

Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций

Сборник статей по материалам
VI Всероссийской научно-практической конференции

г. Железногорск, 2016 г.

Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции. г. Железнодорожск, 2016 г. / Составители: Мельник А.А., Батура А.Н., Иванов Д.В., Гуляева Е.В., Калюжина Ж.С. – Железнодорожск, 2016. – 108 с.

VI Всероссийская научно-практическая конференция «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций» состоялась 27 мая 2016 года в г. Железнодорожске Красноярского края на базе ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

В сборнике представлены материалы конференции, рассматривающие вопросы по следующим направлениям:

- мониторинг опасных природных процессов;
- прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их последствий;
- моделирование природных и техногенных рисков;
- информационное и аналитическое обеспечение действий подразделений МЧС России.

Материалы представляют интерес для специалистов, занимающихся вопросами в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, пожарной и промышленной безопасности.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 634.0.43

ББК 43.488

Содержание

Объединение усилий научных учреждений и организаций при прогнозировании возникновения чрезвычайных ситуаций. Анализ эффективности работы системы мониторинга и прогнозирования	6
<i>С.С. Мещеряков</i>	
Трехуровневая система мониторинга территории Красноярского края - «Енисейский меридиан из Космоса» – задел и перспективы применения	12
<i>А.П. Шевырнов, И.И. Гительзон, А.Г. Дегерменджи</i>	
Картографическое представление данных мониторинга и моделирования ЧС с использованием технологии OLAP	17
<i>А.А. Евсюков</i>	
Двухуровневая модель процесса управления ликвидацией природного пожара	19
<i>Г.А. Доррер, С.В. Яровой, И.А. Буслов</i>	
Системная модель оперативного комплексного мониторинга	24
<i>В.В. Ничепорчук</i>	
Результаты дистанционного мониторинга пожаров экстремальной интенсивности в лесах Сибири	29
<i>Ю.О. Усатая, Е.И. Пономарев, Е.Г. Швецов</i>	
Зависимость безопасности ГЭС от качества подготовки и эксплуатации водохранилищ	32
<i>В.П. Корпачев, А.И. Пережилин</i>	
Оценка распространения и воздействия на лесной покров насекомых вредителей в лесах Красноярского края, на примере шелкопряда сибирского	37
<i>С.Д. Бабой, С.А. Астапенко, Д.В. Голубев, М.Н. Ягунов</i>	
Современное состояние вопроса в России с производством техники и оборудования для борьбы с пожарами в природной среде	41
<i>А.В. Брюханов</i>	
Модуль для борьбы с пожарами в сельских населённых пунктах и их защиты от природных пожаров, конструкция и расчёты эффективности применения	46
<i>С.Н. Орловский</i>	

Wiki-технология как основа для создания единого источника пожарно-технической справочной информации	51
<i>О.С. Малютин</i>	
Многовековая хронология лесных пожаров как исходные данные для прогнозирования крупномасштабных лесных пожаров на примере Байкальского региона	57
<i>Р.Г. Шубкин</i>	
Анализ условий возникновения и развития аварий с разливом нефти и нефтепродуктов	59
<i>О.Б. Чумичева</i>	
Совершенствование методики анализа данных пожарной обстановки как направление информационного обеспечения ФПС МЧС России	63
<i>В.Ю. Быкова, С.П. Воронов, А.А. Домрачев, С.С. Ломаченко</i>	
Взаимосвязь показателей пожарной опасности с химическим строением. Алканы и циклоалканы	67
<i>Е.В. Головина, Д.В. Бессонов, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин</i>	
Практическая реализация процессов развития аварий на трехмерной модели поверхности	70
<i>А.А. Рыженко</i>	
Анализ риска и оценка последствий взрыва на газораспределительном пункте на ОАО КЗХ «Бирюса»	74
<i>У.А. Арипов, Т.А. Саулова</i>	
Создание теоретических и экспериментальных основ исследования условий возникновения и динамики развития природных катастроф (землетрясений, взрывов болидов, взрывоподобных извержений вулканов) путем введения в описание данных явлений представлений о феноменологии физики горения, взрыва и детонации	79
<i>В.В. Барелко, М.В. Кузнецов</i>	
Огнестойкие воздуховоды систем вентиляции и кондиционирования	83
<i>Б.Б. Колчев, П.А. Вислогузов, Д.В. Беляев</i>	
Продольная схема противодымной защиты в автодорожных тоннелях	89
<i>И.Р. Хасанов, Б.Б. Колчев</i>	

