



ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В XXI ВЕКЕ

Сборник научных трудов
магистрантов, аспирантов и докторантов

Под редакцией профессора С.С. Тимофеевой



ИЗДАТЕЛЬСТВО
Иркутского государственного технического университета
2013



УДК 614.8.084
ББК 65.246.я73
Т 41

Техносферная безопасность в XXI веке : сб. научных трудов магистрантов, аспирантов и докторантов / под редакцией проф. С.С. Тимофеевой. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2013. – 196 с.

В сборнике представлены научные материалы 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.

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

ISBN 978-508038-0894-7

© Иркутский государственный
технический университет, 2013

*Memento vivere (лат) – помни о жизни,
помни, что нужно жить!*

Предисловие

В результате активной деятельности человека, развития производства и энергетики, возникла техносферная деятельность, искусственная среда обитания человека. Человеку во все времена нужно было существовать, а значит, - одеваться, питаться, удовлетворять иные необходимые потребности и т. д. В результате биосфера во многих районах Земли была разрушена и создан новый тип среды обитания - техносфера.

Техносфера – это район биосферы, преобразованный людьми в целях наилучшего удовлетворения своих потребностей. По данным статистики сегодня Канада и Россия сохранили примерно 65% естественных экосистем, Китай- 29%, Япония – ноль. В России -15 % территории неблагоприятны в экологическом плане, при этом, именно на этой территории проживает примерно 60% населения страны и только 15 наших водоемов сегодня позволяет получать питьевую воду, соответствующую нормам.

Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды своего обитания и результат этих усилий налицо – рост численности населения, продолжительности жизни и т. д. – все это выше, чем в естественной среде. Сегодня около 70% населения Земли проживает именно в техносфере, в среде искусственно созданной собственными руками.

Техносферная деятельность привела к тому, что самой злободневной проблемой третьего тысячелетия стала безопасность. Сегодня качество техносферы не соответствует требованиям безопасности ни по отношению к человеку, ни по отношению к природе, преобразованная среда стала в свою очередь вредить своему преобразователю – человеку. Естественная среда преобразуется в техносферу с важной составляющей – производственной средой, а промышленность стала постоянным источником несчастных случаев, аварий и катастроф, – во всем мире наблюдается рост их числа. Финансовые потери от них достигают в России от стихийных бедствий 60-70 млрд. в год, от техногенных аварий еще больше, для примера заметим, авария на Саяно-шуйской ГЭС обошлась стране в несколько триллионов рублей.

Сегодня теория безопасности оперирует понятием техногенная опасность – внутреннее состояние, присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту в виде поражающих воздействий, т. е. источник техногенных чрезвычайных ситуаций, действующих на человека. Может ли осуществляться техногенная деятельность вообще без несчастных случаев и аварий? К сожалению, ответ – нет! Современный мир отверг

концепцию абсолютной безопасности, сменив его на концепцию «приемлемого риска», приняв аксиомы риска и опасности:

- Любая деятельность потенциально опасна;
- С развитием техники опасности увеличиваются;
- Энергия природных явлений несоизмерима с энергией, которую человек может использовать для защиты от ее последствий;
- Человечество располагает оружием массового поражения, и требуются меры защиты от него;

Аксиома потенциального риска и опасности базируется на тысячелетнем опыте человечества, который гласит: любой вид деятельности потенциально опасен, и абсолютной безопасности достичь невозможно. При этом опасности по своей природе могут быть вероятностны (случайны), потенциальны, скрыты, перманентны и, наконец, - тотальны (всеобъемлющи). В целом на нашей планете нет человека, которому не угрожают никакие опасности, зато есть множество людей, которые об этом, даже не подозревают.

Сегодня установлен уровень приемлемого риска 10^{-6} , что означает при осуществлении того или иного производственного процесса может погибнуть один человек из миллиона. Главная задача общества заключается в обеспечении техносферной безопасностью, под которой понимается область науки и техники, занимающаяся разработкой методов и средств, обеспечивающих благоприятные для человека условия существования в преобразуемой человеком биосфере – техносфере.

Техносферная безопасность также достаточно сложное понятие, охватывающее экологическую, производственную и бытовую безопасность, что в определенной степени характеризует распределение опасностей в пространстве. Оценивая развитие опасностей во времени, можно говорить о медленных (вялотекущих) и быстрых (взрывных) процессах. В последнем случае имеют дело с чрезвычайными ситуациями, которые также входят в круг вопросов, рассматриваемых техносферной безопасностью.

Объектами изучения здесь являются потенциально опасная техника; человек, этой техникой управляющий и являющийся объектом воздействия опасностей; среда обитания; система методов и средств идентификации, подавления или локализации опасностей.

Специалистов, способных управлять техносферной безопасностью, сегодня готовят в технических вузах, в том числе в Иркутском государственном техническом университете по программам бакалавриата и магистратуры.

Настоящий сборник является первым обобщением научных исследований по направлению «техносферная безопасность», выполненных магистрантами, аспирантами и докторантами, и доложенных на конференции «Техносферная безопасность в XXI веке»

Цель конференции

- Создание площадки для формирования творческих связей и обмена опытом между молодыми учеными и специалистами в решении вопросов обеспечения техносферной безопасности;
- Поиск направлений совместных исследований и укрепление сотрудничества между специалистами;
- Обсуждение развития научных исследований и внедрения инновационных разработок в области техносферной безопасности;
- воспитание и обучение подрастающего поколения, формирование в обществе культа (моды) на безопасное поведение, здоровый образ жизни и т. п.

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

Раздел 1. Безопасность в условиях производства Профессиональные риски

УДК 378

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

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

ТРЕБОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены современные подходы к профессиональному образованию в сфере охраны труда, промышленной и экологической безопасности. Исследован новый институт профессиональных стандартов, создаваемых в России и нормативно-правовая база для их внедрения.

Ключевые слова: профессиональное образование, охрана труда, промышленная и экологическая безопасность, компетенции, профессиональные стандарты

Современная модернизация производства требует модернизации образования и подготовки специалистов, обладающих определенными компетенциями. Уже сегодня многие ведущие компании и государственные ведомства формулируют свои требования к персоналу на языке компетенций. В соответствии ГОСТ Р ИСО 10015–2007 «Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению», являющегося аналогом международного стандарта ИСО установлено, что «Организация должна:

- определить необходимый уровень компетентности;
- оценить текущую компетентность персонала;
- разработать планы обучения для сокращения различий между требуемым и существующим уровнями компетентности».

Под компетентностью понимают единство знаний, профессионального опыта, личных способностей действовать и навыков поведения индивида, определяемых целью, заданностью ситуации и должностью.

Под профессиональной квалификацией понимается степень профессиональной подготовленности к выполнению определенного вида работы.

Компетентность/компетенцию как и квалификацию работников можно рассматривать с позиций чисто профессиональных требований, связанных с необходимыми затратами физических усилий или умственного труда, с профессиональными знаниями, общей образованностью и сообразительностью, со специальными навыками и предшествующим опытом работы, с личной дисциплинированностью и ответственностью.

В настоящее время в литературе описан ряд определений термина «компетенция», которые они исходят из двух принципиально противоположных подходов. С одной стороны – американский подход, который рассматривает компетенции как описание поведения сотрудника. Сотрудник должен демонстрировать правильное поведение, и как следствие этого добиваться высоких результатов в работе. Британский подход рассматривает компетенции как описание рабочих задач или ожидаемых результатов работы. В британской трактовке компетенция - это способность работника действовать в соответствии со стандартами, принятыми в организации. Именно британский подход принят в большинстве стран Евросоюза. Таким образом, европейский подход сосредоточен на определении стандарта-минимума, который должен быть достигнут сотрудником, а американская модель определяет, что должен делать работник, чтобы добиться наивысшей эффективности.

С точки зрения российских специалистов в сфере охраны труда эти два подхода целесообразно объединить. В частности, в российских ГОСТах даются следующие трактовки понятий компетентности:

ГОСТ 12.0.230–2007 «Системы управления охраной труда»: «компетентное лицо» – лицо, обладающее необходимой подготовкой и достаточными знаниями, умениями и опытом для выполнения конкретной работы»;

ГОСТ Р ИСО 10015–2007. «Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению»: «компетентность» - выраженная способность работника применять свои знания и навыки.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021–2008 «Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента»: «компетентность» - демонстрация способности применять на практике свои знания и опыт.

Согласно концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утв. Постановлением Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р, одной из приоритетных задач образовательной политики является обеспечение компетентностного подхода, взаимосвязи академических знаний и практических умений.

В связи с этим Правительством РФ было предусмотрено проведение ряда мероприятий, нацеленных на обоснование необходимости введения профессиональных стандартов и федеральных образовательных стандар-

тов высшего образования, начального образования с определением компетенций и соответствующих знаний, умений, навыки.

Компетентностный подход в подготовке специалистов предполагает не только передачу знаний, умений, навыков от преподавателя к студенту, но и формирование у обучаемых профессиональной компетентности. Профессиональную компетентность рассматривают как совокупность компетенций, позволяющих выпускникам успешно адаптироваться в профессиональной деятельности, т. е. компетентность - это комплексный личностный ресурс, и она включает в себя не только знания, умения, навыки профессиональной деятельности, но и мотивы деятельности, способность обучаться [1-3].

Основной структурой, объединяющей работодателей различных секторов экономики и направлений производственной деятельности в нашей стране, выступает общероссийская общественная организация Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП). Распоряжением президента РСПП от 28 июня 2007 года № РП-46 было утверждено положение о профессиональных стандартах и макет профессионального стандарта. Профессиональные стандарты являются основой разработки образовательных стандартов, методических материалов, программ профессионального обучения работников и установления квалификационных уровней.

Профессиональный стандарт – требования к квалификации работника, которые могут предъявляться к нему в целях осуществления его профессиональной деятельности.

В соответствии с указом Президента РФ от 7 мая 2012 г. №597 в период до 2015 года должны быть разработано не менее 800 профессиональных стандартов. Постановлением Правительства РФ от 22.01. 2013 года № 23 «О правилах разработки, утверждения и применения профессиональных стандартов» определен порядок разработки и утверждения профессиональных стандартов и определен главный координатор данной работы – Министерство труда и социальной защиты». Проекты профессиональных стандартов могут разрабатываться работодателями, объединениями, профессиональными сообществами, СРО и иными некоммерческими организациями с участием учреждений профессионального образования и других юридических лиц. Разработка ведется в соответствии с методическими рекомендациями Минтруда России, макетом профессионального стандарта и уровнями квалификации. После разработки и всестороннего обсуждения проект стандарта подается разработчиком в Минтруд, его размещают на сайте министерства для обсуждения. На основании заключения экспертного совета с рекомендациями об утверждении, отклонении или о доработке проекта профессионального стандарта принимает соответствующее решение. Сведения об утвержденном профессиональном стандарте вносятся в реестр, который ведет Минтруд России.

В Российской Федерации профессиональные стандарты уже разработаны, утверждены и введены в действие в следующих областях: авиастроение; информационные технологии; индустрия питания; управление организаций и др. Но такие стандарты носят скорее «корпоративный» характер и их основными пользователями являются: руководители и специалисты подразделений управления персоналом организаций; специалисты в области сертификации персонала; специалисты, разрабатывающие государственные образовательные стандарты и профессиональные образовательные программы.

Профессиональный стандарт специалиста в сфере охраны труда в настоящее время разработан и находится на согласовании. Функции специалистов в сфере охраны труда в зависимости от размеров предприятия, сложности технологического процесса могут выполнять:

1. Непосредственно работники того или иного работодателя (уполномоченные по охране труда).
2. Сами работодатели – индивидуальные предприниматели (приказом на них возлагаются обязанности по охране труда).
3. Специальные службы охраны труда, в обязанность которых входит умение организовать безопасные условия труда и безопасное выполнение работ, в том числе обеспечить выполнение работодателем государственных нормативных требований охраны труда.

Совершенно понятно, что требования компетенций в сфере охраны труда для рассмотренных групп специалистов будут практически одинаковыми, так как они должны обладать определенными личностными характеристиками, необходимыми знаниями, умениями, навыками и опытом, соблюдение которых должно априорно обеспечивать безопасное выполнение работ и безопасные условия труда при исполнении работником трудовой функции и/или выполнения обязанностей работодателя по организации производства.

Специалисты, первой и второй группы должны владеть базовыми и общепрофессиональными компетенциями, основанными на знании комплекса государственных требований охраны труда по обеспечению безопасных условий труда и применимыми ко всем работникам, работодателям. Необходимость освоения этих знаний заложена применительно к каждой в наиболее востребованные ФГОС ВПО инженерных и управленческих специальностей различных квалификаций и соответствующие им по типовому набору профессиональные квалификации должностей Квалификационного справочника. Эти знания приобретаются в рамках изучения дисциплины «безопасность жизнедеятельности», которая является федеральным компонентом всех образовательных программ. Компетентности в области охраны труда прописаны в ФГОС: металлургия – бакалавр (150400); металлургия – магистр (150400); машиностроение – бакалавр (150700); машиностроение – магистр (150700); электроэнергетика и элект-

тротехника - бакалавр (140400); электроэнергетика и электротехника – магистр (140400); строительство – бакалавр (270800); строительство - магистр (270800); физические процессы горного и нефтегазового производства – специалист (131201); атомные станции – специалист (141403); менеджер – бакалавр (080200); менеджер – магистр (080200).

Специалисты третьей группы получают специальное образование по направлению подготовки 280100 «Техносферная безопасность», в ФГОС которого прописаны общепрофессиональные и специальные компетенции, которые соответствуют Единому квалификационному справочнику должностей руководителей, специалистов и служащих, разделу "Квалификационные характеристики должностей специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда" (Зарегистрировано в Минюсте России 13.06.2012 N 24548). Министерство здравоохранения и социального развития определило квалификационные характеристики специалистов, работающих в области охраны труда. Документ призван помочь в правильном подборе кадров, при разграничении функций, полномочий и ответственности работников. Кроме того, он устанавливает должностные обязанности, уровень знаний и подготовки специалистов.

В частности, в должностные обязанности руководителя входит организация и координация работы в сфере безопасности и охраны труда. Он знакомит сотрудников с условиями труда и профессиональными рисками, контролирует состояние и исправность средств индивидуальной и коллективной защиты. Руководитель также проводит профилактическую работу по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Человек, возглавляющий службу охраны труда, должен иметь высшее профессиональное образование по направлению "Техносферная безопасность". Стаж работы в этой области должен быть не менее пяти лет. Руководитель обязан в первую очередь знать законодательство об охране труда. Ему должны быть знакомы основные методы, используемые для снижения воздействия вредных производственных факторов на человека. Кроме того, он должен уметь оценивать уровень профессионального риска и проводить расследования несчастных случаев.

Специалист службы также участвует в организации и координации работ в сфере охраны труда. Он контролирует, как в структурных подразделениях ведется профилактическая работа. Специалист следит за созданием здоровых и безопасных условий труда в организации, принимает участие в работе комиссии по аттестации рабочих мест. От него требуются знания по следующим темам:

- нормативные акты в области охраны труда;
- методы выявления, оценки и управления профессиональными рисками;
- виды применяемого оборудования и правила его эксплуатации;
- порядок расследования несчастных случаев.

Требования к квалификации и опыту работы специалистов по охране труда зависят от категории. Все они должны иметь высшее профессиональное образование по направлению подготовки "Техносферная безопасность". Лица без специальной подготовки или стажа работы, но с достаточным практическим опытом тоже могут назначаться на соответствующие должности после переподготовки.

Учитывая требования времени, кафедра промышленной экологии и БЖД ИрГТУ совместно с администрацией города Иркутска начала исследования качества подготовки специалистов по охране труда на предприятиях всех видов экономической деятельности г. Иркутска. В задачи исследований входило:

- получение общей информации о предприятиях (наличие службы охраны труда, возрасте ее сотрудников, их образовании);
- оценка компетенций специалистов служб охраны труда с точки зрения работодателей;
- анализ эффективности работы служб с точки зрения работодателя.

С этой целью в рамках ежегодно проводимого городской администрации совещания специалистов по охране труда, где подводятся итоги конкурса на лучшую организацию по охране труда, было роздано и получено более 200 анкет. К настоящему времени еще не все анкеты обработаны, однако можно подвести предварительные итоги.

В результате обследования установлено, что ситуация с охраной труда существенно отличается в производственном коммерческом и непроизводственном бюджетном секторе. Обеспеченность этих учреждений специалистами, компетентными в области охраны труда, минимальная. Для бюджетников вопросы охраны труда являются исключительно затратной статьей и заработная плата специалистов в сфере охраны труда низкая.

Интересно отметить, что работники, занимающиеся вопросами охраны труда, в более 70 % опрошенных организаций, не имеют высшего образования или получили его по специальностям, не связанным с вопросами охраны труда. Лишь 6% специалистов имеют соответствующее образование по специальностям: «безопасность технологических процессов и производств» и «безопасность жизнедеятельности в техносфере»

В большинстве опрошенных организаций (свыше 70%) существуют службы охраны труда или соответствующие структурные подразделения, численность специалистов в службе не более 2, а наиболее часто встречающийся ответ – один работник. Более 50% сотрудников находятся в возрасте от 41 до 55 лет и 20 % люди пенсионного возраста.

В анкете было предложено работодателям оценить компетенции работников служб охраны труда и ранжировать с их точки зрения работодателя. В таблице приведены результаты ранжирования компетенций специалистов по охране труда

Таблица

**Ранги компетенций специалистов по охране труда
по оценке работодателей г. Иркутска**

Ранг	Компетенция
1	Знание законодательных и нормативных документов в сфере охраны труда и способность организовывать и координировать работу по охране труда на предприятии
2	Способность осуществлять контроль за соблюдением в организации нормативных правовых актов по охране труда
3	Знания методов выявления и оценки опасностей, управления профессиональными рисками
4	Умение своевременно определить потребность в обучении работников в области охраны труда, организовать обучение и проверку знаний требований охраны труда, обеспечить организацию и контроль за проведением инструктажей работников по вопросам охраны труда
5	Умение информировать и консультировать работников по вопросам состояния условий труда на рабочих местах, существующих профессиональных рисках
6	Способность мотивировать (выстраивать систему мотивации) к безопасному выполнению работ, умение анализировать причины производственного травматизма, профессиональных заболеваний, разрабатывать мероприятия по их предотвращению и принимать участие в расследовании таких случаев.
7	Способность анализировать состояние условий труда и охраны труда в организации, разрабатывать программы, способность оказывать методическую помощь руководителям структурных подразделений организации по вопросам охраны труда
8	Способность определять и корректировать направления развития СУОТ в организации на основе мониторинга изменений законодательства и передового опыта в области охраны труда
9	Способность разрабатывать локальные нормативные акты по охране труда, в том числе в коллективном договоре
10	Умение провести оценку эффективности мероприятий в области охраны труда, знание документооборота и отчетности по вопросам охраны труда, финансово-экономических основ охраны труда.

Большинство респондентов- работодателей констатировало высокий уровень теоретических знаний и слабую практическую подготовленность выпускников вузов.

Особое внимание при подготовке магистров необходимо обратить на выработку компетенций проводить аналитические исследования по идентификации и оценке риска. В связи с этим на кафедре промышленной экологии и БЖД осуществляется подготовка магистров по программам

1. Народоcбережение. Управление профессиональными, экологическими, аварийными рисками.
2. Пожарная безопасность

Список использованной литературы

1. Олейникова О. Н., Муравьева А. А., Коулз М. Национальная система квалификаций. Обеспечение спроса и предложения квалификаций на рынке труда. М.: РИО ТК им. А. Н. Коняева, 2009. 115 с.

2. Российское профессиональное образование в контексте международных индикаторов. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://prof-standart.ord/?p=560>, октябрь 1st, 2010/ Метки: Медведев. Национальная система квалификаций. Профессиональное образование. Сертификация./ Рубрика: Профессиональные стандарты.

3. Приоритеты развития профессионального образования в России [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://prof-standart.ord/?p=560>, октябрь 1st, 2010/

УДК 620.9

Тимофеев С.С., магистрант программы « Управление рискам»
Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КАК ОСОБЫЙ ВИД МЕНЕДЖМЕНТА

На примере электроэнергетики рассмотрены современные подходы, методы анализа техногенного риска. Охарактеризованы приемы управления профессиональными рисками.

Ключевые слова: риск-менеджмент, электроэнергетика

Электроэнергетика является важнейшей составной частью топливно-энергетического комплекса страны, обладает рядом специфических черт, делающих ее непохожей ни на одну отрасль промышленности. В технологическом смысле электроэнергетика представляет собой единый технологический процесс производства, передачи, распределения и потребления

электрической и тепловой энергии, произведенной в режиме комбинированной выработки.

Электроэнергетика является основой функционирования экономики и жизнеобеспечения. На отечественных ТЭЦ, сжигающих органическое топливо, вырабатывается более 70 % электроэнергии.

Основная задача электростанций – это обеспечение электроэнергией промышленных предприятий и коммунально-бытовых нужд населения. Но при этом не стоит забывать, что при получении энергии необходимо улучшать условия труда работающих, так как вредные условия труда снижают эффективность использования трудовых ресурсов, существенно уменьшают производительность труда и могут приводить к профессиональным заболеваниям работающих. Кроме того, предприятия и организации электроэнергетики подвержены всем видам рисков. Рисковые события в электроэнергетике приводят к различным видам потерь не только на предприятиях и в организациях отрасли, но и на многих предприятиях и в организациях других отраслей. Рисковые события в электроэнергетике в первую очередь затрагивают работников предприятия.

Поэтому в настоящее время необходимо заранее выявлять риски и принимать меры для их минимизации, чтобы обеспечить безопасные условия труда для работников энергетики, а значит и повысить эффективность труда.

Риск-менеджмент является центральной частью стратегического управления организации. Это процесс, следуя которому организация системно анализирует риски каждого вида деятельности с целью максимальной эффективности каждого шага и, соответственно, всей деятельности в целом.

Основная задача риск-менеджмента – это идентификация, оценка, анализ и управление рисками. Риск-менеджмент представляет собой постоянный и развивающийся процесс, который анализирует развитие организации в движении, а именно прошлое, настоящее и будущее организации в целом.

Управление рисками как отдельный вид деятельности возникло и развивалось одновременно с индустрией страхования, поэтому на начальном этапе, говоря об управлении рисками, имели в виду только имущественные риски и занимались этим страховые компании. В 1950-е годы Рассел Галлахер – был первым, кто в своих научных работах изложил «революционную» идею о том, что в любой нефинансовой организации должен быть тот, кто будет отвечать за управление «чистыми» рисками и с этого момента начала формироваться концепция управления рисками как отдельного вида менеджмента на предприятии.

Но длительное время- это управление состояло только в организации программ страхования. Развитие финансовой индустрии в 1990-е годы дало толчок к управлению финансовыми рисками, в частности – рыночными.

То есть, прежде всего, развивалось управление теми рисками, которые могли быть оценены количественно, так как по ним были доступны большие объемы исторических данных, применимы статистический анализ и вероятностные методы оценки, в банковской и страховой индустрии.

Однако коллапсы таких гигантов, не являющихся финансовыми компаниями, как Enron, Arthur Andersen, WorldCom продемонстрировали, что организации должны уделять внимание не только своим имущественным, финансовым рискам, но и операционным, стратегическим, рискам соответствия нормативным требованиям. Этот негативный опыт привел к становлению комплексного подхода к управлению рисками и разработке в ряде стран и международных ассоциаций специализированных стандартов по управлению рисками. В 1995 г. в Австралии и Новой Зеландии был принят первый такой стандарт, затем в 1997г. – в Канаде, в 2000 г. – в Великобритании, на основе которого в 2002г. Федерацией Европейских Ассоциаций по Управлению Рисками (FERMA) был представлен Стандарт по управлению рисками, а в 2004 г. Интегрированная модель «Управления рисками организаций» была представлена Комитетом спонсорских организаций Комиссии Тредвея (COSO) в США. На международном уровне в 2002 г. был утвержден ISO/IEC Guide 73 «Управление риском. Словарь. Руководящие указания по использованию в стандартах», и в ноябре 2009 г. стандарт ISO 31000:2009 «Риск-менеджмент. Принципы и руководящие указания» [1].

По оценкам Международной организации труда, в мире примерно каждые 15 секунд по причинам, связанным с производством, из жизни уходит один человек; в год - 2,3 млн. чел. На выплаты компенсаций и пособий, страховых выплат, ликвидацию последствий травматизма и профессиональных заболеваний расходуется 4% мирового ВВП. Международная организация труда уделяет первостепенное внимание вопросам создания достойных условий труда для всех работников. Достойный труд – это, прежде всего, безопасный труд.

Особую актуальность теме придает ситуация, сложившаяся в результате общемирового экономического кризиса, который повлек за собой рост экономической нестабильности. Российские предприятия должны быть готовы к адекватному ответу на вызовы глобальной конкуренции, и условия труда на них - отвечать всем международным требованиям. Чтобы добиться изменений, модель охраны труда должна соответствовать приоритетным направлениям модернизации экономики России.

В соответствии с Концепцией демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г. (утв. Указом Президента РФ от 09.10.2007 № 1351) одной из долгосрочных стратегических целей государства является сокращение уровня смертности и травматизма от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний за счет перехо-

да в сфере охраны труда к системе управления профессиональными рисками.

Федеральным законом от 04.10.2010 № 265-ФЗ была утверждена Конвенция МОТ № 187 об основах, содействующих безопасности и гигиене труда, согласно п. 3 ст. 3 которой при разработке своей национальной политики каждое государство – член МОТ содействует основополагающим принципам, таким как:

- оценка профессиональных рисков или опасностей;
- борьба с профессиональными рисками или опасностями в местах их возникновения;
- развитие национальной культуры профилактики в области безопасности и гигиены труда, которая включает информацию, консультации и подготовку [2].

В соответствии с указанными международными обязательствами, Федеральным законом от 18.07.2011 № 238-ФЗ в ст. 209 Трудового кодекса Российской Федерации были внесены изменения и дополнения, касающиеся определения понятий «профессиональный риск» и «управление профессиональными рисками» [3].

В международных нормах (в частности, в европейском законодательстве) системы оценки рисков являются основой, краеугольным камнем бизнес-процессов. Так, оценка профессиональных рисков расценивается в качестве первоначального этапа при определении подходов к управлению безопасностью и защитой здоровья работников, а также построению системы охраны труда на предприятии.

Основой для разработки национального законодательства европейских стран является рамочная директива Совета Европейских сообществ 89/391/ЕЭС от 12.06.1989 о введении мер, содействующих улучшению безопасности и здоровья работников на рабочем месте. В ее основе лежит принцип управления рисками. Согласно данной директиве, работодатель обязан осуществлять профилактические меры, руководствуясь следующими принципами:

- избегание рисков;
- оценка рисков, которых нельзя избежать;
- борьба с первопричинами рисков;
- адаптация человека к работе, особенно в части организации рабочих мест, выбора оборудования и технологии производства, с тем, чтобы добиться облегчения тяжелой и монотонной работы, а также сократить влияние условий труда на здоровье;
- адаптация к техническому прогрессу;
- замена опасного процесса на неопасный или менее опасный;
- разработка последовательной политики профилактики, охватывающей технологии, организацию работ, условия труда, социальные отношения, а также влияние факторов, связанных с производственной средой;

– приоритет коллективных средств защиты перед средствами индивидуальной защиты;

– предоставление соответствующих инструкций работникам [4].

В настоящее время на международном уровне и во многих странах ближнего и дальнего зарубежья разработаны различные документы (стандарты, руководства (Guide) и практические пособия), содержащие требования к системам управления профессиональными рисками и рекомендации по разработке систем менеджмента, а также оценке профессиональных рисков. Эти документы применяются работодателями на добровольной основе.

Наиболее известные рекомендации к системам управления, основанным на управлении профессиональными рисками, содержатся в стандартах OHSAS 18001:2007 “Системы менеджмента профессионального здоровья и безопасности – Требования” и ISO 31000:2009 “Менеджмент рисков – Принципы и руководящие указания”, а также в руководстве МОТ-СУОТ 2001.

Сегодня оценка риска – обязательная процедура в Европейском союзе для всех работодателей. Теперь эта процедура обязательна и для российских работодателей, так как 22 августа 2012 года Россия официально стала 156-м членом *Всемирной торговой организации*. В связи с этим, коренным образом, уже начиная с 2002 года, начала меняться нормативная база в области менеджмента-риска. Безусловно, российские методики оценки профессиональных рисков отталкиваются от западных подходов. Но в Европе не существует единого унифицированного обязательного для исполнения руководства. В России же в настоящее время действуют несколько нормативных актов, касающихся оценки профессиональных рисков, среди них:

- Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда (утвержден приказом от 26.04.2011 № 342н);
- Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»;
- Р.2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

Так же стоит отметить, что в настоящее время разрабатываются и внедряются национальные стандарты в области управления охраной труда и менеджмента рисков, на данный момент их уже около 50.

С 1 июля 2010 года был введен для добровольного применения национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.007-2009, в котором намечена роль оценки риска при разработке, применению, оценке и совершенствованию системы управления охраной труда в организации. В нём рекомендуются

системные подходы к управлению охраной труда в организации или иные решения и подходы, например:

- подходы с использованием программ безопасности или анализа риска;
- подход к управлению охраной труда, основанный на повышении доступности работника к информации об опасностях и рисках, связанных с его профессиональной деятельностью [5].

1 января 2011 года принят для добровольного применения национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.010-2009, в котором представлены:

- показатели ущерба и рисков (наиболее применимые), порядок их использования для оценки рисков;
- порядок выявления опасностей, последствий, проявления которых могут привести к возникновению ущерба здоровью и жизни работника;
- порядок расчета вероятностей возникновения ущерба [6].

Одним из последних на данный момент является национальный стандарт введенный 1 декабря 2012 года ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска». Стандарт был разработан в дополнение к ИСО 31000 и содержит рекомендации по выбору и применению методов оценки риска. В стандарте представлены методы оценки риска (приведен 31 метод) и даны ссылки на другие международные стандарты, в которых более подробно описано применение конкретных методов оценки риска [7].

С учетом сложившейся нормативной правовой базы, на сегодняшний день в российской практике оценки профессиональных рисков основной проблемой является – отсутствие единой методики, которая была бы доступна инженеру и при этом давала бы реальный результат. В действующих методиках окончательные оценки риска носят формальный и условный характер.

В результате проведения рыночных реформ в отечественной экономике сформировались новые условия функционирования промышленных предприятий, характеризующиеся высоким уровнем неопределенности, когда число и разнообразие видов рисков возрастает, – в связи с этим российские предприятия вынуждены были взять на себя работу по их управлению. Наиболее передовые и крупные компании создали специальные подразделения риск-менеджмента, так первыми в стране внедрением системы риск-менеджмента стали заниматься такие компании, как «ЛУКОЙЛ», «Норильский никель», Магнитогорский металлургический комбинат, «Северсталь», «Объединенные машиностроительные заводы», РАО «ЕЭС России». В целях повышения эффективности функционирования риск-менеджмента в России следует уделить особое внимание следующим проблемам, представленным на рис. 1.



Рис. 1. Проблемы риск-менеджмента в России

Способность компании эффективно управлять рисками является одним из решающих преимуществ в условиях конкуренции на рынке, особенно после вступления России в ВТО.

Внедрение системы риск-менеджмента в практику корпоративного управления компаний энергетического сектора, главным образом, обусловлено требованиями рынка международного капитала и стремлением усовершенствования системы внутреннего контроля и управления рисками.

Энергетическая отрасль характеризуется высокой сложностью, социальной ответственностью и рискованностью. В последнее десятилетие в развитии мировой энергетики проявились некоторые важные тенденции, которые при неуправляемом течении могут оказать отрицательное воздействие.

К таким тенденциям относятся:

- усиление конкуренции за ограниченные энергоресурсы;
- высокие темпы роста энергопотребления;
- изменение региональных пропорций энергопотребления;
- высокая доля и растущие объемы потребления органического топлива;
- замедление темпов роста предложения энергии;
- проблемы обеспечения инвестиций в развитие энергетического сектора;
- изменение структуры предложения энергоресурсов и повышение роли отдельных поставщиков;

- рост цен на энергоносители, волатильность цен;
- нарастающая напряженность в обеспечении энергетических нужд транспорта и диспропорции в нефтепереработке;
- рост объемов международной торговли энергоносителями, развитие
- инфраструктурной составляющей поставок энергоресурсов и обострение связанных с этим рисков;
- усиление политических рисков, в том числе транзитных.

Для обеспечения устойчивого развития и выполнения стратегических целей отрасли необходимо уметь грамотно управлять рисками. Каждое предприятие самостоятельно определяет уровень приемлемого риска, выбирает инструменты и методы, позволяющие избежать или снизить потери. В этих условиях обеспечение надежности энергоснабжения невозможно осуществить без формирования системы риск-менеджмента на энергетических предприятиях. Выявить и оценить риски конкретного предприятия, найти эффективные методы управления ими – это сложная научная и практическая задача [8].

Рассмотрим характерные риски энергетических предприятий и методы управления ими.

Электроэнергетика является базовой отраслью российской экономики, обеспечивающей электрической и тепловой энергией внутренние потребности народного хозяйства и населения, а также осуществляющей экспорт электроэнергии в страны СНГ и дальнего зарубежья.

В процессе управления рисками электроэнергетики необходимо учитывать специфические особенности, характерные для рынка электроэнергии, а именно: факторы, оказывающие влияние на цену и объем производства; сезонность; конфигурация сетевых объектов; особенности регулирования отрасли; высокие барьеры входа в отрасль; неразвитость деривативов.

Создание системы управления рисками должно начинаться с выбора её конфигурации. При централизованной системе все бизнес-процессы по управлению различными группами рисков сосредоточены в едином центре. Децентрализованная система предполагает осуществлять управление отдельными группами рисков специализированными подразделениями компании по их функциональной принадлежности. Смешанная конфигурация подразумевает управление конкретными видами рисков в подразделениях, имеющих и полномочия, и ответственность за них.

В большинстве европейских энергетических компаниях функцию управления рисками выполняет отдельное подразделение, находящееся в непосредственном подчинении финансового директора, например, специализированный комитет по управлению рисками. Оценку эффективности систем управления рисками и их отдельных элементов осуществляют службы внутреннего контроля организаций, внешние аудиторы и консультанты.

Комплексные системы управления рисками предусматривают участие в процессе всех сотрудников организации. Совет директоров в рамках данной системы должен утверждать политику управления рисками; определять величину риска, которую компания готова принять для увеличения своей стоимости; выбирать методы управления рисками. Менеджмент компании отвечает за разработку и функционирование системы управления рисками, за определение величины риска отдельных бизнес-единиц и за реализацию мероприятий, предусмотренных процессом управления рисками. Персонал участвует в управлении рисками в рамках целей и задач, поставленных перед ним.

При формировании стратегии энергокомпании в области управления рисками необходимо ориентироваться на следующие цели:

- повышение стоимости компании;
- обеспечение требуемого уровня безопасности;
- уменьшение воздействия на природную среду;
- достижение заданного уровня коэффициента использования установленной мощности;
- соблюдение всех технических нормативов и т. д.

В настоящее время насчитывается более 40 различных критериев классификации рисков и более 220 видов рисков, при этом один и тот же вид риска может обозначаться разными терминами, поэтому в экономической литературе нет единого понимания данного вопроса. Каждая производственно-хозяйственная система своеобразна, а состав рисков изменчив, поэтому на предприятии должна разрабатываться своя система ранжирования рисков на основе общей классификации.

В электроэнергетической отрасли России не всегда возможно заранее дать точную количественную оценку рискам, а методы определения её степени еще не отработаны. В связи с этим возникают трудности в сфере минимизации рисков и оценки затрат на управление ими.

Риски энергетических предприятий можно разделить на внешние и внутренние (табл. 1).

Таблица 1

Внешние и внутренние риски энергетических предприятий

Внутренние риски	Внешние риски
1	2
Стратегические риски: разработка и воплощение неверных бизнес-решений, неспособность управленческого аппарата принимать правильные решения с учётом изменений внешних факторов.	Политические риски: политическая нестабильность, изменение таможенной политики, риск географической нестабильности и государственного неподчинения обязательствам

Окончание табл. 1

1	2
Операционные риски: возникновение отклонений в информационных системах и системах внутреннего контроля; риски связаны с ошибками людей, наличием недостаточных систем контроля.	Регулировочные риски: риски тарифного и экологического регулирования; регулирования в области безопасности; специфические налоговые риски; риски антимонопольного регулирования.
Технологические и технические риски: непреднамеренные сбои в работе, неверный выбор технологического оборудования, нарушения технологических процессов, нерегулярные профилактика и ремонт оборудования, потери в результате сбоев и поломок.	Рыночные риски: риск недополучения прибыли, риски изменения стоимости капитала, риск влияния крупных транзакций на параметры рынка, финансово-экономические, изменение конъюнктуры рынка, цен на топливо и т. д.

Технологические риски, выражающиеся в случайных или преднамеренных сбоях в работе оборудования, обусловлены спецификой производства и передачи продукции. Причинами его возникновения могут быть неверный выбор технологического оборудования, ошибки при проектировании, неграмотное управление техническим персоналом и др. Незначительные нарушения технологических процессов могут повлечь за собой аварии различной степени тяжести вплоть до человеческих жертв и экологических катастроф. Снизить влияние данного вида риска возможно с помощью осуществления мер безопасности использования технологического оборудования, своевременного ремонта неисправного оборудования и т. д.

Технический риск определяется степенью организации производства, проведением превентивных мероприятий, таких как регулярная профилактика и ремонт оборудования и проявляется в виде угрозы отказов оборудования, перерывов в подаче энергии потребителям, снижении технической надёжности электро- и теплоснабжения. Технические риски классифицируются по степени:

- вероятности потерь вследствие отрицательных результатов научно-исследовательских работ;
- вероятности потерь в результате не достижения запланированных технических параметров в ходе конструкторских и технологических разработок;
- вероятности потерь в результате низких технологических возможностей производства, что не позволяет освоить результаты новых разработок;
- вероятности потерь в результате возникновения при использовании новых технологий и продуктов, побочных или отсроченных во времени проявления проблем;

- вероятности потерь в результате поломок оборудования и т. д.

На предприятиях энергетической отрасли присутствует множество разнообразных рисков, требующих выявления, оценки и управления. Управление нефинансовыми рисками включает в себя сценарный анализ, принятие решений, управление проектами по оптимизации рисков и способствует поддержанию стратегии развития компании и реализации её социальной миссии: надежного и бесперебойного энергоснабжения добросовестных потребителей электро- и теплоэнергии на основе баланса интересов различных заинтересованных сторон [9].

Ущерб в энергетической отрасли могут проявляться не только в крупных финансовых потерях, но и причинении вреда третьим лицам и окружающей среде. Одним из вариантов управления данными рисками является страхование ответственности. В соответствии со статьей 18 ФЗ об электроэнергетике № 35-ФЗ обязательному страхованию ответственности за причинение ущерба субъектам электроэнергетики, потребителям электрической энергии в результате действий (бездействия) системного оператора и иных субъектов оперативно-диспетчерского управления в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах подлежат субъекты оперативно-диспетчерского управления.

Преимущества использования страхования заключаются не только в возмещении убытков, но и в помощи страховой компании в проведении оценки каждого вида риска и получении рекомендаций по улучшению качества управления рисками. К имуществу, подлежащему страхованию в энергетике, можно отнести: буровые установки; машины, механизмы и прочее оборудование и имущество; трубопроводы, АЗС. Для электроэнергетики выделяют 4 группы:

- Группа А – здания, включая коммунальные сооружения и трубопроводы на территории предприятия;
- Группа В – воздушные и кабельные линии электропередачи, линии связи, а также другие линии, посредством которых осуществляется передача электроэнергии или информации;
- Группа С – оборудование и механизмы электроэнергетической промышленности;
- Группа D – другое имущество.

Обязательному страхованию подлежат пять основных рисков: пожар, взрыв, удар молнии, падение пилотируемых летательных аппаратов и их обломков [10].

Российская электроэнергетика функционирует в условиях переходного периода с 2003 года, что является причиной развития разнообразных видов рисков, таких как изменения в нормативной базе; возникновение аварийных ситуаций; изменение цены и структуры поставки первичных энергоносителей; рост неплатежей потребителей и контрагентов; измене-

ние общей экономической ситуации. Данная ситуация свидетельствует о необходимости внедрения системы риск-менеджмента.

Проанализируем известные и применяемые на практике методы анализа риска, оценим их достоинства и недостатки. Исходя из обобщения литературных данных и нормативных документов, методы расчета рисков можно разделить на две категории: экспертные и статистические.

Экспертные методы – это присвоение значений вероятности и последствий на основании мнения специалистов. К таким методам относятся опросы, анкетирование, привлечение специалистов в определенных областях для анализа рисков и т. д. Безусловный плюс таких методов — возможность расчета практически любого риска. Минус состоит в том, что присваиваемые значения будут сильно отличаться в случае разных экспертных групп. Опыт говорит о том, что оценка рисков, проведенная сотрудниками предприятия, значительно отличается от оценки рисков любыми внешними консультантами.

Статистические методы – это присвоение значений вероятности и последствий на основании существующих данных. К таким методам относятся разные методы теории вероятностей. Плюсы статистических методов — их точность. Статистические методы пришли из финансовых бизнесов, однако эти методы можно применять и для расчета рисков опасностей, связанных с отказами оборудования.

Результатом процедуры оценки риска могут стать количественные, полуколичественные либо качественные значения вероятности и последствий. Количественный расчет – это присвоение численных значений. Качественный расчет рисков – это расчет по типу «много/мало», «высоко/низко», «сильно/слабо» и т. д. Для полуколичественного и качественного расчета используют матрицы, графики, схемы и т. д. [11].

Безусловно, качественная оценка – это более простой способ, но менее точный и надежный. Поэтому компания должна так же использовать количественное измерение степени влияния рисков.

Актуальность проблем внедрения и использования системы риск-менеджмента в деятельности компании обуславливает существование достаточно большого числа методов количественной оценки рисков. Выбор того или иного метода зависит от различных факторов, в частности, от вида оцениваемого риска, от того с какой позиции рассматривается сущность риска, его влияние на результаты деятельности предприятия, от наличия возможности получения исходной информации и её объема.

В зависимости от полноты используемой информации методы оценки рисков можно объединить в три группы с учетом следующих условий:

- определенности, когда в наличии имеется полная информация о рисковой ситуации (в таком случае используют расчетно-аналитические методы оценки рисков (оценка индивидуального профессионального риска

(ИПР), прогнозная оценка рисков (по результатам АРМ), ретроспективная оценка рисков и т. д.);

– частичной неопределенности, когда информация существует в виде частот наступления рисков событий (используют экономико-статистические и вероятностные методы (анализ влияния человеческого фактора (HRA), статистические методы надежности (Monte-Carlo), анализ дерева событий (ETA), анализ дерева неисправностей (FTA), анализ видов и последствий отказов (FMEA) и т. д.));

– полной неопределенности, когда информация о выявленных рисках полностью отсутствует (используют методы рейтинговые, аналоговые и экспертные, такие как индивидуальная экспертная оценка, коллективная экспертная оценка, метод «мозговой атаки», метод Дельфи и т. д.) [12].

В основу многих существующих методов оценки риска легли методы анализа надежности. В принятом в 2005 г. ГОСТ Р 51901.5-2005 «Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности» представлены основные методы оценки надежности и риска. В ГОСТ Р 51901.5-2005 отмечается, что приведенные методы анализа надежности могут быть использованы для определения вероятностных характеристик риска. Сравнение описанных в этом стандарте методов анализа надежности с методами анализа риска, приведенными в стандарте ГОСТ Р 51901.1-2002 «Управление надежностью. Анализ риска технологических систем» указывает, что методы анализа надежности могут быть использованы для более широкого класса задач анализа риска [13]. Методы анализа надежности представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные методы анализа надежности и риска по ГОСТ Р 51901.5

Название метода	Краткая характеристика	Качественный анализ	Количественный анализ	Примечание
1	2	3	4	5
Исследование опасности и работоспособности (HAZOP)	Идентификация фундаментальной опасности	Анализ причин и последствий отклонений	Не применим	
Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	Идентификация главных источников и анализ частот	Анализ воздействия отказов	Вычисление интенсивностей отказов (и критичности) системы	Для систем, у которых преобладают единичные отказы
Анализ дерева неисправностей (FTA)	Идентификация опасности и анализ частот	Анализ комбинации неисправностей	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности	Используется графическое изображение

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Анализ дерева Событий (ETA)	Идентификация опасности и анализ частот	Анализ последовательности отказов	Вычисление интенсивностей отказов	
Анализ структурной схемы надежности (RBD)	Совокупность приемов анализа частот	Анализ путей работоспособности	Вычисление показателей безотказности и комплексных показателей надежности	Для систем, у которых можно выделить независимые блоки
Марковские Модели (Markov)	—	Анализ последовательности отказов		
Статистические методы надежности (Monte-Carlo)	Совокупность приемов анализа частот	Анализ воздействия неисправностей	Вычисление показателей безотказности с неопределенностью	
Анализ влияния человеческого фактора (HRA)	Совокупность приемов анализа частот в области воздействия людей	Анализ воздействия человека на работу системы	Вычисление вероятностей ошибок человека	
Обзор данных по эксплуатации	FRACAS – Failure Reporting, Analysis and Corrective Actions Systems			

В табл. 2 не включены те методы, которые согласно стандарта ГОСТ Р 51901.5-2005 не являются самостоятельными, так как они являются модификацией упомянутых в табл. 2 методов анализа надежности.

К этим методам относятся следующие методы:

1) Анализ причин/следствий – комбинация ETA и FTA;

Одним из вариантов этого метода является подход, предложенный в 1999 на Европейской конференции по безопасности и получивший название «галстук- бабочка» (Bow-Tie approach).

Первое упоминание об использовании этого подхода к анализу риска можно найти в публикациях 1979 г. Университета Квинсленда (Австралия). Широко применялся в 1990-х годах компанией «Шелл» при анализе аварий трубопроводов. На рис. 2 показан графический прием размещения схем деревьев отказов и деревьев событий, давший название данному методу.



Рис. 2. Метод «галстук-бабочка»

2) Анализ динамических деревьев неисправностей (DFTA).

Развитие методологии анализа статических деревьев неисправностей в сторону учета динамических свойств анализируемых систем первоначально сводилось к добавлению к традиционным операторам (И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ) таких операторов, как «Приоритетное И», учет нагруженности резервных элементов, учет функциональных и вероятностных зависимостей элементов. Современные методы анализа DFTA более широко используют результаты марковского моделирования. Первый программный комплекс для анализа динамических деревьев неисправностей разработан в Университете штата Виржиния, США, профессором Дж.Б.Дуган (J.B.Dugan) [12, 14].

Во введенном в действие с 1 декабря 2012 года ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» приводится 31 метод оценки рисков. Как и в ГОСТ Р 51901.5 большинство предложенных методов базируются на оценке надежности [7].

Методы оценки рисков, на основе анализа надежности, имеют один большой минус – они не устанавливают величину риска и его влияния на состояние здоровья работающего. Поэтому с учетом изложенного по заказу ФСС в 2009 г. НИИ медицины труда РАМН совместно с «Клинским институтом охраны и условий труда «ОЛС-комплект» разработана методика оценки индивидуального профессионального риска (ИПР) в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника. Интегральная оценка условий труда (ИОУТ) формируется по результатам АРМ в соответствии с ранее разработанной «Методикой интегральной оценки условий труда на рабочем месте» с учетом комплексного воздействия производственных факторов с различными классами вредности (гигиеническая оценка условий труда, оценка травмобезопасности, оценка обеспеченности СИЗ). Интегральный показатель здоровья работника базируется на отнесении его к одной из пяти групп диспансерного наблюдения по результатам периодического медицинского осмотра.

Индивидуальный профессиональный риск (ИПР) работника вычисляется путем умножения суммы взвешенных значений параметров (условий труда, трудового стажа работника во вредных и (или) опасных услови-

ях труда, его возраста и состояния здоровья) на показатели травматизма и заболеваемости на рабочем месте.

При наличии информационных потоков по данным АРМ и ПМО и автоматизации процедуры методика не представляет сложностей и может быть использована для оценки риска работодателями в любой организации.

Ещё одна методика, которая использует в своей оценке результаты АРМ - прогнозная оценка рисков. Процедура определения прогностических профессиональных рисков основана на использовании материалов аттестации рабочих мест, проводимой на предприятии в соответствии с требованиями «Порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», утвержденного приказом Минздравсоцразвития №342н от 26 апреля 2011 г.

Для оценки степени соответствия состояния условий труда нормативным требованиям и степени влияния на организм человека отклонений от нормативных значений факторов условий шестибальная система). Чем выше балл, тем больше несоответствие состояния условий труда по данному фактору действующим нормам и тем больше опасное и вредное воздействие на организм человека.

В данной методике считается обобщенный уровень риска, обобщенный уровень безопасности и годовой профессиональный риск

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. Данная методика является относительно легкой в применении, так как результаты АРМ есть на каждом предприятии, возможно получение количественных выходных данных, методика не требует больших временных затрат и позволяет легко ранжировать риски и выявлять наиболее высокорисковые рабочие места.

Стоит отметить, что все вышеописанные методики не учитывают статистику по травматизму и профзаболеваниям. А эти данные как раз и обуславливают профессиональный риск. Методика расчета ретроспективных профессиональных рисков базируется на статистической информации по производственному травматизму и профзаболеваемости.

На основе статистической информации по производственному травматизму рассчитываются статистические показатели, отражающие частоту и тяжесть несчастных случаев, а также уровень профессиональной заболеваемости. К таким относительным статистическим показателям относятся коэффициенты, считающиеся по формулам (1.1), (1.2), (1.3), (1.4) и (1.5).

Коэффициент частоты K_f несчастных случаев

$$K_f = \frac{HC}{N} \times 1000, \quad (1.1)$$

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

N – среднесписочная численность работников в рассматриваемом периоде.

Коэффициент тяжести K_T несчастных случаев

$$K_T = \frac{\sum D}{HC}, \quad (1.2)$$

где $\sum D$ – суммарное число дней временной нетрудоспособности, вызванных всеми несчастными случаями.

Коэффициент потерь K_n

$$K_n = K_f \times K_T = \frac{\sum D}{N} \times 1000, \quad (1.3)$$

Коэффициент частоты K_{cm} несчастных случаев со смертельным исходом

$$K_{cm} = \frac{HC_{cm}}{N} \times 1000, \quad (1.4)$$

где HC_{cm} – число несчастных случаев со смертельным исходом.

Коэффициент обобщенных трудовых потерь $K_{об}$

$$K_{об} = K_f \times K_T + K_{cm} \times 6000, \quad (1.5)$$

На основе полученных значений частоты и тяжести несчастных случаев в организации рассчитывается вероятность безопасной работы $P(0)$ и риск травмирования R [15].

Таким образом, проанализировав достоинства и недостатки методов расчета риска для энергетических предприятий, можно рекомендовать следующие методы:

- прогнозная оценка профессиональных рисков по результатам АРМ;
- оценка индивидуального профессионального риска (ИПР);
- расчет ретроспективных профессиональных рисков.

