на территории Республики Тыва действовали 42 лесных пожаров на общей площади 24378,5 га (23854,5 га лесная зона). Нарастающим итогом с начала пожароопасного периода зарегистрировано 267 лесных пожара на общей площади 50977,8 га (48438,21 га лесная зона).

Рост пожаров с начала года произошел по следующим причинам:

- умышленные действия по уничтожению имущества (поджог) – увеличение на 50,0% (12/8);
- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования – увеличение на 10,0 % (91/82);
- нарушение правил эксплуатации бытовых газовых, керосиновых, бензиновых и др. устройств – увеличение на 200,0% (3/1).

Пожароопасный сезон 2015 года проходил в сложных погодных условиях. На территории всей республики установилась аномально жаркая погода со среднесуточной температурой выше климатической нормы на 7 °С. Анализ пожароопасного периода этого года показывает, что он был одним из самых тяжелых за последние три года для нашего региона.

Всего с начала пожароопасного сезона 2017 года зарегистрировано 93 лесных пожара на общей площади 39925,2 га, в том числе лесной зоны 39664,2 га, не лесными пожарами 261 га.

Предварительная причина возникновения лесных пожаров:

- человеческий фактор – 46 (49,5 %);
- неконтролируемые сельхозпалы – 3 (3,2 %);
- грозные разряды – 44 (47,3 %).

Таким образом, вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера показывает, что уровень природных ЧС и предпосылок к ним остается достаточно высоким, причиной этому являются высокие классы пожарной опасности, жизнедеятельность населения в пожароопасные периоды, лавиноопасные периоды и возросшая сейсмическая активность на территории Республики Тыва и. т.д.

Проведем оценку территориальных рисков природно-техногенного и биологосоциального характера на примере Тес-Хемского района Республики Тыва. За основу берем методологический подход анализа территории Томской области. Величину риска будем оценивать по следующей градации: высокий (значительный), средний, низкий [3].



Рис. 2. Риски, связанные с лесными пожарами в Тес-Хемском районе Республики Тыва

Тес-Хемский район расположена в южных склонов хребта Восточный Танну-Ола в северо-восточной части Убсу-Нурской котловины, граничит с юго-западной стороны с Монголией. Растительный покров территории сложен преимущественно лесами, луговые и кустарниковые сообщества незначительную площадь в пределах речных долин. Наиболее широко распространены темнохвойные и смешанные леса. В основном это кедровые (елово-пихтово-кедровые и чистые кедровые), нередко заболоченные леса.

Лесорастительные условия на территории способствуют развитию преимущественно низовых пожаров 94 %, верховые пожары составляет 6 %, подземные пожары в пределах территории возникают крайне редко.

Основным факторами, определяющим возможность возникновения пожара на лесном участке, является влажность опада, мха и подстилки. Изменение влажности напочвенных ЛГМ под влиянием метеорологических условий служит главной причиной колебания пожарной опасности в пределах пожароопасного сезона.

Погодные условия определяют также возможность возникновения лесных пожаров в связи с грозовой активностью. Пожары от гроз возникают в основном на сухих участках леса. В целом Тес-Хемский район характеризуется умеренной грозовой активностью, а доля «грозовых» пожаров редко превышает 40%.

Кроме климатических условий, возникновение лесных пожаров зависит от количества населенных пунктов, плотности населения, степени хозяйственного освоения лесных территорий. Более высокая горючесть установлена для лесных массивов, приуроченных к населенным пунктам и транспортной сети, включая речную. Причина лесных пожаров возникающих по вине человека, всегда одна и та же – неосторожное обращение с огнем.

Преобладающее число пожаров возникает от костров. Костры в лесу раскладывают все: охотники и рыбаки, туристы и работники всевозможных экспедиций, строители и рабочие лесхозов, лесозаготовители и дети. По вине человека в Тес-хемском районе возникает более 60 % лесных пожаров.

По территории Тес-Хемского района протекают несколько рек, такие как Холь-Оожу, Оруку-Шынаа, Арысканных-Хем, Орохин-Гол, Дыттыг-Хем, Деспен, Шуурмак, Ужарлыг-Хем. Это типичные горные речки с невыработанным продольным профилем долины и весьма непостоянным режимом. Питаются главным образом за счет атмосферных осадков и таяния снега в горах. Летом, как правило, водоносны только в верховьях, а затем теряют свои воды в галечниковых отложениях.