Применение декоративных элементов в поэтажных переходах при незадымляемых лестничных клетках типа Н1	96
<i>Б.Б. Колчев, П.А. Чернышов, Т.И. Чистова</i>	
Сравнительный анализ прогнозирования температуры вспышки кислородсодержащих органических соединений типа R ₁ -Ф-R ₂	101
<i>К.С. Алексеев, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин</i>	
Капельное пожаротушение	104
<i>М.В. Елфимова, В.В. Двирный, Г.В. Двирный, Г.Г. Крушенко</i>	
ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА	106

Объединение усилий научных учреждений и организаций при прогнозировании возникновения чрезвычайных ситуаций. Анализ эффективности работы системы мониторинга и прогнозирования

С.С. Мещеряков

ФКУ «ЦУКС СРЦ МЧС России»

1. Организация работы системы мониторинга и прогнозирования ЧС

До недавнего времени усилия по уменьшению опасности стихийных бедствий были направлены на ликвидацию последствий природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, оказание помощи пострадавшим, организацию спасательных работ, предоставление материальных, технических и медицинских услуг, поставку продуктов питания и т.д.

Однако, необратимый рост числа опасных природных и техногенных явлений и процессов и связанного с ними ущерба делает эти усилия всё менее эффективными и выдвигает в качестве приоритетной задачи – **прогнозирование и предупреждение** природных и техногенных катастроф.

«Лучше предупредить стихийное бедствие, чем устранять его последствия» - так записано в итоговом документе Иокогамской конференции (Всемирная конференция по уменьшению опасности стихийных бедствий, 23-27.05.2015).

Для решения этой задачи в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций под эгидой МЧС России создана система мониторинга и прогнозирования ЧС. Данная система позволяет объединить усилия различных министерств, ведомств и организаций по заблаговременному получению прогнозной информации о возможном времени и месте ЧС, характере опасностей для населения и территорий.

Аналогичная система функционирует на территории Сибирского федерального округа.

Для ежедневного мониторинга обстановки, дальнейшего анализа и прогноза возможных ЧС организовано взаимодействие с 19-ю организациями на окружном уровне по следующим основным направлениям:

- контроль состояния метеорологической, лесопожарной, гидрологической, сейсмической обстановки, уровня лавинной опасности;
- контроль параметров работы гидротехнических сооружений и объектов энергетики;
- наблюдение за уровнем радиационного фона, состоянием экологической обстановки и другие направления мониторинга.

В частности, при прохождении паводкоопасного и пожароопасного периодов на территории Сибири организовано взаимодействие с подразделениями Росгидромета, Енисейским и Верхне-Обским бассейновыми водными управлениями Росводресурсов, отделом по космическому мониторингу, Департаментом лесного хозяйства по Сибирскому федеральному округу, научно-исследовательским центром космической гидрометеорологии «Планета» и другими организациями, осуществляющими мониторинг и прогнозирование.

На основе полученной первичной информации центрами мониторинга и прогнозирования разрабатываются прогнозы чрезвычайных ситуаций различной заблаговременности.

В процессе подготовки прогнозов используется более 20 программно-информационных ресурсов. Они представлены на слайде.

Всего для прогнозирования чрезвычайных ситуаций региональным центром используется 26 программно-информационных ресурсов – это 18 программных продуктов и 8 информационных ресурсов в сети Интернет.

Как положительный пример в сфере организации работы по мониторингу и прогнозированию хотел бы отметить Красноярский край.