Выбор обусловлен тем, что данные методики учитывают здоровье работника и состояние условий труда на его рабочем месте, что позволит после их применения выявить рабочие места с высоким риском для здоровья работников, а так же определить наиболее опасные с точки зрения риска для здоровья факторы трудового процесса для каждого работника.

Список использованной литературы

1. Палеева В. Ю. Качественная и количественная оценка рисков в нефинансовых компаниях / В. Ю. Палеева // Проблемы современной экономики. – 2010. - № 1. – С. 88-92.

2. О ратификации конвенции об основах, содействующих безопасности и гигиене труда: федеральный закон № 265-ФЗ : по состоянию на 17 октября 2010 г. – М. :Омега-Л, 2010. – 5 с. – (Законы Российской Федерации).

3. О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации: федеральный закон № 238-ФЗ : по состоянию на 18 июля 2011 г. – М. : Эксмо, 2011 г. – 4 с. – (Законы Российской Федерации).

4. Рамочная директива Совета Европейских сообществ 89/391/ЕЭС от 12 июня 1989 г. - «О введении мер, содействующих улучшению безопасности и здоровья работников на рабочем месте».

5. ГОСТ Р 12.0.007-2009. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 апреля 2009 г. № 138-ст – М. : Госстандарт России, 2009. – 34 с.

6. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Система управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. № 680-ст – М. : Госстандарт России, 2011. – 16 с.

7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 декабря 2011 г. № 680-ст - М. : Госстандарт России, 2012. – 69 с.

8. «Риск-менеджмент. Об управлении рисками» [Электронный ресурс] // Риски. – 2009. – Режим доступа: <http://www.riskm.ru/item/195>. (дата обращения : 16.03.2013).

9. Белобров В. А. Риск-менеджмент в электроэнергетике: цель – надежность электроснабжения / Белобров В. А., Эдельман В. И. // Энерго-рынок. – 2006. - № 1. – С. 74.

10. Об электроэнергетике : федеральный закон № 35-ФЗ : по состоянию на 27 января 2011 г. – М. : Эксмо, 2011. – 43 с. – (Законы Российской Федерации).

11. Барсукова Т. В. Алгоритм построения системы риск-менеджмента в российской компании / Т. В. Барсукова // Проблемы современной экономики. – 2011. - № 3. – С. 55-61.

12. Струков А. В. Анализ международных и российских стандартов в области надежности, риска и безопасности / А. В. Струков // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 4. – С. 34-43.

13. ГОСТ Р 51901.1-2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем: постановление Госстандарта России от 7 июня 2002 г. № 236-ст - М. : Госстандарт России, 2002. – 21 с.

14. ГОСТ Р 51901.5-2005. Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности: приказ Федерального агентства по

техническому регулированию и метрологии от 30 сентября 2005 г. № 236-ст - М. : Госстандарт России, 2005. – 43 с.

15. Тимофеева С. С. Основы теории риска: практикум / С. С. Тимофеева, Е. А. Хамидулина. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2012. – 167 с.

УДК 620.9

**Верхоzin С.В., магистрант программы «Управление рисками»,
Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор**

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ИСТОЧНИК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ

Приведен анализ и расчёт профессиональных рисков в электроэнергетической отрасли.

Ключевые слова: профессиональный риск, электроэнергетика.

Электроэнергетика – сложный технологический комплекс, где цена ошибки чрезвычайно велика. Электроэнергия в современном мире – не просто товар повседневного спроса. Она формирует образ жизни людей. Без нее невозможна работа промышленности и транспорта. Сбои в энергоснабжении могут не только повлиять на них, но и привести к техногенным катастрофам, создающим угрозу самой жизни. К субъектам электроэнергетики в соответствии с федеральным законом №35-ФЗ «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 относятся:

- лица (организации), осуществляющие производство электрической, тепловой энергии и мощности,
- приобретение и продажу электрической энергии и мощности,
- энергоснабжение потребителей,
- оказание услуг по передаче электрической энергии, оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике,
- сбыт электрической энергии (мощности),
- организацию купли-продажи электрической энергии и мощности.

В результате реализации основных мероприятий, связанных с реформированием отрасли, структура электроэнергетики стала достаточно сложной. Отрасль состоит из нескольких групп компаний и организаций,

каждая из которых выполняет определённую отведённую ей отдельную функцию.

Функционирование энергосистемы Российской Федерации основано на сочетании действующей под государственным контролем технологической и коммерческой инфраструктуры, с одной стороны, и взаимодействующих между собой в конкурентной среде организаций, осуществляющих выработку и сбыт электроэнергии.

К организациям технологической инфраструктуры относятся;

- компания, управляющая единой национальной электрической сетью (ОАО «Федеральная сетевая компания»),
- организация, осуществляющая диспетчерское управление (ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы»), межрегиональные распределительные сетевые компании (МРСК).

В коммерческую инфраструктуру входит ОАО «Администратор торговой системы» и его дочерняя организация ОАО «Центр финансовых расчетов». Деятельность инфраструктурных организаций, в том числе ценообразование и условия взаимодействия с контрагентами, подлежит государственному регулированию.

Генерирующие компании осуществляют выработку и реализацию электроэнергии на оптовых или розничных рынках сбытовым организациям либо крупным конечным потребителям – участникам оптового рынка. Сбытовые организации приобретают электроэнергию на оптовых и розничных рынках и продают ее конечным потребителям.

Всего было учреждено 20 новых тепловых генерирующих компаний, а также 1 генерирующая компания, производящая электрическую энергию и мощность на большинстве гидроэлектростанций России. Кроме того, существует 1 компания, управляющая всеми атомными электростанциями в стране. Так, атомными электростанциями управляет Росэнергоатом, почти всеми гидроэлектростанциями владеет РусГидро. Среди тепловых электростанций - 6 оптовых генерирующих компаний (ОГК), управляющих крупными тепловыми станциями - ГРЭС, суммарная установленная мощность каждой из таких компаний более 8 ГВт. Электростанции каждой ОГК находятся в различных регионах России. Также создано 14 территориальных генерирующих компаний, которым принадлежат среднего размера ТЭС и ТЭЦ. Электростанции и теплоэлектроцентрали, принадлежащие одной ТГК, расположены на одной территории (1 регион или ряд соседних регионов страны). Генерирующие компании - крупные компании, активами которых являются электростанции разных типов. Кроме указанных генерирующих компаний, существует ещё несколько достаточно крупных компаний, которые не контролировались РАО ЕЭС на момент начала реформы, а поэтому не сменили собственника. Речь о четырёх так

называемых «независимых» АО-энерго: Татэнерго, Башкирэнерго, Новосибирскэнерго, Иркутскэнерго.

Сетевые организации осуществляют два основных вида деятельности – передачу электрической энергии по электрическим сетям и технологическое присоединение энергопринимающих устройств потребителей электроэнергии, энергетических установок генерирующих компаний и объектов электросетевого хозяйства иных владельцев к электрическим сетям. Оба эти вида деятельности являются естественно-монопольными и регулируются государством.

Регулирование включает не только установление в той или иной форме соответствующих тарифов (платы) за оказанные с надлежащим качеством услуги, но и обеспечение недискриминационного доступа потребителей услуг сетевых организаций к электрическим сетям. Услуги по передаче электрической энергии предоставляются сетевой организацией на основании договора о возмездном оказании услуг по передаче электрической энергии. Договор на оказание услуг по передаче является публичным, то есть его существенные условия определяются Правительством РФ. Публичные договоры являются обязательными для заключения со стороны сетевой организации по обращению потребителя услуг.

Электросетевые компании представлены, во-первых, компанией-гигантом: Федеральной сетевой компанией (ФСК), которой принадлежат так называемые магистральные сети - то есть линии электропередач (ЛЭП) высокого напряжения (преимущественно 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ). Условно говоря, это транспортные артерии, связывающие различные энергосистемы в масштабах огромной территории страны, то есть обеспечивающие возможность перетока значительных объёмов электроэнергии и мощности на дальние расстояния, между удалёнными крупными энергосистемами.

Энергосбытовые компании представлены энергосбытами. Это, в первую очередь, компании, осуществляющие поставку электрической энергии и мощностей крупным потребителям непосредственно с оптового рынка электрической энергии и мощности. Кроме таких компаний, существуют и те, которые осуществляют деятельность по купле-продаже электрической энергии на розничных рынках.

Потребители электрической энергии, мелкие производители электрической энергии. Это множество различного масштаба предприятий, организаций – субъектов экономики РФ, а также граждан страны, осуществляющих потребление электрической энергии для собственных нужд.

С точки зрения современной структуры отрасли всех потребителей можно разделить на потребителей розничных рынков (самая многочисленная группа) и потребителей оптового рынка [1].

Поскольку рынок электрической энергии и мощности в России начал функционировать совсем недавно, то имеется множество проблем, которые

решаются на уровне государства путем совершенствования законодательной базы и на уровне производителей и потребителей энергии.

Электроэнергетика относится к отраслям промышленности с высоким уровнем профессионального риска, вредными и опасными условиями труда. На рис. 1 представлены данные, опубликованные в стратегии работодателей электроэнергетики в области условий и охраны труда [2].

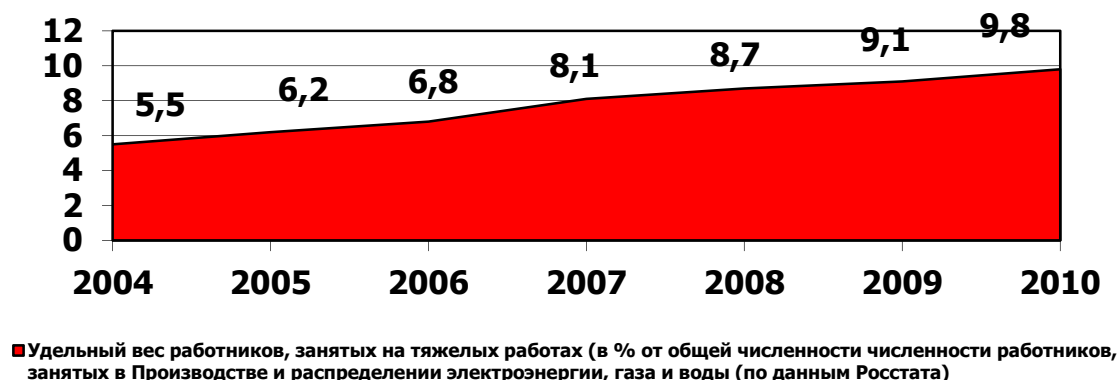


Рис.1. Динамика роста работников занятых на тяжелых работах

По данным Росстата удельный вес работников, занятых работой в условиях не отвечающим гигиеническим нормативам достигает 33 % и превосходит аналогичный параметр для России в целом, по всем отраслям промышленности (рис.2) [2].



Рис. 2. Динамика состояния условий труда в отрасли

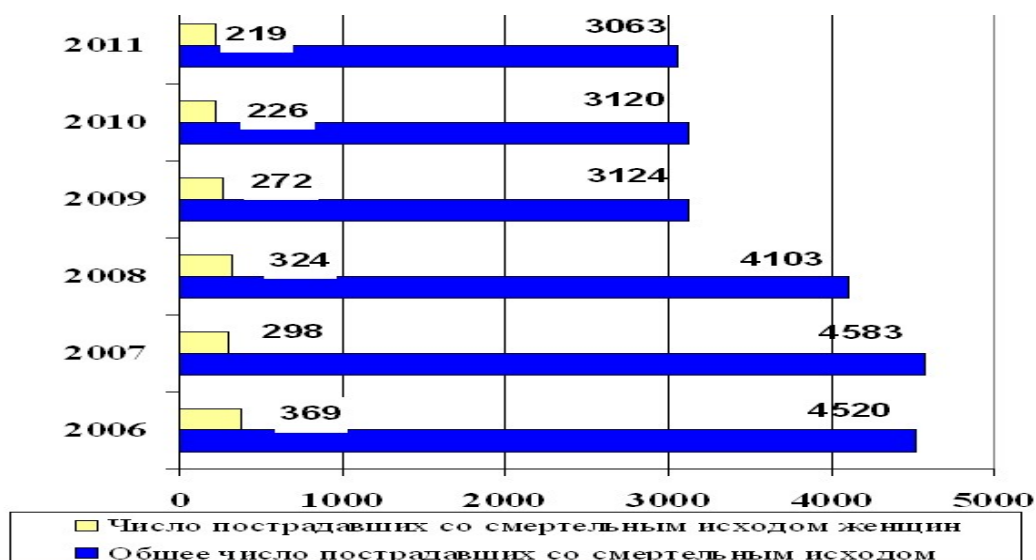


Рис. 3. Количество пострадавших на производстве со смертельным исходом в Российской Федерации



Рис. 4. Количество пострадавших на производстве со смертельным исходом (по данным Роструда) за 2008-2011 г в производстве распределении электроэнергии газа и воды

Как видно из приведенных статистических данных проблемы производственного травматизма в данной отрасли стоят очень остро и необходимо предпринимать как организационные, так и технические меры, направленные на минимизацию профессиональных рисков.

В последние годы роль и значение управления рисками как инструмента снижения потерь и повышения эффективности национальных экономик во всем мире постоянно возрастает. Значение этого инструмента

возрастает, прежде всего, из-за роста самих рисков, что является общемировой тенденцией, обусловленной усложнением всех сфер функционирования современного общества. Вопрос об управлении рисками все более активно обсуждается и исследуется применительно к природе, к техносфере, к общественному и государственному управлению, к экономике.

Причина этого – в устойчивом росте многообразия и масштабов проявления риска и связанных с этим проблем, повышение в процессе социально-экономического развития чувствительности человека и созданных им организаций уже не к массовым, а редким негативным явлениям.

Повышение роли и значения учета техногенных рисков в развитии человечества обусловлено двумя основными тенденциями:

- с одной стороны, увеличение запасенной в объектах техносферы энергии увеличило разрушительную силу опасных техногенных явлений, кроме того, в результате массированного антропогенного воздействия на природную среду опасные природные явления стали менее предсказуемы, нарушается периодичность их возникновения;

- с другой стороны, рост качества жизни сопровождается повышением чувствительности населения к негативным воздействиям, вызванным опасными явлениями природного, техногенного, социального и экономического характера, многие из которых ранее просто не принимались во внимание, не относились к опасным.

К сожалению, применение инструмента управления рисками в системе управления охраной труда в Российской Федерации, пока затруднено по следующим причинам:

- отсутствуют признанные достаточно простые методики оценки профессиональных и производственных рисков, предназначенные для применения непосредственно на предприятиях и на рабочих местах и учитывающие уровень квалификации применяющего эти методики персонала;

- недостаточная развитость системы рыночных отношений, без чего не находят практическое применение современные системы управления (менеджмента), в рамках которых только и возможно эффективное применение инструментария управления рисками.

В течение ряда лет на кафедре промэкологии и БЖД ведут экспериментальные исследования по оценке условий труда на объектах электроэнергетики Иркутской области и проводятся аналитические исследования по оценке профессиональных рисков.

На уровне предприятий и производств - оценка коллективного профессионального риска (по всем рабочим местам):

- а) в целях выявления приоритетных направлений улучшения условий труда, обеспечивающих наивысшую результативность при наименьших затратах;

- б) в целях обоснования компенсаций за потенциальный вред для здоровья работников, занятых во вредных условиях труда, если устранение

вредных производственных факторов на рабочих местах на современном этапе развития предприятия признается нецелесообразным.

На уровне отдельного рабочего места (профессии):

а) в целях выявления наиболее существенных рисков и планирования деятельности по их устранению;

б) в целях снижения остаточных рисков и обеспечения непрерывного совершенствования в области производственной безопасности и здоровья;

в) в целях снижения всех видов ущербов от несчастных случаев и профзаболеваний на данном рабочем месте или для работников данной профессии.

Нами систематизирована имеющаяся информация по методам оценки профессиональных рисков и выполнен выбор методик наиболее доступных информативных для использования на предприятиях электроэнергетики

Характеристика методов оценки показателя профессионального риска приведена в (табл. 1.).

Таблица 1

Характеристика методов оценки показателя профессионального риска

Метод	Область применения (объем наблюдений N)	Необходимая дополнительная информация
Статистический	Отрасль экономики ($>10^6$)	Не требуется
Статистический по объединенной выборке	Подотрасль экономики (отрасль промышленности) ($10^5 \dots 10^6$)	1. Статистика несчастных случаев за ряд лет. 2. Модель зависимости уровня травматизма от времени (от внешних и внутренних условий). 3. Распределение несчастных случаев по тяжести.
Вероятностно-статистический	Крупное предприятие ($10^4 \dots 10^5$)	Данные о квалификации экспертов Данные о реальных условиях и состоянии охраны труда. Статистические данные о состоянии травматизма, профзаболеваний и аварийности на данном предприятии Модели распределения несчастных случаев и профзаболеваний для совокупности аналогичных предприятий
Экспертно-статистический	Среднее предприятие ($10^3 \dots 10^4$)	
Экспертный	Малое предприятие ($<10^3$)	
	Рабочее место (1-10)	

Все методы, кроме статистического метода, применяются вынужденно. На точность получаемых с их помощью оценок влияет точность привлекаемой дополнительной информации. При этом считается, что привлечение дополнительной информации повышает точность оценки. Однако, для оценок, по результатам которых принимаются принципиальные

решения, следует учитывать и точность привлекаемой дополнительной информации.

На примере генерирующих предприятий – ТЭС, принадлежащих ОАО « Иркутскэнерго», выполнены расчет профессиональных рисков двумя методами методом балльной оценки по результатам аттестации рабочих мест и методом расчета индивидуального профессионального риска, учитывающего стаж работы (табл.2)[3,6].

Таблица 2

**Сравнительная таблица оценки профессиональных рисков
по различным методикам**

Наименование рабочего места (профессии, должности)	Профессиональный риск				Итоговое значение риска
	Балльный метод		Метод ИПР		
	Числовое значение риска	Описание	Числовое значение риска	Описание	
1	2	3	4	5	6
Моторист багерной (шламовой) насосной 4 разряд	29,45	10-30%	0.14	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Моторист по уборке оборудования электростан- ций 2 разряд	25,4	10-30%	0.17	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Машинист насосных установок 5 разряд	36,94	30-60%	0.15	0,13-0,21	Высокий риск
	Высокий риск		Средний риск		
Машинист насосных установок 3 разряд	30,04	30-60%	0.16	0,13-0,21	Высокий риск
	Высокий риск		Средний риск		
Мастер по ремонту оборудования	21,53	10-40%	0,15	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Слесарь по ремонту оборудования котельных и пылеприготовительных цехов 3 разрад	26,11	10-30%	0,2	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Слесарь по ремонту оборудования котельных и пылеприготовительных цехов 4 разрад	26,11	10-30%	0,2	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Машинист-обходчик по котельному оборудова- нию 4 разряд	26,86	10-30%	0,21	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Машинист центрального теплового щита управле- ния котлами-4 7 разряд	19,13	10-30%	0,11	<0.13	Средний риск
	Средний риск		Низкий риск		
Слесарь по ремонту оборудования котельных и пылеприготовительных цехов 5 разряд	25,4	10-30%	0,2	0,13-0,21	Высокий риск
	Высокий риск		Средний риск		
Слесарь по ремонту оборудования котельных и пылеприготовительных цехов 6 разряд	26,11	10-30%	0,2	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Машинист центрального теплового щита управле- ния котлами-2 7 разряд	19,13	10-30%	0,12	<0.13	Средний риск
	Средний риск		Низкий риск		
Инженер по эксплуатации теплотехнического оборудования ведущий	0	<10%	0,08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		
Машинист центрального теплового щита управле- ния котлами-3 7 разряд	14,8	10-30%	0,11	<0.13	Средний риск
	Средний риск		Низкий риск		
Слесарь по ремонту оборудования котельных и пылеприготовительных цехов 6 разряд	26,11	10-30%	0,2	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Машинист центрального теплового щита управле- ния котлами-2 7 разряд	19,13	10-30%	0,12	<0.13	Средний риск
	Средний риск		Низкий риск		
Инженер по эксплуатации теплотехнического оборудования ведущий	0	<10%	0,08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Машинист центрального теплового щита управления котлами-3 7 разряд	14.8	10-30%	0,1	<0.13	Средний риск
	Средний риск		Низкий риск		
Начальник цеха	0	<10%	0,08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		
Машинист-обходчик по котельному оборудованию 6 разряд	25,4	10-30%	0,19	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Заместитель начальника цеха по технической части	0	<10%	0,08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		
Инженер по эксплуатации теплотехнического оборудования 1 категории	0	<10%	0,08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		
Инженер по эксплуатации теплотехнического оборудования 1 категории	0	<10%	0,08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		
Инженер по эксплуатации теплотехнического оборудования 2 категории	19.31	10-30%	0.1	<0.13	Средний риск
	Средний риск		Низкий риск		
Техник по учету	0	<10%	0.08	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		
Начальник смены	22,99	10-30%	0.19	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Старший машинист котельного оборудования 8 разряда	25,4	10-30%	0.18	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Машинист центрального теплового щита управления котлами-1 7 разряд	19,13	10-30%	0.14	0,13-0,21	Средний риск
	Средний риск		Средний риск		
Заместитель начальника цеха по эксплуатации	0	<10%	0.8	<0.13	Низкий риск
	Низкий риск		Низкий риск		

Таким образом, установлено, что наиболее рискованной профессией является машинист насосных установок и необходимо применять профилактические мероприятия по улучшению условий труда[4,5,6]

В стратегии работодателей электроэнергетики в области условий труда предусмотрены программы модернизации производства и планируется к 2025 году снизить производственный травматизм на 50 % и более процентов (рис.5).

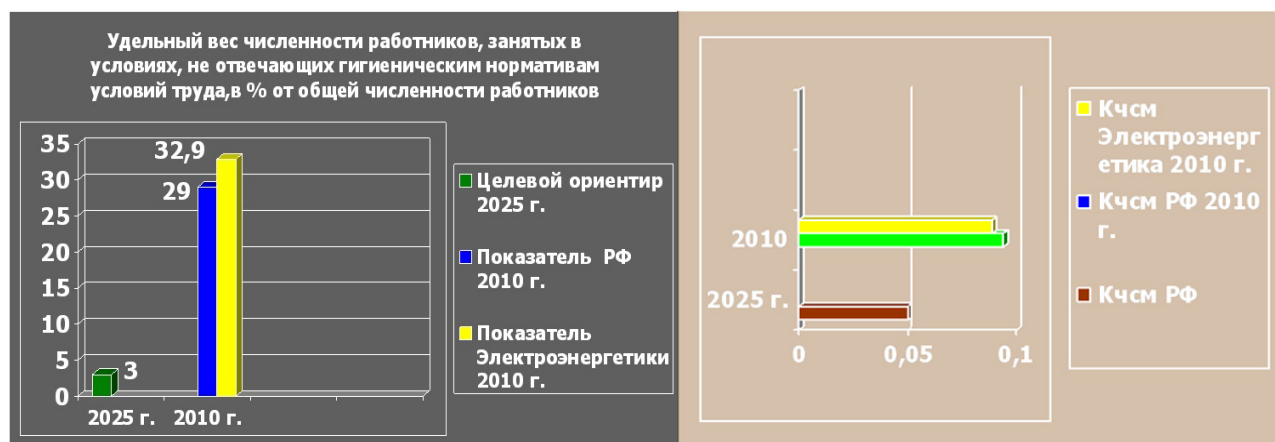


Рис. 5. Стратегия реализации программы действий по улучшению условий и охраны труда

Список использованной литературы

1. Федеральный закон № 35-ФЗ "Об электроэнергетике" от 21 февраля 2003 года (редакция от 05.04.2013). – М. : Эксмо, 2011. – 43 с.
2. Трудовой Кодекс Российской Федерации от 30.12. 2001 № 197-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 05.04.2013 N 60-ФЗ и от 05.04.2013 N 58-ФЗ).
3. Путилова О. Ю. Методика идентификации опасностей и оценки рисков // Справочник специалиста по охране труда. - 2012. - № 10.
4. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
5. Щадрова С.Н., Красавцев А.В., Определение индивидуального профессионального риска на примере профессии кузнеца, работающего на малом предприятии // Справочник специалиста по охране труда. – 2011. - №11.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 декабря 2011 г. № 680-ст - М.: Госстандарт России, 2012. – 69 с
7. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2012 году».

Мурзин М.А., магистрант программы «Управление рисками»

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

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

ПРОИЗВОДСТВО ЩЕБНЯ КАК ИСТОЧНИК ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Рассмотрено производство щебня как источника техногенных рисков, представлены оценки профессиональных рисков основных профессий, занятых в производстве щебня

Ключевые слова: щебень, техногенный риск, горное дело.

За более чем 150-летнюю историю горного промысла в Иркутской области создана одна из разнообразнейших и лучших региональных минерально-сырьевых баз страны.

Особенности геологического строения региона обусловили нахождение в Иркутской области широкого разнообразия месторождений полезных ископаемых. В платформенной части открыты и разведаны месторождения ископаемого угля, каменной и калийной солей, углеводородного сырья, огнеупорных глин, широкого спектра сырья для производства строительных материалов, железных руд, гидроминерального сырья. В складчатых областях на территории Иркутской области расположены уникальный Ленский золотоносный район, Мамско-Чуйская слюдоносная провинция, Восточно-Саянская редкометальная провинция, различный комплекс горнорудного и горнохимического сырья: талька, цементных известняков, облицовочного камня, камнесамоцветного сырья, нерудного сырья для металлургии и другие.

Щебень – наиболее широко используемый продукт добычи и переработки нерудных строительных материалов. Объемы производства щебня в мире превышают 3 млрд. м³ в год.

Кажущаяся простота производства щебня - дробление горных пород - обманчива, так как современные технологии производства строительных материалов и изделий на их основе предъявляют все более высокие требования к качеству щебня, используемого, в основном, как заполнитель при производстве бетонов, асфальтобетонов и дорожных покрытий. обеспечения производства квалифицированными кадрами рабочих, ИТР.

Щебень – неорганический зернистый сыпучий материал с зернами крупностью свыше 5 мм, получаемый дроблением горных пород, гравия и валунов, попутно добываемых вскрышных и вмещающих пород или некондиционных отходов горных предприятий по переработке руд (черных, цветных и редких металлов металлургической промышленности) и неметаллических ископаемых других отраслей промышленности и последующим рассевом продуктов дробления. Щебень относится к нерудным строительным материалам. Нерудные материалы - материалы минерального происхождения, применяемые в строительстве в естественном виде, без выделения из них отдельных минералов.

Потребителями щебня являются предприятия, осуществляющим свою деятельность в различных сегментах строительного рынка. В зависимости от специализации предприятия, щебень может быть использован в различных качествах:

- Заводы железобетонных изделий и конструкций, домостроительные комбинаты, производители товарного бетона - как заполнитель для бетона и ЖБИ.

- Дорожно-строительные организации; организации, занимающиеся ремонтом и обслуживанием дорог - для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог.

- Организации по ремонту железнодорожного пути - балластный слой железнодорожного пути.

- Организации и предприниматели, оказывающие услуги в области садово-парковой индустрии и ландшафтного дизайна - для устройства покрытий и оснований дорожек и площадок.

- Организации, осуществляющие работы, связанные с ЖКХ и благоустройством территорий - для устройства покрытий и оснований пешеходных дорог и площадок.

Промышленностью выпускаются разные виды щебня: гранитный; гравийный; известняковый; вторичный; шлаковый. Каждый из них имеет свои области применения и существенно отличается по техническим параметрам и технологиям производства и соответственно масштабами воздействия на окружающую среду и персонал предприятия.

Гранитный щебень – это щебень из твердой горной породы зернистого строения, которая является самой распространенной на Земле. Гранитная скала представляет собой магму, выброшенную на поверхность земли и затвердевшую, состоящую из хорошо сформированных кристаллов полевого шпата, кварца, слюды и т. д. И имеет цвет красный, розовый или серый, оправляемый от преобладания в нём шпата и слюды. Глыбы получают обычно путем взрыва монолитной скалы, затем они дробятся в машине, а полученный щебень просеивается по фракциям.

По техническим характеристикам гранитный щебень является прочным (марка 800-1200) и высокопрочным (марка 1400—1600), морозостой-

ким (марка 300—400), с низкой лещадностью (5-23 %) и 1 классом радионуклидности ($A(eф) < 370$ Бк/кг). Показатели содержания радионуклидов, вредных компонентов и примесей отсутствуют или не превышают нормы, что подтверждается соответствующими сертификатами и заключениями, выдаваемыми после проведения исследований.

Гравийный щебень – щебень, получаемый путем просеивания карьерной породы, а также путем дробления природной каменной скалы. По прочности гравийный щебень уступает гранитному щебню, но есть и преимущества – радиоактивный фон его обычно очень низкий и цена ниже, чем на гранитный.

Известняковый щебень – продукт дробления осадочной горной породы – известняка, состоящего, главным образом, из кальцита (карбонат кальция – $CaCO_3$). Известняковый щебень (иногда его ещё называют известковый или доломитовый щебень) — один из основных видов щебня, который помимо гравийного и гранитного щебня применяется в дорожном строительстве, а также при изготовлении железобетонных изделий.

Вторичный щебень – щебень, получаемый при дроблении строительного мусора – бетона, кирпича, асфальта. Для его получения используется то же самое оборудование, что и при производстве других видов щебня, процесс состоит из следующих основных стадий: сначала строительный мусор с помощью погрузчика помещается в бункер питателя, затем дробилка разбивает крупные куски на щебень, после этого проводится выборка металлических включений и дальнейшее фракционирование щебня на грохоте.

Главное достоинство вторичного щебня – дешевизна, в среднем он в два раза дешевле гранитного. Энергозатраты на его производство по сравнению с другими видами щебня могут быть меньше до 8 раз. Себестоимость бетона с использованием вторичного щебня в качестве крупного заполнителя сокращается на четверть. По прочности, морозостойкости и некоторым другим характеристикам вторичный щебень уступает щебню из натуральных материалов.

Шлаковый щебень получают дроблением отвалных металлургических шлаков или специальной обработкой огненно-жидких шлаковых расплавов (литой шлаковый щебень) [1].

Основными свойствами щебня из природных каменных материалов являются:

- активность естественных радионуклидов (радиоактивность);
- прочность;
- морозостойкость;
- истинная, средняя и насыпная плотности;
- водопоглощение и водонасыщение;
- зерновой состав и форма зерен.

Дополнительными свойствами щебня из природных каменных материалов являются:

- адгезия или "слипаемость" (сцепление с битумом);
- содержание загрязняющих и химически вредных примесей и др.

По крупности щебень разделяют на фракции. Фракция - это максимально допустимый размер отдельно взятого камня (зерна). Разделяют основные и сопутствующие фракции щебня. К основным фракциям относятся: 5-10мм, 5-20мм, 10-20мм, 20-40мм, 20-65мм, 25-60мм, 40-70мм. К сопутствующим фракциям относятся: 0-2мм, 0-5мм, 0-15мм, 0-20мм, 0-40мм, 0-60мм, 2-5мм. В отдельных случаях находят применение фракции 70-120мм и 120-150мм.

Радиоактивность щебня – самая важная характеристика, с которой обычно начинается обсуждение качества строительного щебня с покупателем. Если продукция должна быть пригодна для всех без исключения видов строительных работ, что должно быть подтверждено соответствующими сертификатами и санитарно-эпидемиологическими заключениями, исследованиями специальных лабораторий, то это означает, что весь поставляемый гранитный щебень и др. виды высокопрочного щебня относятся к I-му классу по радиоактивности (менее 370 Бк/кг). Для строительства дорог подходит щебень II класса по радиоактивности (более 370 Бк/кг)

В щебне нормируют содержание зерен пластинчатой (лещадной - произошло от слова "лещ", т. е. плоский как лещ) и игловатой форм. К зернам пластинчатой и игловатой форм относят такие зерна, толщина или ширина которых менее длины в три раза и более. По форме зерен щебень подразделяют на четыре группы (содержание зерен пластинчатой и игловатой форм, % по массе):

- "кубовидная" до 10 %,
- "улучшенная" от 10 % до 15 %,
- "обычная" от 25 % до 35 %,
- "обычная" от 25 % до 35 %.
- "обычная" от 35 % до 50 %.

Необходимо заметить, что "лещадность" – это одна из самых важных характеристик качества щебня. Чем меньше лещадность, тем качественнее считается щебень. Использование щебня кубовидной формы дает наиболее плотную утрамбовку.

Наличие в щебне зерен пластинчатой и игловатой форм приводит к увеличению межзерновой пустотности в смеси. Это в свою очередь приводит к увеличению расхода связующего компонента, а это влечет за собой дополнительные материальные затраты. Кроме того, кубовидные зерна обладают большей прочностью, чем зерна пластинчатой и игловатой форм. Следовательно, использование кубовидного щебня в производстве экономически целесообразнее.

Прочность щебня характеризуют пределом прочности исходной горной породы при сжатии, дробимостью щебня при сжатии (раздавливании) в цилиндре, и износом в полочном барабане. Эти показатели имитируют сопротивление каменного материала при воздействии проходящих по дороге транспортных средств и механические воздействия в процессе строительства дорожных конструкций (укладка и уплотнение катками).

В зависимости от марки щебень делят на группы:

- высокопрочный - М1200-1400,
- прочный - М800-1200,
- средней прочности - М600-800,
- слабой прочности - М300-600,
- щебень очень слабой прочности - М200.

В щебне нормируют содержание зерен слабых пород с пределом прочности исходной породы при сжатии в водонасыщенном состоянии до 20 МПа. По ГОСТ 8267-93 щебень марок М1400, М1200, М1000 не должен содержать зерна слабых пород в количестве более 5%, щебень марок М800, М600, М400 – более 10 %, щебень марок М300 и М200 – более 15% по массе. Наибольшим спросом пользуется гранитный щебень прочностью М1200, реже используется высокопрочный гранитный или базальтовый щебень с маркой прочности М1400-1600. В основном он используется в производстве тяжелых высокопрочных бетонов, в несущих мостовых конструкциях, фундаментах.

В щебне нормируют содержание пылевидных и глинистых частиц (размером менее 0,05 мм). Кроме того, выделяют комки глины с крупностью частиц от 1,25 мм до наибольшего размера зерен щебня данной фракции при смеси фракций. Для всех видов и марок щебня по прочности содержание глины в комках в общем количестве пылевидных и глинистых частиц не должно превышать 0,25 % по массе. В щебне из магматических и метаморфических пород содержание пылевидных и глинистых частиц по массе не должно превышать 1 %, в щебне из осадочных пород марок от М600 до М1200-2 %, а марок от М200 до М400-3 %.

Морозостойкость щебня характеризуют числом циклов замораживания и оттаивания. Разрешается оценивать морозостойкость щебня по числу циклов насыщения в растворе сернокислого натрия и высушивания. По морозостойкости щебень подразделяют на марки: F15; F25; F50; F100; F150; F200; F300; F400. Чем выше марка - тем морозоустойчивее щебень.

Одной из специфических характеристик щебня является адгезия. Этот параметр отражает оценку качества сцепления битумных вяжущих с поверхностью щебня. Необходимо отметить, что на качество сцепления влияет цвет щебня. Лучшие показатели по адгезии дает серый и темно серый щебень.

Основным источником природного сырья для производства щебня являются месторождения строительного камня.

Государственным балансом запасов в РФ учтено 1282 месторождений строительного камня различного морфологического типа. Распределение запасов по федеральным округам неравномерно как по количеству месторождений, так и по их составу. Наибольшее число месторождений учтено в Сибирском, Приволжском и Дальневосточном федеральных округах. В Сибирском федеральном округе большинство месторождений – это месторождения магматических (включая гранитоиды) пород. В Приволжском федеральном округе – большинство месторождений – месторождения осадочных (карбонатных) пород. Меньше всего месторождений в Центральном федеральном округе, при этом запасы строительных пород в них достаточно велики.

Общие запасы строительного камня (по всем категориям без учета яшмы, гальки и целиков), содержащиеся в учтенных месторождениях составляют около 20,6 млрд. м³.

Крупнейшими запасами строительного камня обладает Уральский федеральный округ, где их сосредоточено почти четверть от общего количества. К регионам с высоким уровнем общих запасов можно также отнести Центральный и Северо-Западный федеральные округа, хотя по качеству пород они существенно отличаются. В ЦФО доминируют запасы осадочных (карбонатных) пород. В СЗФО – более половины учтенных запасов – это запасы гранита.

Почти равными по объему, но отличающимися по качеству запасами строительных камней обладают Приволжский федеральный округ (преобладают осадочные породы), с одной стороны, и Сибирский и Дальневосточный округа (преобладают магматические породы), с другой.

Таким образом, число месторождений и количество учтенных запасов еще не характеризует качество сырьевой базы для производства щебня.

Региональная структура размещения запасов сырья для производства щебня представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Региональная структура запасов сырья для производства
нерудных строительных материалов в России в 2009 г**

Федеральные округа	Строительный камень		
	кол-во месторождений	запасы, млн. м ³	доля запасов, %
Центральный	126	3337	16.2
Северо-Западный	132	2725	13.3
Южный	167	1811	8.8
Приволжский	228	2457	12.0
Уральский	159	4552	22,1
Сибирский	267	3036	14,8
Дальневосточный	203	2641	12.8
Всего по России	1282	20559	100,0

Степень освоения сырьевой базы производства щебня достаточно низкая и составляет 57 %.

Однако в некоторых субъектах федерации, в первую очередь с интенсивно развивающейся строительной индустрией или являющихся поставщиками щебня из изверженных пород в другие регионы страны, освоенность месторождений достаточно высока. Например, в республике Карелия из 42 месторождений строительного камня лицензии на разработку выданы на 41 месторождение, в Ленинградской области освоенность месторождений составляет около 76 %, а в Свердловской - около 78 %.

При этом увеличение количества месторождений было связано не с разведкой новых, а с постановкой на учет выявленных ранее, как правило, небольших по запасам, месторождений с целью выдачи лицензий на право их разработки. Так как одновременно с этим произошло некоторое сокращение запасов, то средний размер месторождений значительно сократился. [2]

В докризисный период производство щебня и гравия в стране стабильно возрастало, что было обусловлено возрастающими объемами дорожного строительства и строительства зданий и сооружений всех типов.

При этом темпы роста производства в 2005-2007 гг. варьировались в диапазоне 110-120 %. Производство щебня и гравия в России по итогам 2008 г. составило, по данным Росстата, 202,7 млн. м³ (109 % к уровню 2007 г.)

Замедление темпов роста производства было связано с негативным влиянием кризиса на российскую экономику в целом и строительную отрасль, в частности, во втором полугодии. В 2009 г. ситуация с производством щебня и гравия в стране еще более усугубилась. По итогам года объем выпуска этой продукции снизился на 30 % по сравнению с предыдущим годом и составил всего 142 млн. м³. Таким образом, по объему производства щебня и гравия Россия вернулась на уровень 2006 г. В 2010 г. рост объемов производства возобновился - в стране было произведено 168,7 млн. м³ щебня и гравия – на 18 % больше, чем в предыдущем году.

По данным оперативной статистики, за 2011 г. объем производства щебня и гравия составил 194,4 млн. м³ (115 % к аналогичному периоду предыдущего года). Таким образом, объем производства практически достиг докризисного уровня. Динамика производства щебня представлена на рис. 1.

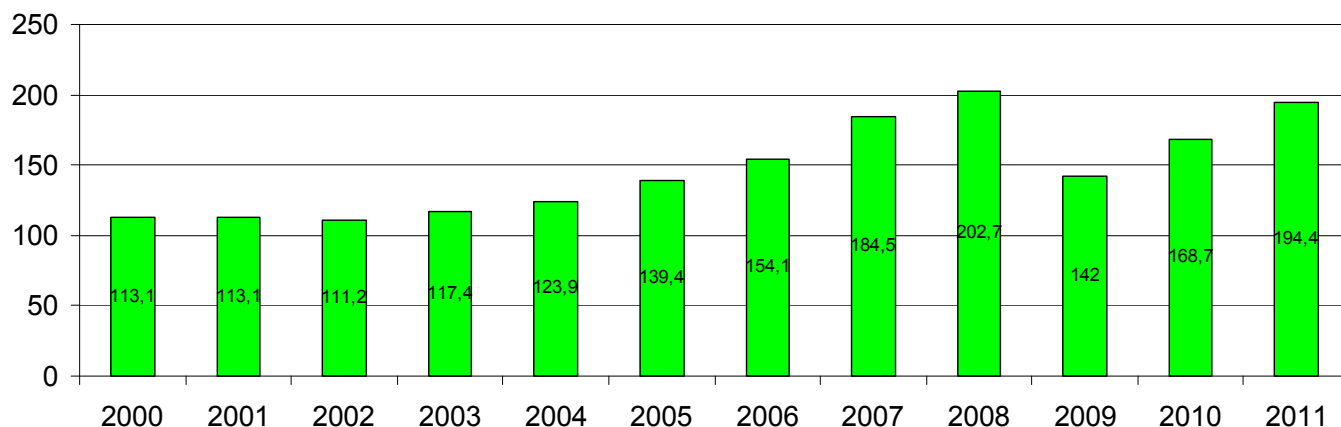


Рис. 1. Динамика производства щебня в России в 2000-2011 гг., млн. м³

Следует отметить, что, несмотря на падение спроса на щебень и гравий в связи с кризисом, в 20 продолжили инвестировать средства в создание новых производственных мощностей. Так, ООО "Евробетон" (входит в состав холдинга "Евроцемент групп") в 2009 г. ввело в эксплуатацию новый дробильно-сортировочный завод в Республике Карелия (ООО "Лобское-5") мощностью около 3 млн. т в год (по горной массе) и ведет строительство 3 новых карьеров в Воронежской и Челябинской областях, Республике Карелия суммарной проектной мощностью около 30 млн. т в год, ввод которых в эксплуатацию был запланирован к 2012 г., но отложен из-за кризиса.

В Курганинском районе Краснодарского края в 2009 г. на базе месторождения ПГС был введен в эксплуатацию новый дробильно-сортировочный завод компании "Выбор-С" мощностью 2000 тыс. м³ нерудных материалов в год, в т.ч. 1400 тыс. м³ щебня.

Производство щебня и гравия в России в 2009-2011 гг. осуществляли свыше 59 крупных и средних предприятий. Общее число действующих в отрасли предприятий превышает 62. Наибольшее число добывающих предприятий, по данным Росстата, расположено в Сибирском, Центральном и Северо-Западном федеральных округах. Среди субъектов Федерации лидерами по числу действующих щебеночных предприятий являются: Красноярский край, Республика Карелия, Челябинская область, Забайкальский край и Свердловская область.

В 2008 г. на базе 18 щебеночных заводов ОАО "РЖД" было создано ОАО "Первая нерудная компания" (ОАО "РЖД" владеет 100% минус 1 акция), которая стала крупнейшим российским производителем нерудных строительных материалов (мощность 16,9 млн. м³ в год). По данным Росстата, щебеночными заводами, вошедшими в состав ОАО "Первая нерудная компания", в 2009 г. было произведено около 10,5 млн. м³ щебня (около 6% общероссийского производства щебня и гравия), большая часть из

которого была использована для балластировки железнодорожных путей. В 2010 г. объем производства щебня снизился до 8,4 млн м³.

В 2009 г. на базе активов ООО "ПИК-Неруд" было создано ОАО "Национальная нерудная компания" (ННК), которое к началу 2010 г. стало одним из крупнейших игроков на российском рынке щебня и гравия. В настоящее время компания объединяет 10 добывающих предприятий в различных регионах страны, 9 из которых производят щебень и гравий.

Летом 2011 г. ОАО "Гранит-Кузнечное" (Ленинградская обл.) приобрело 100% уставного капитала ООО "436 КНИ". Сумма сделки составила около 960 млн. рублей. Вместе с приобретением ООО "436 КНИ" компания получила лицензию на право пользования недрами месторождения гнейсо-гранитов "Пруды-Моховое-Яскинское" (Выборгский район Ленинградской области), объем разведанных запасов которых составляет около 84 млн м². На данном этапе разработка месторождения ведется на двух карьерах.

Также в 2011 г. состоялась сделка по покупке 100% акций пяти компаний холдинга "Карелнеруд" ОАО "Лафарж цемент". [3]

Доля производства щебня предприятиями России представлена на рис. 2.

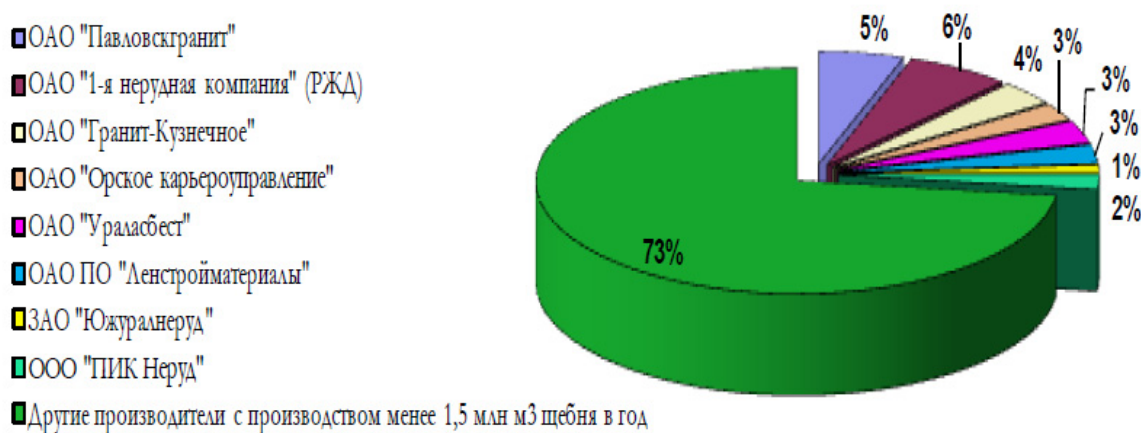


Рис. 2. Доля производства щебня предприятиями России

Среди субъектов Федерации в 2011 г. лидером по объемам потребления щебня остается Московский регион (Москва и Московская обл.). Второе место занимает Краснодарский край, на третьем месте – Санкт-Петербург и Ленинградская область.

2009-2011 гг. крупнейшими потребителями щебня и гравия среди российских компаний были подразделения и дочерние предприятия ОАО РЖД". На долю этих потребителей в 2011 г. пришлось порядка 8% общероссийского потребления данной продукции. В число крупнейших потребителей щебня и гравия входят такие компании, как Представительство

компании "Боскалис Оффшор Ас-Тайдвей В.О.Ф.", ОАО "Татавтодор", ОАО "Комбинат "Мосинжбетон", ОАО "Сургутнефтегаз", ОАО "Тобольский речной порт", ЗАО "Союз-Лес", ООО "Геопром-Механика", ООО "КОА-ГАЗ", ОАО "ДСК-1", ООО "Стромбетон", ОАО "Сергинский речной порт", ООО "Самори-трейд", ООО "Поликом-Стройсервис", ООО "ТД "Авантаж", ООО "Доркомплект". [4]

Нерудные строительные материалы для нужд жилищного строительства используются преимущественно при изготовлении железобетонных изделий и обустройстве дорог и площадок. Доля нерудных строительных материалов в себестоимости железобетонных изделий составляет в зависимости от вида продукции от 10 до 15 %.

В Иркутской области ведется добыча и реализация гранитного щебня на Ангасольском месторождении гранитов. Ангасольское месторождение гранитов расположено в Слюдянском районе Иркутской области в 3 км от берега оз. Байкал и в 0,4 км к северо-востоку от ст.Ангасолка. Месторождение представляет собой возвышенность округлой формы с пологими склонами. Поверхность месторождения покрыта лесами преимущественно хвойных пород. Месторождение представлено преимущественно породами шарыжалгайской нерасчлененной серии и служит сырьевой базой для Ангасольского щебеночного завода. Земельный участок под данное производство закреплён в пределах полосы отвода ст.Ангасолка Восточно-Сибирской железной дороги.

Ангасольский щебеночный завод является филиалом Открытого акционерного общества «Первая нерудная компания». Территориально размещается в Слюдянском районе, Иркутской области, станция Ангасолка.

Ангасольский щебеночный завод располагается на одной промплощадке, вытянутой вдоль железнодорожной магистрали с восточной стороны на расстоянии 1000 м и граничит с ней. Карьер находится на возвышенности в северо-восточной части промплощадки на расстоянии около 1,0 км от завода. С западной и юго-западной стороны за путевым развитием станции на расстоянии 100–150 м от территории завода и около 800 м от границы карьера располагается п. Ангасолка. Во всех остальных направлениях территория промплощадки граничит с естественным лесным массивом, до оз. Байкал 2,0–2,5 км.

Отработка месторождения производится открытым способом – карьер.

Горные работы в карьере производятся по углубочной односторонней системе разработки с параллельным перемещением фронта добычных работ. Порядок отработки месторождения – сверху вниз горизонтальными слоями (уступами) высотой 15 м.

Для отработки месторождения в карьере принята транспортная система разработки с внешним отвалообразованием.

Ведение горных работ выполняется по циклической технологической схеме (буровзрывная подготовка - экскавация - транспортирование - переработка на щебеночном заводе), обеспечивающей полноту и экономичность выемки полезного ископаемого при заданной годовой мощности карьера.

Производство щебня, особенно гранитного, довольно затратное по причине высокой крепости и абразивности перерабатываемого материала. Исполнительные органы горных машин, брони дробилок, конвейерные ленты, сита грохотов подвергаются интенсивному износу, поэтому требования к конструктивной прочности ответственных узлов оборудования довольно высоки.

При анализе документации ремонта основного оборудования цехов Ангасольского щебеночного завода, было выявлено, что наиболее уязвимым с точки зрения отказа оборудования является буровой станок СБУ-125.

Нами был проведен анализ вероятности надежности бурового станка СБУ-125 методом «Дерево отказов» (см. рис 3). [5] Все основные отказы оборудования связаны с износом из-за высокой абразивности породы, коррозией, разгерметизацией, ошибками персонала, выходом из строя основных элементов оборудования. Большинство отказов определены частые, отсюда следует, что при проектировании необходимо повысить коррозионную стойкость корпуса, увеличить стойкость к износу рабочих элементов станка и предупредить ошибки персонала.

Весь цикл переработки горной массы в конечный продукт включает несколько рабочих комплексов со своим набором оборудования представляет опасность для персонала.

В соответствии с современными требованиями ГОСТ Р 51897 «Менеджмент риск» [6] нами проведены исследования по идентификации опасностей при производстве щебня на Ангасольском щебеночном заводе и составлена перечень (номенклатура) опасностей по отдельным процессам производств.

Горные работы:

1. Нарушение положений федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасных производственных объектах.

2. Выгорание взрывчатых веществ, не вызвавшее взрыва или пожара.

3. Несанкционированные взрывы ВМ в местах ведения горных работ.

4. Отказ зарядов при проведении массовых взрывов.

5. Применение на взрывных работах немаркированных капсюлей-детонаторов, электродетонаторов и других изделий с ВМ. [7]

6. Частичное разрушение конструкции зданий, сооружений и действующих инженерных коммуникаций, не отказавшее влияние на их устойчивость, вызванные горными работами и строительством подземных сооружений.

7. Прорыв воды или обводнение горной массы в открытые горные выработки, затопление (заиливание) места производства работ и оборудования.

8. Замораживание отдельных участков пульповодов и водопроводов.