Рис. 3. Опасность наводнений в период весенне-летнего половодья на река Тес-Хемского района Республики Тыва. Особо опасные места

Река Тес-Хем берет начало в горах Монголии и впадает в озеро Убсу-Нур. Самым крупным притоком реки является р. Теректиг-Хем. Реки Хараалыг-Хем, Шивилиг-Хем и другие также являются правыми притоками р.Тес-Хем.

Самый большой уровень в реках бывает в мае от таяния снега. Воды рек имеют хорошие вкусовые качества и используются для питья.

В период весеннего половодья возможны образование ледовых заторов на участках реки Шуурмак и Дыттыг-Хем в районах населенных пунктов Шуурмак, Самагалдай, Бельдир-Арыг.

На рисунке 3 показана вероятность затопления или блокирование населенных пунктов в период прохождения паводковых вод на основании анализа данных за последние десять лет.



Рис. 4. Риски техногенного характера в селе Самагалдай

В селе Самагалдай располагаются три действующие автозаправочные станции. Есть вероятность возникновения взрыва и возгорания цистерн доставки топлива, а так же объектов его хранения (АЗС). Так же располагается электрическая подстанция, пилорама, пункт хранения и раздачи бытовых газовых баллонов, где не исключено возникновение аварийной ситуации (рисунок 4).



Рис. 5. Риски техногенного и биолого-социального характера в селе Бельдир-Арыг

Из действующих производственных предприятий в населенном пункте функционирует государственное унитарное предприятие «ЧОДУРАА», цех по производству бетона и пенополистеролбетона, а так же пилорама. Основным видом деятельности компании является разведение лошадей, ослов, мулов, лошаков. Также Чодураа, ГУП работает еще по 13 направлениям.

На рисунке 5 показаны вероятность возникновения техногенного и биолого-социального риска. Биолого-социальные риски отмечены 1 и 2. На расстояние около 5 км от села Бельдир-Арыг, располагается действующая скотозахоронение (рисунок 5 под цифрой 2).

На территории Тес-Хемского района последний случай вспышки сибирской язвы был зарегистрирован в 2006 году. Известная способность этого опасного возбудителя длительно сохраняться в могильнике, и есть вероятность возникновения ЧС в любое время.

Для минимизации территориальных, рисков в Тес-Хемском районе Республики Тыва необходимо провести следующие мероприятия:

- совершенствовать работу по повышению готовности и оперативности действий органов управления и сил территориальной подсистемы РСЧС.
- осуществлять непрерывный контроль наличия необходимых запасов материально-технических и финансовых средств, предназначенных для ликвидации ЧС.

- регулярно проводить предупредительные мероприятия с людьми при наступлении пожароопасного периода;
- своевременно проводить обучение людей действиям во время лесного пожара и наводнения;
- своевременно, на автодороге Р-257, где высокая вероятность блокирования автомобильного сообщения, проводить ремонтные работы и противопаводковые мероприятия;
- осуществлять непрерывный контроль по заболеваемости домашнего скота;
- осуществлять непрерывный контроль безопасного функционирования производственных предприятий.

Внедрение выше указанных мероприятий будет способствовать минимизацию территориальных рисков и смягчение их возможных последствий.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

На основании обзорных туров, анализа статистических данных и действующей документации, предложена оценка территориальных рисков Тес-Хемского района Республики Тыва. Величину риска предложено оценивать по следующей градации: высокий (значительный), средний, низкий.

Установлены наиболее опасные места возникновения лесных пожаров и наводнений.

Проведено картирование установленных рисков.

Предложены мероприятия направленные на минимизацию территориальных рисков и снижению их возможных последствий.