Территориальный центр мониторинга и прогнозирования ЧС Красноярского края помимо Росгидромета, Росводресурсов, лесников, энергетиков осуществляет тесное взаимодействие с такими научными организациями как «Центр сейсмологического мониторинга» Красноярского научно-исследовательского института геологии и минерального сырья (далее КНИИГиМС), Институт вычислительного моделирования СО РАН, Институт проблем безопасного развития атомной энергетики (далее ИБРАЭ РАН), ООО «Научно-производственное объединение Инженерные системы» и т.д.

Регулярно проводятся заседания экспертного совета научно-методической поддержки ТЦМП ЧС по вопросам готовности к лесопожарному сезону, весеннему половодью, безаварийному функционированию объектов ТЭК и ЖКХ в предстоящий отопительный период. В состав экспертного совета входят представители 12-ти министерств и ведомств (Минприроды, Росприроднадзор, Гидромет, «Красноярская база авиационной и наземной охраны лесов», «Центр защиты леса Красноярского края», Ростехнадзор, Роспотребнадзор, Росводресурсы и энергетики (ОДУ Сибири, «МРСК Сибири», ТГК-13).

На вооружении центра имеются более 20 систем инструментального мониторинга по основным рискам, характерным для территории края (сейсмической, радиационной, экологической, лавиноопасной, лесопожарной, гидрологической обстановок, обстановки на автодорогах края).

На примере Красноярского края хотел показать положительные результаты развития системы мониторинга и прогнозирования.

Причем важно не останавливаться на достигнутом, а постоянно совершенствоваться.

2. Эффективность работы системы мониторинга и прогнозирования на территории округа

Основные усилия системы мониторинга сосредоточены на контроле вскрытия рек, мониторинге водохозяйственной обстановки на озере Байкал, прогнозированию паводковой и лесопожарной обстановки, контроле опасных метеорологических явлений, сейсмических событий.

В круглосуточном режиме осуществлялся сбор мониторинговой информации, ее обобщение и представление в органы исполнительной власти субъектов.

Следует отметить, что за 2016 год произошло уменьшение количества экстренных предупреждений по комплексам неблагоприятных и опасных метеорологических явлений на 69%. Это связано с благоприятными погодными условиями в этом году.

Было доведено согласно расчёту рассылки:

- 22 экстренных предупреждения по комплексам неблагоприятных и опасных метеорологических явлений, из них оправдалось – 20, оправдываемость составила 91% (АППГ всего – 71, оправдалось – 65).

Как и в прошлом году, лидерами по доведению штормовой информации, а так же организации контроля за превентивными мероприятиями являются Алтайский, Красноярский край и Томская область. Причем в данных субъектах превентивная работа по опасным природным явлениям организована на высоком уровне, что свидетельствует о тесном взаимодействии с органами управления территориальной подсистемы, в т.ч. на муниципальном уровне.

При контроле прохождения весеннего паводка на территории Сибири организовано получение оперативной информации от подразделений Росгидромета и моделирование развития паводковой обстановки с указанием зон подтопления в зависимости от уровня воды, а так же мест эвакуации населения.

3. Организация системы космического мониторинга

Возможности космического мониторинга постоянно расширяются и совершенствуются. Поэтому обращаю ваше внимание на широкое его использование.

Помимо проводимых на постоянной основе съемок лесопожарной и паводковой обстановки в видимом и инфракрасном диапазонах, в настоящее время существуют дополнительные возможности.

Так имеется возможность проведения съёмки сверхвысокого разрешения в видимом диапазоне с разрешением на местности до 70 см, что перспективно для детальной оценки обстановки в зоне действия ЧС техногенного характера, определения масштабов ущерба от затоплений населённых пунктов, поиска мест крушения летательных аппаратов и в других случаях.

Имеется возможность получения данных радиолокационной съёмки с разрешением до 40 см. Радарная съёмка близка по характеристикам к съёмке сверхвысокого разрешения, перспективна для наблюдения водных объектов, картирования ледовой обстановки, мониторинга заторов льда, разливов воды, поиска судов на акваториях морей и т. п.

Важным и уникальным преимуществом радиолокационной съёмки является возможность съёмки сквозь облака, а также полная независимость от освещённости.