9. Забивание посторонними предметами (заиливание) водосборных сооружений хвостохранилищ и шламоохранилищ.

10. Внезапное (несанкционированное) прекращение подачи энергоносителей в последствии повреждения оборудования, кабельных линий, трубопроводов.

11. Разрушение (повреждение) деталей и узлов грузоподъемных установок, компрессоров, насосных и вентиляционных установок.

12. Разрушение узлов и деталей экскаваторов, буровых станков, самоходного транспорта, компрессоров в пределах горного отвода, основного технологического оборудования.

13. Нарушение технологических процессов, остановки работы оборудования участков, цехов, машин и механизмов, которые могут привести к развитию аварии с тяжелыми последствиями.

14. Загорание (пожары) оборудования, машин и механизмов, зданий и сооружений, а так же лесные пожары.

15. Обрушение горной массы и уступов.

16. Поражение электрическим током работников в следствии неисправности оборудования и отсутствия заземления электроустановок.

17. Получение работниками телесных повреждений при попадании в зону движущихся машин и механизмов. [8]

Склад ВМ

1. Пожар и возгорание на территории склада ВМ.

2. Возгорание в хранилище ВМ.

3. Возгорание транспортных средств перевозящих ВМ на территории склада.

4. Утрата взрывчатых материалов.

5. Разрушение (повреждение) зданий, ограждения, сооружений, оборудования склада.

Топливозаправочная станция:

1. Отказ или повреждение деталей и узлов технических устройств применяющих на объекте.

2. Отклонение от режима технологического процесса.

3. Срабатывание предохранительных клапанов, мембранных предохранительных устройств.

4. Нарушение требований нормативных правовых актов РФ, а также нормативных документов устанавливающих правила ведения работ на объекте.

Участок транспортирования опасных веществ:

1. Возгорание или высвобождение опасного вещества из транспортного средства при осуществлении транспортирования или погрузочно-разгрузочных работ.

2. Временное хранение на дорогах не общего пользования из-за нарушения целостности загрузочных емкостей, поломки транспорта.

3. Столкновение, опрокидывание, падение транспортного средства, загруженного опасным грузом на дорогах не общего пользования.

Дробильно-сортировочный цех:

1. Повреждение (изгиб, деформация) металлоконструкций подъемных сооружений (их элементов), вызвавшее необходимость в ремонте металлоконструкций.

2. Отказ автоматики безопасности, сигнализации и блокировок работы оборудования.

3. Нарушение нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ на объекте.

4. Нарушение правил устройства и безопасной эксплуатации технических устройств.

5. Поражение электрическим током работников в следствии неисправности оборудования и отсутствия заземления электроустановок.

6. Получение работниками телесных повреждений при попадании в зону движущихся машин и механизмов.

Основными вредными факторами на Ангасольском щебеночном заводе являются:

Карьер:

- 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 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, разрушении и транспортировке 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.).

Дробильно-сортировочный цех:

- неблагоприятные климатические условия, такие как пониженная температура в холодный период года из-за отсутствия отопления в здании цеха;
- шум, создаваемый оборудованием дробильно-сортировочного цеха при процессах дроблении и сортировки гранита;
- пыль диоксида кремния, образующаяся в дроблении, грохочении и транспортировки руды. [9]

По результатам инвентаризации предприятие имеет 43 источника выбросов загрязняющих веществ, из них: организованных — 18, неорганизованных — 25.

Общее количество загрязняющих веществ, отходящих от источников предприятия - 918,695949 т/год, выбрасываемых в атмосферу - 121,404421 т/год, из них твердых - 82,173604 т/год, жидких и газообразных - 39,230817 т/год.

Таким образом, исследованное производство щебня является источником профессиональных, экологических и аварийных рисков и необходимо создание современной системы управления промышленной безопасностью и охраной труда.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 8267-93 - «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».
2. "INFOLine" - Отраслевое исследование "Производство и потребление щебня в России" Итоги 2009 года. Прогноз до 2015 года.
3. "INFOLine" - Отраслевое исследование "Производство и потребление щебня в России" Итоги 2010 года. Прогноз до 2015 года
4. ОАО «ГС-Эксперт» 17.02.2012 – «Рынок щебня и гравия в России: 2004-2011 и прогноз до 2016 г.»

5. Тимофеева С.С. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2003. – 290 с.

6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска».

7. Единые правила безопасности при взрывных работах. - М.: НПО ОБТ, 1992. – 238 с.

8. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - М.: НПО ОБТ, 1992. – 110 с.

9. Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

УДК 622.22

Березин Е.Н., слушатель курсов переподготовки специалистов по направлению «Охрана труда»

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

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ОБЪЕДИНЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КОМПЛЕКСА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ г. АНГАРСКА

Выполнен анализ основных опасных производственных факторов при эксплуатации гидротехнических сооружений. Предложена конструкция защитного устройства для предупреждения травматизма при выполнении работ по чистке каналов от водорослей.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, каналы, зарастание водорослями, очистка, понтонный уловитель водорослей

Промышленный комплекс г. Ангарска, представленный тепловыми электростанциями и промышленными предприятиями, является одним из крупных потребителей воды для целей технического водоснабжения. Вода из системы технического водоснабжения используется как теплоноситель, как транспортное средство.

Согласно ежегодного доклада о состоянии окружающей среды в Иркутской области в 2010 году[1], основной водной артерией на территории области является р. Ангара. Водосборная площадь Ангары превышает миллион квадратных километров, на бассейн собственно Ангары, без байкальского водосбора, приходится 468 тыс. км².

Бассейн реки Ангара вытянут с юго-востока на северо-запад: на юге он граничит с бассейном Байкала, на западе и севере – с бассейном Енисея, на востоке – с бассейном р. Лена. В административном отношении территория бассейна Ангары принадлежит Иркутской области (64 %), Красноярскому краю (30 %), Республике Бурятия (6 %).

Протяженность р. Ангара в пределах Иркутской области составляет 1107 км. Перепад высот от истока до впадения в Енисей – 378 м. Вытекая из Байкала со среднемноголетним расходом воды в 1,9 тыс. м³/с, Ангара приносит в Енисей уже 4,6 тыс. м³/с (на границе Иркутской области и Красноярского края – 3,3 тыс. м³/с.). В створе слияния Енисея и Ангары на долю ангарских вод приходится 65 % и лишь 35 % общего стока принадлежит Енисею.

На территории области речная сеть Ангары насчитывает около 40 тыс. притоков различных порядков общей протяженностью 160 тыс. км. Крупными левобережными притоками р. Ангара являются реки Иркут, Китой, Белая, Ока, а правобережными притоками – Ушаковка, Куда, Балей. Промышленные предприятия расположены именно в долине реки Ангары и используют ее как источник водоснабжения для своих производственных нужд.

По данным госстатотчетности по форме 2-тп (водхоз) забор (изъятие) водных ресурсов из природных водных объектов в Иркутской области в 2010 г. составил 1063,84 млн. м³, в т. ч. шахтно-рудничных – 102,10 млн. м³.

Забрано, без шахтно-рудничной воды, 1048,62 млн. м³ воды, в том числе:

- из поверхностных источников – 966,05 млн. м³ воды;
- из подземных источников – 82,57 млн. м³ воды.

Объем использованной свежей воды в 2010 г. в Иркутской области составил – 1008,35 млн. м³ в том числе, на:

- хозяйственно-питьевые нужды (составляют 16,7% от объема использованной воды в области) – 168,34 млн. м³
- производственные нужды составляют (80,7% от объема использованной воды в области) – 813,89 млн. м³ – сельхозводоснабжение (составляют 0,15% от объема использованной воды) – 1,48 млн. м³ □ орошение (составляет ~ 0,2% от объема использованной воды) – 1,60 млн. м³

Таким образом, свежая вода в области используется в первую очередь

на производственные и хозяйственно-питьевые нужды – ~99 % от объема использованной воды.

Использование воды питьевого качества на производственные нужды в 2010 г. увеличилось на 117,11 млн. м³ (24,4%) по сравнению с 2009 г. В целом использование поверхностных водных ресурсов области для промышленных, сельскохозяйственных, коммунальных и других целей не превышает 0,5 % их запасов.

В системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения

обращается 2543,64 млн. м³, в том числе:

- оборотное – составило 2238,76 млн. м³,

- повторное – составило 304,69 млн. м³, больше чем в предыдущем году.

- последовательное составило 0,20 млн. м³,

Потери при транспортировке в 2010 г. составили 47,18 млн. м³.

В 2010 г. в Иркутской области было сброшено, в общей сложности, 988,23 млн. м³, из них поступило в поверхностные водные объекты 947,36 млн. м³ сточных вод, что на 31,38 млн. м³ или на 3,4% больше, чем в 2009 г.;

в том числе:

– загрязненных 560,94 млн. м³,

из них: – без очистки – 85,94 млн. м³; – недостаточно-очищенных – 474,99 млн. м³, - нормативно-чистых – 295,69 млн. м³, - нормативно-очищенных – 90,74 млн. м³,

Существенный вклад в потребление воды и водоотведение вносит система объединенного технического водоснабжения комплекса промышленных предприятий. Она представляет собой гидротехнические сооружения (ГТС), состоящие из подводящих и отводящих каналов, насосных станций. Подводящий канал соединяет вододелитель с насосной станцией. Протяжённость его составляет 4500 м, ширина по дну 5 м. Откосы канала выполнены песчано-гравийной отсыпкой толщиной до 0,5 м и с уклоном до бермы 1:3,5, выше бермы – 1:1,15. От пикета № 21 до насосной станции № 3 откосы выше бермы выполнены с уклоном 1:3.

Сбросной канал в реку Ангару состоит из двух закрытых железобетонных каналов и открытой части состоящей из двух участков.

Сбросной канал в реку Малая Еловка состоит из закрытого железобетонного канала. Закрытый канал выполнен в виде лотка из монолитного железобетона накрытый сверху железобетонными плитами.

В соответствии с ФЗ «О безопасности ГТС» №117 от 21.07.1997г. по признакам возможной аварии [2] данные ГТС не попадают в разряд опасных при возможном прорыве воды. Вместе с тем, в связи с естественным старением данных объектов для обслуживающего персонала эти сооруже-

ния являются источником потенциальной, возрастающей опасности при непосредственной эксплуатации этих объектов.

Эксплуатационный контроль над состоянием и работой ГТС включает в себя:

- проведение машинистами насосных установок ежесменного осмотра за состоянием зданий, сооружений и прилегающих аванкамер водозаборного ковша и подводящего канала с записью результатов осмотра в оперативных журналах;

- проведение систематических натурных наблюдений с целью получения достоверной информации о состоянии сооружений. Своевременную разработку и принятие мер по предотвращению возможных повреждений и аварийных ситуаций. Получение технической информации для определения сроков и наиболее эффективных и экономичных способов ремонтных работ. Результаты наблюдений заносятся в журнал визуальных наблюдений.

Натурные наблюдения за состоянием ГТС организовываются с начала их возведения и продолжаются в течение всего времени эксплуатации.

Общий осенний осмотр проводится с целью проверки подготовки ГТС к работе в зимних условиях. К этому времени должны быть закончены все летние работы по ремонту.

Кроме плановых, проводятся внеочередные осмотры ГТС после воздействия на них чрезвычайных стихийных явлений или аварий.

На всех ГТС проводятся следующие наблюдения:

А) на железобетонных и бетонных ГТС:

- за осадками и смещениями сооружений и их оснований;
- за состоянием и монолитностью бетона;
- за состоянием температурных и усадочных швов;
- за состоянием железобетонных каналов, напорных трубопроводов;

Б) на грунтовых ГТС:

- за состоянием креплений откосов грунтовых каналов;
- за деформациями, трещинами в сооружениях и облицовках;
- за режимом уровней гидросооружений;
- за режимом грунтовых вод и работой дренажных устройств;

В) при контроле за русловыми процессами:

- за воздействием потока на сооружения, в частности, размывом дна и берегов, за разрушением водосливных граней; истиранием и коррозией облицовок, просадкой, оползневыми явлениями, заилением и зарастанием водозаборного ковша и каналов;

- за процессами лёдо- и шугообразования в зимний период, заторными явлениями, воздействием льда на сооружения и их обледенением.

Натурные наблюдения проводятся по разработанному маршруту для всего комплекса ГТС и в соответствии с утверждённым графиком.

В качестве основного рабочего документа наблюдателя используется журнал визуальных наблюдений, состоящий из титульного листа и набора заполняемых форм, которые собираются в специальную папку-скоросшиватель. При благополучной работе ГТС периодичность циклов визуального осмотра составляет один раз в месяц.

Плановые (обязательные) осмотры креплений грунтовых откосов проводятся один раз в квартал. Один раз в году производится сплошное (по всей поверхности) простукивание ломом бетонных плит крепления откосов для обнаружения скрытых пустот и определения их размеров.

При наблюдении за русловыми процессами и режимами водотока, периодичность устанавливается с учётом интенсивности процессов размыва, но не реже одного раза в пять лет.

ГТС системы технического водоснабжения должны удовлетворять требованиям устойчивости, прочности и долговечности, а также обеспечивать бесперебойную подачу через них технической воды в необходимом количестве. Обслуживание ГТС заключается в поддержании их в работоспособном состоянии.

В период летней эксплуатации ГТС основное внимание должно обращаться на осадки, деформации, трещины, образовавшиеся в бетонных сооружениях и облицовках; на оползни, размывы, просадки и выпучивания грунтов на откосах, на фильтрацию ГТС и поведение грунтовых вод; на заиливание, наносы и зарастание каналов водорослями, а также на состояние водной поверхности каналов. Своевременно должны приниматься меры по устранению выявленных нарушений и неблагоприятных явлений.

Зимняя эксплуатация ГТС в основном заключается в наблюдении за прохождением ледостава реки Ангара и обеспечения пропускной способности каналов при ледовом покрове. В зимний период должен осуществляться постоянный контроль за уровнем воды и ледоставом на реке Ангара для своевременного реагирования при возникновении изменений. Результаты наблюдения (температура наружного воздуха, состояние шуги на реке Ангара по 10-ти бальной шкале и изменениями состояние ледового покрова на водозаборном ковше) заносятся в ежедневном порядке в журнал наблюдений машинистом насосной станции.

Механическое оборудование ГТС (затворы, пазовые направляющие и тали) должно быть исправно и постоянно находиться в состоянии готовности к работе. При маневрировании затворами, движение их должно происходить без рывков и вибраций, с правильной работой ходовых и опорных частей. Работа с затворами на вододелителе производится плавно.

За аванкамерой водозаборного ковша и подводящего канала в летний период должен осуществляться регулярный надзор машинистами насосных установок для поддержания этих сооружений в исправном состоянии. Увеличенное количество водорослей, посторонних предметов и бытового

мусора может привести к выходу из строя сороудерживающих решёток и остановке работающих насосных агрегатов.

Осмотр и отчистка сороудерживающих решёток должны проводиться каждую смену, а с увеличением потока водорослей проводить эти мероприятия с периодичностью необходимой для поддержания сороудерживающих решёток в исправном состоянии.

Возможно, для очистки подводящего канала от водорослей в летний период использовать земснаряд ПЗУ-8М. При этом необходимо готовить карты для отводимого ила, сооружать и перестраивать пульпопровод по всей длине подводящего канала (около 5 км). Данный способ требует значительных затрат.

Чтобы снизить вероятность проскока водорослей в систему охлаждения используют не только сороудерживающие очищаемые решётки, но и организуют поверхностную очистку воды канала заградительными плавающими устройствами из пустотелых труб. Скопившиеся водоросли на заградительном устройстве собираются персоналом участка в баржи, с применением лодок. Данный способ имеет ряд существенных недостатков:

- низкая эффективность процесса по удалению водорослей;
- высокая трудоёмкость;- существует опасность падения персонала в воду с лодки;
- требует дополнительных средств безопасности (наличие и оснащение плавсредств);
- выполнения работ тремя работниками с учетом наблюдения за работами с берега канала;

Работа по очистке каналов от водорослей является одной из наиболее опасных с точки зрения вероятности возникновения опасных ситуаций, связанных с перегрузкой лодок, неосторожными действиями персонала и возможностью перевернуться вместе с лодкой.

Для снижения рисков, возникающих при обслуживании (сбора водорослей) подводящего канала, водозаборного ковша с лодок авторами предлагается установить в канале понтонный уловитель водорослей (рис. 1). Это позволит снизить риски опасных действий персонала и иметь ряд преимуществ:

- работать фактически с твердой поверхности;
- механизировать сбор водорослей;
- обеспечить безопасность проведения работ (перила, освещение);

Нами предложена конструкция понтонного уловителя водорослей (в данный момент оформляется заявка на полезную модель) на основе поплавков производства ООО «Практика Плюс» (г. Чебоксары), выполненных из пустотелых пластиковых секций. Подъёмная сила всех поплавков должна обеспечивать находиться на плаву всей конструкции понтона. Поплавки собираются отдельными группами для прохождения между ни-

ми потока воды и связаны между собой распорками, позволяющими закрепить их в процессе монтажа на раме (рис.1).

Для оценки надежности предлагаемой конструкции построили дерево отказов и выполнили расчет вероятности отказа, а также построили диаграмму Исикавы. Установлено, что предлагаемое сооружение надежно и более эффективно с точки зрения охраны труда.



Рис. 1. Понтонные сооружения из поплавков

Дерево причин отказа работы понтонного уловителя водорослей

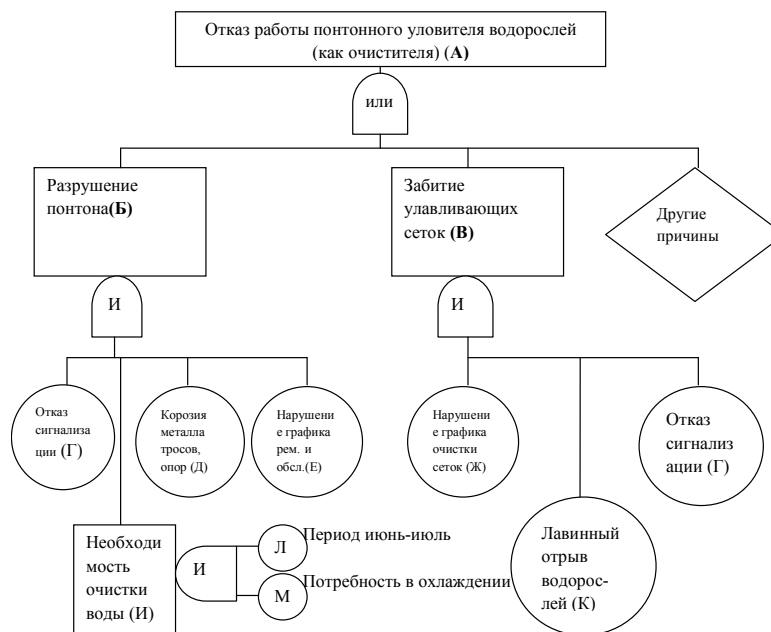


Рис. 2. Дерево причин отказа понтонного уловителя водорослей



Рис. 3. Диаграмма Исикавы отказа как уловителя водорослей

Применение данной конструкции позволит иметь ряд преимуществ:

- работать фактически с твердой поверхности;
- механизировать сбор водорослей;
- обеспечить безопасность проведения работ (перила, освещение);
- дает возможность перехода с одного берега канала на другой, не передвигаясь через насосную, что очень удобно при осмотре ГТС, ликвидации предпосылок чрезвычайной ситуации;
- применение понтонов торговой марки «MERDOK» из пластика даёт неоспоримое преимущество с металлическими (например, типа БП-6-720), которые тяжелее, дороже и подвержены коррозии;

Список использованной литературы

1. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Иркутской области в 2010 году. – Иркутск: ООО Форвард, 2011. – 400 с.
2. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. N 117-ФЗ "О безопасности гидротехнических сооружений"

Раздел 2. Экологические риски

УДК 551.24 : 550.75

Командирова Ю. А., магистрант программы «Управление рисками»
Медведева С.А., д-р хим. наук, профессор

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БОГУЧАНСКОЙ ГЭС

Рассмотрены социально-экономические проблемы при строительстве Богучанской ГЭС, рассмотрены экологические проблемы затопления и переселения людей при заполнении водохранилища.

Ключевые слова: затопление, плотина, переселение, экологические последствия

Одной из основных целей государства на сегодняшний день является создание необходимых условий социально-экономического развития регионов Сибири и Дальнего Востока, обеспечивающих увеличение темпов роста валового продукта, масштабное освоение новых месторождений полезных ископаемых, а также надежное энергообеспечение данных регионов.

Указом Президента Российской Федерации от 12 апреля 2005 года № 412 «О мерах по социально-экономическому развитию Красноярского края, Таймырского (Долгано-Ненецкого) автономного округа и Эвенкийского автономного округа» предусмотрено оказание государственной поддержки в обеспечении начала эксплуатации Богучанской гидроэлектростанции (далее Богучанская ГЭС) в 2010 году и подготовки зоны затопления водохранилища.

Одна из главных социально-экологических проблем при подготовке зоны затопления водохранилища – это переселение жителей тех населенных пунктов, которые подпадают под затопление, создание инфраструктуры для их нормальной жизнедеятельности.

Цель данной работы заключается в анализе решения социальных проблем – переселения жителей из затопляемых зон под водохранилище, возникающих трудностей и мероприятий по их выполнению по мере продвижения в течение уже 30 лет реализации проекта строительства Богучанской ГЭС.

В 2006 году разработан инвестиционный проект «Комплексное развитие Нижнего Приангарья», целью которого является укрепление промышленного потенциала территорий на востоке страны (Нижнее Приангарье) на основе создания и развития транспортной и энергетической инфраструктуры, освоения природных ресурсов и строительства промышленных объектов на принципах государственно-частного партнерства. Паспорт инвестиционного проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья» утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2006 года № 1708.

В свою очередь 31 мая 2006 года между ОАО «РАО ЕЭС России» и ОАО «РУСАЛ» заключено соглашение о сотрудничестве в совместной реализации проекта по созданию Богучанского энерго-металлургического объединения (далее БЭМО), крупнейшего в истории мировой алюминиевой индустрии.

Проект БЭМО включает в себя достройку Богучанской ГЭС установленной мощностью 3000 МВт и строительство алюминиевого завода мощностью 600 000 тонн в год, который станет одним из основных потребителей вырабатываемой на Богучанской ГЭС электроэнергии, также предполагает строительство целлюлозно-бумажного комбината, разработку газоконденсатных и железно-рудных месторождений, сооружение железнодорожной ветки и сети автомобильных дорог. Это в свою очередь создаст более 10 тысяч новых рабочих мест и обеспечит дополнительные налоговые поступления в бюджеты всех уровней в размере около 2,5 миллионов рублей [1].

Строительство Богучанского гидроузла было начато в 1980 году. Перекрытие русла р. Ангары осуществлено в 1987 году. Достройка Богучанской ГЭС возобновлена в 2006 году. Заполнение водохранилища предусматривается в течение трех лет [2].

Технический проект Богучанской ГЭС был разработан Всесоюзным ордена Ленина Проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом «Гидропроект» им. С.Я. Жука в 1976 году, актуализирование технического проекта выполнено ОАО «Институт Гидропроект» в 2010 году. Актуализированный проект Богучанского водохранилища разработан ОАО «Ленгидропроект» в 2011 - 2012 годах.

В состав основных сооружений гидроузла входят: бетонная гравитационная плотина, плотина из местных материалов, здание ГЭС с КРУЭ 220 и 500 кВ и служебно-производственный корпус. После полного завершения строительства Богучанский гидроузел будет относиться к сооружениям I класса [2]. Неотъемлемой частью строительства гидротехнического сооружения является образование водохранилища.

При строительстве гидротехнического сооружения приоритет отдается возведению самого тела плотины и машинного зала ГЭС, а подготовка

ложа водохранилища отходит на второй план и, как правило, к большому сожалению, данному мероприятию не уделяется достаточного внимания.

Водохозяйственное строительство вообще и гидротехническое в частности является активным вторжением человека в сложившиеся санитарно-гигиенические и экологические условия каждого конкретного региона. При создании водохранилищ резко изменяются гидрологический и гидравлические режимы водотоков и в связи с этим условия осуществления процессов естественного самоочищения. В пределы водохранилища включаются обширные площади земель, ранее находившиеся под антропогенным воздействием. В результате затопления территории образуются зачастую обширные мелководные зоны, резко возрастают процессы эвтрофирования, происходит трансформация почвогрунтов затопленного ложа в донные отложения.

Наряду с этим повышается опасность подтопления селитебных территорий с ухудшением условий жизни населения, может возникнуть опасность распространения инфекционных и паразитарных заболеваний человека и животных, передающихся через воду [3].

В связи с этим, можно сделать вывод о том, что подготовка ложа водохранилища под затопление требует решения как экологических, так и социальных проблем.

Богучанское водохранилище – четвертая ступень каскада гидроузлов на р. Ангаре. Створ Богучанского гидроузла находится в 445 км от устья р. Ангары. Выше него длительно эксплуатируются в нормальном режиме водохранилища: подпорная призма оз. Байкал совместно с Иркутским водохранилищем (пуск первого гидроагрегата на Иркутской ГЭС произведен в 1956 г.), Братское (пуск первого гидроагрегата на Братской ГЭС - в 1961 г.) и Усть-Илимское (пуск первого гидроагрегата на Усть-Илимской ГЭС – в 1974 г.).

Водоохранилище Богучанского гидроузла, образованное гидроузлом руслового типа, при отметке 185 м располагается в пределах Красноярского края, а при отметке 208 м – на территории Красноярского края и Иркутской области. Подпор от Богучанского гидроузла при проектном нормальном подпольном уровне 208 м распространяется до Усть-Илимского гидроузла (375 км по основному руслу) [2]. В зону затопления Богучанского водохранилища попадают территории Кежемского района Красноярского края и Усть-Илимского района Иркутской области.

На территории Усть-Илимского района Иркутской области в зону затопления водохранилища на сегодняшний день попали населенные пункты, такие как: с. Кеуль, п. Невон, часть территории г. Усть-Илимска.

В табл. 1 приводятся площади затопления по земельным угодьям и категориям земель на территории Усть-Илимского района по результатам инвентаризации земель и площади затопления по утвержденному проекту 1979 года. Учитывая, что создание кадастрового учета земель в стране из-

менило подходы к характеристике земельных участков, сравнение приводится по земельным угодьям, но с учетом выделения категорий земель на 2011 год. [4].

Таблица 1

Анализ площадей затопления водохранилищем Богучанской ГЭС до отметки 208,0 м (Иркутская область, Усть-Илимский район) по земельным угодьям и категориям земель

Наименование земельных угодий	Площадь затопления всего по утв. проекту 1979 г.	Площадь затопления по инвентаризации земель 2011 г.	в том числе по категориям земель						
			Земли с/х назначения	Земли населенных пунктов	Земли запаса	Земли лесного фонда	Земли пром-ти и др.	Земли особо охраняемые	Земли водного фонда
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площадь зеркала, тыс. га	36,5	35,59	2,68	0,23	–	0,83	0,0002	0,006	31,84
Под водой	20,4	20,50	–	–	–	–	–	–	20,50
Всего земельных угодий, тыс. га	16,1	15,09	2,68		–	0,83	0,0002	0,006	11,34
- сельхозугодья	2,1	2,16	2,16	–	–	–	–	–	–
- приусадебные земли	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–
- лес и кустарник	13,6	0,83	–	–	–	0,83	–	–	–
- болота	–	–	–		–			–	
- прочие	0,3	12,10 ^x	0,52 ^x	0,23	–	–	0,0002	0,006	11,34 ^x

Примечание:

^{x)} Прочие. В эти угодья включены, помимо участков земель под постройками, дорогами, нарушенными землями и др., территории, переведенные ранее в категорию земель водного фонда из прочих земель сельскохозяйственного назначения, лесных земель, населенных пунктов. Они представлены, в основном, древесно-кустарниковой растительностью.

Проект строительства Богучанского гидроузла предусматривал переселение населения из части подлежащей затоплению водохранилища. Большая часть граждан переселена еще в советское время, но после возобновления строительства Богучанской ГЭС, уточнения плана строительства и подготовки зоны затопления водохранилища, работа по переселению граждан возобновилась.

В связи с многообразием проблем, возникающих в настоящее время при подготовке зоны затопления водохранилища при строительстве Богучанской ГЭС, необходим комплексный подход к их решению.

С этой целью в каждом из регионов (Красноярский край, Иркутская область) разработаны мероприятия по подготовке зоны затопления водохранилища при строительстве Богучанской ГЭС, которые позволяют скоор-

динировать усилия федеральных органов исполнительной власти, исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления муниципальных образований. Как представлено в документах [5], данные мероприятия включают в себя одну из основных задач, определяющих смысл, содержание и применение законов, деятельность законодательной и исполнительной власти, местного самоуправления – соблюдение и осуществление прав и свобод человека и гражданина.

В Красноярском крае процесс переселения граждан, проживающих в жилых домах, попадающих в зону затопления, уже завершен. За период с 2008 по 2013 годы из зоны затопления переселены 1713 семей, или 5137 человек. Для переселенцев было введено в эксплуатацию 2083 квартиры в городах Красноярского края и Хакасии [6].

В Иркутской области переселение населения из зоны затопления водохранилища подходит к завершению. Для решения социально-экономических проблем, связанных с подготовкой зоны затопления части территории Иркутской области, разработана региональная программа «Подготовка зоны затопления части территории Иркутской области в связи со строительством Богучанской ГЭС», в которой определены планы мероприятий по подготовке зоны затопления, в том числе переселение граждан из зоны затопления Богучанской ГЭС.

Село Кеуль построено в начале 70-х годов прошлого столетия. В рамках реализации технического проекта «Богучанская ГЭС на р. Ангара», утвержденного в 1979 году, принято решение о переселении в с. Кеуль, жителей населенных пунктов д. Едарма – 16 семей, д. Ката – 12 семей, д. Старый Кеуль – 54 семьи и д. Тушама – 29 семей. При этом часть жителей была переселена дважды – сначала из д. Едарма в д. Старый Кеуль, а уже затем в с. Кеуль.

Первоначально, техническим проектом строительства Богучанской ГЭС (1976 г.), отселение жителей поселка Невон не предусматривалось. Однако по современным материалам топографии, ортофотопланов и технической инвентаризации, в зону влияния с учетом берегопереработки и подтопления до отметки 212,0 мБс попадают 84 жилых строения и часть объектов инфраструктуры, требующих переноса на более высокие отметки рельефа местности. В свое время в поселок Невон принял незначительное количество переселенцев.

При таких условиях подтопления даже в городе Усть-Илимске в зону затопления в пределах левобережной части территории города попадают 88 жилых строений и часть объектов инфраструктуры [4].

В настоящее время для переселения граждан с территории, подлежащей затоплению, предусмотрены следующие населенные пункты и районы Иркутской области: Иркутский район, г. Братск, г. Усть-Илимск, г. Саянск.

Предоставление жилых помещений гражданам осуществляется в соответствии с Законом Иркутской области от 14 июля 2011 года № 76-оз «Об отдельных мерах по подготовке части территории Иркутской области к затоплению», в котором предусмотрены меры по предоставлению установленным категориям граждан, переселяющихся и (или) утрачивающих право собственности на недвижимое имущество в связи с затоплением части территории Иркутской области:

1) жилых помещений из государственного жилищного фонда Иркутской области на праве собственности, по договору социального найма;

2) предоставлению денежной компенсации в связи с уменьшением общей площади жилого помещения;

3) предоставлению денежной компенсации утрачиваемого права собственности на объекты недвижимого имущества, за исключением жилых помещений, находящиеся в зоне затопления и подлежащие уничтожению в связи с затоплением;

4) предоставлению земельных участков в собственность граждан бесплатно;

5) предоставлению денежной компенсации расходов по проезду и провозу багажа в связи с переездом на новое место жительства.

В соответствии с разработанным планом мероприятий по переселению граждан из зоны затопления Богучанского водохранилища на территории Иркутской области число подлежащих переселению составляло 1190 человек, площадь жилых помещений, предоставляемых гражданам, расселяемым в связи с затоплением части территории Иркутской области 23577 кв. метров [7].

Но в ходе реализации мероприятий по переселению населения из зоны затопления водохранилища возрастало число граждан, увеличивалась площадь жилых помещений.

Причиной возникновения разногласий между запланированным и действительным количеством переселяемых граждан являлось то, что при разработке мероприятий по переселению населения из зоны затопления водохранилища не были учтены граждане, не зарегистрированные в установленном порядке, по месту жительства или месту пребывания, но фактически проживающие в населенных пунктах, попадающих под зону затопления водохранилища. Что в свою очередь повлекло ряд недовольств в обществе, ведь в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации, местом жительства признается место, где гражданин постоянно или преимущественно проживает.

Увеличение площади жилых помещений связано с тем, что:

во-первых, не были учтены площади, приходящиеся на детей, находящихся под опекой (попечительством), зарегистрированных по месту жительства или по месту временного пребывания опекуна (попечителя);

во-вторых, увеличилось общее количество граждан, жилые помещения которых попадают в зону затопления водохранилища.

На сегодняшний день количество граждан, подлежащих переселению из зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС, составляет 1726 человек, в том числе 318 детей школьного и дошкольного возрастов, а общая площадь жилых помещений, предоставляемых гражданам при переселении – 32970 кв. метров [8].

Обеспечение жилыми помещениями населения предусматривает строительство 435 квартир.

В городе Усть-Илимске введены в эксплуатацию 88 квартир и все распределены среди граждан.

В городе Братске построены и сданы эксплуатацию жилые помещения в количестве 50 квартир - переехало 30 семей.

В Саянске строятся 6 квартир предназначенных для переселения граждан из зоны затопления водохранилища.

Большую часть населения принял Иркутский район. Введены в эксплуатацию 291 квартира [9].

В списке первых переселенцев состояли как молодые люди, живущие одни, так и пожилые пары, как, например, семья первых строителей поселка Кеуль.

Не смотря на поддержку органов государственной власти Иркутской области, многие граждане испытали и испытывают большие трудности при переселении. Проживающие в сельских районах, привыкшие к деревенскому укладу жизни люди, в период адаптации к ритму жизни в городе испытывают трудности как в хозяйственно-бытовых вопросах, так и в психологическом плане.

Для снятия социальной напряженности среди населения и оказание содействия гражданам, ведущим личное подсобное хозяйство на территории Иркутской области, подлежащей затоплению в связи со строительством Богучанской ГЭС, запланирована покупка крупного рогатого скота и лошадей у граждан, так как основное поголовье сельскохозяйственных животных, подлежит реализации в результате затопления Богучанской ГЭС. Оно сосредоточено в с. Кеуль Усть-Илимского района. По состоянию на 1 июля 2012 года по данным похозяйственного учета в поселении у граждан содержится 296 голов крупного рогатого скота и лошадей, в том числе: крупного рогатого скота - 265 голов, лошадей - 31 голова [8].

Для тех граждан, которые по ряду причин не могут переехать в город, предусмотрено выделение земельных участков для ведения сельскохозяйственного производства; иных связанных с сельскохозяйственным производством целей; для ведения личного подсобного хозяйства; для ведения крестьянского (фермерского) хозяйства; для ведения дачного хозяйства, садоводства, огородничества; для индивидуального жилищного строительства в Невонском муниципальном образовании.

Есть недовольные граждане, которые не намерены переселяться в предлагаемое жилье, и настаивают на выделении им сертификатов (компенсации).

В свою очередь Правительство Иркутской области сообщило, что до конца года на деньги федерального бюджета, полученные Иркутской областью для переселения людей из зоны затопления Богучанской ГЭС, будет дополнительно построено еще около 120 квартир. Они предназначены для тех граждан, которые имеют в Кеуле и Невоне собственность, но фактически проживают на других территориях, в том числе за пределами Иркутской области. Предусмотрены и денежные компенсации в связи с уменьшением общей площади предоставляемого жилого помещения, а также и на иные объекты недвижимого имущества [10].

Для обеспечения переселяемых граждан социальными гарантиями, предусмотрено строительство социальных объектов, таких как детский сад на 220 мест в Иркутском районе, строительство детского сада на 110 мест в г.Усть-Илимске Иркутской области, строительство поликлиники на 100 посещений в смену в Иркутском районе [8].

Немаловажный факт в переселении граждан играет и то, что вновь построенные жилые помещения, располагаются в одном доме и районе города, что создает благоприятный социально-психологический климат, снижает социальные риски, связанные в реализации проекта строительства Богучанской ГЭС в целом.

Перемещение жителей в районы, с более мягким климатом, а также развитой инфраструктурой и рынком труда, создает определенные преимущества, поскольку позволяет повысить качество жизни переселяемого населения.

Заключение

При решении вопроса о переселении граждан из населенных пунктов, Правительством Иркутской области активно принимаются меры по обеспечению жилищных прав граждан, интересы которых ущемляются в связи с вынужденной потерей их места жительства.

Однако, в сложившейся ситуации, мероприятия по переселению граждан из зоны затопления, не являются окончательными, так как работа по подготовке зоны затопления водохранилища Богучанской ГЭС продолжается.

Проблема строительства Богучанской ГЭС и затопления зоны водохранилища, переселение людей с нажитых родовых мест очень волнует общественность. На мой взгляд, наша общественность, Правительство и инвесторы строящейся Богучанской ГЭС должны найти оптимальные пути решений уже обозначенных экологических проблем, влияющих на здоровье и судьбы людей, на состояние экологии Сибирского края и реки Ангары.

Список использованной литературы

1. Предварительная социальная и экологическая оценка в рамках подготовки банковского ТЭО «Богучанская ГЭС мощностью 3000 МВт», Центр по экологической оценке «Эколайн», Москва, 2006.- с.16.
2. «Временные правила использования водных ресурсов Богучанского водохранилища на период его начального наполнения и первого этапа эксплуатации», утверждены приказом Федерального агентства водных ресурсов от 28.04.2012 №79.
3. «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ», утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР 01.07.1985 № 3907-85.
4. Корректировка технического проекта «Богучанская ГЭС на реке Ангара». Этап «Водохранилище и охрана окружающей среды на территории Усть-Илимского района Иркутской области». Проектная документация. 2011. с. 58-60.
5. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ).
6. Официальный сайт «NEWSLAB 31.01.2013» [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://spkrk.ru/index.php>
7. Региональная программа «Подготовка зоны затопления части территории Иркутской области в связи со строительством Богучанской ГЭС» 2011-2012 годы, утвержденная постановлением Правительства Иркутской области от 01.08.2011 № 219-пп.
8. Региональная программа «Подготовка зоны затопления части территории Иркутской области в связи со строительством Богучанской ГЭС» 2012-2013 годы, утвержденная постановлением Правительства Иркутской области от 03.09.2012 № 480-пп (в редакции постановления Правительства Иркутской области от 10.10.2012 № 552/1-пп, от 26.11.2012 № 679-пп, от 19.12.2012 № 718/1-пп, от 01.04.2013 № 120-пп).
9. Письмо первого заместителя Председателя Правительства Иркутской области от 07.02.2013 № 02-11-89/13.
10. Информация «Байкал Инфо».

УДК 630.2

Миронова С.А., магистрант программы «Управление рисками»

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Рассмотрено состояние лесного комплекса Иркутской области и проблемы использования лесных ресурсов, а также возможные пути решения экологических проблем использования лесов

Ключевые слова: лесной комплекс, развитие, экологические проблемы

Леса являются важным стабилизирующим природным комплексом нашей страны. Это единственный возобновляемый природный ресурс, который удовлетворяет множественные потребности промышленности, общества и выполняет важнейшие средообразующие и средозащитные функции. Поэтому стратегически важной задачей является организация устойчивого управления лесами, их многоцелевое, непрерывное и неистощительное использование.

Российская Федерация является лидером по площади лесов – 809090 тыс. га, или 20,1 % общей площади лесов мира, и занимает второе место по запасам древесины – 81523 млн. м³. По объемам заготовки древесины Россия находится на 4-м месте в мире.

По данным государственного лесного реестра на 01.01.2011 г., общая площадь земель Российской Федерации, занятая лесами, составила 1183,3 млн. га, в том числе площадь земель лесного фонда – 1144, млн. га.

Лесистость территории Российской Федерации, то есть отношение площади лесопокрытых земель к общей площади суши страны, составляет 46,6 %.

По данным государственного лесного реестра 2011 г., общий запас древесины в лесах, расположенных на землях лесного фонда, составил – 79,9 млрд. м³ [1].

Вместе с тем, обладая пятой частью мировых запасов лесов и имея огромный потенциал для освоения лесных ресурсов, Российская Федерация существенно уступает развитым странам по уровню заготовки древесины (5-е место после США, Индии, Китая, Бразилии). Вследствие низкого

уровня переработки древесины на долю лесопромышленного комплекса приходится всего 1,7 % валового внутреннего продукта. На сегодняшний день осваивается не более 30 процентов объема древесины от потенциально возможного (допустимого) объема ее использования (расчетной лесосеки).

Иркутская область располагает уникальными лесными ресурсами. Общая площадь земель лесного фонда Иркутской области – 69404, 3 тыс. га, в том числе покрытая лесом – 62756,7 тыс. га. При этом запас древесины лесов составляет 8895,13 млн. м³: из них хвойных – 7606,94 млн. м³, расчетная лесосека – 57626,7 млн. м³. Кроме того, по данным учета лесного фонда Иркутская область имеет самый высокий уровень лесистости – 83,1 %. По этому показателю регион относится к числу наиболее многолесных среди субъектов Российской Федерации. Здесь сосредоточено 12 % запасов древесины спелых лесов страны, значительна доля особо ценных хвойных пород, таких как сосна и лиственница. Так, например, сосновые леса области занимают 13,1 % общей площади сосняков России (115,2 млн. га).

Спелые леса, возможные для эксплуатации, произрастают на площади 11,6 млн га, что составляет 20 % от покрытых лесной растительностью земель, и представлены сосняками – 34 %, лиственничниками – 30 %, ельниками – 8 %, пихтарниками – 6 %, березняками – 14 %, осинниками и топольниками – 8%. Леса Иркутской области – это на 76 % насаждения с преобладанием в составе хвойных пород, на 17 % мягколиственных, а 7 % земель занято кустарниковыми зарослями. На долю древостоев с преобладанием хвойных пород приходится 78 % площади эксплуатационного фонда.

Древесные ресурсы, возможные для эксплуатации лесов в целом по области составляют 2 697 млн. м³ из них 40 % приходится на особо ценные сосновые древостои, пользующиеся наибольшим спросом у лесозаготовителей. Однако, пригодные к рубке лесные массивы размещены по территории области крайне неравномерно. В местах традиционных лесозаготовок вдоль транссибирской магистрали, вокруг Братского водохранилища лесосырьевые ресурсы истощены. И, наоборот, в северных и восточных районах области лесопользование развито недостаточно, здесь наблюдается преобладание спелых и перестойных насаждений [2].

Принятие Лесного кодекса Российской Федерации значительно расширило возможности для интенсификации использования лесов, снижения уровня их повреждения неблагоприятными факторами (прежде всего лесными пожарами), достижения требуемого качества работ по воспроизводству лесов и снижению объемов нелегального оборота древесины.

Несмотря на изменения в лесном законодательстве, произошедшие за последние 4 года, требуется его дальнейшее совершенствование, осо-

бенно, в части лесопользования, уточнения перечня видов и режимов использования лесов, охраны, защиты и воспроизводства лесов.

Лесное хозяйство как в отдельно взятом субъекте – Иркутской области, так и в Российской Федерации, в настоящее время продолжает оставаться во многом отсталой отраслью, требующей существенной модернизации основных направлений деятельности.

Сегодня в лесном хозяйстве накопились системные проблемы, тенденции развития которых при сохранении текущей ситуации могут усилиться. Эти проблемы препятствуют повышению эффективности использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, улучшению их продуктивности и качества, сохранению экологических функций лесных насаждений и биологического разнообразия, что значительно снижает перспективы лесного комплекса в экономике региона и страны.

Экстенсивное использование лесов в течение многих десятилетий, особенно с применением сплошных концентрированных рубок в лучших насаждениях хвойных пород, привело к существенному сокращению их площади и постоянному ухудшению качественного состава лесов в освоенной части лесного фонда.

При прогнозируемой на период 2013-2020 гг. расчетной лесосеке в объеме 600–650 млн. м³ в год доля ее освоения в случае сохранения текущей ситуации в лесном комплексе страны может снизиться до 19 %, в том числе до 25 % по хвойному хозяйству.

Интенсификация использования лесов в районах, в которых действуют лесопромышленные организации, и освоение новых лесных массивов существенно сдерживаемся из-за недостаточного развития транспортной инфраструктуры в лесах. В настоящее время средняя протяженность лесных дорог в Российской Федерации составляет 1,46 км на 1 тыс. га лесных земель.

В последние годы уменьшилась площадь хвойных лесов в северных и дальневосточных районах страны. В местах интенсивного использования лесов наблюдается изменение их ресурсного и экологического потенциала, сокращение биологического разнообразия, что требует особого внимания в связи с необходимостью выполнения Россией международных обязательств по сохранению биологических ресурсов, смягчению глобальных изменений климата и требований лесной сертификации.

В настоящее время наметилась тенденция к увеличению повреждения лесов и потерь лесных ресурсов от пожаров, вредителей и болезней. В целом по стране ежегодные среднескользящие темпы современного выгорания лесов составляют около 1 млн. га, из них около 800 тыс. га – за счет сплошных рубок, 200 тыс. га – за счет гибели от лесных пожаров, около 30 тыс. га – за счет гибели от вредных организмов.

Ущерб от лесных пожаров, вредных организмов и других неблагоприятных факторов значительно превышает величину общих расходов на

охрану, защиту и воспроизводство лесов. Ежегодно в стране регистрируются десятки тысяч лесных пожаров (от 12 до 43 тыс. случаев), охватывающих значительные площади земель, покрытых лесной растительностью.

Согласно прогнозам, при сохранении существующего уровня организации и финансирования охраны лесов количество лесных пожаров и площадь лесов, пройденная ими на период до 2020 г. останутся на прежнем уровне (в среднем около 25 тыс. случаев пожаров на площади около 2 млн. га). Средняя ежегодная гибель лесов от пожаров может увеличиться до 320 тыс. га (при 240–290 тыс. га за последние 20 лет). Не уменьшится и доля крупных лесных пожаров (5,5–10 % по количеству случаев в 2008 - 2010 гг.), охватывающих до 90 % пройденной пожарами площади лесов.

При сохранении существующих тенденций площадь очагов вредителей и болезней в лесах Российской Федерации к 2020 году можем удвоиться и достичь 6–7 млн. га. Ущерб от повреждения лесов вредителями леса составляет в среднем не менее 2300 руб. на 1 га [3].

Остается нерешенной проблема незаконных рубок леса. Возмещение ущерба от нарушений лесного законодательства составляет около 1 % от суммы причиненного ущерба.

Снижение объемов лесовосстановления (прежде всего искусственного) и, особенно, его качества несут реальную угрозу продукционному потенциалу лесов будущего, восстановлению экологической обстановки в регионах с интенсивными лесозаготовками прошлых лет, значительно ухудшаются возможности повышения устойчивости лесных насаждений и адаптации лесного хозяйства к неблагоприятным факторам в условиях возможного изменения климата. За последние 5 лет, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, площадь лесных культур в Российской Федерации, представляющих наиболее ценные и хозяйственном отношении насаждения, практически не изменилась и составляет около 17 млн. га. Вместе с тем тенденции последних двух десятилетий показывают, что площади лесовосстановления в стране сократились почти в 2 раза, при этом активными мерами (путем создания лесных культур) – в 2,5 раза. При сохранении указанной ситуации ежегодные объемы искусственного лесовосстановления к 2020 году не превысят 80 тыс. га [3].

К системным проблемам, сдерживающим эффективное лесопользование, относятся также недостаточная точность оценки лесоресурсного потенциала, относительно низкий уровень использования современных информационных технологий в лесном хозяйстве.

Повышение эффективности ведения лесного хозяйства требует усиления системы государственного лесного надзора на местном, региональном и федеральном уровнях. Использование в этих целях мероприятий в рамках контроля за исполнением субъектами Российской Федерации переданных им полномочий явно недостаточно. Задержка принятия экстренных

и целенаправленных мер по усилению системы государственного лесного надзора, государственного пожарного надзора в лесах, а также по восстановлению лесной охраны приведет к дальнейшему снижению качества лесохозяйственных работ, увеличению числа случаев нарушения лесного законодательства и объемов нелегальных лесозаготовок.

Решение указанных проблем требует проведения скоординированных мероприятий на основе единой государственной программы по интенсификации всех направлений ведения лесного хозяйства, а также подъема его на более высокий организационный, технологический и технический уровень, обеспечения непрерывного, многоцелевого и неистощительного использования лесов на основе современных научных разработок и инновационных достижений в сфере лесных технологий.

В целях развития лесного хозяйства и совершенствования управления лесами распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.09.2013 г. №1724-р утверждены «Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года», предложена государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013 – 2020 гг.

Для решения основных проблем развития лесного хозяйства как в отдельно взятом регионе, так и в стране в целом необходимо решение таких задач, как:

- сокращение потерь лесного хозяйства от пожаров, вредных организмов и незаконных рубок;
- создание условий для рационального и интенсивного использования лесов при сохранении их экологических функций и биологического разнообразия, а также повышение эффективности контроля за использованием и воспроизводством лесов;
- обеспечение баланса выбытия и восстановления лесов, повышение продуктивности и качества лесов;
- повышение эффективности управления лесами.

Для решения поставленных задач необходима реализация следующих мероприятий:

- развитие систем и средств обеспечения пожарной безопасности в лесах;
- предупреждение возникновения и распространения лесных пожаров;
- тушение лесных пожаров;
- проведение профилактики возникновения, локализация и ликвидация очагов вредных организмов;
- осуществление профилактических и реабилитационных мероприятий в зонах радиоактивного загрязнения земель;

- проведение мероприятий лесоустройства, ведение государственного лесного реестра, осуществление государственного кадастрового учета лесных участков;
- организация использования лесов, лесное планирование и регламентирование;
- осуществление федерального государственного лесного надзора;
- осуществление лесовосстановления и лесоразведения;
- проведение ухода за лесами;
- прогнозирование и стратегическое планирование управления лесами.

Список использованной литературы

1. Ежегодный доклад о состоянии и использовании лесов Российской Федерации за 2011 г.
2. Ващук Л.Н. Динамика лесных пространств Иркутской области / Л.Н. Ващук А.Д., Швиденко. – Иркутск: ОАО «Иркутская областная типография №1». – 2006. – 392 с.
3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013 – 2020 годы.

УДК 658.345

Кустова С.А., магистрант программы «Управление рисками»

Кустов О.М., к. техн. наук, доцент

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. ИРКУТСКА И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрена статистика сбора и накопления твердых бытовых отходов. Проведен анализ количества и объема накопленных отходов ТБО г. Иркутска.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, утилизация, несанкционированные свалки.

Современный мир стремительно развивается, увеличивается объем потребляемой продукции и количество производимых отходов. С развитием химической промышленности появляются новые виды материалов, которые заменяют привычные естественные. Происходит замена натурального продукта искусственным, заменяются технологии, материалы и продукты питания. Появление новых продуктов помогает развитию общества в целом, и одновременно ставит глобальную задачу по борьбе с их негативным влиянием на организм человека и утилизации нового, не усвояемого природой вещества.