Список использованной литературы

1. Бартына-Сады В.М. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Республики Тыва от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за 2012 год, [Текст]: пер.зам. Председателя КЧС и ПБ РТ/ В.М. Бартына-Сады. – Кызыл, 2013 – 151с.
2. Официальный портал республики Тыва, [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://gov.tuva.ru/press_center/news/activity/31436/
3. Атлас рисков природного и техногенного, биолого-социального характера на территории Томской области. Томск. 2008. 114 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Тимофеева С.С., Тимофеев С.С. СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОСФЕРА И РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД.....	5
Тимофеева С.С., Тимофеев С.С. СЕНДАЙСКАЯ РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ СНИЖЕНИЯ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ	11

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: АНАЛИЗ РИСКА, ПРОГНОЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, УСЛОВИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Александрова А.Ю., Тимофеева С.С. РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ПРОМЫШЛЕННОСТИ	19
Буковцева А.К., Темерев С.В. МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	23
Буторина Е.А., Петухова В. С. ОХРАНА ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА	26
Волкова А.О., Вахрушева Ю.В., Селюнина Н.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА	29
Дроздова И.В., Тимофеева С.С. ПОКАЗАТЕЛИ ТРАВМАТИЗМА НА ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ И КИТАЯ	31
Илюшкина П.А., Анищенко Ю.В. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА ВЫСОТЕ.....	36
Клепиков А.И. СОСТОЯНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	39
Колобова Д.Е., Хамидуллина Е.А. АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РФ ДЛЯ ПАССАЖИРОВ И ПЕРСОНАЛА АВИАКОМПАНИЙ	44
Кравченко М.В., Локтионов О.А., Лисобой Ю.М., Кондратьева О.Е. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ ТРУДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ К БЕЗОПАСНОМУ ТРУДУ	48
Молчанова Т.М., Тимофеева С.С. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	51
Овчинникова И.С., Сечин А.И. АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РИСКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ	57
Попова Н.А., Волчатова И.В. ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ФОРМОВОЧНОГО ЦЕХА ЗАВОДОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....	64
Салахутдинова А.К., Рябчикова И.А. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ РАБОТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ	67
Созинова Д. Н., Фомина Е.Е. АНАЛИЗ РИСКОВ В СЕТИ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ ТЭС С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	72

Толстихина Ю.А., Медведева С.А. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРОИЗВОДСТВА МАСЕЛ В РОССИИ И ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ НА ПРИМЕРЕ АО «ЗАВОД МАСЕЛ» «АНГАРСКОЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ»	78
Шилович Л.В., Игнатович И.А. ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА МАШИНИСТА ЭКСТРУДЕРА	82

РАЗДЕЛ 2. БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Альшакова А.С., Просвирина Д.С. ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ПЫЛЕВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА	87
Гуляев М.В., Романцов И.И., Долговых, К.С. МЕРЫ СНИЖЕНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НЕФТИ И ГАЗА	89
Ерыгина А.Н., Дроздова Т.И. ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ	93
Залюбовский М.Н., Щербакова Л.В. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ АММИАКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	98
Захарченко А.Н., Тимофеева С.С., Гармышев В.В. РЕТРОСПЕКТИВА ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	100
Кузнецова И.В., Бержинская Л.П., Тимофеева С.С. АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И МОДЕЛИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА	105
Кузьмичева Е.А., Гармышев В.В., Тимофеева С.С. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	113
Малышева А.В., Хамидуллина Е.А. ИЗУЧЕНИЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ХРАНЕНИИ	121
Матвеев Р.А., Темерев С.В. КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ЛАВИНООПАСНЫХ УЧАСТКАХ	126
Назарова Н.А., Тимофеева С.С., Гармышев В.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	129
Никонова Е.Д., Вторушина А.Н. ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ	135
Новицкий А.А., Какаулин С.П. ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА ДЛЯ ЛЕЧЕБНЫХ КОРПУСОВ КУОРТА «ГОРЯЧИНСК»	137
Носякова Л.А., Дроздова Т.И., АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ И СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	143
Подкорытова А.М., Хамидуллина Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА МУГУНСКОМ БУРОУГОЛЬНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ	150