Появление большого количества ядовитых, токсичных, химически вредных и опасных промышленных и бытовых отходов делает задачу утилизации всемирной. Отходы становятся бичом во всех странах, а решения проблемы остаются, в основном, старым – захоронение, как основной вид и сжигание. Объем отходов увеличивается по условиям геометрической прогрессии, его нарастание происходит на наших глазах.

По количеству образовавшихся отходов Иркутская область находится на девятом месте в России и на третьем месте в Сибирском федеральном округе, уступая лишь Кемеровской области и Красноярскому краю, говорится в долгосрочной целевой программе «Защита окружающей среды в Иркутской области на 2011 – 2015 годы». На долю региона приходится 2,5 % всего объема ТБО страны.

В Иркутской области ощущается острый дефицит полигонов по захоронению отходов, требуется строительство новых полигонов в Иркутске и Иркутском районе, Казачинско-Ленском, Нижнеудинском, Нижнеилимском, Слюдянском, Балаганском, Жигаловском, Черемховском районах

и в городах Саянске, Черемхове, Зиме, в п. Верхнемарково Усть-Кутского района.

В настоящий момент по состоянию на ноябрь 2013 года в реестре лицензий на осуществление лицензируемого вида деятельности (отходы 1-4 класса опасности), выданных территориальными органами Росприроднадзора на территории Иркутской области, зарегистрирована 101 лицензия на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению отходов 1-5 класса опасности. Из них 13 организаций, имеющих лицензию на осуществление деятельности по обезвреживанию и размещению отходов и обслуживающие полигоны в городах Иркутск, Шелехов, Ангарск, Усть-Кут и др. Полигоны ТБО Иркутской области (рис. 1), 12 организаций управляющие полигонами промышленных и бытовых отходов и 28 организаций, использующих и обезвреживающих отходы, которые специализируются на отходах полимерных материалов, полиэтилена, полипропилена, пластмассовых отходов, ртутьсодержащих отходов; покрышек отработанных; аккумуляторов свинцовых с неслитым электролитом; масел отработанных; отходов полимерных материалов, отходов упаковочной бумаги и картона, прочих отходов бумаги и картона незагрязненных, отходов печатной продукции, отходов гофрокартона, медицинских отходов (органические, биологические, перевязочный материал), отходов эмульсий и смесей нефтепродуктов, шлама нефтеотделительных установок, прочих отходы нефтепродуктов т. д.

Полигон ТБО МУП "Спецавтохозяйство" г. Иркутск, норма приема отходов в год 601830 тонн, фактически 1192286,3 тонны в год, создан в 1963 году, по плану закрытия до 2015 г.;

ОАО "Сибирская-Уральская Алюминиевая компания" - ИркАЗ-СУАЛ норма в год 43277,4 тонны, фактически 199735 тонн, создан в 1971 года, по плану ликвидации 2020 г.

Процесс накопления мусора имеет поступательное развитие, с увеличением потребления увеличивается объем мусора. Чтобы представить вероятное количество ТБО, необходим расчетный коэффициент изменения накопления мусора.

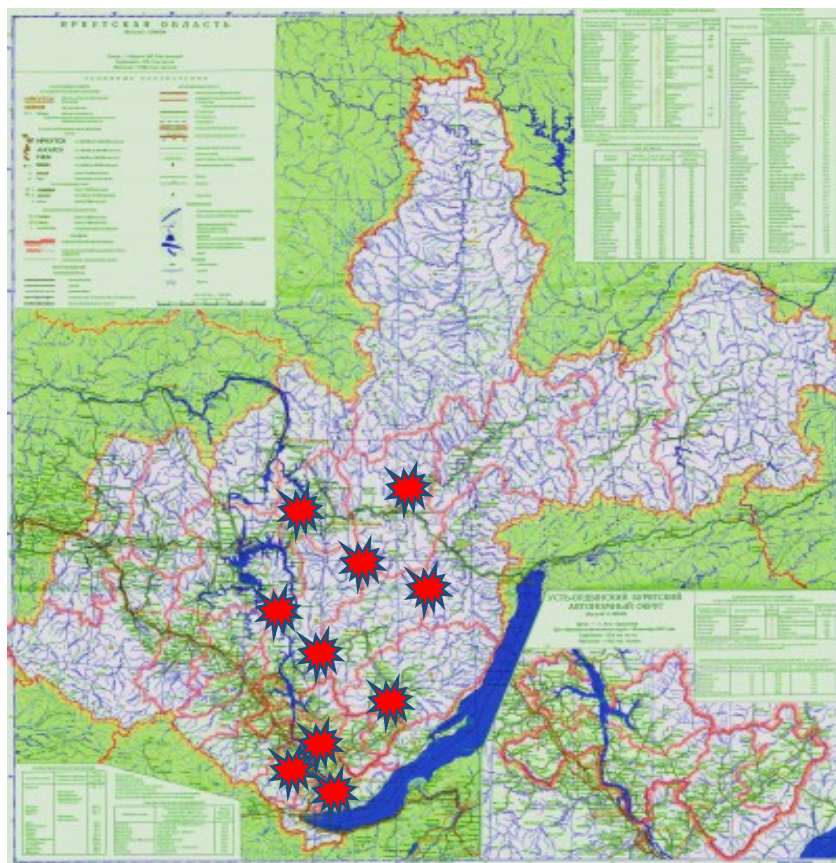
Для удовлетворения потребностей Иркутска используются:

В соответствии с Постановлением мэра г. Иркутска от 22.11.1996 N 63/1154 (ред. от 16.04.1999) "Об утверждении норм накопления твердых бытовых отходов" и распоряжения заместителя мэра от 22.12.2012 г. № 404-02-1015/10 "Об установлении удельных коэффициентов плотности твердых бытовых отходов, поступающих на городской полигон ТБО г. Иркутска ", N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" и статистики Роспотребнадзора выводим коэффициент неравномерности накопления мусора по формулам:

$$K = \frac{V_2}{V^M} \quad \text{и} \quad K = \frac{V_2}{V_1^M}$$

- где
- фактическое количество мусора за год;
 - количество мусора за предыдущий период;
 - нормативное значение объема мусора.

Интерполируя значения накопленного ежегодного мусора с учетом коэффициента неравномерности, можно представить графически динамику его накопления (рис. 2)



★ - Места расположения ТБО

Рис. 1. Расположение ТБО по территории Иркутской области

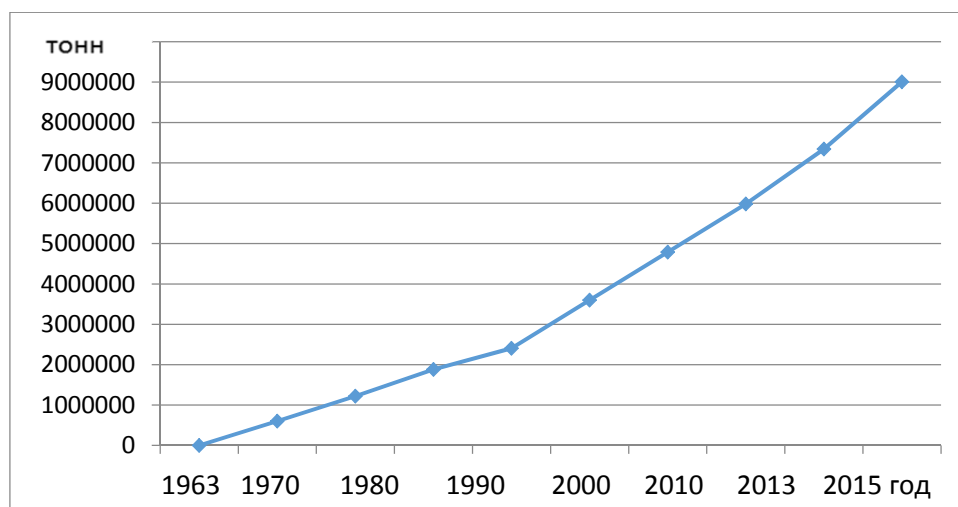


Рис. 2. Количество накопленного мусора на полигоне ТБО г. Иркутск за период эксплуатации

Как видно из графика ежегодный объем отходов на 2014 составит 1357957,13 тонн, а к окончанию планового графика работы ТБО г. Иркутска к 2015 году, общее количество мусора будет составлять 9006360,53 тонны, т. е. почти 1 млрд. тонн. Такое количество ТБО только на одном Александровском полигоне.

По сообщению пресс-служба Думы г. Иркутска в 2009 году, ресурс площадей под захоронение ТБО уже заканчивается. Участок в 6 гектаров был выделен МУП «Спецавтохозяйство» взамен переданного Иркутскому лесхозу участку земли в восточной части полигона. К захоронению ТБО муниципальное унитарное предприятие приступило в декабре 2006 года, рассчитывая на 9,4 года эксплуатации полигона. Однако по заключению экологической экспертизы, которую проводили в 2008 году, срок эксплуатации полигона будет исчерпан к 2013 году: за последнее время резко выросло количество отходов, которое поступает на захоронение. Если в 2005 году объем ТБО, поступивший на полигон составил 1,5 миллиона кубических метров, в 2008 году эта цифра составила 2,2 миллиона кубометров. Проектная мощность используемого в настоящее время участка составляет около 11 миллионов кубических метров ТБО.

Из официального сайта г. Иркутска, информация о санитарно-экологическом состоянии территории г. Иркутска (в разрезе округов) за 2012 год., на 17.12.2012 г. Иркутский городской полигон ТБО принял – 3824807,1 м³ отходов (в 2011г. – 3172901,3 м³) (рис. 3).

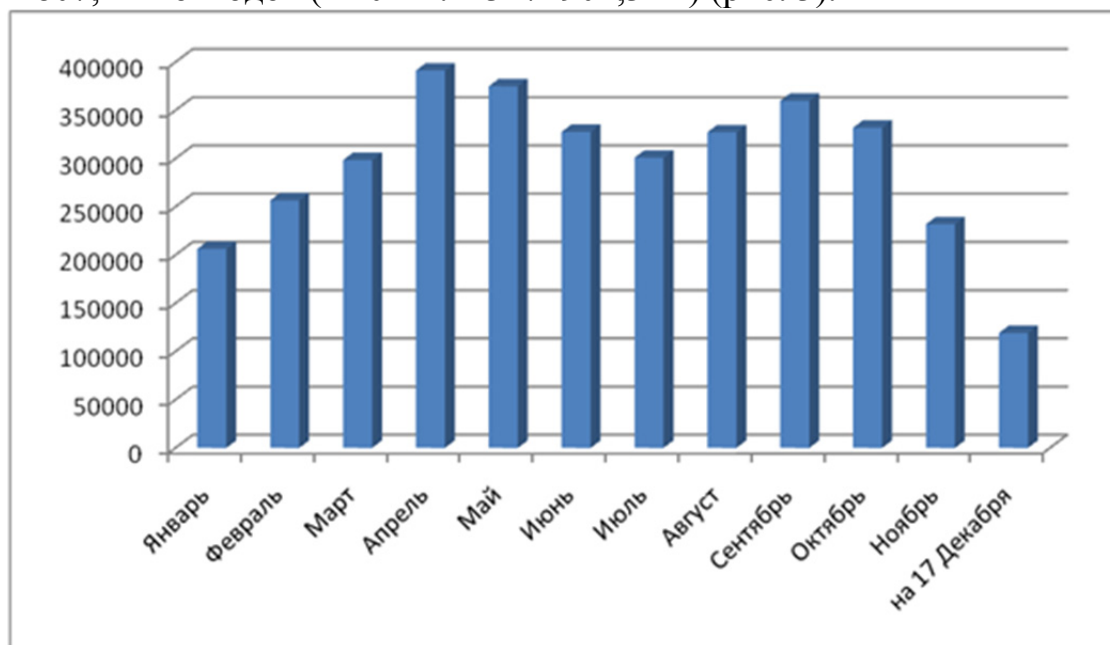


Рис. 3. Количество отходов, поступивших на полигон ТБО в 2012 г., (м³)

Рассматривая объем ТБО с учетом коэффициента прироста накопления (рис. 4), получим



Рис. 4. Объем накопленного мусора на полигоне ТБО г. Иркутск за период эксплуатации

Объем отходов непрерывно возрастает как в абсолютных величинах, так и на душу населения. По сообщению пресс-центра, на заседании думы Иркутска 27 июня 2013 года депутаты одобрили инвестиционную программу «Развитие системы утилизации (захоронения) твердых бытовых отходов города Иркутска на 2013-2015 годы», по которой срок службы Иркутского полигона ТБО продлен на семь лет. Как объяснил директор разработавшего программу предприятия «Спецавтохозяйство» Владимир Павлов, принятие программы необходимо для продления лицензии на утилизацию твердых бытовых отходов на полигоне, расположенном на 5 км Александровского тракта, как минимум еще на 7 лет, как максимум – на 14. Действующая лицензия истекает в мае 2014 году.

Для финансирования программы потребуется 81 млн. 300 тыс. рублей. Эти средства планируется направить на разработку проектной документации по реконструкции полигона ТБО, оптимизацию площади действующего полигона ТБО. Владимир Павлов отметил, что зона возможного расширения в соответствии с проектом действующего полигона равна 16 гектарам, из которых 11 га в рамках полигона зарезервировано под строительство мусороперерабатывающего комплекса и 5 га – зона прирезки дополнительных земель, которые можно будет привлечь к использованию. Для обеспечения безопасности на полигоне установят освещение, чтобы контролировать передвижение техники, для которой будет построен ангар площадью 1 тыс. квадратных метров. Планируется обустройство дополнительных скважин для мониторинга состояния грунтовых вод и строительство дезинфицирующей ямы на выезде из полигона.

Всего на реализацию мероприятий по федеральной программе до 2020 года планируется получить 4,8 млрд. рублей, из которых 3,2 млрд – средства федерального бюджета. В Иркутской области разработана под-

программа «Отходы производства и потребления» на 2011–2015 годы. Мероприятия по обращению с твердыми бытовыми и промышленными отходами включены в долгосрочную целевую программу «Защита окружающей среды в Иркутской области на 2011–2015 годы».

Цель мероприятий программы – предотвращение и ликвидация вредного воздействия отходов потребления на окружающую среду и здоровье населения с максимальным вовлечением отходов в хозяйственный оборот. В частности, планируется ликвидировать накопленный ущерб в результате хозяйственной деятельности прошлых лет, восстановить загрязненные, захламлинные территории, осуществлять управление бытовыми отходами, обеспечить захоронение непригодных и запрещенных к применению пестицидов и ядохимикатов.

Реализация мероприятий подпрограммы позволит к 2016 году ликвидировать 220 тонн непригодных к применению отходов пестицидов и ядохимикатов, увеличить объем перерабатываемых отходов. Также в рамках мероприятий подпрограммы предполагается построить мусороперерабатывающий завод мощностью 300 тыс. тонн в год, вести региональный кадастр отходов, построить полигон твердых бытовых отходов в Ольхонском районе, Казачинско-Ленском районе и Саянске, разработать проектную документацию для строительства полигона ТБО в Нижнеудинском районе. Кроме того, планируется проводить работы по демеркуризации цеха ртутного электролиза в Усолье-Сибирском, ликвидации загрязнения мышьяком территории Свирска.

По сообщению местной администрации, завершено строительство полигона бытовых отходов в Ольхонском районе, общие затраты на это составили 20,7 млн. рублей. Он расположен в 15 километрах от береговой линии за пределами Прибайкальского национального природного парка. Площадь полигона – около 7 гектаров. Сюда будет свозиться мусор со всего района, в том числе с единственного населенного в акватории озера острова Ольхон. На сооружение полигона из областного бюджета было выделено 15 млн рублей. Срок эксплуатации полигона 25 лет, он будет заполнен гораздо раньше, возникает необходимость в приобретении оборудования для прессования пластикового мусора с целью дальнейшей переработки. Идет разработка проектной документации и строительство полигонов ТБО в Казачинско-Ленском и Нижнеудинском районах, Саянске.

В качестве официального полигона ТБО власти Иркутского района выбрали Марковскую свалку, которая долгие годы никем толком не управлялась и находилась в ужасном состоянии – захламлинные леса, дороги, постоянный дым от горящего мусора. В 2011 году полигон ТБО в поселке Маркова был передан в долгосрочную аренду на 49 лет ООО «Сибэко-транс». Надо признать, внешний вид его преобразился. Близлежащие леса убраны, полигон огорожен, старая свалка рекультивирована.

На полигоне ведется ежеквартальный мониторинг, пробурены две скважины для контроля состояния грунтовых вод, берутся пробы воздуха, подведено освещение, установлены видеонаблюдение, шлагбаум, пункт охраны, что препятствует свободному доступу на полигон. Поэтому случайное возгорание исключено. Участок поделен на две части – хозяйственную зону и территорию складирования отходов. Также имеется цех прессования твердых бытовых отходов, который значительно экономит место. Пока сортируется только картон. Помимо этого, ведется четкий контроль и учет поступающих ТБО, на въезде осуществляется дозиметрический контроль на выявление радиоактивных отходов.

В Иркутской области планируется создать новый современный полигон для захоронения твердых бытовых отходов, предполагаемая площадка расположена в поселке Мамоны Иркутского района.

Администрация Иркутска намерена подготовить площадку для строительства нового полигона ТБО в Иркутске. Об этом на пресс-конференции сообщил мэр города Виктор Кондрашов, подчеркнув, что в настоящее время также ведутся работы по расширению действующего полигона, рассматривается вопрос о повышении тарифа на отходы. На сегодняшний день стоимость приемки на полигон не превышает 30 тыс. руб. В Ангарске - уже 90 тыс. руб. Низкий тариф не позволяет развиваться предприятию. Тариф для жителей города при этом будет не менее 200 руб. Сейчас - 27 руб. Мы смотрим новую площадку для строительства завода сейчас. При этом, завод нужен современный, который не будет давать выбросов и так далее. Выбор площадки и строительство – это 2 - 3 года. Современный завод по переработке – это дело будущего, если жители готовы платить по увеличенному тарифу», - подчеркнул мэр.

Легальная утилизация создает серьезную проблему, но встает вопрос о нелегальных свалках. Наиболее крупные свалки несанкционированного складирования ТБО в Баяндае, Хужире, Листвянке, Марково, Плишкино. Также будут обследованы земельные участки вдоль Байкальского, Мельничного трактов, территорий, прилегающих к садоводствам, водоохраной зоны рек Ушаковки, Иркуты, Иркутского водохранилища.

По информации Сибновостей – Объем отходов, накопленных за 2008 год в Иркутской области, составил 69 млн. тонн. Всего, по данным на 1 января 2009 года, в регионе накоплено 1,5 млрд. тонн отходов. Об этом сообщил на пресс-конференции во вторник заместитель руководителя регионального Роспотребнадзора Алексей Пережогин. В настоящее время в регионе находится 950 мест размещения различных отходов, из них полигонов для твердых бытовых отходов – 54, для промышленных – 11, а также 352 санкционированные и 257 несанкционированных свалок. Полигоны для хранения мусора уже заполнены на 80 – 90 %.

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации подтвердило намерение направить в 2013 году средства на ликвида-

цию несанкционированных полигонов твердых бытовых отходов на побережье Байкала в Слюдянском районе и на острове Ольхон. Власти районов готовят проектно-сметную документацию на работы по ликвидации свалки.

По сообщению пресс-службы Правительства Иркутской области, в январе этого года закончена рекультивация несанкционированного полигона бытовых отходов в местности «Волчья падь» Ольхонского района. На работы по ликвидации свалок на острове Ольхон и в Слюдянском районе, по предварительным оценкам, потребуется около 30 млн. рублей.

Стихийные свалки муниципальные власти теперь обнаруживают при помощи фотографий из космоса. Управление Росприроднадзора по Иркутской области подключило к борьбе с незаконными свалками твердых бытовых отходов беспилотные летательные аппараты. Их предоставило ФГУП «Восточно-Сибирское аэрогеодезическое предприятие». Первая съемка проводилась на высоте 385 метров в районе поселка Усть-Ордынский. По результатам первого полета было обнаружено 6 незаконных свалок твердых бытовых отходов. Применение беспилотных летательных аппаратов для выявления несанкционированных свалок ТБО позволит при помощи фото и видео камеры в полном объеме зафиксировать месторасположение свалок. Это, соответственно, поможет оперативно принять меры по их устранению.

Комплекс беспилотных летательных аппаратов Беркут - ФВ предназначен для фото и видео мониторинга местности и объектов с высот от 50 метров до 1000 метров над рельефом местности, создания фотосхем, ортофотопланов, топографических и специальных карт. По материалам пресс-службы управления Росприроднадзора по Иркутской области

Предполагается определить к уничтожению свалку в районе Китоя. По последним оценкам, замусоренная площадь на перечисленных территориях превышает 7 тысяч «квадратов». Вывезти с этих участков планируется больше 4 тысяч кубометров твердых бытовых отходов.

Совместная работа по утилизации отходов планируется с Германией. Немецкая сторона подготовила предложения по концепции утилизации отходов в Ольхонском районе, в частности, по раздельному сбору мусора и усовершенствованию регенерации щелочи. Кроме того, ведутся переговоры с администрацией Иркутска о выработке биогаза на полигоне для твердых бытовых отходов на Александровском тракте.

Заключение

Сложившаяся в нашей стране ситуация с твердыми отходами представляет реальную угрозу здоровью населения и отражает одну из сторон экологического кризиса, в котором находится страна. Главными причинами кризиса являются сложившиеся в стране за многие десятилетия нерациональная структура хозяйствования, при которой дефицит энергии и ма-

териалов восполнялся наращиванием их производства, с одной стороны, и сформировавшийся в обществе потребительским отношением к природе – с другой.

Требуется трансформация сознания, с целью осознания причастности каждого гражданина к решению проблем экологической безопасности, воспитание хозяина, ответственного за свой дом с его территорией. Если этого не сделать в настоящий момент, нас ждет глобальная территория свалки для всего мира.

Список использованной литературы

1. Федеральная служба государственной статистики / Основные статистические показатели. Иркутск, 2008-2013. URL: <http://irkutskstat.gks.ru/>

2. Иркутская область. Официальный портал / Экология. Иркутск, 2008-2013. URL: <http://irkobl.ru/economy/ecology/>. Опубликовано на сайте в 15:31, 21/12/2009. Изменено в 09:43, 10/04/2013.

3. Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) по Иркутской области / Статистическая отчетность. Иркутск, 2008-2013. URL: <http://www.rpnirk.ru/>

4. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области / Санитарно-эпидемиологическая обстановка. Иркутск, 2006-2013. URL: http://38.rospotrebnadzor.ru/epidemiologic_situation;jsessionid=1C12FEFFEEBE02470A44856D964BF923.worker

УДК 504.91

Миронова С.А., магистрант программы «Управление рисками»

Тимофеев С.С., магистрант программы «Управление рисками»

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

Рассмотрено состояние геологоразведочных работ по разведке углеводородного сырья на территории Иркутской области и экологические риски при их проведении.

Ключевые слова: геологоразведочные работы, углеводородное сырье, экологические риски

Геологическая отрасль обеспечивает минерально-сырьевую, энергетическую и экономическую безопасность Российской Федерации, реализацию ее геополитических интересов. Геологическая отрасль неразрывно связана с деятельностью отраслей, осуществляющих: добычу, первичную переработку, транспортировку и реализацию минерального сырья; использование минерального сырья производителями энергии, металлургической и химической промышленностью, строительной индустрией и агропромышленным комплексом.

Финансирование геологоразведочных работ на нефть и газ в стране в 2011 г. составило 178,7 млрд. руб., превысив максимум, зафиксированный в 2008 г. Вложения средств в геологоразведочные работы на углеводородное сырье вырастают ежегодно с средним на 15%. При этом рост финансирования обеспечивают преимущественно инвестиции из внебюджетных источников. В то же время затраты федерального бюджета сокращаются: в 2011 г. они составили 8676,8 млн. руб. против 8837 млн. руб. годом ранее. Бюджетное финансирование расходуется на продолжение исследований в относительно мало изученных нефтегазоносных бассейнах Восточной Сибири[1].

В соответствии с принятой в России методологией количественная оценка прогнозных ресурсов нефти и газа основывается на подсчете начальных суммарных ресурсов (НСР), которые объединяют начальные запасы открытых месторождений (накопленная добыча и текущие запасы категорий $A+B+C_1$), предварительно оцененные запасы категории C_2 , требующие подтверждения разведочными работами, перспективные ресурсы категории C_3 , требующие подтверждения поисковыми работами, и про-

гнозные ресурсы категорий $D_{1\text{лок}}$, D_1 и D_2 , требующие подтверждения региональными работами.

В Восточной Сибири в результате проводимых Федеральным агентством по недропользованию региональных геофизических работ уточнены схемы тектонического и нефтегазогеологического районирования Анабаро-Хатангской седловины и прилегающих территорий Красноярского края, составлены карты мощностей основных нефтегазоносных комплексов, разработаны схемы фациального районирования палеозойских отложений, проведена оценка перспектив нефтегазоносности мезозойских и палеозойских отложений.

В Иркутской области по результатам бурения параметрической скважины Чайкинская-279 установлена промышленная нефтегазоносность Предпатовского прогиба. На Катской площади выявлено увеличение градиента погружения поверхности фундамента, обусловленное появлением в разрезе отложений рифейского возраста, мощность которых растет в сторону Присяно-Енисейской синеклизы. Перспективы нефтегазоносности этой площади будут уточнены по результатам бурения Желдонской параметрической скважины № 260.

Основным результатом геологоразведочных работ, выполненных за счет средств недропользователей, является воспроизводство запасов промышленных категорий, выбывающих вследствие добычи. В 2011 г. в результате ГРП, проведенных недропользователями, на учет в Государственном балансе запасов поставлено 55 новых месторождений углеводородного сырья, заключающих суммарно 238,4 млн т нефти и 78.3 млрд куб. м природного газа.

Самые крупные месторождения углеводородного сырья в 2011 г. открыты в Лено-Тунгусском нефтегазоносном бассейне на территории Иркутской области: компания ОАО «НК «Роснефть»» поставила на учет в Государственном балансе запасов Северо-Даниловское нефтяное месторождение с извлекаемыми запасами нефти 55,4 млн т, ОАО «Газпром нефть» – Игнялинское нефтегазоконденсатное месторождение с 48,1 млн т нефти и 19,9 млрд куб. м природного газа.

Российские запасы нефти составляют примерно 5-6 % мировых, по этому показателю страна уступает пяти ближневосточным членам ОПЕК (кроме Катар) и Канаде. При этом по добыче сырой нефти Россия занимает первое место в мире, обеспечивая около 14% ее суммарного объема. Перспективы наращивания сырьевой базы России рассматриваются как очень значительные – ресурсы нефти составляют более трети мировых, а наиболее достоверная их часть – перспективные ресурсы (категории С3) – достигают 13 млрд т. Примерно две трети запасов и более половины ресурсов нефти и конденсата России сосредоточены в Западно-Сибирском нефтегазоносном бассейне (НГБ), втором по масштабу в мире после НГБ Персидского залива. Здесь ежегодно добывается около двух третей сум-

марного объема нефти, извлекаемой из недр Российской Федерации. Но, в результате многолетней эксплуатации месторождений углеводородного сырья Западно-Сибирского НГБ разведанные запасы нефти в нем выработаны в среднем почти наполовину. Однако возможности для наращивания разведанных запасов в бассейне далеко не исчерпаны. Степень разведанности начальных суммарных ресурсов (НСР) нефти Западно-Сибирского ГГБ не достигает 40 %. Западная Сибирь, сейчас, остается главным нефтедобывающим регионом страны, в котором сосредоточена значительная часть российской сырьевой базы и ресурсного потенциала нефти.

В Восточной Сибири располагаются Лено-Вилуйский и Лено-Тунгусский НГБ. На этот регион в настоящее время приходится около 8% запасов нефти страны; все они сконцентрированы на юге Лено-Тунгусского бассейна. Из 43 месторождений, разведанных в НГБ, выделяются уникальное Юрубчено-Тохомское и восемь крупных месторождений, в том числе открытые в последнее время месторождения Им. Савостьянова, Санарское и Им. Н. Лисовского. Они имеют сложное строение, как правило, приурочены к антиклинальным складкам, разбитым на блоки многочисленными разломами. Нефть бассейна преимущественно легкая, в основном мало- и среднесернистая.

В недрах Лено-Тунгусского бассейна заключено также около 8 % российских разведанных запасов конденсата. Около половины их содержится в Ангаро-Ленском и Ковыктинском газоконденсатных месторождениях.

Лено-Вилуйский НГБ располагается на восточной окраине Сибирской платформы; значительную часть осадочного чехла составляют отложения мезозойского возраста. Здесь известны только газовые и газоконденсатные месторождения.

Ресурсный потенциал Восточной Сибири многократно превосходит разведанные на сегодняшний день запасы: здесь локализованы ресурсы нефти в 9,8 млрд. т. Подавляющая их часть, в том числе все перспективные ресурсы (1,9 млрд. т), приходится на Лено-Тунгусский НГБ.

Основные месторождения нефти и конденсата на территории Иркутской области представлены в табл. 1 [2].

Россия занимает первое место в мире по добыче нефти. Объем добытой в 2011 г. нефти составил 490,5 млн. т, а с учетом газового конденсата – 507,3 млн. т, что выше показателя 2010 г. на 5,9 млн. т, или на 1,2%. Уровень добычи второй год подряд в новейшей истории превысил отметку в 500 млн. т [1].

На месторождениях, введенных в эксплуатацию в 2011 г., добыто 39 млн. т нефти.

Пуск нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий Океан (ВСТО) способствовал освоению нефтяных месторождений Лено-Тунгусского НГБ и активизации добычи на Верхнечонском месторождении в Иркутской об-

ласти, на Талаканском в Республике Саха (Якутия).

Таблица 1

**Основные месторождения нефти и конденсата на территории
Иркутской области**

Недропользователь, ме- сторождение	Тип	Запасы на 01.01.2012, млн т		Добыча в 2011 г.
		ABC ₁	C ₂	
ОАО «Верхнечонскнефтегаз»				
Верхнечонское*	НГК	156,4	54,2	5
ОАО «НК "Роснефть"»				
Им. Савостьянова*	Н	2,8	197,2	0
Им. Н. Лисовского	ГН	1,5	88,1	0
Санарское*	Н	1,8	80	0
ООО «Петромир», ООО «ПромГазЭнерго»				
Ангари-Ленское*	ГК	0,08	61,8	0
ООО «Газпром»				
Ковыктинское	ГК	68,3	15,5	0
* - часть запасов находится в нераспределенном фонде				

Добыча конденсата в 2011 г. в России составила 16,8 млн. т, или около 10% мировой; относительно предыдущего года она выросла на 7,7% [1].

Таблица 2

**Динамика добычи углеводородного сырья на территории Иркутской области за
2008-2012 гг.**

№ п/п	Вид сырья	Горнодобывающие предприятия	Ед. изм.	Объем добычи по годам				
				2008	2009	2010	2011	2012
1	Нефть	ООО «УКНГ», ООО «Верхнечонскнефтегаз», ЗАО «НК «Дулисьма», ООО «НК «Данилово», ООО «ИНК-НефтеГазГеология»	тыс. т	451	1592,1	3261,1	6523,48	9923
2	Газ	ООО «Верхнечонскнефтегаз», ООО «Атов-Маг Плюс», ОАО «УКНГ», ОАО «Газпром», ОАО «Братскэкогаз», ЗАО «НК «Дулисьма», ООО «ИНК-НефтеГазГеология»	млн. м ³	328	397,3	629,2	1059,8	2465
3	Конденсат	ООО «Атов-Маг Плюс», ОАО «УКНГ», ОАО «Газпром», ОАО «Братскэкогаз», ЗАО «НК «Дулисьма», ООО «ИНК-НефтеГазГеология»	тыс. т	51	49,2	71,1	90,82	164

Участки распределенного фонда недр Иркутской области представлены в табл. 3 [2].

Таблица 3

**Участки распределенного фонда недр Иркутской области
(по состоянию на 01.01.2013 г.)**

№ п/п	Недропользователь	Наименование участка или месторождения
1	2	3
1	ООО «Атов-Маг плюс»	Атовское м-ние
2	ООО «ИНК»	Ярактинское
		Марковское
		Даниловское
		Потаповский уч-к
		Средненепский уч-к
		Ялыкский уч-к
3	ООО «ИНК-НефтеГазГеология»	Аянский уч-к
		Аянское
4	ОАО «СНГК»	Ангари-Илимское ГКМ
		Нарьягинское ГМ
5	ЗАО «ИНК-Север»	Северо-Могдинский уч-к
6	ЗАО «ИНК-Запад»	Западно-Ярактинский уч-к
		Большетирский уч-к
7	ООО «Тихоокеанский терминал»	Аянский (Западный)
8	ОАО «Братскэкогаз»	Братское
9	ЗАО «НК Дулисьма»	Дулисьминское
10	ОАО «Верхнечонскнефтегаз»	Верхнечонское
11	ООО «Петромир»	Левобережный уч-к
		Правобережный уч-к
		Ангари-Ленское
12	ООО «Иркутбурггаз»	Балаганкинский уч-к
13	ООО «СибГаз»	Тутурский уч-к
		Тутурское
14	ОАО «Газпром»	Ковыктинское
		Боханский уч-к
		Южно-Усть-Кутский уч-к
		Чиканское
15	ОАО «НК «Роснефть»	Восточно-Сугдинский уч-к
		Санарский уч-к
		Могдинский уч-к
		Даниловский уч-к
		Преображенский уч-к
		Умоткинский уч-к
16	ОАО «Сургутнефтегаз»	Нижнечонский уч-к
		Верхнетирский уч-к
		Рассохинский уч-к
		Пилюдинский уч-к
		Ичерский уч-к

Окончание табл. 3

1	2	3
17	ООО «Нефтехимресурс»	Западно-Усть-Кутский уч-к
18	ООО «Авангард»	Антоновский уч-к
		Средне-Окинский уч-к
19	ООО «Када-НефтеГаз»	Заславский уч-к
20	ООО «Восток-Энерджи»	Западно-Чонский уч-к
		Верхнеичерский уч-к
21	ООО «Газпромнефть-Ангара»	Вакунайский уч-к
		Игнялинский уч-к
22	ООО «Антей»	Южно-Кытымский уч-к
23	ООО «ПромГазЭнерго»	Усть-Илгинский уч-к
24	ООО «ВерхоленскГазДобыча»	Верхоленский уч-к
25	ЗАО «ВСТО-НефтеГаз»	Ербогаченский уч-к
26	ООО «НафтаТраст»	Тунакский уч-к
27	ООО «ФинансГео»	Куйтунский уч-к
28	ООО «Куленга-геология»	Северо-Куленгский уч-к
29	ООО «ТехЭнерго»	Криволукский уч-к
30	ООО «Востсибресурс»	Ахинский уч-к
		Усть-Ордынский уч-к
31	ООО «Георесурс»	Радуйский уч-к
32	ООО «Усть-Кут-НефтеГаз»	Казаркинский уч-к
33	ООО «Сибирьпетролеум»	Тулунский уч-к
34	ЗАО «Киренск-НефтеГаз»	Киренский уч-к
35	ООО «УСЭК»	Северо-Марковский уч.

Добыча углеводородного сырья создает на территории Иркутской области высокие экологические и пожарные риски. Необходимо учитывать опыт освоения месторождений углеводородного сырья в Западной Сибири и других регионов.

Основными экологическими рисками с нашей точки зрения являются:

- нерегулярный в экономическом смысле рост объёмов и темпов добычи нефти, газа, что обуславливает опасные деградационные процессы в литосфере;
- загрязнение атмосферы попутным газом, который наряду с фракциями легких углеводородов содержит сероводород. При сжигании попутного газа на факельных установках приводит к образованию сотен тысяч тонн оксида азота, оксида углерода, диоксида серы и продуктов неполного сгорания углеводородов.
- Загрязнение воды, при содержании нефти в воде 200-300 миллиграмм на кубический метр происходит нарушение экологически равновесного состояния отдельных видов рыб и других обитателей водных сред.

- Нефть также активно взаимодействует со льдом, который способен поглощать её в количестве до одной четвёртой своей массы. При таянии такой лёд становится источником загрязнения любого водоёма.

- Ежегодно под бурение нефтяных скважин, прокладку трубопроводов и автомобильных дорог отводится более 1000 га земель, из них большая часть возвращается после рекультивации. Однако, несмотря на проведение рекультивационных работ, часть земель возвращается с ухудшенной агрохимической структурой или вовсе становятся непригодной для выращивания сельскохозяйственных культур и другого использования.

- При переработке нефти возникают так же экологические проблемы, связанные, прежде всего, с первичной очисткой нефти и её обессериванием.

С нашей точки зрения проблема идентификации рисков возникает еще на предпроектной стадии и даже на стадии инвестиционного замысла. Поэтому при проектировании разработки месторождений УВ должны быть выявлены следующие группы рисков: геологические, инженеринговые, строительные, эксплуатационные, финансовые, маркетинговые и экологические.

Последние могут возникнуть на любой стадии реализации проекта в результате событий различного характера — природного, техногенного или смешенного. Вероятность экологических рисков максимальна на всех стадиях жизненного цикла нефтедобывающего предприятия, от инвестиционной фазы до ликвидационной стадии.

Нормирование воздействия предприятий нефтегазового комплекса (НГК) является одной из самых действенных мер снижения вреда, наносимого ОС, и заключается в установлении лимитов на выбросы в атмосферу (ПДВ), в водные объекты (ПДС), нормативы образования и размещения отходов, предельно-допустимых уровней шума (ПДУ) и физических полей, предельно допустимых техногенных нагрузок (ПДТН) и др. Однако при установлении лимитов воздействия на ОС нефтедобывающими предприятиями практикуются следующие принципы:

- нормативы воздействия устанавливаются и утверждаются на 5 лет на стадиях согласования проектной документации и далеко не всегда учитывают реальные условия функционирования объектов (неравномерность освоения месторождения, ввода мощностей и др.);

- нормативы воздействия часто автоматически продляются на новый срок без снижения объемов выбросов и сбросов, а также концентраций токсичных веществ в отходах производств;

- на многих буровых предприятиях отсутствуют достаточно обоснованные нормативы образования отходов и лимиты их размещения, хотя по данным о природоохранных платежах 80–90% от общей суммы платы составляет именно эта категория (отходы при бурении);

- нормирование воздействия предприятий НГК на ОС в недостаточной мере учитывает местные условия, состояние и адаптацию компонентов экосистем к подобного рода воздействиям;
- недостаточно обоснованы с экологических позиций границы горных отводов месторождений, а также отводы земельных участков под строительство скважин и других объектов;
- зачастую фактическое оформление земельных отводов и получение экологических заключений происходит по окончании работ по строительству скважин, что приводит к наложению штрафных санкций природоохранными органами и сверхлимитным платежам, а также бесконтрольному использованию земельного фонда;
- отсутствие единых отраслевых классификаторов отходов и единых подходов к контролю за их образованием и размещением выдвигает проблему нормирования отходов

Таким образом, можно заключить, что лишь строгое соблюдение нормативных требований, предусмотренных законодательством, и опытом эксплуатации месторождений позволит минимизировать экологические риски нефтедобычи в регионе

Список использованной литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2011 году» // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации:
URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1450>.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2012 году» // Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области:
URL: <http://ecology.irkobl.ru/sites/ecology/picture/>.

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ СОЛЕФАБРИКИ
ТЫРЕТСКОГО СОЛЕРУДНИКА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ
ПО ИХ СНИЖЕНИЮ**

Рассмотрены экологические риски, возникающие при эксплуатации оборудования на солефабрике в п. Тыреть. Предложены новые для предприятия технические решения по минимизации экологических рисков.

Ключевые слова: экологические риски, технологии минимизации рисков

В настоящее время Тыретский солерудник – единственное предприятие от Урала до Дальнего Востока, добывающее каменную соль и предлагающее богатый ассортимент соляной продукции.

Основное производство включает:

1. Горный цех
2. Цех солефабрики

Технология переработки соли заключается в последовательном измельчении исходного продукта – минерала, выданного из шахты, и выделении готового продукта путем измельчения и классификации (соли молотой соответствующих помолов).

При комбайновой выработке каменной соли на переработку поступает соль фракции 0-80 мм. Она попадает в роторные дробилки, расположенные в надшахтном здании, где измельчается до фракции 0-13 мм, после чего направляется на отгрузку навалом в железнодорожные вагоны, а дробленая соль подается на классификацию по границе разделения 4.5 мм, где отделяется соль молотая помола №3 (подрешетный продукт). Оставшийся поток соли после дробилок смешивается с надрешетным продуктом I ступени классификации и направляется на измельчение в двухвалковые дробилки (мельницы) до помола №2.

Часть молотой соли помола №2 направляется на классификацию по границе разделения до 0.8мм с целью получения соли сеянной помола №0 (подрешетный продукт) и по границе разделения 1.2 мм с целью получения соли сеянной помола №1.

Надрешетный продукт обоих участков классификации (соль обеспыленная помола №2) смешивается и отгружается потребителям в мягких контейнерах типа МКР.

Соль сеяная помола №0 отправляется потребителям в затарованном виде и в мелкой фасовке в пакетах массой 1кг.

Соль сеяная помола №1 отправляется потребителям в затарованном виде, часть ее йодируется и отправляется потребителям в мелкой расфасовке массой 1кг, а часть сеянной соли помола №2 обогащается микроэлементами и направляется на брикетирование. Остальная соль молотая помола №2 отгружается потребителю навалом в железнодорожные вагоны и затаривается в мягкие контейнеры (МКР).

Технологическая схема переработки и транспортирования соли предусматривает возможность работы одной смены (III) солью технического сорта в виде «дробленки», которую можно частично отправлять навалом в железнодорожных вагонах или затаривать в мягкие контейнеры (МКР). В I и II смены солефабрика работает в полном объеме и ассортименте на соли высшего или I сорта.

Транспортирование соли. С забоя по конвейерному штреку соль по конвейерам транспортируется в бункер-накопитель.

С бункера-накопителя емкостью 600 тонн, находящегося в подземной части главного ствола (на глубине 640 м), соль скипами по 15 тонн выдается в бункер надшахтного здания главного ствола и с помощью ленточных конвейеров подается на грохота. Далее крупный сход поступает в комплекс дробления на дробилку, а мелкая соль ленточными конвейерами по транспортной галереи поступает на скребковый конвейер подачи соли на виброгрохота. С виброгрохотов соль, разделенная на фракции, поступает на скребковые конвейера и подается на три линии затаривания (помол №1, №2, №3) и фасовку пакетов 1 и 5 кг. Затаривание и фасовка соли производится в полипропиленовые мешки по 50, 25 и 20 кг.

На фасовку соль поступает на 12 фасовочных автоматов. Упаковка производится в полиэтиленовую пленку пакетами массой 1и 5 кг. Для выпуска йодированной соли предусмотрено оборудование приготовления раствора йодата калия и смешивания соли с раствором.

Затем вручную пакеты укладывают в полипропиленовые мешки по 50кг и 20кг и зашивают. После зашивки мешки снимают с конвейера и укладывают на поддоны в количестве 30 штук (1500кг), 70 штук (1400кг) или 60 штук (1500кг), затем электропогрузчиками доставляют поддоны с солью на склад готовой продукции.

Предусмотрена возможность подавать исходную зерновую соль на отгрузку навалом в железнодорожные вагоны и на затаривание в мягкие контейнеры массой 1000 кг, минуя рассев. Крупная зерновая соль подается в бункера накопителя, после чего транспортируется по скребковому конвейеру на две основных линии затаривания разовых контейнеров (МКР). МКРы

транспортируются по ленточному конвейеру и далее на отгрузку в железнодорожные вагоны. Отгрузка осуществляется мостовыми кранами.

Как любой технологический процесс солефабрика оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Нами выполнен анализ воздействия солефабрики на окружающую среду. Установлено, что основными источниками загрязнения являются производственные процессы: дробление, грохочение, измельчение и транспортировка соли. Интенсивность пылеобразования зависит от многих факторов: физико-механических свойств перерабатываемой соли, таких, как хрупкость, крупность и влажность; способа перемещения и обогащения соли; движения и влажности воздуха, а также герметичности пылевыведяемого оборудования.

Учитывая то, что соляная пыль – специфическое вредное вещество солефабрики, борьба с запыленностью ведется на всех этапах, от начала проектирования до последнего дня эксплуатации фабрики. Проектирование всех производственных процессов ведется с учетом мероприятий по борьбе с пылью, а установка технологического и транспортного оборудования осуществляется одновременно со средствами обеспыливания.

Для определения наиболее значимых экологических рисков при работе солефабрики проведем их оценку по трех бальной шкале.

- 1 – незначительный
- 2 – малый
- 3 – средний
- 4 – весомый
- 5 – значительный

Таблица 1

Оценка экологических рисков

	Масштаб воздей- ствий	Тяжесть последствий	Рейтинг зна- чимости	Необходимость ме- роприятий по снижению риска
Потребление воды и загрязнение вод- ных объектов	1	1	2	Создание водообо- ротных циклов
Загрязнение атмо- сферы	2	1	3	Сокращение выбро- сов в атмосферу, мо- дернизация системы аспирации
Образование отхо- дов, загрязнение почвы (в том числе оседание пыли из загрязненного воз- духа)	2	3	5	Сокращение выбро- сов в атмосферу. Правильное хране- ние, своевременная утилизация отходов

Оценка экологических рисков показала, что основным загрязнением окружающей природной среды являются загрязнение атмосферы и почвы.

Для удаления пыли на солефабрике предусмотрена система аспирации. В основных производственных отделениях солефабрики воздухообмены определены из условия компенсации аспирационной вытяжки от пылящего оборудования, для чего предусматриваются две аспирационные системы АС1 и АС2, в составе которых имеются три аспирационных вертикальных коллектора, которые являются I-ой ступенью очистки. В них осаждаются наиболее крупные частицы соляной пыли.

Вторая ступень очистки осуществляется в матерчатых рукавных фильтрах.

Очищенный воздух дутьевыми вентиляторами отводится в атмосферу со скоростью 20 м/сек, с помощью факельного выброса на максимально возможную высоту от поверхности земли для более эффективного процесса – рассеивания.

Отвод пыли от фильтров и коллекторов осуществляется через приводные шиловые затворы в технологический процесс.

В летний период вентиляция осуществляется за счет удаления воздуха системами аспирации пылящего оборудования, механической общеобменной вентиляцией и естественной аэрацией, соответствующим притоком через оконные проемы.

Для снижения уровня экологических рисков предложен ряд технических мероприятий.

Для минимизации загрязнения атмосферного воздуха предлагается установить пылесосы непосредственно в местах выделения соляной пыли.

Для защиты атмосферного воздуха от пылеобразования предлагается установить пылесосы DC-03 (рис. 1), имеющие коэффициент очистки 99 %.

Технические характеристики пылесоса представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики пылесоса DC-03

Технические характеристики	Значение
Диаметр мешка универсального, мм	500
Высота мешка универсального, мм	850
Объем мешка универсального, м ³	0,307
Производительность, м ³ /мин	65,09
Масса, кг	53,5

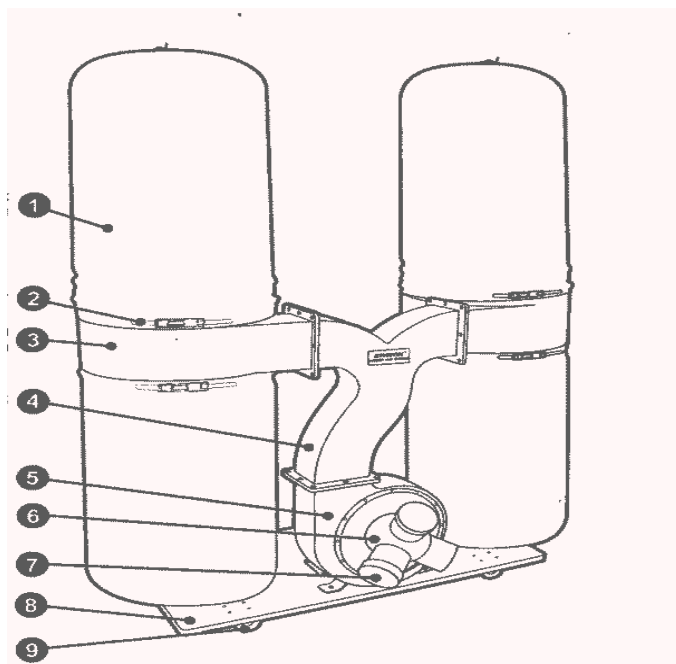


Рис. 1. Схема пылесоса DC-03 Кратон:

- 1 –мешок универсальный; 2 – хомут;
- 3 – приемный барабан; 4 – раструб;
- 5 – насос центробежный;
- 6 – входной коллектор;
- 7 – заглушка входного коллектора;
- 8 – платформа; 9 – роликовая опора

Для повышения эффективности очистки атмосферного воздуха предлагается установить пенный газоочиститель. Пенный газоочиститель относится к аппаратам мокрого пылеулавливания. Запыленный воздух вводится в аппарат ниже уровня воды и очищается, проходя слой воды и пены. Несомненным достоинством пенных газоочистителей является отсутствие движущихся частей и высокая степень очистки.

Пенный газоочиститель ПГ-3.0 относится к аппаратам мокрого пылеулавливания (рис. 2). Пенный газоочиститель представляет собой герметическую коробку, частично заполненную водой. Запыленный воздух вводится в аппарат ниже уровня воды и очищается, проходя слой воды и пены. Несомненным достоинством пенных газоочистителей является отсутствие движущихся частей и высокая степень очистки. Все поверхности, контактирующие с водой и очищаемым воздухом, выполняются из нержавеющей стали.

В пенном газоочистителе газовый поток вводится в жидкости и дробится на пузырьки, внутри которых заключены частички пыли. При движении пузырьков частицы подводятся к внешней, влажной поверхности пузырьков, смачиваются и вымываются из газа. Скорости газа в отверстиях решетки пенного газоочистителя составляет 6–13 м/с. Скорость газов над решеткой – поддерживается в пределах от 1 до 3,5 м/с.

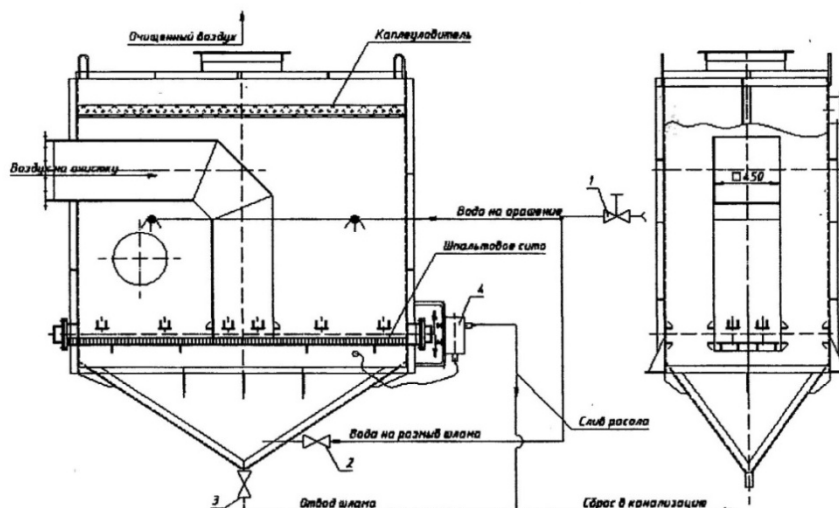


Рис. 2. Схема пенного газоочистителя ПГ-3.0:

1 – общий кран подвода воды; 2 – кран подвода воды на размыл шлама; 3 – кран отвода шлама; 4 – сливной бачок рассола регулируемый

Слой жидкости над решеткой не превышает 50 мм, высота вспененного слоя не превышает 200мм.

Пенные газоочистители применяют для очистки от пыли нейтральных газов с температурой до 100 °С, которые не образуют в процессе промывки водой кристаллизующихся солей, забивающих отверстия решеток или отлагающихся на поверхностях аппарата. Очищаемые газы должны иметь плотность не менее 0,6 кг/м³ и высокую начальную запыленность. Степень очистки при размерах частиц 15–20 мкм составляет 96–90 %, при размерах частиц 3–5 мкм падает до 80 %.

Технические характеристики пенного газоочистителя ПГ-03 представлены в табл. 3.

Таблица 3

Технические характеристики пенного газоочистителя

Технические характеристики	Значение
Объемный расход очищаемого воздуха, м ³ /час	16000
Запыленность газа, поступающего на очистку, г/м ³	15
Гидравлическое сопротивление аппарата, Па	1200

Таким образом, для минимизации экологических рисков солефабрики рекомендовано внедрение новых технических устройств.

Раздел 3. Аварийные и пожарные риски

УДК 614.84

Хисматулин С.Р., аспирант,
Тимофеева С.С., д-р техн. Наук

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ

Проанализированные известные в настоящее время методы расчета пожарных рисков. Предложена методика оценки пожарных рисков населенных пунктов. Выполнен анализ рисков в городах Сибирского Федерального округа.

Ключевые слова: пожарные риски, методики расчета

В настоящее время масштабы влияния на биосферу хозяйственной деятельности человека сопоставимы с масштабами геологических и геохимических процессов. При этом риски сопряженные с авариями, взрывами и пожарами на промышленных предприятиях, а также в городской инфраструктуре, сельских поселениях, муниципальных образованиях, являются одними из наиболее часто реализуемых и значимых по отдаленным последствиям, так как сопровождаются залповыми выбросами вредных веществ в атмосферу и создают экстремально высокие уровни загрязнения в отдельных районах.

В соответствии со статьей 63 Федерального закона от 22 июля 2008 года №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» на органы местного самоуправления возложены все функции по реализации первичных мер пожарной безопасности. Кроме того, на органы местного самоуправления возложены функции по охране окружающей среды, в том числе контроле уровней загрязнения, в том числе и при залповых выбросах экотоксикантов [1].

Этот документ регламентирует «пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной, если пожарный риск не превышает допустимых значений». В ст. 79 этого же документа установлено его допустимое значение – «одна миллионная в год».

Исследование по оценке рисков, создаваемых пожарами, в настоящее время крайне актуальны, так как необходимость сокращения потерь общества от пожаров очевидна, а Российская статистика из года в год фиксиру-

ет тот факт, что на протяжении последних десятков лет количество пожаров и социально-экономические и экологические потери от них неуклонно растут.

В России каждые 15 минут погибает или травмируется при пожаре 1 человек. Мировая картина еще более мрачная – погибает или травмируется при пожарах 1 житель планеты каждые 2 минуты, т. е. получается, что каждый 8-й пострадавший при пожарах из России. При этом ежедневно в России возникает в среднем более 500 пожаров. В дым и пепел превращаются ценности на сумму около 30 млн. рублей и в атмосферу поступают дополнительная не учитываемая экологическая нагрузка. Экологические последствия пожаров многогранны и значительны так, при пожарах на нефтяных скважинах в атмосферу выбрасываются в день до 115 тыс. тонн сажи, 4,6 тыс. тонн оксидов азота и т. д.

Вопросы, касающиеся оценки пожарных рисков, были постоянным объектом внимания ученых. Исследования проблем оценки пожарных рисков занимались ведущие российские ученые Н.Н. Брушлинский, Ю.М. Глуховенко, В.Б. Коробко, Е.А. Клепко, А.В. Красавин, С.В. Соколов, Н.Л. Присяженюк и др. Ими разработана теория интегральных (территориальных) пожарных рисков. Вопрос экологических последствий пожаров детально исследован в работах Исаевой Л.К., Тимофеевой С.С. и др. создана методика прогнозной оценки залповых выбросов при чрезвычайных ситуациях на железной дороге (аварии с нефтеналивными составами, при пожарах на нефтеперерабатывающих предприятиях, на нефтебазах и в системе нефтепродуктообеспечения).

В настоящей работе проведен анализ методов и методик оценки пожарных рисков.

Ускорение темпов и расширение масштабов производственной деятельности, урбанизация в современных условиях неразрывно связана с использованием энергонасыщенных 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.

К середине наступившего XXI века может оказаться, что в совокупности они будут нивелировать усилия по развитию экономики. Поэтому сегодня большинство развитых стран, и Россия в том числе, переходит на стратегию обеспечения безопасности, основанной на принципах прогнозирования и предупреждения техногенных аварий. В этой связи формируется и бурно развивается новое направление – рискология, призванная стать фундаментальной научной основой достижения устойчивого развития общества. Проводятся многочисленные исследования в области анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий, в том числе и пожаров.

В числе основоположников данного направления М.В. Бесчастнов, Н.Н. Брушлинский, А.А. Быков, А.Н. Елохин, В.А. Еременко, Р.Х. Идрисов, А.В. Измалков, В.А. Хотляревский, И.Р. Кузеев, И.И. Кузьмин, Х. Кумамото (Hiromitsu Kumamoto), В.И. Ларионов, В.А. Легасов, М.В. Лисаков, И.И. Мазур, В. Маршалл (V.C. Marshall), Н.А. Махутов, Г.Э. Одмария, С.М. Пайтерсен (С.М. Pietersen), А.С. Печеркин, А.И. Попов, Б.Е. Прусенко, В.С. Сафонов, В.И. Сидоров, И.С. Таубкин, Э. Дж. Хенли (Ernesl J. Henlej), А.Н. Черноплясков, А.А. Шаталов, А.А. Швыряев и многие другие крупные специалисты, преимущественно в области промышленной безопасности.

Последние десятилетия показывают, что понятие риск чрезвычайных ситуаций – неизбежная реальность для нас. Риск как вероятность наступления нежелательных событий был, есть и будет везде: в природе, техносфере, обществе, экономике.

Риск чрезвычайной ситуации служит мерой, осознаваемой человеком, опасности в его жизнедеятельности. Риск характеризует негативные воздействия на каждого человека, общество в целом и природную среду в сферах экономики, жизни и здоровья, экологии и культуры. Человек наиболее чувствительный к опасностям объект биосферы и поэтому если защищен человек, то защищена и природная среда. Обеспечение безопасности человека направлено на охрану природы от губительного влияния техносферы. Поскольку, техносфера, созданная человеком, в ее современном состоянии не обладает необходимыми качествами, то человек в той или иной степени должен осознать это и приспособиться к ее требованиям [2,3,4].

Теория рисков чрезвычайных ситуаций - развивающаяся наука. На практике сегодня используют ряд смыслов концепции рисков: - риск как опасность или угроза; - риск как возможность; - риск как неопределенность [5,6].

Объектами исследования в теории риска являются источники опасности в природе, техносфере, обществе и экономике (бизнесе). Объектами риска являются человек, его сообщества, природа. Человек одновременно и объект и субъект безопасности. Теория риска рассматривает опасные процессы и их последствия, внутреннюю и внешнюю нестабильность жизнедеятельности человека, соответствующие системы защиты [7].

В Федеральном законе «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ говорится: «Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

Таким образом, риск – количественная характеристика возможности реализации конкретной опасности и её последствий, измеряемая, как пра-

вило, в соответствующих единицах. При этом, для каждой чрезвычайной ситуации рисков может быть много и каждый из них характеризует отдельный аспект опасности, и её последствий. В современной литературе приводится множество толкований понятия риска.

Мы в своих исследованиях придерживаемся терминологии принятой в работах по оценке пожарных рисков Н.Н. Брушлинского и его последователей [5-9] и рассматривать пожар как чрезвычайную ситуацию, сопровождающуюся материальным ущербом, гибелью людей и негативным воздействием на окружающую среду.

Согласно сложившимся представлениям пожар – это неуправляемый процесс горения, который приносит вред обществу и окружающей среде. Пожарная опасность – опасность возникновения и развития неуправляемого процесса горения (пожара), приносящего вред обществу, окружающей среде, объекту защиты. Пожарный риск или риск чрезвычайных ситуаций, обусловленный пожаром – количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности и ее последствий, измеряемая в соответствующих единицах.

Конечная цель оценки пожарных рисков – это обеспечение пожарной безопасности и управление пожарными рисками – т. е. разработка и реализация комплекса мероприятий инженерно-технического, экономического, социального и иного характера, позволяющих уменьшить значение риска до допустимого приемлемого уровня.

В настоящее время чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами, характеризуют понятиями: индивидуальный и социальный риски. Индивидуальный риск – риск поражения каждого человека. Социальный риск – риск поражения группы лиц численностью 10 человек и более.

Как самостоятельное научное направление методология анализа риска начала формироваться в 30 – 50-е годы XX века в экономических областях, охватывающих проблемы инвестирования капитала, страхования финансовых потоков, валютных операций и игрой на рынке ценных бумаг, определения устойчивости компаний, стратегии бизнеса. В 80 – 90 года XX века методология анализа и управления рисками чрезвычайных ситуаций начинают постепенно проникать в другие области науки.

Но особое внимание методам оценки риска стали уделять после крупных техногенных аварий, природных катастроф, крупных пожаров приведших к загрязнению окружающей среды и многочисленными жертвам. В настоящее время теория риска чрезвычайных ситуаций развивается достаточно интенсивно, вплоть до того, что эти понятия вошли в нормативно-техническую документацию, в частности: ГОСТ Р12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов, ГОСТ Р51897-2002 Менеджмент риска, ГОСТ Р 51901-2002 Анализ риска технических систем [10-12].

Современные теоретические подходы и методы управления риском чрезвычайных ситуаций, в частности пожаров, можно систематизировать. Прежде всего, отметим, что понятие риска включает две составляющие:

Вероятность наступления нежелательного события (в частности ЧС) и размер последствий (ущерба) реализации события [2,3]:

$$R = \{P/X, \quad (1)$$

В качестве количественного показателя риска чрезвычайной ситуации используют математическое ожидание последствий:

$$ER = \sum_{i=1}^n P_i X_i = \int X p(x) / dx, \quad (2)$$

При этом риск рассматривают обязательно с позиций сценария реализации ситуаций или действия. Формализовать понятие риска можно через триплет: сценарий – вероятность – последствия (рис. 1). В зависимости от многих обстоятельств и факторов риск может изменять свои значения, то есть подвержен определенной динамике, его можно рассматривать как функцию времени.

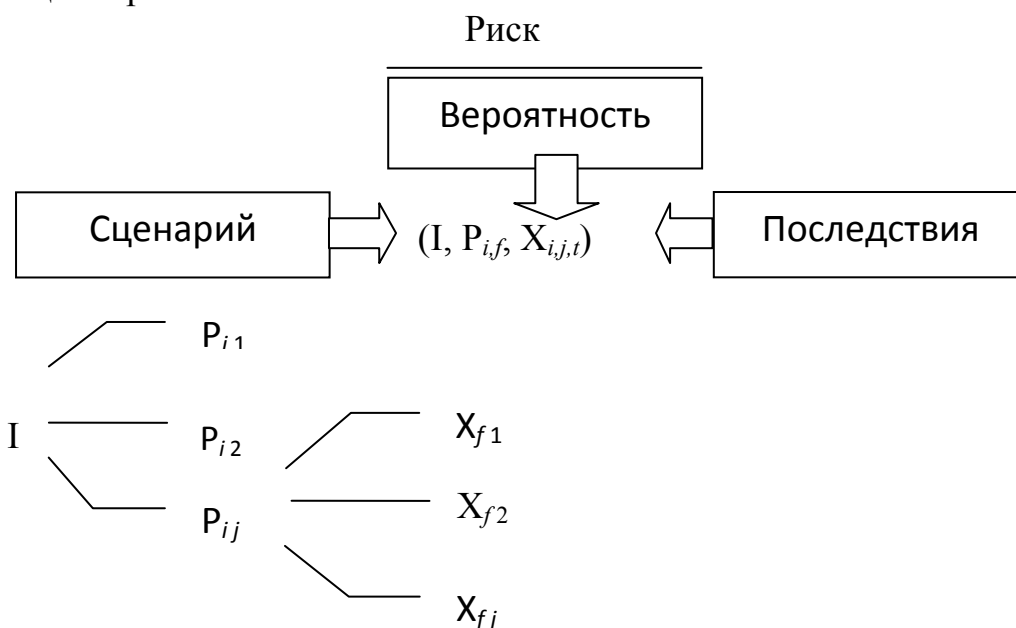


Рис. 1. Формализация понятия риска чрезвычайной ситуации через триплет: сценарий – вероятность - последствия

Поэтому риск можно оценивать как сумму по всем последствиям неблагоприятных событий:

$$R(t) = Y_m(t) + Y_r(t), \quad (3)$$

где $Y_m(t)$ – суммарный ежегодный имущественный ущерб (руб./год) вследствие воздействия поражающих факторов, возникающих в результате штатного функционирования опасных объектов и при авариях, а также при чрезвычайных ситуациях и при катастрофах;

$Y_r(t)$ – суммарный ежегодный ущерб (руб./год), обусловленный потерей здоровья (включая смертельные случаи) вследствие воздействия поражающих факторов, возникших в штатном режиме функционирования и при авариях, а также при чрезвычайных ситуациях;

t – время, лет.

В свою очередь

$$Y_M(t) = \sum_{i=1, j=1}^{n,m} M_{ij}(t) \cdot Y_{ij}(t), \quad (4)$$

$$Y_{\text{ч}}(t) = \sum_{i=1, j=1}^{n,m} R_{ij}(t) \cdot X_{ij}(t), \quad (5)$$

где $M_{ij}(t)$ – вероятность (частота) возникновения j -го имущественного ущерба от i -го поражающего фактора, 1/год;

$Y_{ij}(t)$ – величина j -го имущественного ущерба от i -го поражающего фактора, руб.;

$R_{ij}(t)$ – вероятность (частота) возникновения j -го типа поражения человека от i -го поражающего фактора, 1/год;

$X_{ij}(t)$ – величина потерь, обусловленных j -м типом поражения человека от i -го поражающего фактора, руб.

При этом предполагается, что $M_{ij}(t)$ и $Y_{ij}(t)$ включают как вероятность возникновения самого поражающего фактора, так и вероятность наступления соответствующего ущерба.

На рис. 2 приведены общие принципы и методология оценки рисков, которые можно использовать при оценке рисков ЧС, обусловленных пожарами, как на уровне одного объекта, так и городской застройки.

Как видно из рис.1 метод количественной оценки, позволяет оценивать риски, по единым показателям и есть возможность предложить универсальный и приемлемый критерий выбора решений, направленных на повышение уровня пожарной и экологической безопасности.

Отсюда следует, что во многих случаях пожарные риски можно оценивать статистическими или вероятностными методами, но в ряде случаев могут потребоваться иные методы.

Для всех объектов защиты городской застройки основными пожарными рисками относятся следующие [13-18]:

1. R_I – число пожаров приходящихся на одного человека, то есть риск для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени.

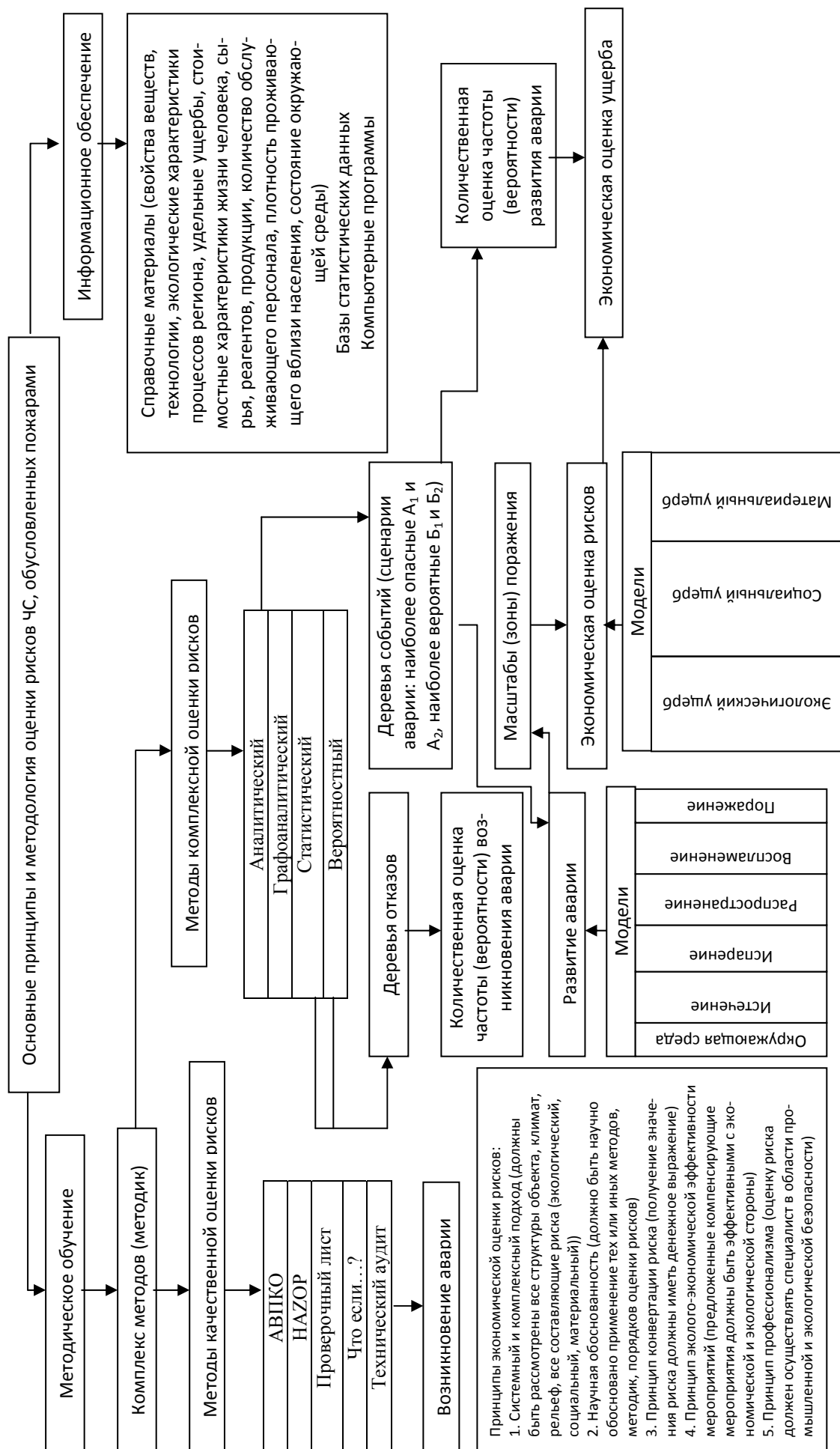
В виде формулы это будет выглядеть так:

$$R_I^i = n_{\text{пож}}^i / N_{\text{нас}}^i \quad (6)$$

где R_I^i – риск для любого человека столкнуться с пожаром за единицу времени на объекте, пожар · чел.⁻¹ · год⁻¹;

$n_{\text{пож}}^i$ – количество пожаров в течение года на объекте;

$N_{\text{нас}}^i$ – количество людей на объекте.



2. R_2 – число погибших на одном пожаре, то есть риск для человека погибнуть на одном пожаре (оказаться его жертвой), в течение года.

В виде формулы это будет выглядеть так:

$$R_2^i = N_{\text{пог}}^i / n_{\text{пож}}^i, \quad (7)$$

где R_2^i – риск для любого человека погибнуть на одном пожаре на объекте в течение года, жертва · пожар⁻¹ · год⁻¹;

$N_{\text{пог}}^i$ – количество людей погибших при пожаре в течение года на объекте;

$n_{\text{пож}}^i$ – количество пожаров в течение года на объекте.

3. R_3 – число людей погибающих за год, в расчёте на одного человека, то есть риск для человека погибнуть в результате пожара за единицу времени от числа работающих, проживающих.

В виде формулы это будет выглядеть так:

$$R_3^i = N_{\text{пог}}^i / N_{\text{нас}}^i, \quad (8)$$

где R_3^i – риск для человека погибнуть от пожара на объекте в течение года, жертва · чел.⁻¹ · год⁻¹;

$N_{\text{пог}}^i$ – количество людей погибших при пожаре в течение года на объекте;

$N_{\text{нас}}^i$ – население объекта.

Этот риск ещё иногда называют территориальным риском гибели людей.

Очевидно, что эти риски связаны соотношением

$$R_3^i = R_1^i R_2^i, \quad (9)$$

где риск R_1^i характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски R_2^i и R_3^i – некоторые последствия этой реализации [13-17].

4. R_T – число людей травмированных за год, в расчёте на одного человека, то есть риск для человека получить травму в результате пожара за единицу времени от числа работающих, проживающих.

В виде формулы это будет выглядеть так:

$$R_T^i = N_{\text{ТР}}^i / N_{\text{нас}}^i, \quad (10)$$

где R_T^i – риск для человека травмироваться на объекте от пожара в течение года, жертва · чел.⁻¹ · год⁻¹;

$N_{\text{ТР}}^i$ – количество людей получающих травмы при пожаре в течение года на объекте;

$N_{\text{нас}}^i$ – количество людей находящихся на объекта.

5. Экономический риск. Для его определения использовалось следующее выражение:

$$R_y^i = R_{\Pi}^i (N_{\text{пож об}}^i / N_{\text{об}}^i T), \quad (11)$$

где R_{Π}^i – риск возникновения пожара на объекте, данного вида, пожар · объект⁻¹ · год⁻¹;

$N_{\text{пож об}}^i$ – число пожаров на объекте конкретного вида, за период исследования;

T – период исследования, как правило год.

Средний ущерб от одного пожара, очевидно, равен:

$$C_y = C^{пoж}_y / N^{пoж}_{об} , \quad (12)$$

Тогда риск ущерба от возможного пожара на объекте данного вида за год будет равен:

$$R^i_y = (N^{пoж}_{об} / N_{об} T) (C^{пoж}_y / N^{пoж}_{об}) = C^{пoж}_y / N_{об} T , \quad (13)$$

т. е.

$$R^i_y = R^i_{\Pi} C_y , \quad (14)$$

где R_y – экономический риск, руб. · объект⁻¹ · год⁻¹;

$C^{пoж}_y$ – суммарный ущерб от пожаров для объектов конкретного вида, руб.

$N_{об}$ – количество объектов, единиц.

В качестве пожарных рисков, характеризующих материальный ущерб от пожаров, можно использовать, например, следующие риски:

6. Риск уничтожения строений в результате пожара,

$$R^i_c = N^{y.o}_{об} / n_{пoж} , \quad (15)$$

где R^i_c – риск уничтожения строений конкретного вида в результате пожара в течение года, уничт. строение · пожар⁻¹ · год⁻¹;

$N^{y.o}_{об}$ – количество уничтоженных объектов, конкретного вида, единиц;

$n_{пoж}$ – количество пожаров на конкретных видах объектов.

Кроме этого возможно определение риска прямого материального ущерба от пожара.

7. Риск прямого материального ущерба от пожара,

$$R^i_M = C^{пoж}_y / n_{пoж} , \quad (16)$$

где R^i_M – риск прямого материального ущерба от пожара для конкретного вида объектов, руб. · объект⁻¹ · год⁻¹;

$C^{пoж}_y$ – суммарный ущерб от пожаров для объектов конкретного вида, рублях;

$n_{пoж}$ – количество пожаров на конкретных видах объектов в течение года.

8. Риск возникновения пожара R_{Π} на объектах данного вида исчисляется по формуле:

$$R^i_{\Pi} = N^{пoж}_{об} / N_{об} T , \quad (17)$$

где R^i_{Π} – риск возникновения пожара на объекте, данного вида, пожар · объект⁻¹ · год⁻¹;

$N^{пoж}_{об}$ – число пожаров на объекте конкретного вида, за период исследования;

T – период исследования, лет.

9. Экологический риск рассматривается в первую очередь как загрязнение атмосферы при пожарах, который определяется по формуле:

$$R^i_{экол}^{атм} = n^i_{пoж} \cdot \sum n^i_{ток.выб} , \quad (18)$$

где $R^i_{экол}^{атм}$ – риск загрязнения атмосферы при пожарах, тонн год⁻¹;

$n^i_{пoж}$ – прогнозируемое (ожидаемое) количество пожаров, пож год⁻¹;

$\sum n_{ток.выб}^i$ – суммарное количество выбросов токсичных веществ от сгоревшей пожарной нагрузки, тонн год⁻¹.

В соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 пожарная безопасность технологических процессов считается безусловно выполненной, если: индивидуальный риск $<10^{-8}$ на каждого человека в год; социальный риск $<10^{-7}$ на группу людей численностью не менее 10 человек в год.

Индивидуальный риск поражения человека при пожарах (взрывах) на тех или иных объектах в наиболее полной интерпретации может быть рассчитан в соответствии с формулой:

$$R = Qn(v) \cdot Q_{пр.л} \cdot (1 - P_{э.л}) (1 - PT.з) \leq 10^{-6}, \quad (19)$$

где $Qn(v)$ – вероятность пожара (взрыва) в здании (помещении);

$Q_{пр.л}$ – вероятность присутствия людей;

$P_{э.л}$ – вероятность успешной эвакуации людей;

$PT.з$ – вероятность эффективной сработки систем технической защиты в объекте.

Если принять, что $Q_{пр.л} = 1$, то:

$$R = Qn(v) \cdot (1 - P_{э.л}) (1 - PT.з) \leq 10^{-6}, \quad (20)$$

Требование обеспечения величины $R \leq 10^{-6}$ ещё больше усложняется в тех случаях, когда пожар уже произошёл, так как тогда:

$$R = (1 - P_{э.л}) (1 - PT.з) \leq 10^{-6}, \quad (21)$$

Очевидно, что в этом случае необходимо обеспечить, чтобы:

$(1 - P_{э.л}) \leq 10^{-3}$ и $(1 - PT.з) \leq 10^{-3}$. (В этом случае $P_{э.л} \leq 0,999$ и $PT.з. \leq 0,9999$).

Таким образом, снижение опасности риска поражения людей в возникающих экстремальных условиях связано не только с предотвращением возникновения пожара (взрыва) в объектах, но должно сопровождаться эффективными мероприятиями по поддержанию условий эвакуации и реализацией технических систем защиты людей с высоким уровнем эффективности и надежности.

Таким образом, анализируя информацию из доступных литературных источников, можно сделать вывод, что одной из наиболее часто употребляемых характеристик опасности пожаров является индивидуальный риск – вероятность (частота) поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности может быть выражена:

$$R = P(A), \quad (22)$$

где R – индивидуальный риск;

$P(A)$ – вероятность неблагоприятного события (пожара), которому подвергается индивидуальное лицо.

Нами [19-22] предлагается на основе методики В. Маршалла для городских поселений оценивать индивидуальный риск погибнуть в результате чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами для жителей административных территорий городов по формуле:

$$R_u^e = N \cdot T \cdot t / (n \cdot k \cdot p \cdot t_1), \quad (23)$$

где R_u^e – индивидуальный риск погибнуть при пожаре для любого жителя;
 N – количество погибших людей при пожарах за период исследования;
 T – число недель, проводимых жителем в муниципальном центре – 48 недель (30 дней отпуска);

T – число часов в неделю, когда житель подвержен опасности – 128 часов;

n – период времени наблюдения – лет;

k – количество жителей в городе;

p – число недель в году – 52 недели;

t_1 – число часов в неделю – 168 часов.

Индивидуальный риск стать жертвой любой степени тяжести при чрезвычайных ситуациях, связанных с пожарами следует рассчитывать по формуле:

$$R_u^m = (N + N_1) \cdot T \cdot t / (n \cdot k \cdot p \cdot t_1), \quad (24)$$

где R_u^m – индивидуальный риск быть травмированным любой степени тяжести при пожаре для любого жителя;

N – число погибших людей за анализируемый период времени – лет;

N_1 – число травмированных людей за анализируемый период времени – лет;

T – число недель, проводимых жителем в административном центре – 48 недель (30 дней отпуска);

T – число часов в неделю, когда житель подвержен опасности – 128 часов;

n – период времени наблюдения – лет;

k – количество жителей в городе.;

p – число недель в году – 52 недели;

t_1 – число часов в неделю – 168 часов.

Таким образом, анализ современной методологии оценки рисков, обусловленных пожарами, позволяет заключить, что имеющиеся подходы могут быть положены в основу при анализе пожароопасности городских агломераций и усовершенствованы нами с учетом временных характеристик.

Риски чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, являются емким интегрирующим понятием, фактически служит мерой опасности в современном обществе.

Список использованной литературы

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123 ФЗ от 22 июля 2008г.-М.:2008,-128с.
2. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. Учебное пособие.- М.:Деловой экспресс, 2004.-352с.
3. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техно-сфере, обществе и экономике. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2004. - 348 с
4. Алымов В.Т., Крапчатов В.П., Тарасова Н.П. Анализ техногенного риска: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Круглый стол, 2000. – 160с.: ил.
5. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А. К вопросу о вычислении рисков // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВИНТИ. – 2004.-Вып. 1. –С. 71-73.
6. Брушлинский Н.Н. Пожарные риски. Вып. 1. Основные понятия.- М.:ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 57с.
7. Брушлинский Н.Н., Исаева Л.К., Маринов С.И.и др. Эколого-экономические аспекты неуправляемых процессов горения на примере пожаров в зданиях. - М.: ВИПТШ, 1998. – 12с.
8. Брушлинский Н.Н., Исаева Л.К., Маринов С.И. и др. Управление экологическим риском при пожарах // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1992.-вып.2. – С. 28-39.
9. Гармышев В.В., Ширяева Н.К., Христюк И.М. Сравнительный анализ основных критериальных показателей социально-экономических последствий пожаров в городской застройке, на примере г. Иркутска // Вестник ВСИ МВД РФ. – 1999. - №3. – С. 42-50.
10. ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.-М.: ФГУ ВНИИПО МВД России. – 1998. – 93с.
11. ГОСТ Р 51901-2002. Анализ риска технических систем. - М.: Госстандарт России. – 2002. – 5с.
12. ГОСТ Р 51897-2002 Менеджмент риска. - М.: Госстандарт России.-2000.-18с.
13. Елохин А.Н., Елохин А.А. Проблема выбора критериев приемлемого риска.// Проблемы анализа риска 2004, Том 1, № 2. – С. 138-145.
14. Исаева Л.К. Проблемы оценки эколого-экономического ущерба от пожаров. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВИНТИ, 1990. - С.36-59.
15. Исаева Л.К., Серков Б.Б. Экологические последствия загрязнения воздуха при пожарах в жилых зданиях. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. - М.: ВИНТИ, 1992. - Вып. 2. - С.39-49.

16. Кузнецов А. А., Серёгина В. А. Усовершенствование методики расчёта индивидуального и социального пожарных рисков // Пожаровзрывобезопасность 2004 №2 – С. 54 – 55.
17. Латыпова О. В., Невдах Д. А. Методика определения экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного характера (пожаров). // Пожаровзрывобезопасность № 2, 2004. – С. 83-89.
18. Микеев А.К. Пожар. Социальные, экономические, экологические проблемы. – М.: Пожнаука, 1994. – 386с.
19. Тимофеева С.С., Гармышев В.В. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: Эколого-экономические и социальные последствия пожаров. Учебное пособие. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1999. - 135с.
20. Тимофеева С. С., Гармышев В. В., Малыхин А. В., Хисматулин С.Р. Социальные, экономические и экологические последствия пожаров в муниципальных центрах Сибирского федерального округа: анализ, оценка, прогноз. Монография. – Иркутск: ФГОУ ВПО ВСИ МВД России, 2010. – 169 с.
21. Тимофеева С. С., Гармышев В. В., Хисматулин С. Р. Оценка экологического риска пожаров в городских агломерациях (на примере г. Иркутск) и пути его снижения. Учебное пособие. – Иркутск: ФГОУ ВПО ВСИ МВД России, 2009. – 88 с.
22. Тимофеева С. С., Гармышев В. В., Хисматулин С. Р. Оценка пожарной и экологической опасности современного жилья в городских агломерациях Сибирского федерального округа // Вестник ИрГТУ. – 2010. - №7. С. 52-57.

УДК 614.84

Котельникова М.В., магистрант программы «Пожарная безопасность»
Малов В.В., к. техн. наук, доцент

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет

НЕФТЕБАЗЫ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИСТОЧНИК АВАРИЙНЫХ И ПОЖАРНЫХ РИСКОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ

Проведена инвентаризация нефтебаз, расположенных на территории Иркутской области. Составлена карта и просчитаны пожарные риски Жилкинской нефтебазы в г. Иркутске

Ключевые слова: инвентаризация, нефтебаза, пожарные риски

Добыча нефти ведется человечеством с древних времен. Сначала применялись примитивные способы: сбор нефти с поверхности водоемов, обработка песчаника или известняка, пропитанного нефтью, при помощи колодцев. Первый способ применялся еще в 1 веке в Мидии и Сирии, второй - в 15 веке в Италии. Но началом развития нефтяной промышленности принято считать время появления механического бурения скважин на нефть в 1859 году в США, и сейчас практически вся добываемая в мире нефть извлекается посредством буровых скважин. За сотню с лишним лет развития истощились одни месторождения, были открыты другие, повысилась эффективность добычи нефти, увеличилась нефтеотдача, т. е. полнота извлечения нефти из пласта. Но изменилась структура добычи топлива. Долгое время, находившуюся на первом месте нефтяную промышленность, обгоняет перспективная газовая. (Сейчас на уголь приходится только 15% тонн условного топлива, газ – 45 %, нефть – 40 %)

В России первые скважины были пробурены на Кубани в 1864 г. и в 1866 г. одна из них дала нефтяной фонтан с дебитом более 190 т в сутки. Тогда добыча нефти велась в основном монополиями, зависевшими от иностранного капитала. Механизация добычи была слабая, поэтому с целью получения максимальной прибыли разрабатывались наиболее перспективные в экономическом плане залежи. В начале 20 века Россия занимала первое место по добычи нефти. В 1901 - 1913 г. г. страна добывала приблизительно 11 млн. тонн нефти. Сильный спад произошел во время Гражданской войны. Но после национализации нефтяной промышленности были приняты чрезвычайные меры по восстановлению 20 разрушенных предприятий ввиду стратегического значения отрасли. К 1928 году

добыча нефти была снова доведена до 11,6 млн. тонн. Добыча нефти постепенно смешается на восток страны и в настоящее время Иркутская область стала регионом, где производится уже достаточно больших количеств нефти, построен нефтепровод Восточная Сибирь-Тихий океан, работают нефтеперерабатывающие заводы, создано множество нефтебаз, которые рассредоточены по территории Иркутской области и представляют собой источник потенциального риска.

Нефтебазы — это сложные многофункциональные системы с объектами различного производственно-хозяйственного назначения, выполняющие задачи бесперебойного и надежного обеспечения потребителей народного хозяйства нефтью и нефтепродуктами (далее нефтепродуктами); это самостоятельные предприятия, обеспечивающие необходимые условия приема, хранения и отпуска нефти и нефтепродуктов, регенерации масел, сбора и отгрузки отработанных нефтепродуктов.

Основными задачами нефтебаз являются:

- обеспечение бесперебойного снабжения потребителей нефтепродуктами в необходимом количестве и ассортименте;
- обеспечение сохранности качества нефтепродуктов и сокращение до минимума их потерь при приеме, хранении и отпуске потребителям.

Нефтебазы подразделяются:

По назначению — на перевалочные, распределительные и базы хранения:

- перевалочные нефтебазы в основном производят перегрузку (перевалку) нефтепродуктов с одного вида транспорта на другой, а также отгрузку нефтепродуктов распределительным нефтебазам и крупным потребителям;
- распределительные нефтебазы предназначены для приема нефтепродуктов всеми видами транспорта и отпуска нефтепродуктов непосредственно потребителям, в основном автотранспортом наливом и в таре;
- базы хранения осуществляют прием, хранение и периодическое освежение нефтепродуктов.

По транспортным связям: железнодорожные, трубопроводные, водные и глубинные нефтебазы:

- железнодорожные нефтебазы располагаются вблизи железнодорожных станций и получают нефтепродукты по железнодорожному тупику (ветке) наливом в вагонах-цистернах и в крытых вагонах в таре;
- водные нефтебазы получают нефтепродукты наливом и в таре в навигационный период морским или речным транспортом;
- трубопроводные нефтебазы размещаются при промежуточных и конечных насосных станциях магистральных трубопроводов и получают нефтепродукты через эти станции;
- глубинными называются распределительные нефтебазы, расположенные на значительном расстоянии от железных дорог и водных путей

и получающие нефтепродукты в основном автомобильным транспортом, а в некоторых случаях воздушным.

Основными показателями, характеризующими нефтебазы, необходимо считать: общую вместимость, годовой оборот, коэффициент оборачиваемости резервуаров, коэффициент использования и заполнения резервуаров.

Все нефтебазы в зависимости от общей вместимости и максимального объема одного резервуара делятся на следующие категории:

I категория - вместимостью свыше 100000 куб. м;

II категория - вместимостью свыше 20000 куб. м - до 100000 куб. м;

III а категория - вместимостью свыше 10000 куб. м - до 20000 куб. м, с максимальным объемом одного резервуара до 5000 куб. м включительно;

III б категория - вместимостью свыше 2000 куб. м до 10000 куб. м, с максимальным объемом одного резервуара до 2000 куб. м включительно;

III в категория - вместимостью до 2000 куб. м включительно, с максимальным объемом одного резервуара до 700 куб. м включительно.

Общая вместимость нефтебаз определяется как суммарный объем хранимых нефтепродуктов в резервуарах и таре. Объем резервуаров и тары принимается по их номинальному объему. При определении общей вместимости нефтебазы допускается не учитывать объемы следующих технологических резервуаров:

- промежуточные резервуары (приемные и сливные емкости) у сливноналивных эстакад и одиночных сливноналивных устройств;
- расходные резервуары котельных, дизельных электростанций и топливозаправочных пунктов, но не более 100 куб. м;
- резервуары для сбора утечек нефтепродуктов и аварийные;
- резервуары пунктов сбора отработанных нефтепродуктов общей вместимостью не более 100 куб. м (вне резервуарного парка);
- резервуары уловленных нефтепродуктов на очистных сооружениях производственной или производственно-дождевой канализации.

Годовой грузооборот составляет сумму объемов принятых в резервуары и отгруженных из них нефтепродуктов в течение года.

В зависимости от годового грузооборота нефтебазы делятся на 5 групп:

Таблица 1

Группа нефтебазы	Грузооборот, тыс. т/год
1	Свыше 500
2	Свыше 100 до 500 включительно
3	Свыше 50 до 100 включительно
4	Свыше 20 до 50 включительно
5	До 20 включительно

Отношение полезного объема резервуаров к их номинальному объему (далее - коэффициент использования резервуара) характеризует эксплуатационную вместимость резервуарного парка.

Значение коэффициента для различных резервуаров приведено в табл. 2.

Таблица 2

Номинальный объем резервуара м куб.	Значение коэффициента использования резервуаров для основных типов резервуаров		
	Без понтона	С понтоном	С плавающей крышей
До 5000 вкл.	0,85	0,81	0,80
От 10000 до 30000	0,88	0,84	0,83

Нефтебазы размещаются на территории, отведенной в соответствии с генеральным планом застройки.

На каждой нефтебазе должен быть государственный документ землепользования (землевладения).

Техническая оснащенность нефтебаз должна удовлетворять следующим требованиям:

- резервуарный парк – обеспечивать прием, хранение и отгрузку заданного количества и ассортимента нефтепродуктов;
- трубопроводные коммуникации – обеспечивать одновременный прием и отгрузку различных нефтепродуктов с сохранением их качества, т. е. не допуская смешения и потери качества;
- наливные и сливные устройства, а также насосное оборудование - обеспечивать выполнение слива и налива нефтепродуктов в установленном ассортименте.

Основным источником потенциальной опасности являются резервуары.

Резервуар – это герметично закрываемая или открытая искусственно созданная емкость, применяемая для хранения жидкостей или газообразных веществ, обладает накопительной функцией. Резервуары большой емкости делятся на следующие основные типы:

- Резервуары стальные горизонтальные (РВС) без понтона
- Резервуары вертикальные стальные с понтоном (РВСП)
- Резервуары горизонтальные стальные с плавающей крышей (РВСПК)
- Резервуары железобетонные заглубленные цилиндрические (ЖБР)
- Резервуары железобетонные заглубленные прямоугольные (ЖБР)



Рис. 1. Резервуары нефтебазы

Резервуары бывают: по расположению – наземные, полуподземные и подземные; по материалам изготовления – металлические, железобетонные, а также подземные (сооружаемые в толще отложений каменной соли). В нашей стране больше используют наземные металлические, полуподземные железобетонные резервуары, которые изготавливаются согласно ПБ 03-605-03. Наземные резервуары, как правило, металлические сварные. По форме бывают цилиндрические (вертикальные или горизонтальные), каплевидные и сферические.

Вертикальные стальные цилиндрические резервуары низкого давления («атмосферного» типа) проектируют с конусной кровлей, щитовой кровлей, сферическим покрытием. Резервуары с конусной кровлей изготавливаются емкостью от 100 до 5000 м³ (РВС 100 м³ – РВС 5000 м³), они назначены для хранения нефти и нефтепродуктов плотностью 0,9–1,0 т/м³ и внутренним давлением в газовом пространстве резервуаров 27 кН/м². Емкость резервуаров с щитовой кровлей от 100 до 20000 м³, в них хранят нефтепродукты плотностью до 0,9 т/м³. Резервуары со сферическим покрытием крупнее, по объему до 50000 м³ (РВС 50000 м³). Предназначены для хранения нефтепродуктов с плотностью до 0,9 т/м³. К резервуарам повышенного давления относятся вертикальные цилиндрические резервуары, в которых внутреннее давление в газовом пространстве от 27 до 93 кН/м². В стальных резервуарах специальных конструкций с плавающими стальными покрытиями, синтетическими понтонами, плавающей крышей, анти-

коррозионным покрытием и теплоизоляцией хранят светлые нефтепродукты.

Сферические резервуары применяются для хранения сжиженных газов и жидкостей. Для хранения газов под высоким давлением они сооружаются многослойными. В России строятся сферические резервуары емкостью от 300 до 4000 м³, рассчитанные на давление 0,25–1,8 Мн/см² с внутренним диаметром от 9 до 20 м и толщиной стенки до 38 мм. Наибольшее распространение в нашей стране получили сферические резервуары емкостью 600 м³.

Полуподземные резервуары сооружают обычно из железобетона емкостью от 500 до 30000 м³. Конструктивно они выполняются цилиндрическими (монолитные или со сборными стенкой и кровлей) и прямоугольными со сборными стенками и покрытием, а также траншейного типа.

Для межсезонного хранения нефтепродуктов (бензин, дизельное топливо, керосин) большое значение приобретают подземные емкости, сооружаемые в отложениях каменной соли на глубине от 100 м и ниже. Такие хранилища создаются путем размыва (выщелачивания) соли водой через скважины, которые используются впоследствии при эксплуатации хранилища. Максимальный объем подземной емкости в России 150 тыс. м³. Освобождение хранилища от нефтепродуктов осуществляется закачкой насыщенного раствора соли.

На рис 2. Представлена карта нефтебаз Иркутской области.

Резервуарный парк нефтепродуктообеспечения России, вместимостью около 22,5 млн.м³, включает в себя более 20000 резервуаров различной конструкции. Анализ распределения емкостей резервуарного парка показывает, что в практике наибольшее распространение получили резервуары вместимостью 100-700м³. Однако в период реконструкции резервуарных парков, происходит увеличение их емкости за счет строительства резервуаров вместимостью 1000-5000м³, а в последнее время -10000, 20000, 30000м³. Резервуар со стандартной крышей для хранения нефти и нефтепродуктов в отечественной практике получил наибольшее распространение. Например, в 1994г. в системе Главнефтепродукта «Роснефть» в эксплуатации находились 6040 резервуаров для хранения бензинов, общая вместимость которых составила 5,7 млн.м³ и только 1782 резервуара (30 %) общей вместимостью 1,8 млн.м³. были оснащены понтонами.

Проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов хранения нефти и нефтепродуктов до настоящего времени остаются не решенными. Так, по оценкам специалистов, до 20 процентов общих затрат на резервуарные парки приходятся на автоматические устройства пожаротушения, однако в нашей стране не зарегистрировано ни одного случая тушения пожара резервуара с помощью АУП. Кроме того, в зарубежных публикациях

нет каких-либо сведений об успешном применении пожарной автоматики хотя бы в целях рекламы фирмы-производителя.

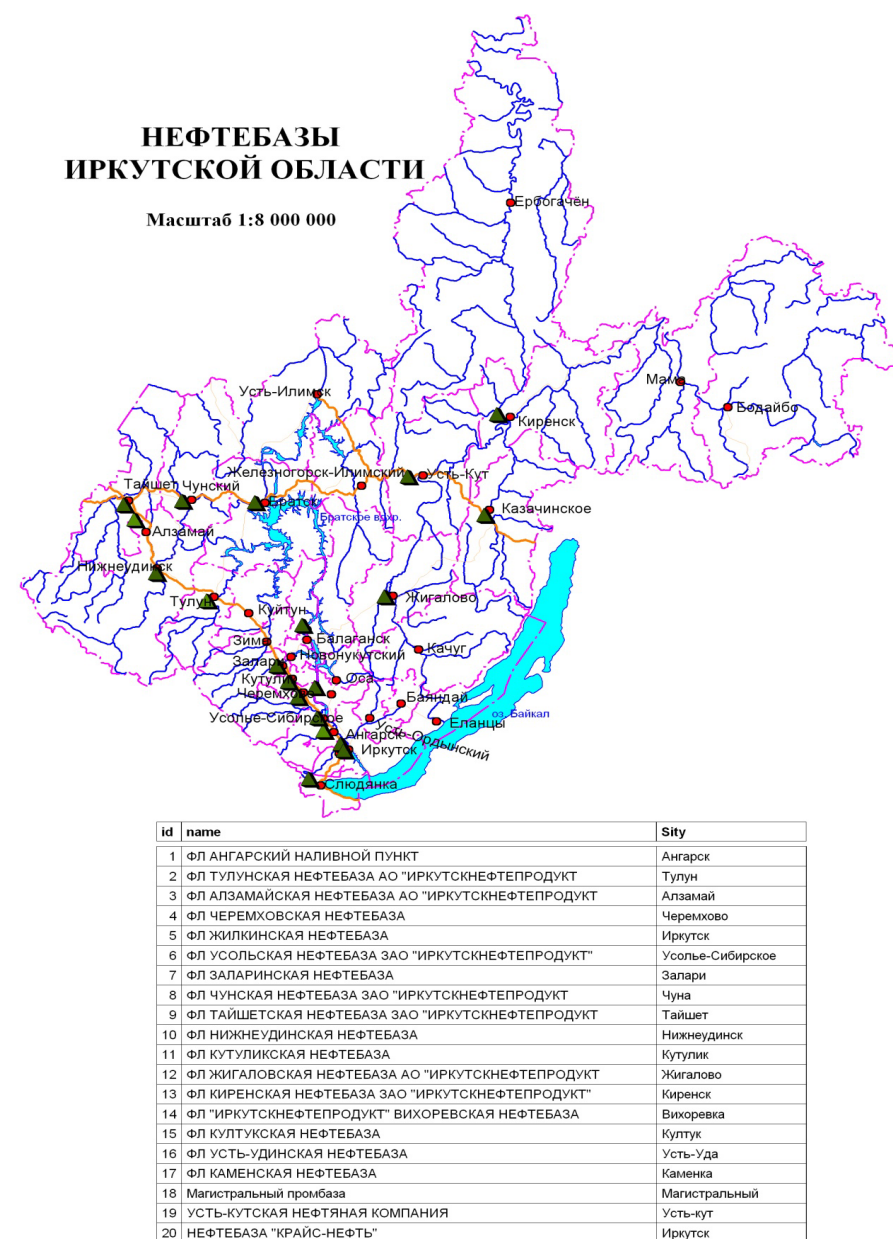


Рис. 2. Карта нефтебаз Иркутской области

Развитие градостроительства в России привело к тому, что многие взрыво-пожароопасные предприятия, в том числе более 500 нефтебаз, оказались в черте плотной городской застройки на огражденных производственных площадках. Из них 321 объект хранения больших масс нефтепродуктов находится в промышленных районах и 54 в жилых районах или центре городов, причем 20 – рядом с железнодорожными вокзалами. В непосредственной близости к жилым и общественным зданиям находится 38,4 процента нефтебаз. Производственные фонды нефтебаз, расположенных в городах, сильно изношены, а 90 нефтебаз построены в начале века.

Все это создает реальные предпосылки для возникновения чрезвычайных ситуаций.

Такая ситуация наблюдается в г. Иркутске, например Жилкинская нефтебаза находится в жилой застройке. Жилкинская нефтебаза расположена в Ленинском районе г. Иркутска, на левом берегу р. Ангара, в пос. Жилкино. База сдана в эксплуатацию в 1936 г. и занимает территорию-27,5287 га.

Жилкинская нефтебаза является самостоятельным предприятием и предназначена для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов. Согласно ВНТП-5-95, относится ко 2 категории, так как емкость резервуарного парка составляет 58127 м³ всех видов нефтепродуктов.

Жилкинская нефтебаза является перевалочно-распределительной, то есть на ее территории производится, не только распределение нефтепродуктов, но и их перевалка с одного вида транспорта на другой.

Отпуск нефтепродуктов производится как автомобильным транспортом, так и в нефтеналивные суда в период речной навигации с 20 апреля по 10 ноября. Нефтепродукт поступает железнодорожным транспортом. Основная часть территории нефтебазы занята резервуарным парком.

В процессе эксплуатации нефтебазы предусмотрено выполнение всех основных видов операций, проводимых нефтебазой:

- прием продуктов, доставляемых на нефтебазу железнодорожными цистернами и контейнерами в мелкой таре(бочках)
- хранение нефтепродуктов в резервуарном парке и хранилище
- отпуск малых количеств нефтепродуктов мелким потребителям через разливочные автоколонки и товарный склад
- отгрузка в мелкой таре.

Отпуск нефтепродуктов в нефтеналивные суда производится с причала, расположенного в 50 м от нефтебазы.

Жилкинская нефтебаза включает в себя 4 зоны:

1. Зона железнодорожных операций.
2. Зона водных операций.
3. Зона хранения
4. Оперативная зона
5. Зона вспомогательных технических сооружений
6. Административно-хозяйственная зона
7. Зона очистных сооружений.