Прядко Е.В., Скушникова А.И. АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕКАЧКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	153
Семеней Н.С., Вертинский А.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ МИНИМАЛЬНОГО СВОБОДНОГО НАПОРА ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	156
Сыромятников И.А., Сыромятников А.А., Кустов О.М. РАСЧЕТ КАТЕГОРИИ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРА РВС-1000 С БЕНЗИНОМ АИ-80 НОРИЛЬСКОЙ НЕФТЕБАЗЫ АО «ТАЙМЫРСКАЯ ТОПЛИВНАЯ КОМПАНИЯ» КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....	160
Татарников А.М., Малов В.В. ПОЖАРООПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	166
Темербаева А.А., Хажеев И.Г., Цуканов Д.А. АНАЛИЗ ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	169
Туйчиев Ш.Ш., Быкова Н.Н. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ	173
Устинова В.Г., Какаулин С.П. АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ГОРОДА ИРКУТСКА.....	177
Федотенко Н.М., Тимофеева С.С. ПОЖАРНЫЕ РИСКИ НА АВТОГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	183
Чебыкина И.В., Гармышев В.В., Тимофеева С.С. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОПАСНОСТИ ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	190
Черных А.И., Тимофеева С.С., Гармышев В.В. ХАРАКТЕРИСТИКА, ВИДЫ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	195
Чикина Н.С., Мордвинова А.В. ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	201
Шаталова Э.Р., Боровик С.И. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МУКИ И САХАРНОЙ ПУДРЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ПЫЛЕВОЗДУШНОЙ СМЕСИ	206

РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Александрова А.Ю., Тимофеева С.С. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	210
Алтынникова Е.Е., Салумяги И.В., Руш Е.А. РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН	216
Вилесов М.В., Ларионова Е.В. РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ В ВОДНЫХ СРЕДАХ	222
Горбаев А.В., Тимофеева С.С. МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ	228
Долгошеев В.В., Крылова Ю.Е., Мирошниченко А.А. ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. СИСТЕМА ПРОТИВООБЛЕДЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО МОДУЛЯ.....	234

Киселёв А.В., Тимофеева С.С. СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	240
Кубаев Р. В., Шадрин Р.О., РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В РОССИИ.....	244
Левкина Е.С., Петухова В.С. МОНИТОРИНГ РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ	246
Мангасарова М.Р., Малышев В.С., Боровкова А.М., Фёдорова Е.В. ПРИМЕР АНАЛИЗА ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ РЕСПИРАТОРНОГО ЦИКЛА НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНА ДЫХАНИЯ	249
Семенякин Д. А., Кулагина Л. В. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБРУШЕНИЯ КРУПНОПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ	253
Сироткин Е.А., Ильин И.А., Янтурина Р.А., Уряшева Н.Н. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМЕ ТОРМОЖЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ.....	258

РАЗДЕЛ 4. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ТЕХНОЛОГИИ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И «ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Ананьева А.А. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГАЗОВАННОСТИ И ШУМА	264
Багаева О.И., Герасимова Л.А., Трухницкая С.М., Баранов М.Е. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	266
Богданова С.В., Ложкина А.Ю. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА ВЫСОТЕ	269
Бодрова Е.С., Караваева О.А., Бодрова А.С. АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РОССИИ: РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ	271
Буслаева Д.Г., Бачинина С.П., Паутова А.Е., Митриковский А.Я. ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ ОЧИСКЕ ЕМКОСТЕЙ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ	275
Варламова А.Я., Попов С.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	282
Горленко Н.В., Тимофеева С.С. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ	286
Денисова Т.Р., Нгуен Тхи Ким Тхоа, Садыкова С.В., Шайхиев И.Г. ОТХОДЫ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ И КОМПОНЕНТЫ ДЕРЕВЬЕВ В КАЧЕСТВЕ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ПОЛЛЮТАНТОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД	291
Дроздова И.В., Дроздова Т.И. МОНИТОРИНГ ВРЕДНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	294
Куншина А.С., Лисин В.А., ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА	297

Маслюк Ю.А., Ударцева О.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АСПЕКТА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	299
Ребрикова Ю.А., Мурашова А.С., Шумкина Е.С., Руш Е.А. АНАЛИЗ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЗАКЛЮЧЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ	303
Романова С.М., Мадякина А.М., Сабирова Д.И. ПОИСК НОВЫХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ УСТАРЕВШИХ ПИРОКСИЛИНОВЫХ ПОРОХОВ	306
Савельева А.В., Савельев С.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СЕРНИСТО-ЩЕЛОЧНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИЗАТОРА	308
Сомченко П.В. РИСК АКТИВИЗАЦИИ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ ОСВОЕНИЯ ГИПСОВО-АНГИДРИТОВЫХ МАССИВОВ	311
Суржикова Р.В., Зайцева Е.Н. АНАЛИЗ УГЛЕРОДОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ	314
Федотенко Н.М., Тимофеева С.С. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ГАЗООБЕСПЕЧЕНИЯ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	317
Цейзер Г.М. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЦЕЛЯХ УТИЛИЗАЦИИ СБРОСНОГО ТЕПЛА В УСЛОВИЯХ Г. ЧЕЛЯБИНСКА	319
Шальнева Ю.С., Трусей И.В. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В Г. КРАСНОЯРСКЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС	321
Шестакова А.Л. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	325
Яковлев А.А., Гребнев В.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ	327