Подъездные пути – асфальт и грунтовые дороги с гравийной засыпкой. По всей территории нефтебазы проложен кольцевой пожарно-хозяйственный водопровод диаметром 159 мм, на котором предусматривается 12 пожарных гидрантов. Давление в сети 2-2,5 атмосфер. Насосы-повысители установлены в насосной мясокомбината. Для целей пожаротушения предусмотрено 5 пожарных водоемов, общей емкостью 1150 м³. На берегу р. Ангара установлен пирс, предназначенный для 2-х пожарных

автомобиля. От реки проложено 2 сухопровода диаметром 150 мм и диаметром 200 мм, на которых смонтировано 7 «гребенок» с 3-я патрубками, каждая диаметром 77 мм. Охрану нефтебазы осуществляет ВОХР, на вооружении которого имеется пожарный автомобиль АЦ-40(131) и запас пенообразователя-60 м³.

Нефтебаза расположена в районе выезда СВПЧ-5 УГПС УВД Иркутской области и имеет с частью прямую телефонную связь. Расписанием выездов по Иркутскому гарнизону при пожаре на нефтебазе предусмотрен автоматический вызов № 3, согласно которого прибывает 11 пожарных автомобилей, а в навигационный период-пожарный катер.

Источники зажигания, характерные для резервуаров и резервуарных парков, по природе происхождения можно условно разделить на естественные, производственные и огневые. Происхождение естественных источников не зависит от людей и не связано с ведением технологических процессов (прямые удары молнии, вторичные проявления атмосферного электричества). Происхождение производственных источников связано с работой технологического оборудования и действиями людей по ведению технологических процессов(нарушения в электроустановках, статическое электричество, механические искры, самовозгорание пиррофоров). К огневым источникам могут быть отнесены непрерывно действующие технологические огневые устройства(факелы, огневые подогреватели), временные огневые работы(сварка, резка), не осторожное обращение с огнем(курение, костры). Умышленный поджог, а так же пожар или взрыв на соседнем сооружении или на прилегающей местности. В табл. 3. приведена ориентировочная классификация источников зажигания.

Распределение характерных источников инициирования взрывоопасной смеси на отечественных объектах хранения имеет следующую закономерность, в %:

Таблица 3

Распределение источников инициирования взрывоопасной смеси

Источники зажигания	%
при подготовке и проведении и ремонтных работ на резервуарах	23,5
атмосферное электричество	9,2
статическое электричество	9,7
неисправность электрооборудования	14,7
другие источники зажигания	42,9

Анализ 140 пожаров, происшедших на работающих резервуарах, показал, что основными источниками зажигания явились:

- разряды атмосферного электричества 22 случая
- электрические искры 23 случая
- фракционные искры 76 случаев
- открытое пламя и искры 76 случаев

- самовозгорание пирофорных отложений 19 случаев

Таблица 4

Классификация источников зажигания

Естественные	Производственные
атмосферное электричество:	электроустановки:
прямые удары	привод механизмов
вторичные удары	подогрев
землетрясения	освещение
статическое электричество	устройства теплоизоляции
Огневые:	Механические искры при:
самовозгорание пирофоров,	основных операциях
огневые	вспомогательных операциях
ремонтные работы	
не осторожное обращение с огнем	
умышленный поджог	
Пожар или взрыв:	
пожар внешний	взрыв внешний
излучение	разлет осколков
конвекция	ударная волна
искры	

Первичные (прямые удары) и вторичные (электростатическая и электромагнитная индукция), проявления атмосферного электричества являются наиболее распространенными причинами пожаров в резервуарах и резервуарных парках с нефтепродуктами. В большинстве случаев проявление атмосферного электричества является чрезвычайно мощным источником зажигания, который в отсутствии защиты от него способен поджечь горючие смеси как с наружи, так и внутри резервуаров.

Опасность поражения прямыми ударами молнии резервуаров определяется возможностью проплавления молнией металлических поверхностей, перегревом внутренних стенок этих поверхностей до температуры самовоспламенения паровоздушной смеси, или воспламенением паровоздушной смеси непосредственно от канала молнии за пределами резервуара. Канал молнии, имеющий температуру 20000 °С и выше, при непосредственном контакте, способен воспламенить любые горючие паровоздушные смеси, и именно это наиболее часто является причиной пожара. Пожары от ударов молнии возникают преимущественно при отсутствии молниезащиты или при наличии серьезных нарушений норм и правил при проектировании и эксплуатации средств защиты от молнии, а так же недостаточной эффективности существующих методов и норм по защите резервуаров и резервуарных парков.

Из проведенного анализа пожарной опасности можно сделать следующие выводы и предложения:

- пожаровзрывобезопасность газового пространства резервуаров с низкокипящими нефтепродуктами, в основном может быть обеспечена выводом концентрации паровоздушной смеси из области воспламенения за верхний предел.

- чтобы не допустить опасного разбавления бензина (его паровоздушной смеси) необходимо обеспечивать герметичность резервуаров.

- в соответствии с «Правилами технической эксплуатации металлических резервуаров и инструкции по их ремонту» резервуары, подлежащие осмотру и ремонту, должны быть полностью освобождены от нефтепродукта. Однако, в резервуаре имеется данный остаток, в том числе содержащий тяжелые компоненты. Правила не содержат конкретных рекомендаций по удалению мертвого остатка светлых нефтепродуктов, а рекомендуемые методы удаления тяжелых остатков столь не совершенны и трудоемки. Что работники резервуарного парка ищут более эффективное средство и применяют бензин, или другой светлый нефтепродукт в качестве растворителя.

- при ремонте резервуаров без их очистки, разрешаются проводить работы при создании условий, исключающих вероятность воспламенения горючих веществ, то есть при соблюдении мер пожарной безопасности. Однако, никаких технических рекомендаций по этому поводу не разработано.

- наработка на отказ резервуаров превышает нормативный срок службы равный 20 годам.

- высокая точность создаваемых в последнее время электронных уровнемеров позволяет использовать их в качестве сигнализаторов утечек нефтепродуктов из резервуаров, тем самым способствовать решению проблемы потерь нефтепродуктов и обеспечения взрывопожаробезопасности.

- нормы и правила предусматривают ограждения резервуарных парков и строгий пропускной режим на них. Эти меры призваны исключить проникновение посторонних лиц на территорию (в том числе и с целью поджога).

- пожары на резервуарах от воздействия смежных объектов указывают на их не совершенную противопожарную защиту.

- целесообразно применение молниезащиты в виде отдельно стоящих молниеотводов для каждого РВС, а не только при общей вместимости парка более 100000 м³, так как наибольшее число крупных пожаров от проявления атмосферного электричества произошло на вертикальных стальных резервуарах.

- решение проблемы статического электричества весьма сложно, поскольку в реальных условиях не всегда имеется возможность учесть многие факторы, влияющие как на образование, накопление, так и на отвод опасных разрядов статического электричества.

- ассортимент взрывозащищенного оборудования постоянно растет, однако возможности его широкого применения пока весьма ограничены, особенно по магнитным пускателям и распределительным устройствам.

- взрывы парогазовой фазы, гидродинамические истечения, утечки нефтепродуктов, не удовлетворительная защита газоуравнительных систем, относятся к особо опасным явлениям в процессе распределения пожаров в резервуарных парках.

- эти явления способствуют быстрому распространению пожара на большой площади, осложняют обстановку пожара, создают угрозу для личного состава пожарной охраны, увеличивают время тушения пожара, а в некоторых случаях делая тушение практически не возможным до выгорания основной массы горючего, увеличивая масштаб пожара и наносимый им материальный ущерб.

Предлагаемые мероприятия, направленные на обеспечение противопожарной защиты резервуарного парка светлых нефтепродуктов Жилкинской нефтебазы.

Вследствие проведенного анализа пожаров, происшедших на объектах нефтепереработки, выяснилось, что наиболее часто пожары возникали:

- 1) в резервуарных парках;
- 2) в насосных станциях;
- 3) на железнодорожных сливо-наливных эстакадах;
- 4) на автомобильных сливо-наливных эстакадах.

Наиболее распространёнными причинами пожаров стали нарушения правил пожарной безопасности, не соблюдение технологического регламента при работе с оборудованием, слабая техническая оснащённость, отсутствие автоматики.

Производственной пожарной экспертизой на Жилкинской нефтебазе выявлено ряд отступлений от действующих норм и правил.

По резервуарному парку:

- отсутствуют приборы контроля за уровнем нефтепродукта в резервуарах;

- отсутствует система орошения на резервуарах РВС-3000;
- имеются разрушения обволочения.

По сливо-наливным железнодорожным эстакадам:

- а) отсутствует система пожаротушения;
- б) нет ливневой канализации с гидрозатворами.

По насосным станциям:

- отсутствует установка пожаротушения;
- отсутствует АПС и производственная канализация.

В перспективах развития и реконструкции нефтебазы не заложены мероприятия на устранение этих нарушений и отступлений от норм, указанных выше, что создаёт явную угрозу возникновения и распространения пожара на большой площади, а в плотной городской застройке, где распо-

ложена Жилкинская нефтебаза, это не допустимо, так как создастся угроза для жизни людей, проживающих в частном секторе рядом с нефтебазой, промышленным объектам, пойме реки Ангара.

Предлагается выделить следующие мероприятия по противопожарной защите нефтебазы:

1. Сливно- наливные эстакады и причал:

- сливно- наливную железнодорожную эстакаду для светлых нефтепродуктов оборудовать установкой пенного тушения (основание: СНиП 2.11.03-93 п.8.7.)

- повысить предел огнестойкости колонн эстакад до 1 часа (ВУПП-88 п.5.1.)

- в середине эстакады для светлых нефтепродуктов установить 1 металлическую лестницу для обеспечения наиболее безопасной эвакуации обслуживающего персонала и обеспечения боевых действий подразделений пожарной охраны (основание: СНиП 2.11.03-93 п.5.8.)

2. Помещения насосных:

- помещения насосных по перекачке светлых нефтепродуктов оборудовать стационарной установкой пожаротушения с дистанционным пуском (основание: СНиП 2.11.03-93 п.8.5, табл.7.)

- помещения насосных оборудовать АПС (основание: СНиП 2.11.03-93 п. 9.4.)

3. Резервуарный парк.

- произвести капитальный ремонт разрушенного обволочения (основание: СНиП 2.11.03-93 п.3.6.)

- для перехода через обволочение предусмотреть лестницы- проходы, шириной не менее 0,7 м в количествах четырёх- для группы резервуаров и не менее 2-для отдельно стоящих резервуаров (основание: СНиП 2.11.03-93 п.3.11.)

- оборудовать патрубки на резервуарах клапанами- хлопушками для предотвращения разлива нефтепродукта (основание: ВНПБ 5-95 табл.11.

- обеспечить герметичность прокладок задвижек (основание: ВППБ 01-01-94 п.3.4.2.)

- оборудовать дыхательные устройства огнепреградителями (основание: ВНПБ 5-95 табл.11.)

- измерение уровня нефтепродукта в резервуарах выполнять только стационарными измерительными устройствами (основание: ВНПБ 5-95. Табл. 11.)

- выполнить защиту люка резервуара, через которое замеряется уровень нефтепродукта с помощью защитных колец или колодок из не искрящего материала (основание: ВППБ 01-01-94 п.3.4.5.)

- обеспечить плотность закрытия замерного люка после измерения уровня нефтепродукта вручную (основание: ВППБ 01-01-94 п.3.4.5.)

- оборудовать резервуары электронными уровнемерами и сигнализаторами предельного уровня разлива (основание: ВППБ 5-95 табл.11.)
- резервуары оборудовать клапанами КД и огнепреградителями (основание: ВНТПБ-95 п.4.3.11.)
- произвести окраску резервуаров изнутри для снижения расчетной температуры насыщенных паров (основание: ПТЭН. П.5.7.)
- технологические трубопроводы оборудовать несгораемой теплоизоляцией, защищённой от разрушения (основание: ВУПП-88 п.5.13.)
- обеспечить электроприводными задвижками, установленными вне обволакивания коренные задвижки с ручным приводом для дублирования (основание: ВУПП-88 п.4.11.)
- обеспечить герметичность мест прохождения трубопроводов через обволакивание (основание: ВУПП-88 п.4.13.)
- обеспечить 3- х. кратный запас раствора пенообразователя на 1 пожар (основание: СНиП 2.11.03-93 п.9, прил.3.)
- для хранения пенообразователя предусмотреть 2 резервуара (основание: СНиП 2.11.03-93 п.10, прил.3.)
- территорию нефтебазы оборудовать ручными пожарными извещателями. Основание: ВУПП-88 п.8.4.
- обеспечить расстояние не более 40 м от мест забора воды из пожарных водоёмов до резервуаров с ГЖ (основание: ВУПП-88 п.8.30.)
- приёмные колодцы водоёмов оборудовать площадками 12/12 (основание: ВУПП-88 п.8.31.)
- обеспечить расположение верха колодцев гидрантов выше отметки прилегающей территории (основание: ВУПП-88 п.8.32.)
- обеспечить расстояние между гидрантами не более 100 м (основание: ВУПП-88 п.8.32.)

4.Общие:

- обеспечить расстояние от товарно- сырьевого парка светлых нефтепродуктов до края проезжей части автомобильных дорог общей сети не менее 30 м. (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.1 табл.2.)
- обеспечить расстояние от товарно- сырьевого парка светлых нефтепродуктов до складских зданий для нефтепродуктов в таре, площадок для хранения нефтепродуктов в таре не менее 30 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.5, 2.6,табл.3.)
- обеспечить расстояние до водопроводных и насосных станций не мене 40 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.5, 2.6, табл.3.)
- обеспечить расстояние до пожарных постов и помещений для хранения противопожарного оборудования и огнегасящих средств не менее 40 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.5, 2.6, табл.3.)

- обеспечить расстояние до закрытых нефтеловушек вне здания площадью зеркала= 450 м² не менее 30 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.5, 2.6, табл.3.)
- обеспечить расстояние до буферных резервуаров и резервуаров-отстойников не менее 30 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.5, 2.6, табл.3.)
- обеспечить расстояние до зданий и сооружений с производственными процессами с применением открытого огня не менее 100 м (основание: ВУПП-88 п.2.12, табл.2.)
- обеспечить расстояние до края внутренних автомобильных дорог и проездов не менее 15 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.5, 2.6, табл.3.)
- обеспечить расстояние до технологических установок с производствами категории А и Б не менее 100 м (основание: ВУПП-88 п.2.12, табл.2.)
- обеспечить расстояние до объектов общезаводского назначения не менее 200 м (основание: ВУПП-88 п.2.3.)
- обеспечить не менее 2-х выездов с территории нефтебазы на автомобильные дороги общего пользования (основание: ВУПП-88 п.3.5.)
- выполнить уровень планировочной отметки проезжей части дороги выше отметки прилегающей территории на 0,3 м (основание: ВУПП-88 п.3.3.)
- выполнить ворота для железнодорожных выездов шириной не менее 4,9 м (основание: СНиП 2-89-80 п.3.14.)
- обеспечить ширину проезжей части по границам резервуарного парка и между группами резервуаров не менее 3,5 м (основание: СНиП 2.11.03-93 п.2.6.)
- произвести вспашку земли шириной не менее 5 м вдоль границы лесного массива вокруг парка (основание: ВУПП-88 п.2.10.)
- обеспечить проветриваемость зданий, расположенных на территории нефтебазы (основание: ВУПП-88 п.2.7.)
- исключить применение в озеленении территории нефтебазы деревьев и кустарников, выделяющих при цветении хлопья (основание: ВУПП-88 п.2.9.)
- не допускать посадку газонов в обвалованной территории резервуарного парка (основание: 2.11.03-93 п.2.18)
- обеспечить деление зон на кварталы. Основание: ВУПП-88 п. 2.6. обеспечить не менее 2-х въездов в обвалование каждой группы резервуаров (основание: ВУПП-88 п.3.7.)

Список использованной литературы

1. Правила технической эксплуатации нефтебаз от 19 июня 2003 года № 232
2. Туркин Б.Ф. Состояние пожарной безопасности. Тенденции и прогнозирование изменения обстановки с пожарами.//Пожарная безопасность, информатика и техника//.-М.:1997.-№1-с.46.
3. Гольдберг В.М., Мишин Ю.Ф. Перспективы реабилитации нефтезагрязнённых территорий на объектах нефтепродуктообеспечения // Транспорт и хранение нефтепродуктов: НТИС.- М.:ЦНИИТЭнефтехим,1994.-№10.-с.14-16.
4. Сучков В.П. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов // Транспорт и хранение нефтепродуктов: Экспресс- информация.-М.:ЦНИИТЭнефтехим,1995. Вып.3.-с.1-68.
5. Сучков В.П. и др. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий нефтепродуктообеспечения (ВППБ01-01-01-94).- М.:ЦНИИТ Энефтехим, 1995.-96 с.
6. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34 21 122-87.-М.: Энергоатомиздат, 1989- 23 с.
7. Гудцов И.Э. Способы и средства сокращения потерь нефтепродуктов из резервуаров.-М.:ЦНИИТЭнефтехим,1987.-51 с.
8. Блинов И.Г. Перспективы и методы сокращения потерь нефтепродуктов от испарения в резервуарах.-М.: ЦНИИТЭнефтехим,1990.- 52 с.
9. ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования». ГОСТ 12.1.004-91.-М.: Стандарты,1992.
10. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. ГОСТ 12.1.004-89.-М.: Стандарты, 1990.- 143 с.
11. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы. Госстрой России.-М.:ТПУПП, 1993.-24 с.
12. Зиневич А.М. защита трубопроводов и резервуаров от коррозии.- М.: Недра,1976.-228 с.
13. Никитин О.В. Средства и системы измерения количества нефтепродуктов.-М.:ЦНИИТЭнефтехим,1986.-48 с.
14. Волков О.М. Проблемы городских нефтебаз // пожарное дело.- 1994.№8-с.10-13.
15. Безродный И.Ф., Сучков В.П., Корневский А.Н. и др. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах (рекомендации).-М.: ВНИИПО МВД СССР,1991.- 48 с.
16. Смагин В.В. Авторское свидетельство 1731243 Б4№17 1992 г. Пенообразующий состав для тушения пожара.

17. Исаева Л.К. Проблемы оценки эколого- экономического ущерба от пожаров. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях.- М.ВИПТШ,1990.-с.2-36.

УДК 630.43

Боброва Н.Ю., магистрант программы «Пожарная безопасность»
Дроздова Т.И., к. техн. наук, доцент

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

*Приведен расчет индивидуального пожарного риска установки
обессоливания нефти на нефтеперерабатывающем заводе.*

Ключевые слова: пожарные риски, индивидуальный пожарный риск.

Обеспечение пожарной безопасности – одна из главнейших задач нашего региона.

По классификации МЧС России Иркутская область отнесена к субъектам 1 степени опасности. Кроме химически опасных объектов на территории области расположено около 50 взрывопожароопасных объектов. По территории области проходит 5 трасс нефтегазопроductопроводов, общей протяженностью 2567,7 км [1]. Протяженность линейной части магистральных нефтепроводов по территории области составляет: «Омск-Иркутск» – 642,15 км; «Красноярск-Иркутск» – 676,3км; «Восточная Сибирь -Тихий океан» – 970 км. Производительность нефтепроводов составляет до 90 тыс. тонн в сутки. Протяженность магистрального авиакеросинопровода «Ангарск - Иркутск» – 62,2 км с рабочим давлением 110 МПа, производительностью 1440 м³/ сутки. Магистральный этиленопровод «Ангарск - Зима» имеет протяженность 236 км. Среднесуточная производительность – 720 м³/ сутки [1].

По территории Иркутской области проходят три магистральных нефтепровода - «Омск-Иркутск» и «Красноярск-Иркутск» обеспечивают прием и подачу нефти Западно - Сибирских месторождений на НПС ОАО «Ангарская нефтехимическая компания», а магистральный нефтепровод

«Восточная Сибирь - Тихий океан», обеспечивает подачу нефти к морским портам Тихого океана и выход на рынки стран Азиатско - Тихоокеанского региона.

Наличие ПОО создает повышенные риски для территории и населения. Поэтому анализ и оценка пожарных рисков является важной задачей по обеспечению безопасности населения территории и персонала ПОО.

В соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ "О техническом регулировании" и постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 года N 272 "О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска" определен порядок оценки пожарных рисков.

Для определения расчетных величин пожарного риска на объекте необходимо:

- 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;
- наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

Расчетные величины пожарного риска являются количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта и ее последствий для людей.

Количественной мерой возможности реализации пожарной опасности объекта является риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара, в том числе: риск гибели работника объекта; риск гибели людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта.

Риск гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара на объекте характеризуется числовыми значениями индивидуального и социального пожарных рисков.

Пожарная безопасность считается обеспеченной, если выполнены все обязательные требования пожарной безопасности или величина индивидуального пожарного риска не превышает допустимую величину. За нормативное значение индивидуального пожарного риска принято значение $Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ [2].

На примере установки обессоливания углеводородов НПЗ произведем прогнозную оценку индивидуального пожарного риска для персонала.

Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для персонала, например, в здании насосной на установке обессоливания нефти. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия

опасных факторов пожара (далее – ОФП) на работника, находящегося на установке.

Частота воздействия ОФП определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья работников, находящихся в здании участка.

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому значению в соответствии с [2], если $Q_B \leq Q_B^H$
где Q_B – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B в здании насосной на установке рассчитывается по формуле:

$$Q_B = Q_{\Pi} \cdot (1 - R_{\text{ап}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - P_{\text{п.з}}), \quad (1)$$

где Q_{Π} – частота возникновения пожара в здании в течение года, определяется на основании статистических данных, $Q_{\Pi} = 6 \cdot 10^{-2}$; $R_{\text{ап}}$ – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения, $R_{\text{ап}} = 0,9$; $P_{\text{пр}}$ – вероятность присутствия людей в здании, $P_{\text{пр}} = 1$; $P_{\text{пр}} = t_{\text{функц}}/24$, где $t_{\text{функц}}$ – время нахождения людей в помещении в часах; $P_{\text{э}}$ – вероятность эвакуации людей; $P_{\text{п.з}}$ – вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Вероятность эвакуации $P_{\text{э}}$ рассчитывают по формуле:

$$P_{\text{э}} = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{\text{бл}} - t_{\text{р}}}{t_{\text{нэ}}}, & \text{если } t_{\text{р}} < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} < t_{\text{р}} + t_{\text{нэ}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_{\text{р}} + t_{\text{нэ}} \leq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ и } t_{\text{ск}} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_{\text{р}} \geq 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \text{ или } t_{\text{ск}} > 6 \text{ мин} \end{cases}, \quad (2)$$

где $t_{\text{р}}$ – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{\text{нэ}}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), принимаем $t_{\text{нэ}} = 0,4$ мин;

$t_{\text{бл}}$ – время блокирования путей эвакуации, мин;

$t_{\text{ск}}$ – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5).

Расчетное время эвакуации людей $t_{\text{р}}$ из помещения участка доводки определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу по упрощенной аналитической модели движения людского потока. Для этого при расчете весь путь движения людского потока подразделяют на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной l_i и шириной δ_i .

Делим участок доводки на отметке +1,000 на участки:

1 участок: $l_1=15\text{м}$, $\delta_1=4\text{м}$;

2 участок: $l_2=20\text{м}$, $\delta_2=3\text{м}$;

3 участок: $l_3=16,5\text{м}$, $\delta_3=2,5\text{м}$;

4 участок: $l_4=10\text{м}$, $\delta_4=5\text{м}$;

5 участок : $l_5=5\text{м}$, $\delta_5=3,5\text{м}$.

Расчетное время эвакуации людей t_p следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (3)$$

где t_1 — время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_2, \dots, t_5$, — время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути t_1 , мин, рассчитывают по формуле

$$t_1 = l_1 / v_1 \quad (4)$$

где l_1 — длина первого участка пути, м;

v_1 — скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин, определяемая в зависимости от плотности D .

Плотность людского потока на первом участке пути D_1 рассчитывают по формуле

$$D_1 = (N_1 \cdot f) / (l_1 \cdot \delta_1) \quad (5)$$

где N_1 — число людей на первом участке, чел;

f — средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной $0,1 \text{ м}^2$;

δ_1 — предполагаемая ширина первого участка пути, м.

$$D_1 = 6 \cdot 0,1 / 15 \cdot 4 = 0,01 \text{ м}^2/\text{м}^2 \Rightarrow v_1 = 100 \text{ м/мин},$$

Из формулы (4):

$$t_1 = 15 / 100 = 0,15 \text{ мин}$$

Скорость v_1 движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которую вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = q_{i-1} \delta_{i-1} / \delta_i \quad (6)$$

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.

Если значение q_i определяемое по формуле (6), меньше или равно $q_{\max}$, то время движения по участку пути t_i , мин, равно:

$$t_i = l_i / v_i \quad (7)$$

при этом значения $q_{\max}$, м/мин, следует принимать равными:

16,5 — для горизонтальных путей;

16,0 — для лестницы вниз.

С учетом формул (6) и (7) получаем: интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

$$q_2 = q_1 \cdot \delta_1 / \delta_2, q_2 = 0,01 \cdot 4 / 3 = 0,013 < q_{\max} = 16,5 \text{ м/мин} \Rightarrow \\ \Rightarrow t_2 = l_2 / v_2, t_2 = 20 / 100 = 0,2 \text{ мин};$$

$$q_3 = q_2 \cdot \delta_2 / \delta_3, q_3 = 0,02 \cdot 3 / 2,5 = 0,024 < q_{\max} = 16,0 \text{ м/мин} \Rightarrow \\ \Rightarrow t_3 = l_3 / v_3, t_3 = 16,5 / 100 = 0,165 \text{ мин};$$

$$q_4 = q_3 \cdot \delta_3 / \delta_4, q_4 = 0,02 \cdot 2,5 / 5 = 0,01 < q_{\max} = 16,5 \text{ м/мин} \Rightarrow \\ \Rightarrow t_4 = l_4 / v_4, t_4 = 10 / 100 = 0,01 \text{ мин};$$

$$q_5 = q_4 \cdot \delta_4 / \delta_5, q_5 = 0,015 \cdot 5 / 3,5 = 0,021 < q_{\max} = 16,5 \text{ м/мин} \Rightarrow \\ \Rightarrow t_5 = l_5 / v_5, t_5 = 5 / 100 = 0,05 \text{ мин};$$

из формулы (3)

$$t_p = 0,15 + 0,2 + 0,165 + 0,01 + 0,05 = 0,575 \text{ мин},$$

Таким образом, выполняется условие из формулы (2):

$$t_p + t_{\text{нэ}} < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \quad 0,575 + 0,4 < 0,8 \cdot 3, \text{ следовательно } P_3 = 0,999$$

При эвакуации важным параметром является время блокирования путей эвакуации $t_{\text{бл}}$, которое вычисляется путем расчета времени достижения ОФП предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.

Критическая продолжительность пожара $t_{\text{кр}}$, сек, рассчитывается по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей:

- по повышенной температуре:

$$t_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (8)$$

- по потере видимости:

$$t_{\text{кр}}^{n\text{в}} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

- по понижению содержания кислорода:

$$t_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (10)$$

- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения:

$$t_{кр}^{nz} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}}, \quad (11)$$

где В – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

t_0 – начальная температура воздуха в помещении, 22⁰С;

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени = 3;

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг·с⁻²;

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Q_n – низшая теплота сгорания материала, 23540 КДж/кг;

C_p – удельная изобарная теплоемкость газа, 1,068 КДж/(кг·К);

ϕ – коэффициент теплопотерь, 0,7;

η – коэффициент полноты горения, 0,95;

V – свободный объем помещения, м³;

α – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации, 0,3;

E – начальная освещенность, 50 лк;

$L_{пр}$ – предельная дальность видимости в дыму, 20 м;

D_m – дымообразующая способность горящего материала, 172 Н_п·м²/кг;

X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении кг/м³: $X_{CO_2}=0,11$; $X_{CO}=1,16 \cdot 10^{-3}$;

L_{O_2} – удельный расход кислорода, 1,7 кг/кг;

L – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала: $L_{CO_2}=0,679$ кг/кг; $L_{CO}=0,112$ кг/кг;

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \phi) \cdot \eta \cdot Q_n} \quad (12)$$

Общий объем помещения $V_{общ} = 253,8 \text{ м}^3$, свободный объем V определяется из условия, в соответствии с которым объем оборудования составляет 20% от общего объема:

$$V = V_{общ} \cdot 0,8 = 253,8 \cdot 0,8 = 203,04 \text{ м}^3 \quad (14)$$

Из формулы (12) с учетом (14) получаем:

$$B = \frac{353 \cdot 1,068 \cdot 203,4}{(1 - 0,7) \cdot 0,95 \cdot 23540} = 11,43_{кг}$$

Безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения определяем

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right) \quad (15)$$

где h – высота рабочей зоны, рассчитанная по формуле:

$$h = h_{\text{пл}} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta = 1,7 \text{ м} \quad (16)$$

$h_{\text{пл}}$ – высота площадки, на которой находятся рабочие, над полом, м;
 δ – разность высот пола, равная нулю при горизонтально его расположении,

H – высота помещения (отметка +1,000), 5,5 м.

Исходя из выражения (15), учитывая выражение (16) получаем:

$$Z = \frac{1,7}{5,5} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{1,7}{5,5}\right) = 0,47$$

Размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, определяем:

$$A = 1,05 \cdot \Psi_F \cdot V^2 \quad (17)$$

Ψ_F – удельная скорость выгорания горючих материалов, $0,0132 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$,

V – линейная скорость распространения, $0,004 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$

Отсюда, $A = 1,05 \cdot 0,0132 \cdot (0,004)^2 = 2,21 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$

Из формулы (8) получаем: $t_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{11,43}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - 22}{(273 + 22) \cdot 0,47} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 40 \text{ сек},$

Из формулы (10): $t_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{11,43}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{11,43 \cdot 1,7}{203,04} + 0,27 \right) \cdot 0,47} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 45 \text{ сек},$

И формулы (11): по CO_2 – $t_{\text{кр}}^{n_2} = \left\{ \frac{11,43}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 - \frac{203,04 \cdot 0,11}{11,43 \cdot 0,679 \cdot 0,47} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 0;$

по CO – $t_{\text{кр}}^{n_2} = \left\{ \frac{11,43}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 - \frac{203,04 \cdot 0,16 \cdot 10^{-3}}{11,43 \cdot 0,112 \cdot 0,47} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 38 \text{ сек};$

На основании полученных результатов минимальное значение критического времени будет равно:

$$t_{\text{кр}} = \min \{ t_{\text{кр}}^T, t_{\text{кр}}^{O_2}, t_{\text{кр}}^{CO} \} = \min \{ 40; 45; 38 \} = 38 \text{ сек}$$

Необходимое время эвакуации людей $t_{\text{бл, мин}}$, из помещения насосной установки определяется токсичным газообразным продуктом горения (СО) и составляет: $t_{\text{бл}}=0,8 \cdot 38/60=0,5$ мин.

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты $R_{\text{пз}}$, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{пз}} = 1 - (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{соуэ}}) \cdot (1 - R_{\text{обн}} \cdot R_{\text{пдз}}), \quad (18)$$

где $R_{\text{обн}}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{\text{обн}} = 0,8$;

$R_{\text{соуэ}}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{\text{соуэ}}=0,8$;

$R_{\text{пдз}}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{\text{пдз}}=0,8$.

$$R_{\text{пз}} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,87$$

Из формулы (2), учитывая (2) получаем:

$$Q_{\text{в}}=6 \cdot 10^{-2} \cdot (1-0,9) \cdot 1 \cdot (1-0,999) \cdot (1-0,87)=5,2 \cdot 10^{-7},$$

Таким образом получаем: $Q_{\text{в}}=5,2 \cdot 10^{-7}$, $Q_{\text{п}} = 4 \cdot 10^{-2}$, условие $Q_{\text{в}} \leq Q_{\text{п}}^{\text{н}}$ выполняется.

Из расчетов следует, что расчетная величина индивидуального пожарного риска не превышает нормативное значение, отсюда можно сделать вывод, что в помещении насосной установки обессоливания нефти не требуется разработка дополнительных противопожарных мероприятий, направленных на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре.

Рассмотренный в данной работе метод расчета времени эвакуации можно использовать для оценки необходимого времени для эвакуации персонала из рабочей зоны предприятий различных производств.

Список использованной литературы

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). ЕМИСС создана и введена в эксплуатацию в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 26 мая 2010 г. № 367.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена приказом МЧС России от 10 июня 2009 г. № 404) // Декларирование пожарной безопасности и оценка пожарного риска: Сборник документов. Серия 19. вып.2. Ч.4. – 3-е изд., исп. и доп. – М. : ЗАО НТЦ ПБ. 2011. – 322 с.

УДК 614.84

Комисарова Т.В., магистрант программы «Пожарная безопасность»
Дроздова Т.И., к. техн. наук, доцент

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

ОЦЕНКА УСЛОВНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

Проанализированы причины аварийных ситуаций на складе горючесмазочных материалов рудника Холбинский. Проведена оценка вероятности поражения человека при аварийных ситуациях.

Ключевые слова: аварийные ситуации, причины, склад горючесмазочных материалов

Обеспечение промышленной безопасности на пожароопасных объектах экономики является наиболее важной задачей. Склад горюче – смазочных материалов рудника Холбинский ОАО «Бурятзолото» относится к пожароопасным объектам. Он расположен в южной части промышленной площадки золотоизвлекательного комплекса п. Самарта. На складе предусмотрено хранение и выдача двух сортов топлива: А-80 и дизельного топлива. Завоз топлива на склад осуществляется автомобильными цистернами (бензовозами) объемом 17 м³.

На территории склада ГСМ расположены: насосная станция нефтепродуктов; технологические трубопроводы; резервуарный парк; здание операторной; АЗС – 2 ТРК (топливо раздаточные колонки). Кроме того, на складе ГСМ установлено:

20 резервуаров – общая емкость 1221 м.куб. в том числе:

- металлических вертикальных резервуаров – 1 емкость - 600 м.куб.
- металлических горизонтальных резервуаров – 19 емкость – 621 м.куб.

Прием нефтепродуктов автомобильным транспортом происходит через устройство слива посредством автомобильной эстакады. Откачка нефтепродуктов в резервуарный парк осуществляется 2 насосами, установленные в здании насосной станции. Марка насоса « 4Н6 2 А » производительность 130 м.куб./час, напор 260м.

Отпуск нефтепродуктов осуществляется через топливо раздаточные колонки: для бензина А-80 –1 ТРК; для дизельного топлива (летнее и зимнее)-1 ТРК.

Процессы хранения нефти и нефтепродуктов, их транспортировки являются взрывопожароопасными. Разгерметизация оборудования ведет к выбросу воспламеняющихся жидкостей, взрывопожароопасных паров с возможностью последующего воспламенения или взрыва.

Причины возникновения аварийных ситуаций на складе ГСМ можно условно разделить на три группы:

1. Отказы (неполадки) оборудования.
2. Ошибочные действия персонала.
3. Внешние воздействия природного и техногенного характера.

Рассмотрим возможные причины и факторы, связанные с отказом (неполадкой) оборудования. К ним можно отнести: физический износ; механическое повреждение; заводской брак; ошибки при проектировании и изготовлении.

Механическое разрушение оборудования в результате усталостных явлений, физического износа, ошибок при монтаже, изготовлении и ремонте может привести как к частичному, так и полному разрушению оборудования или трубопровода и возникновению аварийной ситуации любого масштаба.

Прекращение подачи электроэнергии может привести к нарушению нормального режима работы и созданию аварийной ситуации.

Все оборудование, используемое на складе ГСМ можно разделить по протекающим физико-химическим процессам и конструктивным особенностям.

Все типовые процессы, протекающие на установках, можно разделить на следующие типы: гидродинамические и массообменные.

Гидродинамические процессы связаны с обслуживанием оборудования: насосное и емкостное, а также трубопроводные системы (трубы различного диаметра, трубопроводная арматура).

Аварийная остановка насосов может привести к нарушению гидродинамического, теплового и массообменного режим системы. Отдельные элементы конструкции насосов обладают низким уровнем надежности (уплотнения) и могут послужить источником утечек горючих жидкостей, что в свою очередь может привести к локальным пожарам и взрывам, которые при несвоевременной локализации могут привести к эскалации аварии.

Трубопроводные системы являются источниками опасности из-за большого числа сварных, фланцевых соединений, запорной и регулирующей арматуры, условий эксплуатации, физико-химических свойств перекачиваемых жидкостей.

Причинами разгерметизации могут быть:

- остаточные напряжения в материале трубопроводов, в сочетании с напряжениями, возникающими при монтаже и ремонте, могут вызвать поломку элементов запорных устройств, прокладок, образованию трещин ;

- разрушения под воздействием температурных деформаций;
- гидравлические удары;
- вибрация;
- повышение давления выше предельно допустимого значения.

Массообменные процессы происходят в оборудовании разделения сложных смесей углеводородов (различных типов нефтепродуктов). Проводятся в крупногабаритном оборудовании (отстойники, резервуары дополнительного отстоя и т. д.) По характеру протекания массообменных процессов участвующие в них вещества не представляют опасности как источники внутренних взрывных явлений, но под влиянием внешних воздействий (механических повреждений, аварий на соседних резервуарах и т. д.) может произойти высвобождение больших количеств опасных веществ с образованием газовоздушных облаков больших размеров.

Коррозийное разрушение оборудования и трубопроводов чаще всего имеет локальный характер и не приводит к серьезным последствиям. Но при несвоевременной локализации может стать причиной дальнейшего развития аварии.

Основными источниками зажигания являются искры от электросварки или открытое пламя гарелок, фрикционные искры, бытовой огонь (несоблюдение пожарного режима курение, использование рабочими спичек, зажигалок), отсутствие или неисправность искрогасителей на двигателях внутреннего сгорания, использование приборов освещения и измерения загазованности во взрывоопасном исполнении.

Фрикционные искры появляются при применении искроопасного инструмента, при разрушении движущихся узлов и деталей, при применении рабочими обуви, подбитой металлическими набойками и гвоздями, при попадании в движущиеся механизмы посторонних предметов и т. д.

Механические повреждение. Механическое повреждение (особенно трубопроводов) чаще всего возникает при строительно-монтажных работах. Наибольшей опасности подвергаются внутренние технологические трубопроводы, проходящие по территории склада ГСМ.

Возможен так же и перелив резервуаров. Чаще всего эта причина возникает по ошибке персонала.

Кроме внутренних причин, влияющих на безопасность персонала, возможны причины и факторы, связанные с внешними воздействиями природного и техногенного характера.

Проанализируем возможных сценариев возникновения, развития и вероятности реализации аварийных ситуаций при эксплуатации оборудования на складе ГСМ.

На складе ГСМ возможны следующие типовые сценария развития аварий:

Группа сценариев, связанных с пожаром на резервуаре (С 1) сводится к следующим возможным авариям:

- взрыв паровоздушной смеси в резервуаре или в пространстве, окружающем резервуар; возгорание нефтепродукта в резервуаре;
- образование пожара на резервуаре;
- термическое поражение людей и рядом стоящих резервуаров;
- образование и распространение облако продуктов сгорания, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев, связанных с пожаром разлива (в пределах обваловки) (С2). Такие сценарии могут проходить по следующим этапам:

- частичное разрушение резервуара или частичное (полное) разрушение подводящего трубопровода (например в результате С 1);
- истечение нефтепродукта в обваловку;
- возгорание нефтепродукта ;
- образование пожара разлива в пределах обваловки;
- термическое поражение людей и рядом стоящих резервуаров;
- образование и распространение облака продуктов горения, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев (С3), связанных с взрывом облака топливно-воздушной смеси (ТВС) на открытом пространстве может включать следующие этапы:

- частичное разрушение резервуара или частичное (полное) разрушение подводящего трубопровода;
- истечение нефтепродукта в обваловку;
- испарение нефтепродукта и образование облака ТВС;
- распространение облака + источник зажигания;
- взрыв облака ТВС;
- барическое поражение людей, сооружений и оборудования;
- образование и распространение облака продуктов горения, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев (С 4), связанных с пожаром на автомобиле (автоцистерне):

- разрушение автоцистерны или частичное (полное) разрушение подводящего трубопровода;
- истечение нефтепродукта + источник зажигания;
- образование пожара разлива;
- перегрев автоцистерны с нефтепродуктом;
- взрыв паровоздушной смеси в цистерне;
- барическое поражение людей, сооружений и оборудования;
- термическое поражение людей, сооружений;
- образование и распространение облака продуктов горения, загрязнение окружающей среды.

Группа сценариев (С 5), связанных со взрывом ТВС:

- разрушение автомобильной цистерны или полное разрушение подводящего трубопровода;
- истечение нефтепродукта;
- испарение нефтепродукта и образование облака ТВС;
- распространение облака + источник зажигания;
- взрыв облака ТВС;
- барическое поражение людей, сооружений и оборудования.

Основные наиболее вероятные аварийные ситуации на складе ГСМ связаны с разгерметизацией автомобильной цистерны или топливного бака автомобиля. Рассмотрим эти сценарии.

Сценарий №1. Аварийный разлив нефтепродуктов при нахождении автоцистерны объемом 17 м³ на сливной площадке. Общая площадь площадки 76,5 м². Площадка отбортована по периметру.

Сценарий №2. Аварийная разгерметизация топливного бака автомобиля. При разгерметизации топливного бака грузового автомобиля произойдет разлив около 80 л. нефтепродукта, который распространится по площадке АЗС. Площадь разлива при этом, составит 16 м² при усредненной толщине остаточного слоя нефтепродукта равной 0,05 м.

Аварийные ситуации, возникшие от возможных источников чрезвычайных ситуаций, могут привести к образованию пролива нефтепродуктов. Разлив нефтепродуктов сопровождается образованием облака топливно-взрывоопасных смесей (ТВС), способных к воспламенению и распространению пламени. Такая ситуация может привести к поражению человека.

Условную вероятность поражения человека избыточным давлением при сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей на расстоянии r от эпицентра оцениваем по величине «пробит»-функции Pr (табл.1), исходя из значений ΔP и i . Для расчета величины «пробит»-функции Pr используем формулы:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln(V),$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i} \right)^{9,3}$$

где ΔP – избыточное давление, Па; i – импульс волны давления, Па•с.

Производим расчет на расстоянии 5 м; 50 м и 74 м от эпицентра взрыва.

$$V_{(5)} = \left(\frac{17500}{553480} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{1151,13} \right)^{9,3} = 4.63$$

$$V_{(5)} = \left(\frac{17500}{157150} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{238,66} \right)^{9,3} = 14.47$$

$$V_{(50)} = \left(\frac{17500}{8770} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{115,11} \right)^{9,3} = 5535.32$$

$$V_{(50)} = \left(\frac{17500}{4604} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{23,86} \right)^{9,3} = 75397.16$$

$$V_{(74)} = \left(\frac{17500}{5000} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{77.77} \right)^{9,3} = 239493.1$$

$$V_{(74)} = \left(\frac{17500}{2960} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{16.12} \right)^{9,3} = 4482663335.24.6$$

$$Pr_{(5)} = 5 - 0,26 \ln(4.63) = 4,6$$

$$Pr_{(5)} = 5 - 0,26 \ln(14.47) = 4,3$$

$$Pr_{(50)} = 5 - 0,26 \ln(5535.32) = 2,76 \quad Pr_{(50)} = 5 - 0,26 \ln(75397.16) = 2,08$$

$$Pr_{(74)} = 5 - 0,26 \ln(239493.1) = 1,78 \quad Pr_{(74)} = 5 - 0,26 \ln(4482663335.24.6) = -1.9$$

С помощью табл. 1 определяют условную вероятность поражения человека для наиболее вероятных сценариев.

Таблица 1

**Значение условной вероятности поражения человека
в зависимости от величины Pr**

Условная вероятность поражения, %	Величина пробит-функции Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Условная вероятность (для сценария №1: аварийный разлив нефте-продуктов при нахождении автоцистерны объемом 17 м³ на сливной площадке) поражения человека на расстоянии 5 м – 35%, на расстоянии 50 м – 2%, на расстоянии 74 м – 0%.

Условная вероятность (для сценария №2: аварийная разгерметизация топливного бака автомобиля) поражения человека на расстоянии 5 м – 25%, на расстоянии 50 м – 0%, на расстоянии 100 м – 0%.

Условную вероятность поражения человека тепловым излучением Q_{fPi} определяем по формуле

$$Pr = -14,9 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{1,33})$$

где t – эффективное время экспозиции, с; q – интенсивность теплового излучения, $\text{кВт} \times \text{м}^{-2}$, определяемая в соответствии с методом расчета интенсивности теплового излучения.

Величину t находим из выражения:

$$t = t_0 + x/u,$$

где t_0 – характерное время обнаружения пожара, с, (допускается принимать $t = 5$ с); x – расстояние от места расположения человека до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает $4 \text{ кВт} \times \text{м}^{-2}$, м; u – скорость движения человека, м/с (допускается принимать 5 м/с).

Отсюда,

$$\begin{aligned} t_{(5)} &= 5 + (74 - 5/5) = 78 \text{ с} \\ t_{(50)} &= 5 + (50 - 5/5) = 54 \text{ с} \\ Pr_{(5)} &= -14,9 + 2,56 \ln(78 \cdot 28,8^{1,33}) = 7,67 \\ Pr_{(50)} &= -14,9 + 2,56 \ln(54 \cdot 9,28^{1,33}) = 2,89 \end{aligned}$$

Для первого сценария на расстоянии 5 метров величина условной вероятности поражения тепловым излучением составляет 100%, на расстоянии 50 м – 1%. Для второго сценария на всех расстояниях (5, 50 и 74 м) условная вероятность поражения человека тепловым излучением равна 0%, так как величина теплового излучения не превышает безопасный уровень для человека.

Рассматриваемые методы расчета позволяют оценить возможность возникновения аварийных ситуаций на пожаро- и взрывоопасных объектах и предусмотреть план ликвидации последствий аварий и своевременное спасение персонала.

Для оценки и анализа пожарных рисков рекомендуем следующие документы:

- Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей .РД 03-409-01 (утв. Госгортехнадзором России 26.06.01)
- Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. Приказом МЧС России №404 от 04.07.2009), с изм
- Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (утв. приказом МЧС России №382 от 30.06.2009) с изм.

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

**ПОЖАРЫ НА СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА УГЛЯ
(ДОБЫЧА, ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА,
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ)**

Рассмотрена статистика пожаров на стадиях жизненного цикла угля от добычи до использования, история использования угля, пожароопасность угля, самовозгорание.

Ключевые слова: уголь, пожароопасность, самовозгорание, пожарные риски

Использование угля в истории человечества всегда играло значительную роль с самых древних времен до наших дней и имеет хорошую перспективу на многие годы вперед. По оценкам Международного энергетического агентства, при существующих темпах потребления разведанные мировые запасы по нефти будут исчерпаны уже через 30 лет, а газа – в ближайшие 50, в то время как запасов угля при самом интенсивном использовании хватит более чем на 200 лет [2].

Уголь впервые начал использоваться в различных частях мира в эпоху бронзы. В Китае начали использовать уголь для отопления и плавки в 475-221 до н.э. и до 18-го века Китай оставался крупнейшим в мире производителем и потребителем угля. В европейских хрониках впервые зафиксирован факт использования каменного угля для обогрева жилищ во Франции в 1095 году. В Германии добыча каменного угля началась в 1198 году. В США первые промышленные разработки каменного угля начались в 1740 году.

Начало промышленной революции в мировой истории тесно связано с изобретением парового двигателя во второй половине XVIII века, что вызвало резкое увеличение потребности в угле. Мировая добыча угля в 1900 г. по сравнению с 1800 г. увеличилась примерно в 50 раз и составила более 750 млн. тонн. К 1900 г. значительно возросло количество угледобывающих стран других континентов, в первую очередь США, которые вышли в лидеры угледобычи уже в конце XIX века.

Россия значительно позже других стран приступила к промышленному освоению своих угольных запасов[3]. Начало угледобычи было по-

ложено во второй половине XV века при Иване III, однако основное развитие эта отрасль получает лишь в период царствования Петра Великого. В 1698 году был открыт каменный уголь на берегах р. Донца. В 1722 году - на территории современного города Кемерово, в 1783 году - на Урале, в 1795 году - в Центральной России, в 1796 г. - в Иркутском бассейне. К концу XVIII в. - началу XIX в. в России открыли и начали разрабатывать 25 угольных месторождений.

Вторая половина XIX века, как во всем мире, так и в России характеризуется резким подъемом промышленности, при этом особенно интенсивно развиваются угольная, железорудная, нефтяная промышленности, чему способствовало бурное развитие сети железнодорожного транспорта. С 1855 года начинается официальная регистрация добычи полезных ископаемых. В этот год добыча угля в Российской империи составила 9 494 тыс. пудов. В 1888 году на Дальнем Востоке начал работу Сучанский казенный рудник, который обеспечивал углем Сибирскую военную флотилию и Добровольный флот. Через несколько лет начались разработки угля на Сахалине. В 1891 году начата разработка запасов углей на северо-востоке Якутии (Зыряновский угольный бассейн). С началом строительства Транссибирской магистрали был дан новый толчок к освоению природных богатств Сибири, в начале XX века были введены в эксплуатацию Танхойское, Харанорское и другие угольные месторождения.

К концу XIX века в связи с развитием металлургии, железнодорожного и водного транспорта потребность в угле резко повысилась. В 1893 году Министерством государственных имуществ подготовлен горный устав, который разделил Россию на семь горных областей: Уральскую, Западно-Сибирскую, Восточно-Сибирскую, Кавказскую, Южную Россию, Замосковную и Северную. В 1901 году начата добыча бурого угля на Волчанском месторождении на Урале, в 1905 году - в Канско-Ачинском бассейне, в 1907 - в Челябинском бассейне.

К началу XX века добыча угля в России возросла с 121 тыс. тонн в 1860 г. до 12 млн. тонн в 1900 г., а в 1913 году достигла почти 36 млн. т.

Первая мировая война (1914-1918 гг.), революции 1917 года и события Гражданской войны 1918-1922 гг. привели к резкому спаду промышленного производства. С 1921 года начал осуществляться план ГОЭЛРО, которым предусматривалось до 1930 г. восстановить и реконструировать разрушенные угольные шахты, построить более 50 новых шахт и довести в 1935 году добычу угля до 62,3 млн. тонн. За 1922-1928 гг. было построено 56 новых шахт со средней годовой мощностью 110 тыс. тонн. В 1928 году было добыто 33,9 млн. т угля, что на 22,6 млн. т, или в 3 раза больше, чем в 1922 году. В течение 1929-1940 гг. было построено 285 шахт общей годовой производственной мощностью более 100 млн. тонн.

Нападение Германии на СССР 22 июня 1941 г. привело к потере более 60% действующих мощностей по добыче угля. Перед угольной про-

мышленностью была поставлена задача - в максимально короткие сроки обеспечить добычу необходимого количества угля за счет ускоренного развития угледобычи в восточных районах. К концу 1944 г. добыча угля удвоилась по сравнению с довоенным временем. Начало 50-х годов XX в. было для СССР временем экстремального экономического развития. В 1956 г. добыча угля превысила 400-миллионный рубеж и составила 427,5 млн.т. В 1958 году СССР вышел на первое место по объемным показателям добычи угля - 503,3 млн.т. и почти полтора десятка лет удерживал преимущество в мире. В 1988 году в СССР достигнут максимальный за всю историю страны уровень добычи угля - 771,8 млн.т.

В конце 1980-х годов в экономике страны назревал общий хозяйственный кризис. Общее падение производства привело к значительному уменьшению потребности в угле. В период 1993-2004 гг. было закрыто 202 особо убыточных предприятия, в результате чего были ликвидированы производственные мощности по добыче угля, составившие около 90 млн т, а частичное выбытие мощностей составило 122 млн т. Рост вводимых мощностей начался с 2000 года. За период 2000-2006 гг. он составил 154 млн. т, в том числе 61 млн. т был получен за счет нового строительства и реконструкции предприятий.

Последние оценки резервов плюс вероятных ресурсов угля в мире колеблются от 1,8 до 2,7 трлн. тонн. Из них к подтвержденным извлекаемым запасам относят чуть более 900 млрд . тонн. По добыче и резервам угля в мире «большая десятка» стран такова [7] :

№ п/п	Страны	Добыча в 2011 году, млн тонн	Резерв разведанных запасов, лет
1	Китай	3520,0	38
2	США	992,8	245
3	Индия	588,5	105
4	Европейский союз	576,1	55
5	Австралия	415,5	186
6	Россия	323,5	Более 500
7	Индонезия	324,9	17
8	ЮАР	237,9	122
9	Германия	188,6	37
10	Польша	139,2	56

В 2011 г. за счет угля обеспечивалось около 27% мировых потребностей в энергии. По прогнозу Администрации энергетической информации США, к 2030 г. прогнозируется рост мирового потребления угля на 67%. Уголь остается (и останется еще надолго) важнейшим сырьем, входящим в энергетический и химический «базис» развитой технологической цивилизации.

Уголь, при всех своих полезных качествах, обладает рядом негативных особенностей. При его добыче, переработке, транспортировке и потреблении оказывается отрицательное воздействие на экологию. Одним из главных факторов, наносящих экологический ущерб, являются угольные пожары, а также взрывы угольной пыли и метана, приводящие также к человеческим жертвам и экономическим потерям. Ископаемый уголь стал основной энергетической базой индустриализации, а угледобыча источником первых крупных промышленных аварий.

В период промышленной революции XVIII–XX вв. типичными промышленными бедствиями стали аварии в шахтах. Одно из наиболее ранних упоминаний о групповой гибели шахтеров относится к 3 октября 1705 г., когда при взрыве в шахте «Gates head (Stony Flatt)» в графстве Дарем на севере Англии погибли 30 человек. В том же районе при взрыве в шахте «Fatfield» 18 августа 1708 г. погибли 69 шахтеров. Из ранних так же известна авария в английской угольной копи Felling близ г. Гейтсхед, в которой 25 мая 1812 года погибло 92 шахтера, причем 30 из них были дети и подростки в возрасте от 8 до 16 лет. В период с 1705 по 2010 официально зафиксировано более 50 аварий с общим числом погибших более 16000 человек. Самые крупные – в оккупированной Японией Манчжурии (шахта «Honkeiko», 1942 г., 1549 погибших), во Франции (шахта «Courrières», 1906 г., 1090 погибших), в Японии (шахта «Mitsubishi Nojo», 1914 г., 687 погибших) и в Китае (шахта «Laobaidong», 1960 г., 682 погибших).

В отечественном углепроме самая смертельная авария произошла 18.06.1908 г. в Малороссии Российской Империи – тогда в аварии на шахте № 4-4 бис Макарьевского (Рыковского) рудника в Юзовке погиб 271 рабочий. Во второй половине XIX века из 43 крупных угольных катастроф (с гибелью более 100 чел.) большинство произошли в наиболее индустриально развитых странах того времени: 19 – в Великобритании, 6 – в Германии и Польше, 5 – в США, 4 – в Бельгии, 3 – во Франции. За более чем 125 лет после первой большой угольной аварии 1812 г. к началу 1939 г. в мире произошло более ста угольных катастроф (с гибелью более 90 чел.), из них в США – 34, в Британской империи – 33, в Японии – 13, в Германии и Польше – 13, во Франции и Бельгии – 9. В первой трети XX века (1900-1933 гг.) 25 из 55 катастроф (с гибелью более 90 чел.) пришлись на США, 11 – на Японию, 8 – на Британскую империю, 7 – на Германию и Польшу, и по одной – на Францию, Мексику, Российскую империю и РСФСР. В середине XX века (1934-1966 гг.) зафиксировано 38 угольных аварии с гибелью более 90 чел., из них по 7 – в Японии и Китае, 6 – в Германии, по 3 – в США и Великобритании, по две – в Польше, Чехии, и Индии, и по одной – в Австрии, Бельгии, ЮАР, Югославии, СССР и РСФСР. В «затишье» с 1967 по 1991 гг. мир поразили 14 угольных катастроф (более 90 погибших), из них 6 – в Китае, и по одной в Родезии, США, Мексике, Индии, Колумбии, Япо-

нии, Турции и в Боснии и Герцеговине. На территории в границах бывшего СССР широко известно о семи авариях с числом жертв более 100 человек.

Наиболее значимые аварии 2005-2011 гг., связанные с самовозгоранием угля:

09.02.2005 - пожар и взрыв метана на шахте «Есаульская», Кемеровская область - 25 погибших;

08.09.2005 - взрыв метана шахтоуправление «Анжерское», «Кузбассуголь» - 5 погибших;

07.09.2006 - пожар на шахте «Центральная», Читинская область - 25 погибших, 36 пострадавших;

19.03.2007 - взрыв метана и угольной пыли на шахте «Ульяновская», г. Новокузнецк - 110 погибших;

24.05.2007 – взрыв метано-воздушной смеси на шахте «Юбилейная» - 39 погибших;

30.05.2008 - обрушение пород кровли на шахте им. Ленина, г. Междуреченск - 5 погибших;

11.12.2008 – взрыв в Расвумчоррском руднике, г. Кировск Мурманской области - 12 погибших;

09.05.2010 - взрыв на шахте «Распадская», г. Междуреченск, - 91 погибших, более 100 пострадали;

20.01.2013 - взрыв метана на шахте № 7, г.Киселевск - 8 погибших;

22.02.2013 - взрыв метана на шахте «Воркутинская», республика Коми - 19 погибших [1-7].

Значительная часть аварий в шахтах происходит из-за способности угля самовозгораться при определенных условиях. Угли, склонные к самовозгоранию, воспламеняются не только в естественных залежах, но часто в отвалах шахт или же прямо в стенках угольных карьеров. Практически на любом более или менее крупном месторождении имеются медленно тлеющие у поверхности угли. Если горение захватывает глубоко залегающие угольные пласты, масштабы данного процесса возрастают на несколько порядков, и он переходит в категорию настоящих природных катастроф.

Длительность подземного горения может быть различной в зависимости от мощности и глубины залегания угольных пластов, а также их нарушенности и водонасыщенности. За двадцать лет полностью выгорел каменноугольный пласт протяженностью 30 километров и мощностью 2,5 метра на месторождении Хамарин-Хурал-Хид в Монголии. Более полувека не стихает «пожар» под индийским городом Джхария в штате Бихар. С 1884 года горит угольный пласт в штате Огайо в США. Многие сотни лет происходит подземное горение углей в Австралии (штат Новый Южный Уэльс). По меньшей мере с начала XVIII века горят угли в Саарской области ФРГ (город Дудвайлер), на месторождениях Дудкаш в Афганистане и Демавенд в Иране.

География крупных угольных пожаров довольно широка, есть они и на территории России. Более двухсот лет происходит горение угля в районе села Кузнецово Амурской области; с некоторыми перерывами продолжается горение угля в безлюдных районах Сибири — на реках Вилюй и Нижняя Тунгуска. Фан-Ягнобское месторождения в Таджикистане, по оценкам Плиния, горит уже около двух тысяч лет.

Пожароопасными также являются отвалы из отработанной породы, существующие в больших количествах поблизости от разработок и углеобогатительных предприятий.

Способность угля к самовозгоранию особенно ярко стала проявляться с начала XIX столетия, когда интенсивное развитие получили перевозки больших масс угля на дальние расстояния морским транспортом. По данным агентства Ллойда, только в период с 1871 по 1880 год число известных случаев самовоспламенения, происходящего в британских зарегистрированных судах, насчитывало 152, при этом 68 единиц транспорта было полностью уничтожено [6].

В дальнейшем самовозгорание угля неоднократно приводило к пожарам на шахтах, угольных складах, при транспортировке угля морским, железнодорожным и автотранспортом, в местах его переработки, сжигания. Нередки случаи самовоспламенения.

В течение 1990 - 2005 гг. самовозгорание становилось причиной хотя бы одного крупного (с существенным материальным ущербом) пожара за год. Согласно статистическим данным ежегодно по причине самовозгорания происходит от 42 до 127 пожаров на транспорте. В угольных шахтах России с 1996 по 2000 г. возникло 99 пожаров из-за самовозгорания угля, то есть в среднем по 20 пожаров в год. Эта проблема также актуальна для ТЭС/ТЭЦ, пожары и взрывы на которых вызывают не только значительный материальный ущерб, но и могут приводить к социальным последствиям. Согласно данным МЧС России, только за 2011 год, произошло 490 пожаров по причине самовозгорания с общим ущербом 25486 тыс. рублей.

За период с 2007 по 2011 годы риски столкнуться с пожаром и погибнуть по причине самовозгорания характеризуется следующими цифрами [4]

По России

	2007	2008	2009	2010	2011
Риск столкнуться с пожаром	$4,46 \cdot 10^{-6}$	$4,21 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$4,07 \cdot 10^{-6}$	$3,43 \cdot 10^{-6}$
Риск погибнуть при пожаре	$7,73 \cdot 10^{-8}$	$4,23 \cdot 10^{-8}$	$2,11 \cdot 10^{-8}$	$4,2 \cdot 10^{-8}$	$2,1 \cdot 10^{-8}$
Риск погибнуть на пожаре, столкнувшись с ним	0,017	0,01	0,006	0,01	0,006

По Иркутской области

	2009	2010	2011
Риск столкнуться с пожаром	$3,19 \cdot 10^{-6}$	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$2,06 \cdot 10^{-6}$
Риск погибнуть при пожаре	0	0	0
Риск погибнуть на пожаре, столкнувшись с ним	0	0	0

Нередки случаи самовоспламенения угля при его транспортировке. Только в 2011 году пожарами уничтожено 7 единиц железнодорожного подвижного состава, повреждено 69.

6 октября 2006 года на станции Архара Хабаровского отделения Дальневосточной железной дороги в головной группе вагонов грузового поезда, состоящего из 71 вагона, было обнаружено возгорание бурого угля, в 20 вагонах наблюдался открытый огонь, в 16 — задымление.

9 ноября 2011 года при следовании грузового поезда №2872 (всего-64 вагона, груз – бурый уголь) на перегоне Тоннельный – Кундур 2-х путного электрифицированного Участка Архара – Хабаровск выявлено возгорание угля в группе из 11-ти вагонов.

16 февраля 2012 года на станции Челутай Заиграевского района Бурятии в товарном поезде, груженым углем, произошло возгорание 4 вагонов.

21 июля 2012 г в Комсомольске-на-Амуре на железнодорожной станции Сортировочная в отдельно стоящем грузовом вагоне вспыхнул уголь, причина – самовозгорание.

В 2010 году только в период с 21 октября по 6 ноября, на дальневосточной магистрали произошло восемь случаев воспламенения бурого угля в пути следования – в общей сложности в 62 вагонах.

Такие случаи, как правило, происходят весной и осенью, когда наблюдаются большие перепады между дневными и ночными температурами. Повышается относительная влажность воздуха, в угле происходят окислительные реакции, из-за чего идёт самонагревание и воспламенение.

Общепризнанной теории, объясняющей все многообразие явлений самовозгорания углей, пока не существует. В разное время выдвигались многочисленные теории, из которых самыми распространенными являются: пиритная, бактериальная, теория комплекса «уголь-кислород» и фенольная [6].

Пиритная теория объясняет самовозгорание углей наличием в них включений пирита, который под действием кислорода воздуха и воды переходит в сульфат железа со значительным выделением теплоты, нагрева-

ющей массу угля до температуры горения. Пиритная теория пользовалась признанием во второй половине XIX в. Дальнейшими наблюдениями было установлено много случаев активного самовозгорания углей, не содержащих пирита или включающих весьма малые его количества (малосернистые угли Кузбасса и др.). Поэтому в настоящее время пиритная теория признана несостоятельной.

Бактериальная теория считает начальной причиной нагревания угля процессы жизнедеятельности бактерий, способствующих окислению органического вещества углей. Позднейшими исследованиями доказано, что роль бактерий в процессе окисления угля настолько ничтожна, что не может вызвать даже и начальной стадии его самовозгорания.

Теория комплекса уголь-кислород получила самое широкое признание. Согласно этой теории, самовозгорание углей обусловлено развитием сорбционных процессов при поглощении углем кислорода воздуха и образование конечных продуктов окисления угля – углекислоты, окиси углерода, воды.

Фенольная теория основана на наиболее высокой способности фенола к окислению по сравнению со всеми достаточно изученными органическими соединениями угля. Это приводит к выводу, что кислород воздуха, прежде всего, действует на фенольные группы, присутствующие в органической части ископаемых углей.

Существование нескольких теорий самовозгорания углей обусловлено тем, что каждая из них достаточно обоснованно трактует ту или иную сторону вопроса, не рассматривая во взаимодействии многих факторов, от которых зависит самовозгорание угля. Молекулярный механизм окисления очень сложен и мало изучен. Молекулярная структура углей обуславливает их склонность к окислению и изменение механизма окисления по мере его развития.

Уголь – это минерализовавшиеся остатки растений, пролежавшие в толще земной коры миллионы лет. Образование угля происходило в низменной заболоченной местности, где древесина разлагалась и превращалась в топливо с низким, не более 50–60 %, содержанием углерода - в торф. Засыпанный осадочными породами торф постепенно превращался в бурый уголь, содержание углерода в котором выше, чем в торфе, а затем и в каменный уголь, содержащий от 76 до 92 % углерода.

При разработке угольных месторождений в угольную массу проникает кислород из воздуха и начинается реакция окисления с выделением тепла. При определенных условиях происходит самонагревание угля, в некоторых случаях приводящее к его самовозгоранию. Кислород начинает проникать в массу угля с момента начала разработки месторождения, процесс окисления продолжается при дальнейшем хранении и транспортировке угля.

У бурых углей количество боковых атомных групп велико, и они содержат много кислорода и водорода. Для окисления угля большое значение имеет вода, которая даже в небольшом количестве заметно ускоряет этот процесс. Вода ускоряет окисление угля при низких температурах, в этом случае оно происходит не за счет газообразного кислорода, а за счет более активного кислорода, растворенного в адсорбционных пленках на поверхности угля. Кроме того, набухание поверхностных слоев на стенках микротрещин производит расклинивание этих трещин и вызывает разрастание их сети в куске угля, что увеличивает реагирующую поверхность угля и соответственно ускоряет окисление. При низких температурах большая часть прореагировавшего с углем кислорода идет на образование воды, а другая часть на образование CO_2 . Максимальное количество кислорода удерживается углем при температуре 200 °С. При более высокой температуре образующиеся в угле окисленные атомные группы становятся менее устойчивыми и разлагаются с выделением главным образом углекислого газа. При температуре 400° кислород практически не удерживается углем и переходит весь в летучие продукты окисления.

Самонагревание – процесс естественного повышения температуры веществ в результате их окисления; переходит в самовозгорание, если температура достигает критического значения. Для успешной борьбы с самонагреванием и самовозгоранием необходимо уметь определять склонность углей к самовозгоранию, обнаруживать пожарные очаги в начальной стадии их зарождения и оценивать степень пожароопасности горных выработок. Основные физические условия самовозгорания угля: склонность к окислению; плохая теплоотдача и приток воздуха. При отсутствии хотя бы одного из этих условий самовозгорание не происходит. У каменных углей самонагревание начинается не сразу после соприкосновения угля с воздухом, а по истечении некоторого времени - инкубационного периода, продолжительность которого зависит от степени метаморфизма и внешних условий. Бурые угли не имеют инкубационного периода. Они начинают самонагреваться сразу после соприкосновения с воздухом. В течение инкубационного периода происходит низкотемпературное окисление, при котором уголь самоактивируется. Выделяющееся при этом тепло успевает рассеиваться. Затем наступает период самонагревания, когда вследствие ускорившегося окисления тепла выделяется больше, чем рассеивается. При достижении углем критической температуры скорость окисления увеличивается, температура возрастает и происходит возгорание.

Заключение

Исследования процессов самонагревания и самовоспламенения угля ведутся уже несколько десятилетий, создаются математические модели данных процессов, проводятся эксперименты, совершенствуются методики расчетов, корректируются нормативные документы. На основе построен-

ных моделей и в соответствии с развитием микроэлектроники модернизируются устройства для регистрации самовозгораний на все более ранней стадии. При этом необходимо учитывать, что не всякое самонагревание угля приводит к его самовоспламенению. Таким образом, для предотвращения самовозгорания угля при его добыче, транспортировке и хранении требуется разработка устройств, регистрирующих такое течение процесса самонагревания, которое с большой долей вероятности может привести к самовоспламенению.

Существуют методики, позволяющие оценивать пожароопасность различных сортов углей в лабораторных условиях, при этом на практике, как правило, применяются профилактические меры, основанные на рекомендациях нормативных документов (5). Основные усилия исследователей сосредоточены в области обнаружения очагов угольных пожаров на шахтах и в трактах углеподачи. При этом обеспечение пожарной безопасности процессов хранения, транспортировки и добычи угля открытым способом осуществляется, в основном, профилактическими методами. В то же время, как показывает практика, при таком подходе негативное влияние оказывает человеческий фактор – невнимательность, а то и безответственность персонала при соблюдении требований нормативных документов нередко приводит к пожару.

Сложности создания оптимальной системы автоматической противопожарной защиты на указанных объектах обусловлены с одной стороны, большими объемами хранящегося и перевозимого угля, что затрудняет использование температурных и инфракрасных извещателей, с другой стороны тем, что уголь хранится и перевозится в открытом объеме – это не позволяет с нужной эффективностью использовать дымовые извещатели и газоанализаторы. Тем не менее, дальнейшее углубленное изучение процессов самонагревания и самовозгорания угля, а также разработки все более совершенных специализированных пожарных извещателей способны предотвратить катастрофические последствия угольных пожаров, сберечь тысячи человеческих жизней, сохранить экологию и сэкономить значительные финансовые потери.

Список использованной литературы

1. Анализ причин эндогенных пожаров угольных шахт, Завиркина Т. В., Московский государственный горный университет, 2012, УДК 622.822.22
2. В.Д. Войлошников, И.А. Войлошникова. Книга о полезных ископаемых. М. Мир, Недра. - 1991. - 175с.
3. Мир солнечного камня. Сегодня и завтра ископаемого угля: М. В. Голицын, А. М. Голицын – Санкт-Петербург, Русский Миръ, Жизнь и мысль, 2010 г.- 224 с.

4. Пожары и пожарная безопасность. Статистический сборник. Статистика пожаров и их последствий. М., 2012

5. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ В УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ ПБ 05-618-03. Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.06.03 N 50, зарегистрированным Министерством юстиции Российской Федерации 19.06.03 г., регистрационный N 4737

6. Understanding self-ignition of coal. A literature study elaborated in cooperation of Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT) and Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM)

7. www.mininwiki.ru – шахтерская энциклопедия

УДК 66.013.62

Давыдкина О.А., магистрант программы «Управление рисками»

Хамидуллина Е.А., к. хим. наук, доцент

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАССЕЯНИЯ ХЛОРА В АТМОСФЕРЕ ПРИ ЕГО АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСАХ

С использованием программы «ТОКСИ+^{риск}» выполнено моделирование аварийных ситуаций на станциях водоподготовки питьевой воды при разгерметизации емкостей с хлором

Ключевые слова: хлор, аварийные ситуации, моделирование

Состояние дел в различных сферах обеспечения химической и биологической безопасности позволяет сделать вывод, что защищенность населения и окружающей среды на территории Российской Федерации от воздействия опасных биологических и химических факторов не доведена до уровня, при котором отсутствуют недопустимые риски причинения им вреда.

В Российской Федерации в настоящее время функционирует свыше 10 тыс. потенциально опасных химических объектов, относящихся к топливно-энергетическому комплексу, цветной и черной металлургии, химической, целлюлозно-бумажной, горнодобывающей и перерабатывающей, пищевой и другим отраслям промышленности и сельского хозяйства (при этом 70 процентов из них расположены в 146 городах с населением более

100 тыс. человек). Подавляющее большинство этих объектов было построено и введено в эксплуатацию 40 - 50 лет назад. При нормативном сроке эксплуатации до 15 лет химико-технологическое оборудование к настоящему времени многократно выработало свои ресурсы, морально устарело и физически изношено.

Крупномасштабные аварии на зарубежных химических предприятиях, которые унесли жизни сотен тысяч человек (Бхопал, Фликсборо, Мехико, Ионава, Севезо) заставили изменить взгляды на место химической опасности в ряду других видов техногенных угроз и приступить к формированию новых подходов к обеспечению химической безопасности в РФ [1].

Тенденция роста чрезвычайных ситуаций (ЧС) требует совершенствования способов и методов предупреждения и защиты населения в условиях возникновения ЧС. В России имеет место около 1500 ЧС в год, из них 70–75 % техногенного и 25–30 % природного характера. Несмотря на некоторое снижение роста ЧС техногенного характера проблема обеспечения безопасности в России в ближайшие десятилетия приобретает особую актуальность в связи с массовой выработкой проектного ресурса энергетических и промышленных производств, полная замена которых требует значительных материальных затрат [2].

ЧС на производственных объектах могут являться причиной выбросов опасных веществ (ОВ) в атмосферу, а это является одним из самых серьезных сценариев, по которому может развиваться аварийная ситуация. Высокая опасность токсичных выбросов обусловлена тем, что поражающее действие многих веществ проявляется при низких концентрациях их паров, поэтому зоны поражения могут иметь большую протяженность, охватывать большие площади.

Помимо больших пространственных зон поражения, выбросы в атмосферу ОВ обладают еще одним достаточно высоким фактором опасности, а именно, временным. В начальный момент, сразу после поступления вещества в атмосферу они могут распространяться со скоростью до нескольких десятков метров в секунду, а затем, уже в атмосфере облако ОВ будет перемещаться со скоростью ветра, т. е. порядка нескольких метров в секунду. При этом в первые секунды после выброса протяженность зоны поражения может составить несколько десятков метров, а по истечению нескольких минут – до нескольких сотен метров. С точки зрения вероятности поражения, эта скорость достаточно велика. И при отсутствии сигналов, оповещающих об опасности, либо в условиях, когда действия человека, попавшего в зону поражения, не будут адекватно соответствовать возникшей опасности, такой скорости распространения вполне достаточно, чтобы не оставить ему никаких шансов на спасение.

На территории Иркутской области функционируют более десяти водоочистных сооружений, суммарный запас хлора на которых, превышает

50 тонн. Часть из них находится в черте городской застройки, либо граничит с дачными кооперативами и производственными постройками. При этом необходимо отметить, что 49,6 % трубопроводов, по данным изложенным в Генеральном плане г. Иркутска за 2007 г., полностью изношены, что, по видимому, не может не сказываться на качестве питьевой воды, подаваемой населению [3].

На современных городских водоочистных сооружениях, подготовка воды для питьевых целей происходит, как правило, в два этапа. На первом этапе осуществляется осветление воды, на втором - ее обеззараживание. Принципиальная схема централизованной системы водоснабжения представлена на рис. 1.



Рис. 1. Принципиальная схема централизованной системы водоснабжения

Питьевая вода централизованных систем водоснабжения обязательно подвергается обеззараживанию. Существуют различные способы обеззараживания воды, но, в силу различных причин, зачастую применяют хлорирование [4].

Основной отличительной особенностью хлора является его способность консервировать обработанную воду в течение довольно продолжительных промежутков времени, что является одним из основополагающих факторов его применения в условиях изношенности отечественных водоводов. Неоспоримым преимуществом хлорирования являются надежность бактерицидного действия, простота технологического оборудования, относительная дешевизна самого реагента.

Для хранения и дозирования хлора в обрабатываемую воду на водоочистных станциях строятся специальные сооружения, называемые хлораторными. Как показывает практика, аварии, связанные с утечкой хлора, могут привести к серьезным последствиям и даже гибели персонала водоочистных станций и жителей близлежащих районов [4]. В табл. 1 приведены случаи аварий с хлором в России (по данным СМИ).

Таблица 1

Случаи аварий с хлором в России за последние 2 года

Дата	Число пострадавших	Описание аварии
04.07.2012	73 человека пострадали	Утечка при транспортировке 800-литрового резервуара с хлором. Неподалеку от места аварии находились жилые дома, вследствие чего ядовитым газом отравилось более 70 человек, среди которых 20 детей и беременная женщина
14.11.2012	3- погибли 10-пострадали	В результате разгерметизации хлоратора произошел аварийный выброс хлора на титановой хлораторной №4 цеха ОАО "Корпорация Верхне-Салдинское металлургическое производственное объединение "Ависма"
01.03.2013	30-пострадали	Авария произошла в цехе №13 предприятия «Сода-хлорат» по производству жидкого хлора.

После очистки на городских очистных сооружениях вода поступает в распределительные водопроводные сети. Значительная часть распределительных сетей настолько низкого качества, что они сами становятся источником загрязнения.

На водопроводную станцию жидкий (сжиженный) хлор доставляется в металлических сосудах: баллонах или контейнерах. На станции производится хранение, испарение хлора, приготовление хлорной воды и дозирование ее в обрабатываемую воду.

При небольших расходах хлора используют баллоны, емкостью 40 и 50 л, при обычных температурах в складах их вместимость по хлору составляет 50 и 62 кг. Емкость хлорного контейнера (бочки) составляет 800 л (около 1000 кг жидкого хлора). Контейнеры рассчитаны на прочность при расчетном давлении 1,5 МПа и температуре стенок ± 50 °С.

Емкости с хлором хранят в специальном помещении – расходном складе, обычно примыкающем к зданию хлораторной, но отделяемом от остальных помещений глухой стеной без проемов.

В соответствии с Федеральным законом ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» станции подготовки воды относятся к опасным производственным объектам III или IV классов опасности в зависимости от количества, находящегося там хлора. Органи-

зация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана провести всестороннюю оценку риска с целью укрепления «слабых мест» предприятия в сфере промышленной безопасности, а также сокращения предпосылок аварийных ситуаций. Прежде чем проводить оценку рисков, необходимо определить основные характеристики хлора как тяжелого ядовитого газа, выяснить характер воздействия на организм человека, возможные последствия поражения и способы защиты. Помимо этого, важно знать особенности рассеяния хлора в окружающей среде и наихудшие условия распространения его в атмосфере. Проблема моделирования распространения хлора в атмосфере не только актуальна, но и весьма сложна.

Целью работы являлось моделирование условий рассеяния хлора при его аварийных выбросах в атмосферу и выявление зависимостей параметров рассеяния от технологических особенностей выброса, метеоусловий, а также характеристик среды, где происходит выброс.

Хлор – желто-зелёный газ с резким характерным запахом, в 2,5 раза тяжелее воздуха. Температура кипения жидкого хлора - 34,1 °С. Хлор неплохо растворяется в воде: при 10° С в 1 л воды растворяется 3,15 л хлора, при 20° С – 2,3 л. Химически хлор очень активен, является сильным окислителем [5]. Хлор негорюч. Баллоны (емкости) могут взрываться при нагревании. Взаимодействие с металлами при увлажнении может вызвать образование воспламеняющихся (горючих) газов. Хлор поддерживает горение.

Таблица 2

Характер действия хлора на организм человека

Концентрация хлора в воздухе, мг/м ³	Действие на организм человека
1	2
3,0	Наименьшая концентрация, вызывающая слабые симптомы раздражения после нескольких часов пребывания человека в загазованном хлором воздухе.
10,3	Предел восприятия - самая низкая концентрация, воспринимаемая обонянием.
45,3	Минимальная концентрация, вызывающая раздражение гортани.
90,6	Минимальная концентрация, вызывающая приступы кашля.
1800	Потеря сознания при вдыхании.
3000	Смертельная концентрация при нескольких глубоких вдохах

Анализируя действие хлора на организм человека можно сказать, что он обладает сильным токсическим и раздражающим действием. Оказывает раздражающее воздействие на глаза и органы дыхания. При вдыхании вы-

зывает судорожный, мучительный кашель. В тяжелых случаях происходит спазм голосовых связок, отек легких. Оказывает сковывающее воздействие на центральную нервную систему.

Газообразный хлор раздражающе действует на влажную кожу, вызывая ее покраснение. При попадании на кожу жидкого хлора могут иметь место химические ожоги, обморожение.

Хлор относится к 2 классу опасности по ГОСТ 12.1.007. Предельно-допустимая концентрация хлора в воздухе рабочих помещений 1 мг/м^3 , в атмосферном воздухе населенных мест максимально разовая - $0,1 \text{ мг/м}^3$, среднесуточная - $0,03 \text{ мг/м}^3$ [6]. Характер действия хлора на организм человека в зависимости от его концентрации в воздухе приведен в табл. 2.

Средствами индивидуальной защиты от хлора являются средства защиты органов дыхания – фильтрующий противогаз марки ГП-5 с дополнительным патроном ДПГ-3, противогаз КД; легкий защитный костюм Л-1, резиновые перчатки, сапоги. Для аварийных бригад – изолирующие противогазы ИП-4М и спецодежда.

Моделирование рассеяния производили по Методике [7], реализованной в программном комплексе ТОКСИ+^{риск} (ГП «НТЦ Промышленная безопасность»).

Процесс выброса хлора в окружающую среду при разгерметизации оборудования может быть представлен в виде трех последовательных стадий:

- мгновенного испарения хлора;
- интенсивного кипения;
- квазистационарного кипения.

Мгновенное испарение хлора происходит за счет накопленной в нем теплоты перегрева, зависящей от температуры хранения, и характеризуется быстрым, в течение десятых долей секунды, переходом в газообразное состояние до 18 % жидкого хлора, содержащегося в сосуде (в условиях хранения жидкого хлора при температуре 293 °К). Мгновенно испарившимся хлором будет диспергирована и унесена в виде мелких капель жидкая фаза, которая войдет в состав газоаэрозольного хлорного облака. Количество диспергированной фазы может быть сравнимо с количеством образовавшегося хлоргаза и увеличивает массу первичного облака до ~36 % от общей массы хлора, содержащегося в разгерметизированном оборудовании.

Оставшаяся часть жидкого хлора, охлажденная до температуры его кипения при атмосферном давлении, продолжает кипеть вследствие теплопритока от поверхности контакта. Этот процесс, по мере охлаждения поверхности контакта замедляется в течение 15-20 мин и переходит в режим квазистационарного испарения, характеризующийся достаточно низкой интенсивностью образования хлоргаза. На стадии кипения в условиях

ограниченного пролива (в поддон, обвалование) испаряется в среднем от 1 до 1,5% общей массы хлора, содержащегося в сосуде.

Из сказанного, очевидно, что наибольшую опасность представляет стадия мгновенного испарения хлора. Образующееся на этой стадии паро-аэрозольное облако ввиду высокой плотности хорошо растекается и относительно слабо рассеивается. Растекающееся облако хлора за короткий промежуток времени способно охватить большую площадь с находящимися на ней производственными и административными объектами и привести к гибели людей. При этом необходимо учитывать, что находиться с подветренной стороны от места аварии также небезопасно, т. к. растекание облака происходит и против ветра [6].

Моделирование аварийной ситуации проводили при условии, что жидкий хлор находится в хлорном контейнере объемом 800 л при давлении 1,5 атм и при температуре окружающей среды, в аварии участвует единичная емкость, находящаяся на открытой площадке. Расчет рассеяния произвели по пороговой (0,6 мг·мин/л) и смертельной токсодозам (6 мг·мин/л) и рассмотрели сценарий аварии с полным разрушением оборудования с жидким хлором и его выбросом в окружающую среду.

Метеорологические условия, в которых происходит рассеяние облака, оказывают существенное влияние на размеры зоны распространения токсичного газа. Хлор относится к тяжелым газам и поэтому при его распространении большой вклад вносит гравитационное растекание и ветер в приземном слое атмосферы. В процессе рассеяния облака тяжелого газа выделяют две фазы. За гравитационным опусканием следует смешение с воздухом и рассеяние, но четкой границы у этих процессов, конечно, нет, считается, что смешение происходит постоянно, даже в период первоначального образования облака [8]. В начальный период гравитационного опускания увеличение скорости подмешивания воздуха будет максимально по сравнению с последующими периодами распространения облака (рис. 2). И, таким образом, концентрация опасного газа в ядре облака резко упадет в начальный момент времени (рис.3).

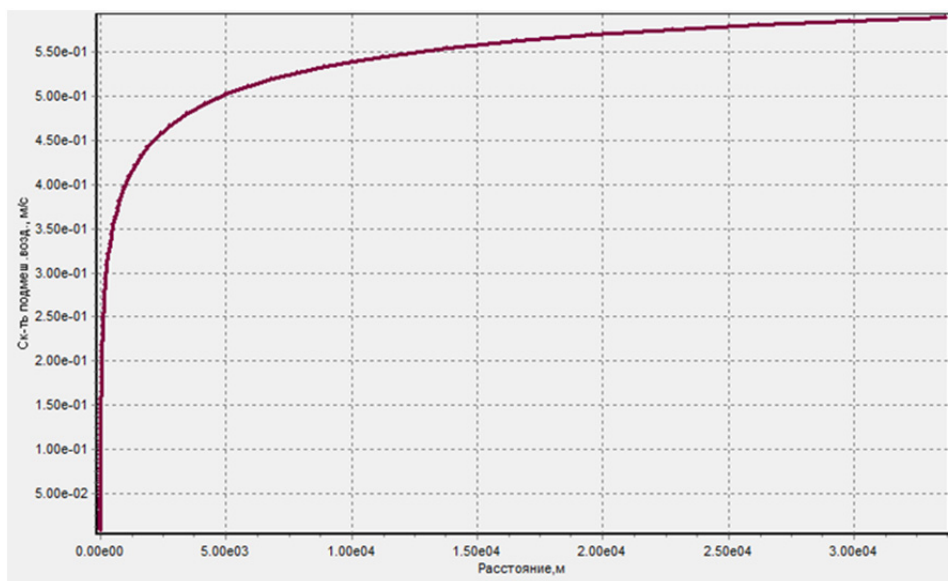


Рис. 2. Зависимость скорости подмешивания воздуха в облако газа от расстояния от места выброса

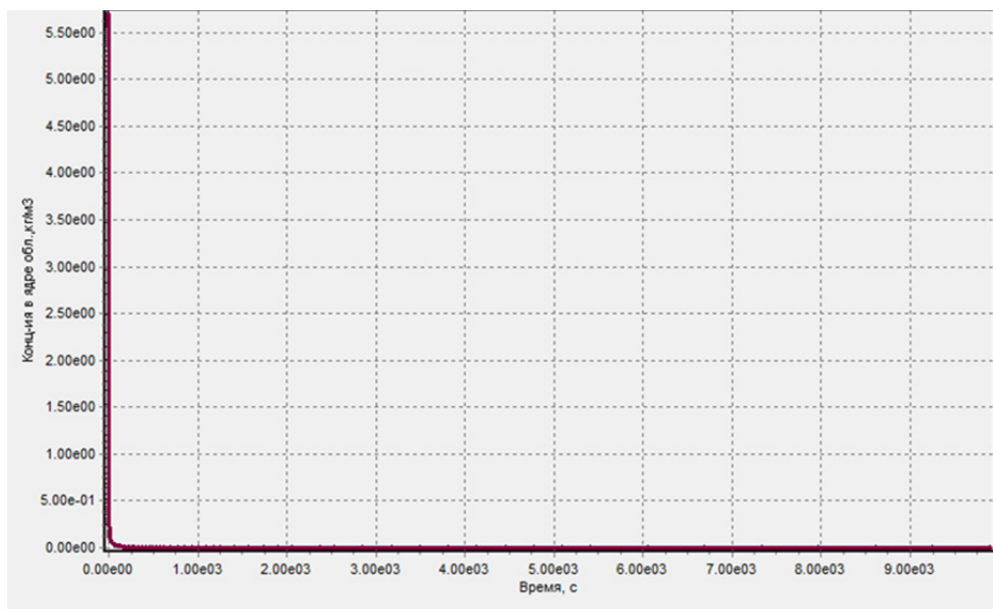


Рис. 3. Динамика изменения концентрации хлора в ядре облака со временем

Скорость распространения хлорного облака достаточно высока. Через 30 минут после аварийного пролива скорость его движения будет порядка 1,5 м/с и будет увеличиваться с течением времени (рис. 4).

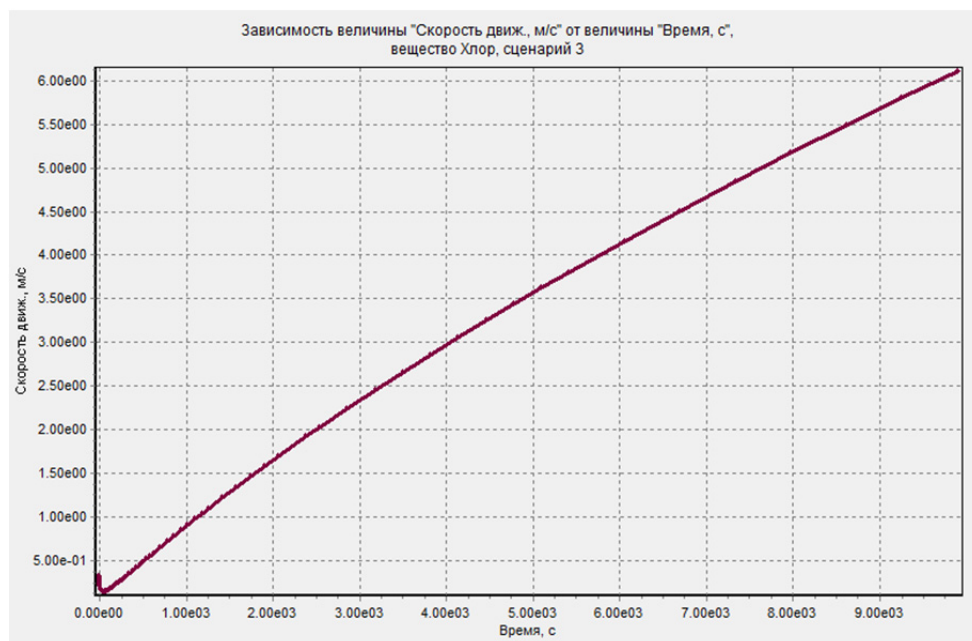


Рис. 4. Динамика изменения скорости движения хлорного облака со временем

Через 15 минут после аварийной разгерметизации хлорное облако будет иметь максимальный диаметр порядка 350 м. При этом его эффективная высота будет увеличиваться прямо пропорционально течению времени. На рис. 5 и 6 представлены зависимости размеров облака от времени.

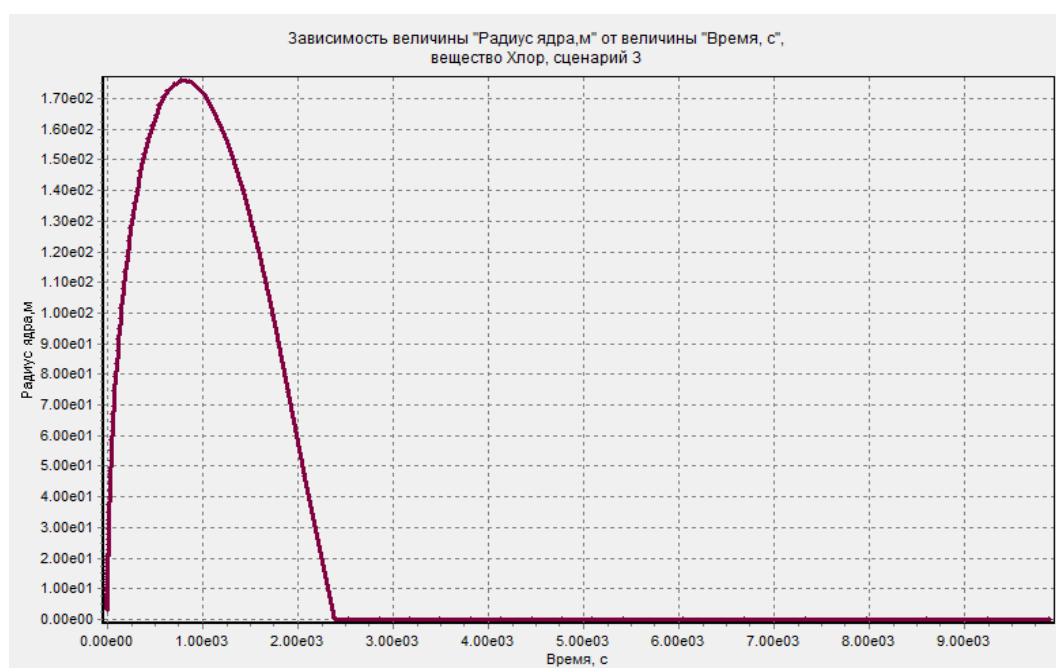


Рис. 5. Динамика изменения радиуса ядра хлорного облака со временем

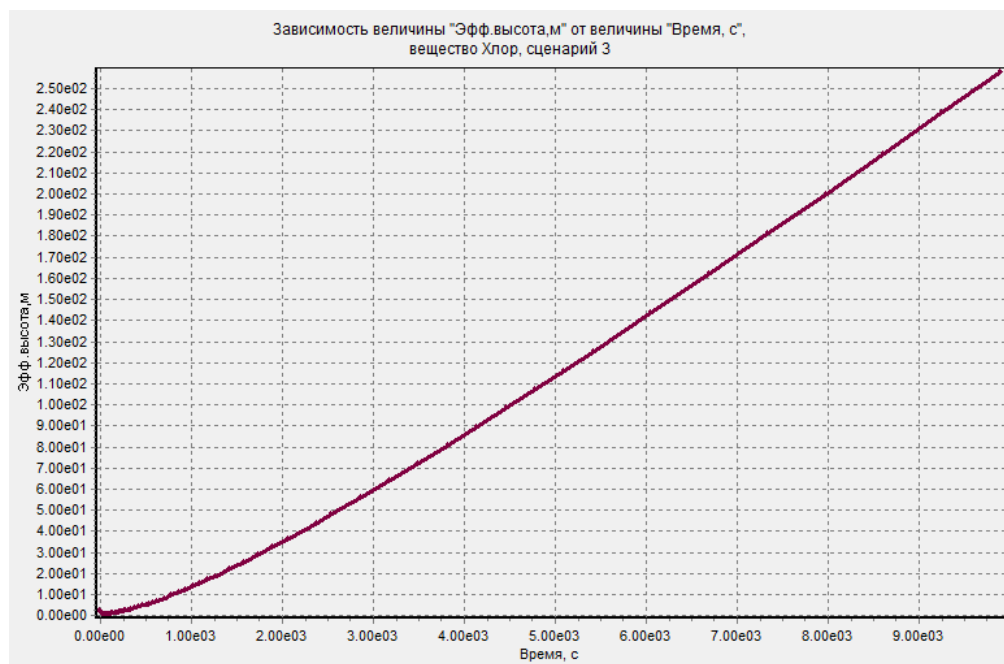


Рис. 6. Динамика изменения высоты хлорного облака со временем

Анализируя полученные зависимости, можно сказать, что первые 30 минут после аварийной разгерметизации являются наихудшим периодом времени. Персонал станции и люди, попавшие в зону поражения, будут находиться в ядовитом облаке высотой примерно с человеческий рост и постоянно растущим радиусом заражения.

Также рассмотрели влияние горизонтальной и вертикальной подвижности атмосферы на распространение облака, размеры которого определяются как испарением жидкой фазы, так и нагревом/охлаждением газовой фазы при смешении с воздухом. В табл. 3 представлена зависимость размеров зон поражения от скорости ветра на высоте 10 м.

Таблица 3

Зависимость длины зоны поражения от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	Длина зоны порогового поражения, м	Длина зоны смертельного поражения, м
1	721,3	210,9
2,8	625,9	145,5
4,6	594,3	126,8
6,4	533,3	111,6
8,2	528,6	107,2
10	526,9	103,6

Из полученных данных видно, что при скорости ветра 1 м/с длина зоны порогового поражения на треть больше, а длина зоны смертельного поражения в 2 раза больше, чем при ветре 10 м/с.

Скорость уменьшения концентрации облака до безопасных величин в значительной степени зависит от вертикальной устойчивости атмосферы. С высотой давление в атмосфере падает и этому способствует уменьшение температуры воздуха с высотой. Это явление, называемое вертикальным градиентом температуры, на низких высотах имеет значение $0,01\text{ }^{\circ}\text{C/м}$. В реальных условиях могут быть отклонения от этого значения. Когда температура с высотой увеличивается, вертикальный градиент будет отрицательным и это означает устойчивое состояние атмосферы. Положительный вертикальный градиент характерен для ясного дня, а отрицательный – для ясной ночи. Облачная или пасмурная погода препятствует развитию как неустойчивого, так и устойчивого состояния. В общем случае интенсивность рассеяния облака газа тем выше, чем больше значение вертикального градиента. В табл. 4 представлена зависимость размеров зон поражения при распространении облака хлора от стратификации атмосферы.

Таблица 4

Зависимость длины зоны поражения от стратификации атмосферы

Тип стратификации атмосферы	Длина зоны порогового поражения, м	Длина зоны смертельного поражения, м
A	447,9	106,3
B	490,1	118,1
C	538,1	131,7
D	574,5	141,9
E	585,7	143,4
F	652,7	162,3

Из полученных данных видно, что для класса устойчивости атмосферы A (конвекция, неустойчивая стратификация) размеры зон поражения существенно ниже, чем для класса устойчивости F (инверсия, устойчивая стратификация). Таким образом, при аварийном выбросе ночью в ясную погоду размеры ущерба будут существенно больше, чем при той же аварийной ситуации днем или в пасмурную погоду.

Еще один фактор, влияющий на скорость рассеяния облака – шероховатость подстилающей поверхности местности, где происходит рассеяние. Провели моделирование аварийной ситуации для различных вариантов этого параметра. Из полученных результатов (табл. 5) следует, что наличие в районе химически опасного объекта факторов, увеличивающих шероховатость земли, как то деревья, высокие кустарники, бетонные сооружения, не способствует рассеянию, уменьшает размеры зон поражения, что в свою очередь, защищает население. При определенном удалении химически опасного объекта от жилой зоны облако с опасной концентрацией может не дойти до жилого массива, «зацепившись» за преграды.

Таблица 5

Зависимость размеров зон поражения от шероховатости поверхности местности распространения облака

Тип местности, коэффициент шероховатости поверхности, $\square_0$	Размеры зоны смертельного поражения, по ветру/против ветра, м	Размеры зон порогового поражения, по ветру/против ветра, м
Равнинная местность, трава, 0.05	351/-72	897/-73
Деревья, заборы, 0.3	245/-80	821/-81
Леса, 0.9	188/-81	651/-84
Центры больших поселков, 1.3	172/-80	602/-83

Для подобранных наихудших метеоусловий рассеяния газового облака осуществили моделирование аварийной ситуации с полным разрушением хлорного контейнера и выходом жидкого хлора в окружающую среду для станции водочистки, расположенной в г. Иркутске. Полученные зоны распространения облака представлены на ситуационном плане на рис. 7.

Моделирование, результаты которого представлены на рис. 7, было выполнено с использованием двух разных моделей токсического поражения.



Рис. 7. Зоны распространения хлорного облака при сценарии полного разрушения контейнера с жидким хлором

Красным и синим цветом нанесены зоны токсического поражения, полученные с применением детерминированной модели поражения. Область поражения человека по этой модели устанавливается по значениям смертельной (красная зона) и пороговой (синяя зона) токсодоз. Темно-зеленым и желтым цветом показаны зоны поражения с 1 % и 99 % вероятностью смертельного поражения человека соответственно. Совместное ис-

пользование этих моделей позволяет увидеть более полную картину аварийного сценария выброса хлора.

Ясно, что процессы, приводящие к поражению большого количества людей за сравнительно небольшие промежутки времени должны изучаться.

Определение зон распространения опасных веществ при их аварийных выбросах является сложной задачей при оценке степени риска промышленных объектов. По понятным причинам экспериментальные исследования распространения опасных веществ в атмосфере затруднены. В связи с этим особую значимость приобретает математическое моделирование этого процесса и особенно его численное моделирование, как наиболее универсальный и достоверный способ получения информации.

Наращивание информационного потенциала, грамотности в области оценки и управления рисками, способов моделирования, анализа полученных результатов и применения их «на деле» даст возможность предупредить вероятные аварии на промышленных объектах, а значит сохранить чьи-то жизни.

Список использованной литературы

1. Постановление Правительства РФ от 27.10.2008 № 791 "О Федеральной целевой программе "Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009-2014 годы)»
2. Савчук О.Н. Определение потерь населения и сотрудников ГПС МЧС России при авариях на химически опасных объектах с учетом их действий на местности / О.Н. Савчук // Проблемы управления рисками в техносфере. - 2008. - № 2(6). - С. 16 – 22
3. Решение Думы г. Иркутска от 23.11.2005 № 004-20-180226/5 «Об утверждении программы строительства и развития инженерной инфраструктуры г. Иркутска на 2006-2010 годы»
4. Миклашевский Н.В., Королькова С.В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры. - СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, «Издательская группа «Арлит», 2000. - 240 с.
5. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. — Изд-во «Химия» Ленинградское отделение, - 1977. — 376 с.
6. Руководство по ликвидации аварий на объектах производства, хранения, транспортирования и применения хлора, Москва, 1997
7. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ (РД 03-26-2007). Серия 27. Выпуск 6 / Колл.авт. — М.: Научно-технический центр по безопасности в промышленности, 2008. — 124 с.
8. Маршалл В. Основные опасности химических производств. М.: Мир, 1989, с. 118.

Цветкун Н.В., магистрант программы «Управление рисками»

*Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет*

АНАЛИЗ ВЗРЫВА УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Рассмотрены причины взрыва угольной пыли на объектах теплоэнергетики. Просчитаны последствия ряда сценариев поражения ударной волной и предложены решения по минимизации последствий взрывов

Ключевые слова: угольная пыль, взрывы, ударная волна

На сегодняшний день теплоэнергетика является основой экономики и жизнеобеспечения любой страны и региона. Продукция теплоэнергетических предприятий необходима как для промышленного производства, так и для обеспечения цивилизованных условий быта населения.

За последние три года в Российской Федерации и в иностранных государствах на ведущих энергогенерирующих предприятиях произошло большое количество пожаров и возгораний.