РАЗДЕЛ 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Багаева Д.Е., Медведева С.А. РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В СФЕРЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА	330
Войченко И.В., Иванова С.В. ФАКТОРЫ ПСИХОСОЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	332
Дмитриева Ю.Н. СОЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ)	336

Люкин А.В., Савкина С.А. ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОХРАНЫ ТРУДА.....	340
Орел Н.Д. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ	342
Перминова Е.А., Перминова О.М. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОФОРИЕНТАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	345
Суменкова Л.А. СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА)	347
Федорский М.С., Шаврин И.А. АНТРОПОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОЦЕНКА ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ.....	350
Филичев С.А., Лукашевич О. Д., ПОТЕНЦИАЛ АКТИВНЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ....	353

Тезисы

Багаева О.И., Рогов В.А., Калиманова Л.С. О ПРОБЛЕМЕ САМООЧИЩЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТ- НЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ.....	357
Щипунова Д.П., Кулагина Т.А. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С ХИМИЧЕСКИ-АКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА	358
Бортенёв М.Е., Закирова Р.Р. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ	360
Буслаева Д.Г., Бачинина С.П., Паутова А.Е., Митриковский А.Я. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ ПУТЕМ ВНЕСЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА	362
Вахрушева Ю.В., Волкова А.О., Лисина Е.Б. УПРАВЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	364
Ермолаев Д.С., Бородин Ю.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	367
Зиятдинова В.В., Козловская Н.В. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА МИКРОЗИМ™ ДЭЙРИТРИТ	370
Карташова А.Д. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РЕКЕ ТОМЬ	373
Каткова М.В., Бородин Ю.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ	375
Лаппо Д. Р., Печурова П. С., Перминова О.М. РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ ГОРОДЕ ИЖЕВСКЕ	379
Лиховодова Ю.Н., Перминов В.А. ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ ПРИ РАЗЛИВЕ ТОПЛИВА	381

Максимов К.С., Николаева Л.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ВЫЯВЛЕННЫХ НАРУШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	383
Медведев Д.О., Романцов И.И. ВЕРЕВОЧНАЯ ПОЛОСА ПРЕПЯТСТВИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ ТРЕНИРОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ И ЕЕ РАЗРАБОТКА	385
Мельникова Е.А., Лагунова Е.Д. ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ИЛОВЫХ ПЛОЩАДКАХ	389
Митрофанова Н.В., Янников И.М. ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В ОРГАНАХ ПОВСЕДНЕВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РСЧС	392
Огальцева Е.Д., Севастьянов Б.В. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ	396
Петров Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТА ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ПОЛИМЕТАЛЛ»	397
Поспелова И.Ю., Корнилов Д.А. УМНОЕ ЭНЕРГОПОКРЫТИЕ ДЛЯ СПОСОБА АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ	400
Скурыгин И.В., Рябинина С.Ю., Шадрин Р.О. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ	405
Смирнова А.А., Бабкин М.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУР ПОЖАРА НА КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВ	407
Телегин В.В., Логунова О.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ ДОСТУПНЫХ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ	408
Тоноева Н.Ч. ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАЗЛИВЕ ЖИДКОГО ХЛОРА, АВАРИИ НА ОПАСНОМ ХИМИЧЕСКОМ ОБЪЕКТЕ (СКЛАД ХЛОРА) АО «ВОДОКАНАЛ» Г. ЯКУТСКА	410
Чикей Э.Н., Сечин А.И. АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РИСКОВ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА И ИХ КАРТИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ ТЕС-ХЕМСКОГО РАЙОНА.....	413

Научное издание

Техносферная безопасность в XXI веке

Сборник научных трудов магистрантов, аспирантов и докторантов

VII Всероссийская научно-практическая конференция

Под редакцией Тимофеевой С.С.

Авторы опубликованных статей и тезисов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных и прочих сведений. Компьютерный макет составлен из оригинальных авторских файлов.