Так, например серьезный пожар произошел 19 января 2010 года на ТЭЦ-3 в городе Барнауле. Оборудование Барнаульской ТЭЦ-3 включает пятнадцать котлоагрегатов. На теплоэлектростанции вырабатывается более половины необходимой Барнаулу электрической и тепловой энергии. Сообщение о пожаре на ТЭЦ-3 поступило в 14:08 по местному времени (11:08 мск), первое подразделение противопожарной службы прибыло на место спустя 10 минут. На момент прибытия первых пожарных горел транспортер топливного хода и верхний этаж главного корпуса. Пожару был присвоен третий ранг сложности.

Площадь возгорания составила 700 м². Причиной пожара явилось возгорание конвейера цеха подачи угля.

В ликвидации возгорания было задействовано двадцать единиц пожарной техники из десяти пожарных частей города. К 17:00 по местному времени пожар был локализован. Отключена одна из турбин. Для подачи теплоснабжения в дома, было проведено переключение домов с ТЭЦ-3 на ТЭЦ-2. Для максимального сохранения теплоснабжения, пришлось ввести ограничения по электроэнергии в ряде районов города. Проведен перевод потребителей электроэнергии на резервные источники, полностью тепло- и энергоснабжение в городе восстановили в течение суток.

22 сентября 2011 года, в Красноярском крае, в здании котельной завода «Красмаш», прогремел громкий взрыв, после которого началось возгорание.

Во время запуска элеватора для транспортировки угля, в коробе подачи угля загорелась и взорвалась угольная пыль. При пожаре пострадали три женщины, находившиеся в это время в котельной. С ожогами рук первой и второй степени, они были доставлены в ожоговый центр. Их состояние оценивается как легкой степени тяжести.

Возгорание было полностью ликвидировано за 15 минут. Несущие опорные конструкции здания, технологическое оборудование котельной и гибкая подводка серьезно не пострадали.

25 июля 2012 года, на первом энергоблоке угольной электростанции «Турув» в Польше произошел взрыв. Пожар, возникший в результате взрыва, распространился на второй энергоблок. Директор электростанции сообщил, что четыре блока остановлены, оставшиеся четыре блока работают при пониженной мощности, для поставок электроэнергии, никакой угрозы нет.

Причиной стало воспламенение угольной пыли, четыре работника электростанции получили ранения.

10 февраля 2013 года, в третьем часу ночи в бункере размером пять на пять метров котельного цеха Ново-Кемеровской ТЭЦ, загорелась угольная пыль. Совместными усилиями энергетиков и сотрудников МЧС пожар был ликвидирован в 5 час. 27 мин. Пострадавших нет. Оборудование станции не повреждено. По факту произошедшего инцидента даны поручения всем руководителям электрических станций провести дополнительную проверку котельного оборудования, трактов топливоподдачи, систем пожаротушения, а также провести дополнительный инструктаж оперативному персоналу по организации контроля за оборудованием и действиям в ЧС.

29 марта 2013 года на Украине в Донецкой области загорелась Углегорская теплоэлектростанция. Произошло возгорание угольной пыли. Огонь распространился на кровлю здания на площади около 1,5 тысячи квадратных метров. Людей сразу начали выводить из опасной зоны, вскоре были эвакуированы все сотрудники ТЭС. Для тушения пожара были задействованы 27 единиц техники Главного управления ГСЧС в Донецкой области.

В результате пожара на Углегорской ТЭС уничтожены четыре энергоблока, погиб один человек и пятеро пострадали.

Установлено, что на втором блоке произошло возгорание оборудования, которое перетирает уголь в пыль.

Семья погибшего рабочего получила единовременное пособие в связи с потерей кормильца, ей назначены ежемесячные выплаты по закону.

23 апреля 2013 года произошло возгорание угольной пыли на Яйвинской ГРЭС Пермского края. В 20.15 (18.15 мск) в оперативную дежурную смену краевого МЧС поступило сообщение о загорании в филиале "Яйвинская ГРЭС" по улице Тимирязева в поселке Яйве Александровского района.

Автоматически пожарно-спасательные подразделения выезжали по второму номеру сложности. По прибытию к месту вызова наблюдалось открытое горение угольной пыли в котельной между турбиной и котельным отделением в котлотурбинном цехе № 2. Общая площадь пожара на отметке 11,5 метра составила 30 квадратных метров. Огонь был потушен силами оперативного персонала "Яйвинской ГРЭС" и сотрудниками частной пожарной охраны объекта. От МЧС на месте работали 10 единиц техники и 31 человек личного состава. На подачу электроэнергии потребителям происшествие не повлияло. Погибших и пострадавших нет. Проведенная после ликвидации пожара проверка установила, что накануне в цехе по плановому регламенту проводилась очистка от угольной пыли. В результате возникшего электростатического разряда произошло ее самовоспламенение.

Во всех случаях одной из причин аварии являлось возгорание угольной пыли. Для оценки возможного создания и развития аварийной ситуации и опасного воздействия на персонал предприятия, проведем расчет, для определения условий создания аварийных ситуаций.

Рассмотрим решение поставленной задачи и определим возможные сценарии развития аварии.

Теоретически необходимое количество воздуха для горения 1кг угольной пыли при нормальных условиях V^0 , м³ (н.у.) / кг,

$$V^0 = 0,089 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_{л}^p) + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot O^p,$$

где C^p , $S_{л}^p$, H^p , O^p – соответственно процентное содержание углерода, серы, водорода и кислорода в угольной пыли по массе, %

$$V^0 = 0,0889 \cdot (46,5 + 0,375 \cdot 1,2) + 0,265 \cdot 3,3 - 0,0333 \cdot 14,7 = 4,528 \text{ м}^3(\text{н.у.}) / \text{кг}$$

Теоретически необходимое количество воздуха для горения 1кг угольной пыли при рабочих условиях $V_{p,y}^0$, м³/кг, определяем из уравнения объединенного газового закона состояния идеальных газов по формуле:

$$V_{p,y}^0 = V^0 \cdot P' \cdot T_{p,y} / (T' \cdot P_{p,y})$$

где T' – температура воздуха при нормальных условиях, К; $T_{p,y} = 273$ К;

P' – давление воздуха при нормальных условиях, кПа;

$P_{p,y} = 101$ кПа;

$T_{p,y}$ – температура воздуха при рабочих условиях, К; $T_{p,y} = 278$ К;

$P_{p,y}$ – давление воздуха при рабочих условиях, кПа;

$P_{p,y} = 98,9$ кПа.

При этом погрешность расчетов, возникающая вследствие несоответствия термодинамического состояния воздуха состоянию идеального газа, при относительно небольшом давлении не превысит 1 %

$$V_{p.y.}^0 = 4,53 \cdot 101 \cdot 278 / (273 \cdot 98,9) = 4,71 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Объем продуктов полного сгорания 1 кг угольной пыли V^0 , $\text{м}^3(\text{н.у.})/\text{кг}$, определим по формуле

$$V_{\Gamma}^0 = V_{c.\Gamma}^0 + V_{H_2O},$$

где $V_{c.\Gamma}^0$ и V_{H_2O} – соответственно объем сухих газов и объем водяных паров, образовавшихся при полном сгорании 1 кг угольной пыли, $\text{м}^3(\text{н.у.})/\text{кг}$.

Объем сухих газов $V_{c.\Gamma}^0$ и объем водяных паров V_{H_2O} , образовавшиеся при полном сгорании 1 кг угольной пыли, $\text{м}^3(\text{н.у.})/\text{кг}$, определяется по формулам:

$$V_{c.\Gamma}^0 = 0,0187 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_{\text{л}}^p) + 0,79 \cdot V^0 + 0,008 \cdot N^p,$$

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^0,$$

где, N^p – процентное содержание азота в угольной пыли по массе, %;

W^p – влажность угольной пыли, %.

$$V_{c.\Gamma}^0 = 0,0187 \cdot (46,5 + 0,375 \cdot 0,3) + 0,79 \cdot 4,53 + 0,008 \cdot 0,7 = 4,456 \text{ м}^3(\text{н.у.}) / \text{кг}$$

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot 3,3 + 0,0124 \cdot 22 + 0,0161 \cdot 4,53 = 0,712 \text{ м}^3(\text{н.у.}) / \text{кг}$$

$$V_{c.\Gamma}^0 = 4,456 + 0,712 = 5,168 \text{ м}^3(\text{н.у.}) / \text{кг}$$

Количество угольной пыли, которая могла сгореть в 1 м^3 воздуха, C_{max} , $\text{кг}/\text{м}^3$, определим по формуле:

$$C_{\text{max}} = 1/V_{p.y.}^0,$$

$$C_{\text{max}} = 1/4,71 = 0,212 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Минимальная взрывоопасная концентрация угольной пыли (нижний концентрационный предел взрываемости) C_{min} , $\text{г}/\text{м}^3$, определяется по формуле:

$$C_{\text{min}} = 8 \cdot 10^5 / q$$

$$C_{\text{min}} = 8 \cdot 10^5 / 16550 = 48,34 \text{ г}/\text{м}^3$$

Нижний концентрационный предел взрываемости угольной пыли находится в пределах 36...50 $\text{г}/\text{м}^3$.

Температуру продуктов сгорания угольной пыли определим по формуле:

$$T_{\Gamma} = T_{p.y.} + q \cdot C_{\text{max}} / (c \cdot \rho),$$

где q – теплота, выделяющаяся при сгорании 1 кг угольной пыли, $\text{кДж}/\text{кг}$;
 $q = 16550 \text{ кДж}/\text{кг}$

c – удельная теплоемкость воздуха, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$; $c = 1,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

ρ – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$.

$$T_{\Gamma} = 278 + 16550 \cdot 0,212 / (1,1 \cdot 1,2) = 1804 \text{ К}$$

Максимальное давление при сгорании угольной пыли в замкнутом пространстве P_{max} , кПа , определяем по уравнению изохорического процесса с учетом увеличения массы газообразных компонентов:

$$P_{\text{max}} = P' \cdot (T_{\Gamma} / T') \cdot (V_{\Gamma}^0 / V^0)$$

где V_{Γ}^0 / V^0 – коэффициент увеличения массы газообразных компонентов при сгорании угольной пыли.

$$P_{\text{max}} = 101 \cdot (1804 / 273) \cdot (5,17 / 4,53) = 762 \text{ кПа}$$

Возможная максимальная масса взорвавшейся угольной пыли в бункерном отделении, M , кг, определяется по формуле:

$$M = V_6 \cdot C_{\max},$$

где V_6 – свободный объем бункерного отделения, м^3 ;

$$V_6 = B_p \cdot \tau / \varphi \cdot k_{\text{зам}} = 118,8 \cdot 8 / 0,85 \cdot 0,8 = 1397,65 \text{ м}^3$$

$$V_6 = 1398 \text{ м}^3$$

$$M = 1398 \cdot 0,212 = 296,4 \text{ кг}$$

Объем, который должны занять продукты сгорания угольной пыли для ликвидации избыточного давления, V' , м^3 , определяется по формуле:

$$V' = V_6 \cdot (P_{\max} / P_{p.y}) + V_0 - V_6,$$

где V_0 – свободный объем здания, м^3 ; $V_0 = 67000 \text{ м}^3$.

$$V' = 1398 \cdot (762 / 98,9) + 67000 - 1398 = 76373 \text{ м}^3$$

Среднее давление внутри здания при равномерном распределении продуктов сгорания $P_{\text{ср}}$, кПа, определяем по формуле:

$$P_{\text{ср}} = P_{p.y} \cdot (V' / V_0).$$

$$P_{\text{ср}} = 98,9 \cdot (76373 / 67000) = 112,74 \text{ кПа}$$

Избыточное давление на наружные ограждающие конструкции при равномерном распределении продуктов сгорания $P_{\text{изб}}$, кПа равно:

$$P_{\text{изб}} = P_{\text{ср}} - P_{p.y}.$$

$$P_{\text{изб}} = 112,74 - 98,9 = 13,83 \text{ кПа}$$

Вывод: избыточное давление фронта ударной волны 13,83 кПа соответствует зоне средних разрушений.

Таким образом, на основании выполненных расчетов установлено, что:

- минимальная взрывоопасная концентрация угольной пыли составляет 36...50 г/м³;
- максимальная концентрация угольной пыли, полностью вступающей в реакцию с кислородом воздуха – 110 г/м³;
- максимальная масса угольной пыли, которая могла взорваться в бункерном отделении – 333 кг;
- среднее избыточное давление на наружные ограждающие конструкции при взрыве 333 кг угольной пыли в бункерном отделении 13,83 кПа, что характерно для зон среднего разрушения.

Сопоставляя результаты расчетов и характер имеющихся разрушений производственного здания предприятия можно сделать вывод, что причиной разрушений ограждающих конструкций здания являлся взрыв угольной пыли в бункерном отделении на отметке 23 метра, для скопления которой создались благоприятные условия. Данный взрыв классифицируется как химический объемный взрыв аэровзвеси, для которого характерно наличие первоначального взрыва, относительно небольшой мощности, спровоцировавшего возмущение осевшей пыли с последующим развитием более мощного взрывного процесса.

К образованию первоначального энергетического толчка, который способствовал взрыву взвеси угольной пыли, могли послужить следующие причины:

а) статическая искра - образуется при разряде энергетического потенциала, обусловленного накоплением электрических зарядов на трущихся поверхностях (транспортная лента и другие подвижные элементы технологического оборудования).

б) электрическая искра – образуется при разряде энергетического потенциала, обусловленного действием электродвижущей силы (ЭДС) в электрических сетях и электроприборах (размыкание электрических контактов, недостаточная изоляция проводников тока и т. п.)

в) искра, образующаяся при ударе (падение тяжелого предмета)

г) нагретое тело - источник повышенной температуры (разогревшиеся элементы технологического оборудования)

д) самовозгорание угольной пыли – образование очагов горения (тления) в слежавшейся пыли.

е) открытое пламя – открытый источник огня (несоблюдение правил пожарной безопасности обслуживающим персоналом).

В целях предупреждения взрыва угольной пыли в системах топливоподачи котельных и ТЭЦ должны быть предусмотрены следующие мероприятия:

- организована принудительная система вентиляции помещений, в которых происходит выделение угольной пыли;

- установлен график текущей и генеральной уборки пыли в помещениях с периодичностью, обеспечивающей предотвращение скопления угольной пыли;

- использовать в системах топливоподачи и помещениях, в которых происходит пыление угля только искрозащищенное электрооборудование и инструменты, не дающие искры при ударе;

- не производить работ, связанных с использованием открытого огня или нагретых предметов (сварка, пайка и т. д.) при наличии скоплений угольной пыли;

- при работе использовать спецодежду, не накапливающую электростатический заряд (из хлопка и подобных материалов);

- предусмотреть возможность повышения относительной влажности в помещениях с интенсивным пылевыведением;

- осмотр, очистка, ремонт пылеприготовительного оборудования допускаются только по наряду и при соблюдении требований РД 34 РК 03.201;

- строго соблюдать производственную инструкцию по безопасности труда при работе на пылеприготовительных установках.

В целях снижения разрушающего действия ударной волны при взрыве угольной пыли, во взрывоопасных помещениях должны быть

предусмотрены легко сбрасываемые наружные ограждающие конструкции.

Список использованной литературы

1. Анализ и оценка риска производственной деятельности : учеб. пособие / П.П. Кукин [и др.]. – М. : Высш. шк. – 2007. – 328 с.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техно-сфере : учеб. пособие. – М. : Академия. – 2003. – 512 с.
3. Техногенный риск : учеб. пособие / Н.Н. Чура / под ред. В.А. Девисилова. – М. : КНОРУС. – 2011. – 280 с.
4. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справочник / под ред Баратова. –М.: Химия, 1987.

УДК 630.43

Наумова А.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»
Малов В.В., к. техн. наук, доцент

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ПУТЕМ РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА НА СКЛАДЕ ГСМ

Выполнена экспертиза пожарной безопасности склада горючесмазочных материалов на горном предприятии в Хабаровском крае. Рассчитаны индивидуальные пожарные риски и даны рекомендации по их снижению.

Ключевые слова: пожарная безопасность, склад горючесмазочных материалов, пожарные риски

В последние годы в России наметилась тенденция к снижению числа пожаров и гибели людей, но, тем не менее, их количество очень велико (рис.1) [1].

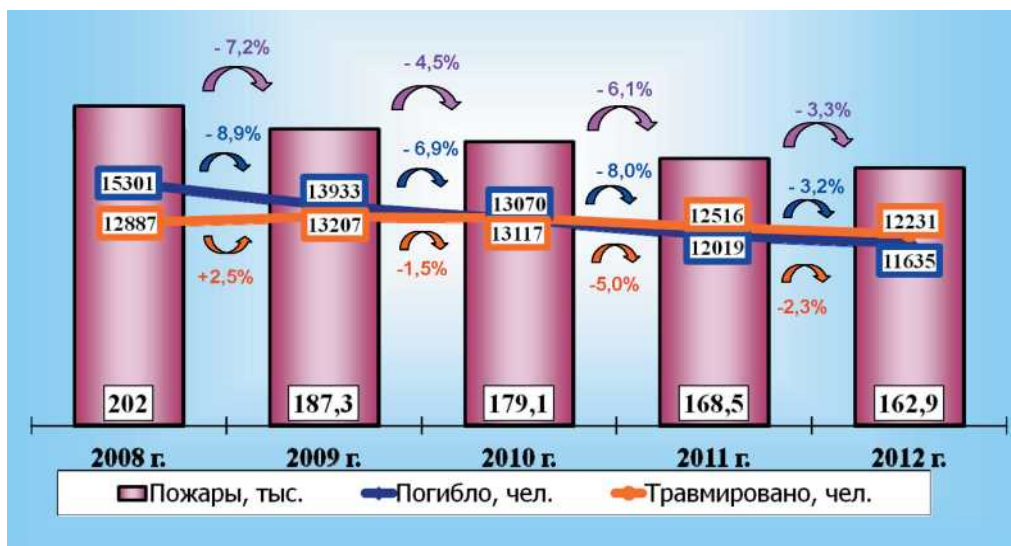


Рис. 1. Основные показатели, характеризующие обстановку с пожарами и их последствиями в Российской Федерации

Для улучшения ситуации в стране принимаются законодательные и организационные меры по профилактике пожаров и укреплению материальной базы, в первую очередь - подразделений федеральной противопожарной службы МЧС России. Так, постановлением Правительства РФ от 30.12.12 № 1481, утверждена Федеральная целевая программа (ФЦП) «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2017 г.».

Наряду с программой, утверждены ее целевые показатели и индикаторы, перечень субъектов РФ, которым планируется предоставление субсидий из федерального бюджета в рамках программы, а также правила предоставления и распределения этих субсидий.

В связи с актуальностью темы пожарной безопасности, прогнозирование пожарного риска, как инструмента предупреждающего действия для объектов, становится необходимо в нынешних условиях. В данной статье приведены результаты оценки пожарной безопасности склада горючесмазочных материалов, расположенного в населенном пункте Хаканджа Охотского района Хабаровского края.

Резервуарный парк склада ГСМ служит для приема, хранения и отпуска бензинов, дизельного топлива и масел. Площадь парка 1200 м². В резервуарном парке для хранения нефтепродуктов имеется 3 резервуара, вместимость которых составляет около 3000 м³.

Объем максимальной емкости хранения составляет 1000 м³ дизельного топлива.

Для расчёта принимаем следующие условия: разрушение резервуара для хранения дизельного топлива с последующим проливом жидкости 825 т. Расстояние от места пролива 100 м.

Сценарий развития чрезвычайной ситуации (разрушение резервуара) - максимально возможный сценарий развития чрезвычайной ситуации, объем разлива 1000 м³ (825 т), площадь разлива 1200 м² (разлив в обваловании), толщина

слоя нефтепродуктов до 0,83 м, фактическая высота стенки обвалования 1,0 м.

Уровень чрезвычайной ситуации:

- по объему – территориального значения (постановление Правительства РФ № 613 от 21.08.2000 года - объем разлива от 500 до 1000. т);

- по площади – локального значения (выхода разлива нефтепродуктов за пределы территории базы ГСМ не прогнозируется).

Основными поражающими факторами возможных аварий на складе ГСМ являются:

- взрыв топливно-воздушной смеси;
- тепловое излучение «огненного шара»;
- тепловое излучение пожара пролива.

Наиболее крупным (тяжелым) по последствиям сценарием аварии является разрушение и пожар резервуара РВС-1000 с дизельным топливом.

Границы зон возможных поражений затрагивают смежные объекты предприятия, не выходят за его границы и не затрагивают селитебную зону. В этих зонах отсутствуют места массового скопления людей. Наиболее опасными является взрывная волна топливно-воздушной смеси.

Согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности [3] оценка пожарного риска должна предусматривать: а) анализ пожарной опасности данного объекта; б) определение частоты реализации пожароопасных аварийных ситуаций на данном объекте; в) построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития; г) оценку последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития; д) вычисление пожарного риска.

Расчет пожарного риска производится на основании приложения к приказу МЧС России от 30.06.09 г. № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

Индивидуальный пожарный риск отвечает требуемому, если:

$$Q_B \leq Q_B^H, \quad (1)$$

где Q_B^H – нормативное значение индивидуального пожарного риска,

$$Q_B^H = 10^{-6} \text{ год}^{-1};$$

Q_B – расчетная величина индивидуального пожарного риска.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска Q_B в каждом здании рассчитывается по формуле:

$$Q_B = Q_{\text{п}} \cdot (1 - R_{\text{ап}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - P_{\text{п.з}}), \quad (2)$$

где $Q_{\text{п}}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года, $Q_{\text{п}} = 5,0 \cdot 10^{-6}$;

$R_{\text{ап}}$ – вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения (далее – АУПТ). Значение параметра $R_{\text{ап}}$ определя-

ется технической надежностью элементов АУПТ, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{ап} = 0,9$;

$R_{пр}$ – вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения:

$$R_{пр} = t_{функц}/24, \quad (3)$$

где $t_{функц}$ – время нахождения людей в здании в часах. Рабочая смена персонала, обслуживающего склад ГСМ круглосуточно:

$$R_{пр} = 24/24=1.$$

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$R_{ПЗ} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{СОУЭ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{ПДЗ}), \quad (4)$$

где $R_{обн}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации. Значение параметра $R_{обн}$ определяется технической надежностью элементов системы пожарной сигнализации, приводимых в технической документации. При отсутствии сведений по параметрам технической надежности допускается принимать $R_{обн} = 0,8$;

$R_{СОУЭ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{СОУЭ}=0,8$;

$R_{ПДЗ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации; $R_{ПДЗ}=0,8$:

$$R_{ПЗ} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704.$$

$R_э$ – вероятность эвакуации людей рассчитывают по формуле:

$$R_э = \begin{cases} \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{нэ}}, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{нэ} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,999, & \text{если } t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases}, \quad (5)$$

где t_p – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_{нэ}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей), $t_{нэ} = 1$ 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;

$t_{\text{ск}}$ – время существования скоплений людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение 0,5).

Расчетное время эвакуации людей t_p из помещения участка доводки определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу по упрощенной аналитической модели движения людского потока.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяют на участки (проход, коридор, дверной проем, тамбур) длиной l_i и шириной δ_i .

Делим участок доводки на отметке +1,000 на участки:

1 участок: $l_1 = 3$ м, $\delta_1 = 2$ м;

2 участок: $l_2 = 7$ м, $\delta_2 = 2$ м;

3 участок: $l_3 = 1$, $\delta_3 = 1,5$;

4 участок: $l_4 = 3$ м, $\delta_4 = 3$ м;

Расчетное время эвакуации людей t_p определяется как сумма времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (6)$$

где t_1 — время движения людского потока на первом (начальном) участке, мин;

$t_2, \dots, t_4$, — время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути t_i , мин, рассчитывают по формуле:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad (7)$$

где l_1 — длина первого участка пути, м;

v_1 — скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин, определяемая в зависимости от плотности D .

Плотность людского потока на первом участке пути D_1 рассчитывается по формуле:

$$D_1 = \frac{N_1 f_1}{l_1 \delta_1}, \quad (8)$$

$$D_1 = 3 \cdot 0,1 / 3 \cdot 2 = 0,018 \text{ м}^2 \cdot \text{м}^{-2} \Rightarrow v_1 = 180 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1},$$

Из формулы (7):

$$t_1 = 3 / 180 = 0,016 \text{ мин}$$

где N_1 — число людей на первом участке, 3 чел.;

f — средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая равной $0,1 \text{ м}^2$;

δ_1 — ширина первого участка пути, 2 м.

Скорость v_i движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимают в зависимости от интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которую вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (9)$$

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, $\text{м} \cdot \text{мин}^{-1}$.

Если значение q_i , определяемое по формуле (7), меньше или равно $q_{\max}$, то время движения по участку пути t_i , мин, равно:

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}. \quad (10)$$

При этом значения $q_{\max}$, $\text{м}/\text{мин}$, следует принимать равными:

16,5 — для горизонтальных путей;

16,0 — для лестницы вниз.

С учетом формул (9) и (10) получаем:

$$q_2 = q_1 \cdot \delta_1 / \delta_2, q_2 = 0,01 \cdot 2 / 2 = 0,01 < q_{\max} = 16,5 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}, \\ \Rightarrow t_2 = l_2 / v_2, t_2 = 7 / 180 = 0,038 \text{ мин};$$

$$q_3 = q_2 \cdot \delta_2 / \delta_3, q_3 = 0,005 \cdot 2 / 1,5 = 0,006 < q_{\max} = 16,5 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}, \\ \Rightarrow t_3 = l_3 / v_3, t_3 = 1 / 180 = 0,0055 \text{ мин};$$

$$q_4 = q_3 \cdot \delta_3 / \delta_4, q_4 = 0,006 \cdot 1,5 / 3 = 0,003 < q_{\max} = 16,5 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}, \\ \Rightarrow t_4 = l_4 / v_4, t_4 = 3 / 180 = 0,016 \text{ мин}.$$

Из формулы (4):

$$t_p = 0,038 + 0,0055 + 0,016 + 0,016 = 0,075 \text{ мин},$$

таким образом, выполняется условие из формулы (6):

$$t_p + t_{\text{нэ}} < 0,8 \cdot t_{\text{бл}} \quad 0,075 + 1 < 0,8 \cdot 3,$$

следовательно, $P_3 = 0,999$

Время блокирования путей эвакуации $t_{\text{бл}}$ вычисляется путем расчета времени достижения опасных факторов пожара (ОФП) предельно допустимых значений на эвакуационных путях в различные моменты времени.

Критическая продолжительность пожара $t_{\text{кр}}$, с, рассчитывается по условию достижения каждым из ОФП предельно допустимых значений в зоне пребывания людей:

- по повышенной температуре:

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n}}, \quad (11)$$

- по потере видимости:

$$t_{кр}^{nв} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{l_{np} \cdot B \cdot D_m \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}}, \quad (12)$$

- по понижению содержания кислорода:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}}, \quad (13)$$

- по каждому из токсичных газообразных продуктов горения:

$$t_{кр}^{nз} = \left\{ \frac{B}{A} \cdot \ln \left[1 - \frac{V \cdot X}{B \cdot L \cdot Z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}}, \quad (14)$$

где В – размерный комплекс, зависящий от теплоты сгорания материала и свободного объема помещения, кг;

t_0 – начальная температура воздуха в помещении, 20 °С;

n – показатель степени, учитывающий изменение массы выгорающего материала во времени = 3;

A – размерный параметр, учитывающий удельную массовую скорость выгорания горючего материала и площадь пожара, кг·с⁻²;

Z – безразмерный параметр, учитывающий неравномерность распределения ОФП по высоте помещения;

Q_n – низшая теплота сгорания материала, 48870 кДж·кг⁻¹;

C_p – удельная изобарная теплоемкость газа, 1,068 кДж·кг⁻¹·К⁻¹;

ц – коэффициент теплопотерь, 0,7;

з – коэффициент полноты горения, 0,95;

V – свободный объем помещения, м³;

б – коэффициент отражения предметов на путях эвакуации, 0,3;

E – начальная освещенность, 50 лк;

L_{np} – предельная дальность видимости в дыму, 20 м;

D_m – дымообразующая способность горящего материала, 172 Н_п·м²·кг⁻¹;

X – предельно допустимое содержание токсичного газа в помещении кг·м⁻³: $X_{CO_2}=0,11$; $X_{CO}=1,16 \cdot 10^{-3}$;

L_{O_2} – удельный расход кислорода, 1,7 кг·кг⁻¹;

L – удельный выход токсичных газов при сгорании 1 кг материала: $L_{CO_2}=0,679$ кг·кг⁻¹; $L_{CO}=0,112$ кг·кг⁻¹;

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q_n} \quad (15)$$

Общий объем помещения $V_{\text{общ}} = 153,2 \text{ м}^3$, свободный объем V определяется из условия, в соответствии с которым объем оборудования составляет 20% от общего объема:

$$V = V_{\text{общ}} \cdot 0,8 = 153,2 \cdot 0,8 = 122,6 \text{ м}^3$$

Из формулы (15) получаем:

$$B = \frac{353 \cdot 1,068 \cdot 122,6}{(1 - 0,7) \cdot 0,95 \cdot 48870} = 4,146 \text{ кг}$$

$$Z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right), \quad (16)$$

где h – высота рабочей зоны, рассчитанная по формуле:

$$h = h_{\text{пл}} + 1,5 - 0,5 \cdot d = 1,2 \text{ м}, \quad (17)$$

где $h_{\text{пл}}$ – высота площадки, на которой находятся рабочие, над полом, м;

d – разность высот пола, равная нулю при горизонтально его расположении,

H – высота помещения (отметка +1,000), 3,5 м.

Исходя из (15), учитывая (16) получаем:

$$Z = \frac{1,5}{3,5} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{1,5}{3,5}\right) = 0,26$$

$$A = 1,05 \cdot \text{Ш}_F \cdot V^2, \quad (18)$$

где Ш_F – удельная скорость выгорания горючих материалов, $0,042 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

V – линейная скорость распространения, $0,004 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

$$A = 1,05 \cdot 0,0132 \cdot (0,004)^2 = 2,21 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$$

Из формулы (11) получаем:

$$t_{\text{кр}}^T = \left\{ \frac{4,146}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - 20}{(273 + 22) \cdot 0,47} \right] \right\}^{\frac{1}{3}} = 29 \text{ с},$$

Из формулы (13):

$$t_{\text{кр}}^{O_2} = \left\{ \frac{4,146}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{4,146 \cdot 1,7}{203,04} + 0,27 \right) \cdot 0,47} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 35 \text{ с}$$

Из формулы (14):

$$\text{по } \text{CO}_2 - t_{\text{кр}}^{n_2} = \left\{ \frac{4,146}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 - \frac{203,04 \cdot 0,11}{4,146 \cdot 0,679 \cdot 0,47} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 0;$$

$$\text{по } \text{CO} - t_{\text{кр}}^{n_2} = \left\{ \frac{4,146}{2,21 \cdot 10^{-7}} \cdot \ln \left[1 - \frac{203,04 \cdot 0,16 \cdot 10^{-3}}{4,146 \cdot 0,112 \cdot 0,47} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{3}} = 26 \text{ с};$$

На основании полученных результатов минимальное значение критического времени будет равно:

$$t_{кр} = \min\{t_{кр}^T, t_{кр}^{O_2}, t_{кр}^{CO}\} = \min\{29; 35; 26\} = 26 \text{ с}$$

Необходимое время эвакуации людей $t_{бл}$, мин, из склада ГСМ определяется токсичным газообразным продуктом горения (СО) и составляет:

$$t_{бл} = 0,8 \cdot 31 / 60 = 0,41 \text{ мин.}$$

Вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты $R_{ПЗ}$, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей, рассчитывается по формуле:

$$R_{ПЗ} = 1 - (1 - R_{обн} \cdot R_{СОУЭ}) \cdot (1 - R_{обн} \cdot R_{ПДЗ}), \quad (19)$$

где $R_{обн}$ – вероятность эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{обн} = 0,8$;

$R_{СОУЭ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{СОУЭ} = 0,8$;

$R_{ПДЗ}$ – условная вероятность эффективного срабатывания системы противодымной защиты в случае эффективного срабатывания системы пожарной сигнализации, $R_{ПДЗ} = 0,8$ [3]

$$R_{ПЗ} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,87$$

Из формулы (2), учитывая (3) получаем:

$$Q_B = 5 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,87) = 6,5 \cdot 10^{-9} \text{ год}^{-1}.$$

Таким образом, получаем:

$$Q_B = 6,5 \cdot 10^{-9}, \quad Q_{п} = 5 \cdot 10^{-6}.$$

Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях не должна превышать значение 10^{-6} в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания, сооружения или строения точке.

Расчетное значение индивидуального пожарного риска составило $6,5 \cdot 10^{-9} \text{ год}^{-1}$, что показывает выполнение условия $Q_B \leq Q_B^H$.

Список использованной литературы

1. <http://www.mchs.gov.ru/stats/pozhari/>.
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Приказ МЧС России от 30.06.09 г. № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

Раздел 4. Технологии техносферной безопасности

УДК 614.8.084

Тимофеев С.С., магистрант программы «Управление рисками»
Тимофеева С.С., д-р техн. наук, профессор

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЛАЙФРЕСТЛИНГА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

*Рассмотрена целесообразность и перспективность использования
лайфрестлинга в обучении специалистов направления техносферная без-
опасность*

Ключевые слова: лайфрестилинг, обучение приемам первой помощи

По данным официальной статистики ежегодно на дорогах В России погибает более 40000 человек, на водах – более 20000, несчастные случаи на производстве, бытовые и криминальные происшествия уносят жизни около 300000 человек. По данным служб скорой помощи 85 % получают несовместимые с жизнью травмы, а 15 % можно было спасти, если бы им была оказана правильно первая помощь [1].

Однако большинство граждан нашей страны не имеют представления о том, как оказать первую помощь пострадавшему. По мнению Бубнова Н.В. «люди просто пасуют перед очевидным, оказываются беспомощными при оказании помощи» [2.] Участвовавшие террористические акты, недавний подрыв автобуса в Волгограде, взрывы в метро показали, что надо люди не готовы к действиям в чрезвычайных ситуациях.

Для уменьшения числа погибших от несчастных случаев особенно среди детей и учащейся молодежи на кафедре прикладных и экстремальных видов спорта Российского государственного университета физической культуры, спорта и туризма (ГЦОЛИФК) был создан новый вид командного спорта лайфрестлинг (англ.: life – жизнь, wrestling – борьба), или в русском звучании: «Борьба за жизнь». В 2006 году прошли первые соревнования по лайфрестлингу.

Состязания по лайфрестлингу проходят на любых спортивных площадках, газонах и в спортивных залах. На игровом поле обязательно размечаются линии старта и финиша, выставляются боковые ограждения от зрителей с использованием лент, флажков или других нетравмоопасных средств. В оснащение соревнований входят: роботы-тренажеры «Гоша», «Глаша» и «Гаврюша», медицинская аптечка, вакуумный матрас, ковшовые и плащевые носилки, секундомеры и технологические карты соревнований. Команда состоит из четырех игроков (участников), которые выполняют определенную «ситуационную задачу». Возраст участников практически не ограничен. В лайфрестлинге может принимать участие, как школьник (начиная с 5-6 го класса), так и пенсионер. Ситуационная задача – задача по спасению жизни пострадавших после несчастного случая на производстве, спортивной площадке, дороге, на водах, в горах и походах или после теракта. Подсчет баллов и оглашение результатов производится согласно регламенту судейской карты, в которой фиксируются скорость исполнения задачи, начисление штрафных и поощрительных баллов. Данный спорт хорошо себя зарекомендовал и успешно применяется в учебно-воспитательной работе в учебных заведениях среднего и высшего профессионального образования, при подготовке спортсменов-водников и спасательных подразделений

Лайфрестлинг можно с успехом использовать при подготовке специалистов по направлению «Техносферная безопасность» при подготовке бакалавров и магистров, а также при подготовке персонала на промышленных предприятиях. В частности в ОАО «Холдинг МСРК» в 2011 году утверждена единая коммуникационная программа по популяризации среди неэлектрического персонала лайфрестлинга. Цель данной программы заключается в том, чтобы научить неэлектрический персонал быть готовыми к быстрым и эффективным действиям в условиях чрезвычайных ситуаций по спасению здоровья и жизни людей.

Специалисты, которых готовит кафедра промышленной экологии и БЖД, будут работать в первую очередь специалистами в области охраны труда на промышленных объектах региона, и конечно они должны быть готовы к оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве. Эти умения и навыки они приобретают в рамках изучения дисциплин «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности», «Физиология человека и токсикология». Однако усвоение любых знаний в активной форме в виде соревнований происходит более эффективно и запоминается лучше, это мы уже многократно проверили и апробировали, проводя ежегодные олимпиады по экологии и БЖД с практическими турами. На кафедре сложились деловые партнерские отношения с учебным центром Главного управления МЧС по Иркутской области, министерством по физической культуре, спорту и молодежной политике правительства Иркутской области и объек-

тивные возможности реализовать форму обучения студентов через командные соревнования по лайфрестлингу.

Предлагается программа активного обучения студентов «Лайфрестлинг».

Цель программы:

1. Сформировать у молодого поколения мировоззрения добра и милосердия. Главная заповедь нашего выпускника «Не пройти мимо пострадавшего».

2. Научить самостоятельно и уверенно действовать в экстремальных ситуациях до прибытия спасательных служб и скорой помощи.

Задачи программы:

1. Обучить быстрому сбору информации о ЧС и правилам ее передачи спасательным службам.

2. Научить навыкам оказания первой медицинской и психологической помощи в ситуации несчастного случая.

3. Помочь каждому поверить в свои силы в экстремальных ситуациях и ситуациях несчастных случаев.

4. Воспитать чувство ответственности за жизнь пострадавших, сделав акцент на профессиональные действия в первые минуты развития критических ситуаций.

5. Отработать тактику поведения каждого участника оказания первой помощи при несчастных случаях во время тренировок.

6. Развивать стремление к совершенствованию своих знаний и навыков, анализируя на занятиях ошибки при оказании первой помощи и их последствия.

7. Научить понимать проблемы пострадавшего, предупреждать его просьбы и создать физический и душевный комфорт.

Программа обучения включает следующие разделы:

- Первая помощь;
- Экстренная психологическая помощь;
- Решение практических задач.

Главная задача лайфрестлинга: сделать все возможное, чтобы не допустить смерти пострадавшего на месте происшествия.



Рис. 1. Система оказания первой помощи

Первый элемент: «Оценка действия»

1. Оценка безопасности места происшествия :

- необходимо оценить безопасность подхода к месту происшествия
- нахождение в нем пострадавшего и спасающих (угроза взрыва, пожара, падения с высоты, поражения электрическим током)

2. Оценка состояния пострадавшего

- За несколько десятков шагов до пострадавшего необходимо начать предварительный сбор информации

3. Оценка возможности и оснащение

- Наличие аптечки и подручных материалов

4. Оценка условий и средств передачи информации

- В начале необходимо оказать первую помощь , а затем вызвать спасательные службы

5. Оперативное принятие решения в выборе способа действия

- Чтобы принять решение о сердечно-легочной реанимации достаточно 15-20 сек

Второй элемент «Действие»

- Комплекс сердечно-легочной реанимации- 4 мин
- Восстановление проходимости верхних дыхательных путей-10 сек
- Временная остановка кровотечения -10 сек
- Наложение повязки
- Наложение шины
- Вызов спасательной службы

После оказания медицинской помощи следует оказывать психологическую помощь. Реакции организма человека на экстремальные состояния могут проявляться как психические, так и физиологические.

Психические реакции:

- Бред
- Галлюцинации
- Апатия.

Физиологические реакции:

- Ступор
- Двигательная возбудимость
- Агрессия
- Страх
- Истерика
- Нервная дрожь
- Плач.

При каждом из видов реакций необходима помощь, оказываемая спасателем. Этим приемам необходимо научить студентов путем проведения тренингов.

Таким образом, реализация программы лайфрестлинга с привлечением студентов позволит самым широким слоям населения, независимо от уровня первоначальной подготовки приобретать и совершенствовать навыки оказания первой помощи в любой чрезвычайной и экстремальной ситуации. И его внедрение в «массы» обязательно обернется не одной спасенной человеческой жизнью.

Список использованной литературы

1. В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова. Как оказать помощь при автодорожном происшествии. М.: ГАЛО БУБНОВ. 2010 г.
2. В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова. Основы медицинских знаний. М.: АСТ, Астрель. 2005 г.
3. Бубнова Н.В. Цена медали – жизнь. <http://www.militarymagazine.ru/>
4. А. Темнов. «Золотой час» (может сохранить жизнь многим пострадавшим). Основы безопасности жизнедеятельности. № 10. 2011 г., с. 40-44
5. А. Темнов. «Цена победы – спасенная жизнь». Советник президента. № 89. 2011 г.
6. Бубнов В.Г., Бубнова Н.В., Петров С.В. Рабочая программа и дополнительные материалы для подготовки инструкторов массового обучения населения, работников производственных и транспортных объектов, силовых структур, учащихся и персонала образовательных и спортивных учреждений навыкам оказания первой помощи после несчастного случая или террористического акта. М.: МПГУ, 2011

УДК 620.8

Оберемок Н.А., магистрант программы «Пожарная безопасность»

***Национальный исследовательский Иркутский государственный
технический университет***

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ

*Выполнен анализ условий труда при производстве ферросилиция.
Рассчитаны профессиональные риски*

Ключевые слова: профессиональные риски, производство ферросилиция

Среди промышленных предприятий металлургической промышленности, сосредоточенных на территории Иркутской области, вредными и опасными условиями труда выделяется Братский завод ферросплавов.

Ферросилиций, ферросплав, основные компоненты которого железо и кремний (среднее содержание Si 90, 75, 65, 45, 25 и 18%, остальное Fe и примеси). Ферросилиций (сплав железа с кремнием) применяется как раскислитель большинства марок сталей, как легирующий элемент при производстве трансформаторных, кислотоупорных и жаропрочных сталей, как модификатор чугуна, а также как восстановитель при производстве черных, цветных металлов и сплавов.

Процесс производства ферросилиция основан на восстановлении кремнезёма кварцита твердым углеродом восстановителей по реакции: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$.

Шихта, используемая при выплавке ферросилиция, включает: кварцит, восстановитель (кокс, каменный уголь), стружку, щепу.

Кварцит и восстановитель дробятся и отсеиваются, стружка и щепа подаются без дополнительной подготовки. Шихта поступает в печные бункера, из которых она по трубопроводам поступает в печь.

Основное назначение ферросилиция в сталеплавильном производстве – раскисление и легирование стали, а также легирование и модифицирование чугуна и сплавов; производство химических соединений, как исходных материалов для защитных покрытий на металлических конструкциях; в качестве восстановителя в силикотермических процессах; обогащение полезных ископаемых.

Основным производителем ферросилиция в России является ОАО «Кузнецкие ферросплавы (ОАО «КФ»)), занимающие в общих объемах производства ферросилиция в России 54,3%. На втором месте по производству ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», с долей в общем производстве 25,5%. Остальные 20% занимают ОАО «НЛМК», ОАО «БЗФ» и ОАО «СЗФ».

Как правило, производство ферросилиция связано с наличием вредных и опасных факторов воздействующих на работника во время его трудовой деятельности, и как следствие наличие у работников высоких уровней профессионального риска.

Целью данной работы является оценка профессиональных рисков на ООО «Братский завод ферросплавов».

ООО «Братский завод ферросплавов» (ООО «БЗФ») – крупнейшее предприятие Восточной Сибири по производству высокопроцентного ферросилиция. Завод расположен на промышленной площадке ОАО Братский

Алюминиевый Завод (ОАО «БрАЗ») в 8,5 км западнее г. Братска и на расстоянии 600 км от г. Иркутска.

На площадке «Братского завода ферросплавов» расположены четыре действующие трехэлектродные круглые руднотермические печи мощностью 25 МВА для выплавки высококремнистого ферросилиция с комплексом вспомогательного оборудования подготовки и дозирования шихты, газоочистных установок, склада готовой продукции. Численность работающих в плавильном цехе - 140 чел.

В цехе выплавляют сплавы ФС 65 и ФС 75.

Производство ферросилиция характеризуется наличием опасных и вредных факторов. Опасные и вредные факторы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Опасные и вредные факторы в плавильном цехе

Факторы	Участок	Средства защиты
Высокая температура поверхности оборудования	Около печей, мультдо-завалочные машины со сплавом и шлаковен со шлаком	Спецодежда, водяное охлаждение, защитная маска
Движущиеся машины и механизмы	По всему цеху	Особое внимание, осторожность, ограждение опасных мест, сигнализация (звуковая)
Поражение электрическим током	Трансформаторы, короткая сеть, площадка для наращивания электродов	Площадка из изоляционных материалов, резиновые коврики, средства индивидуальной защиты
Тепловое излучение	Колошник и горн печи	Спецодежда (защитная маска, сухонная одежда, спец-обувь)
Повышенная запылённость и загазованность	Практически по всему цеху	Вентиляция, аэрация, средства индивидуальной защиты
Повышенный уровень шума	Плавильная, горновая и дозирочная площадки	Шумозащитные наушники

Основными профессиями на данном производстве являются: машинисты, горновые ферросплавных печей, плавильщики ферросплавов

В табл.2 и 3 приведены результаты расчета профессиональных рисков для работников данных профессий бальным методом[1].

Таблица 2

Сводная таблица безопасности и риска получения профессионального заболевания сотрудниками

Наименование рабочего места	Обобщенный уровень безопасности $S_{IN} = \prod_{i=1}^n S_{INi}$	Обобщенный уровень риска $R_{IN} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{INi}$	Максимально допустимый уровень обобщенного риска	Отклонение фактического уровня профессионального риска от максимально допустимого, %
Машинист крана	0,036	0,964	0,878	9,8
Горновой	0,012	0,988	0,823	20,05
Плавильщик ферросплавов	0,022	0,978	0,823	20,05

Таблица 3

Уровни безопасности производственных факторов на рабочих местах организации

Наименование рабочего места	Уровни безопасности $S_{ПС}$ по i -му производственному фактору									Обобщенный уровень безопасности $S_{iN} = \prod_{i=1}^n S_{iN}$
	Химический	АПФД	Шум	Вибрация общая	Вибрация локальная	Микроклимат	Световая среда	Тяжесть	Напряженность	
	2	3.1	3.1	3.1	2	3.2	2	3.2	2	
Машинист крана	0,83	0,67	0,67	0,67	0,83	0,5	0,83	0,5	0,83	0,036
	2	3.1	3.3	-	-	3.4	3.1	3.1	2	
Горновой	0,83	0,67	0,33	-	-	0,17	0,67	0,67	0,83	0,012
	2	3.1	3.2	-	-	3.4	3.1	2	2	
Плавильщик ферросплавов	0,83	0,67	0,5	-	-	0,17	0,67	0,83	0,83	0,022

Как следует из приведенных данных, наибольшие риски характерны горнового и плавильщика. Для большей достоверности дополнительно провели оценку рисков с учетом стажевых характеристик работающих и мнения работников (табл. 3).

Таблица 3

Сравнительная таблица оценки профессиональных рисков по различным методикам

Наименование рабочего места (профессии, должности)	Профессиональный риск						Итоговое значение риска
	Метод анкетирования		Балльный метод		Метод ИПР		
	Числовое значение риска	Описание	Числовое значение риска	Описание	Числовое значение риска	Описание	
Плавильный цех							
Машинист крана на участке ПЦ	77,1	68-89	9,8	Менее 10%	0,15	0,13-0,21	Средний риск
	Высокий риск		Низкий риск		Средний риск		
Плавильщик ферросплавов	75,3	68-89	20,05	10-30%	0,25	0,22-0,39	Высокий риск
	Высокий риск		Средний риск		Высокий риск		
Горновой	76,2	68-89	20,05	10-30%	0,28	0,22-0,39	Высокий риск
	Высокий риск		Средний риск		Высокий риск		

Исходя из результатов оценки профессиональных рисков основных профессий в плавильном цехе, установлено, что наиболее значимым для здоровья работников являются такие вредные факторы, как наличие повышенного уровня теплового излучения на рабочих местах и производственный шум, тяжесть трудового процесса.

При сравнении результатов расчета профессионального риска по использованным методикам было выявлено, что наиболее высокий уровень риска среди рабочих основных профессий у горнового и плавильщика ферросплавов. Следовательно, необходимо разработать инженерно-технические решения по снижению уровня риска для данных профессий.

Для снижения уровней рисков на работах связанных с ведением выплавки ферросилиция предложено установить теплозащитные экраны и воздушное душирование на рабочих местах.

Список использованной литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 декабря 2011 г. № 680-ст - М. : Госстандарт России, 2012. – 69 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
РАЗДЕЛ 1. БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ	6
Тимофеева С.С. ТРЕБОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ТРУДА, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	6
Тимофеев С.С., Тимофеева С.С. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ КАК ОСОБЫЙ ВИД МЕНЕДЖМЕНТА.....	13
Верхозин С.В., Тимофеева С.С. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ИСТОЧНИК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ	31
Мурзин М.А., Тимофеева С.С. ПРОИЗВОДСТВО ЩЕБНЯ КАК ИСТОЧНИК ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ	41
Березин Е.Н., Тимофеева С.С. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ ОБЪЕДИНЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КОМПЛЕКСА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ г. АНГАРСКА	56
РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ	64
Командирова Ю. А., Медведева С.А. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БОГУЧАНСКОЙ ГЭС	64
Миронова С.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	73

Кустова С.А., Кустов О.М. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. ИРКУТСКА И ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ	79
Миронова С.А., Тимофеев С.С. УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ	88
Никитина О.И. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ СОЛЕФАБРИКИ ТЫРЕТСКОГО СОЛЕРУДНИКА И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ	96
РАЗДЕЛ 3. АВАРИЙНЫЕ И ПОЖАРНЫЕ РИСКИ	102
Хисматулин С.Р., Тимофеева С.С. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ	102
Котельникова М.В., Малов В.В. НЕФТЕБАЗЫ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ИСТОЧНИК АВАРИЙНЫХ И ПОЖАРНЫХ РИСКОВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ СНИЖЕНИЮ	115
Боброва Н.Ю., Дроздова Т.И. НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	131
Комисарова Т.В., Дроздова Т.И. ОЦЕНКА УСЛОВНОЙ ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ	139
Смирнов Г.И. ПОЖАРЫ НА СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА УГЛЯ (ДОБЫЧА, ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ).....	146
Давыдкина О.А., Хамидуллина Е.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАССЕЯНИЯ ХЛОРА В АТМОСФЕРЕ ПРИ ЕГО АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСАХ.....	156

Цветкун Н.В. АНАЛИЗ ВЗРЫВА УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ.....	169
Наумова А.А., Малов В.В. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ПУТЕМ РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА НА СКЛАДЕ ГСМ.....	175
РАЗДЕЛ 4.ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	184
Тимофеев С.С., Тимофеева С.С. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ЛАЙФРЕСТЛИНГА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»	184
Оберемок Н.А. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ.....	189

Научное издание

Техносферная безопасность в XXI веке

**Сборник научных трудов магистрантов,
аспирантов и докторантов**

Под редакцией Тимофеевой С.С.

Печатается с материалов, предоставленных авторами
Компьютерная верстка М.А Мурзин

Подписано в печать 2.12.2013. Формат 60 х 90 / 16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Усл. печ. л. 12,5.
Тираж 50 экз. Зак. 183 д/п.

Лицензия ИД № 06506 от 26.12.2001
Иркутский государственный технический университет
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83