На территории округа в составе системы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций функционируют 3 комплекса приёма и обработки космической информации, расположенных в городах:

- Красноярск – отдел при ЦУКС регионального центра МЧС, приём информации с двух космических аппаратов;
- Железногорск - Сибирский региональный центр Роскосмоса, приём информации с 7 космических аппаратов;
- Новосибирск - научно-исследовательский центр «Планета», самостоятельное подразделение Росгидромета, приём информации с 13 космических аппаратов.

Расположение станций является оптимальным по покрытию территории округа, за исключением части Арктической зоны.

Свою эффективность система космического мониторинга неоднократно демонстрировала во время прохождения весеннего половодья и пожароопасного периода.

В рамках проведения оперативного мониторинга районов повышенного риска возникновения ЧС различного масштаба за 2015 год было принято и обработано 2427 космических снимков (АППГ – 1753 снимка, +27,7%), из них:

- 896 космических снимков по гидрологической обстановке (АППГ – 781 снимок, +14,7%);
- 1531 космический снимок по обстановке связанной с лесными пожарами (АППГ – 972 снимка, +36,5%).

Увеличение получаемой информации из космоса связано с использованием в 2015 году дополнительно двух американских спутников – LandSat-7 и LandSat-8, с высоким пространственным разрешением до 30 метров, что позволило в учтенном режиме мониторить опасные направления.

На основе полученной информации проводилось моделирование развития обстановки, и результаты проведённой работы оперативно доводились до Главных управлений, что в большинстве случаев позволило своевременно принимать необходимые меры.

В период пожароопасного сезона этого года на территории округа спутниковым мониторингом было выявлено 20389 термических точек (2015г. – 25623), из них 11010 (2015г. – 14136) фиксировались в опасной близости от населенных пунктов и объектов инфраструктуры, и требовали немедленного применения сил и средств. Наибольшее количество это лесные пожары и неконтролируемые палы растительности.

В рамках международного сотрудничества, в целях повышения оперативности принятия управленческих решений и реагирования, организовано взаимодействие по предоставлению информации космического мониторинга с рядом зарубежных стран: Китай, Монголия и Казахстан.

Это позволяет нам оперативно решать вопросы защиты населения и территорий не только на территории округа, но и своевременно оказывать практическую помощь нашим зарубежным партнерам.

Перспективы развития космического мониторинга

1. Планируется создание центра приема космической информации на базе создаваемого Арктического спасательного центра в г.Дудинка.

Данный центр позволит мониторить Арктическую зону российской Арктики, что положительно скажется на выполнении задач гражданской защиты.

2. В конце 2015 года заключено соглашения с Научно-исследовательским центром «Планета». Это позволило нам:
 - изучать опыт использования космических технологий в области мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций;
 - осуществлять повышение квалификации сотрудников;
 - следить за состоянием биосферы озера Байкал;
 - получать и предоставлять нашим партнёрам сведения о рисках природных и техногенных катастроф;
 - совершенствовать систему мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций округа.

И один из основных моментов – это увеличения объемов получаемой космической информации, улучшения её качества и оперативности.

3. Кроме этого, мы сегодня работаем по организации мониторинга состояния 6-ти федеральных трасс на территории округа.

Справочно:

- Р-254 «Иртыш» (М-51 – «Байкал» участок г.Омск – г.Новосибирск);
- Р-256 «Чуйский тракт» (М-52 – «Чуйский тракт» г. Новосибирск – с.Ташанта);
- Р-255 «Сибирь» (М-53 – «Байкал» г.Новосибирск – г.Иркутск);
- Р-257 «Енисей» (М-54 – г.Красноярск – г.Абакан–г.Кызыл - государственная граница с Монголией);
- Р-258 «Байкал» (М-55 – г.Иркутск – г.Чита);
- М-38 «Черлакский тракт» (г.Омск – с.Татарка).

Развитие системы мониторинга и прогнозирования ЧС

Уважаемые коллеги, сегодня мы не можем предотвратить катастрофы, ибо те явления, которые наполняют нашу жизнь опасностями и приводят к гибели людей и огромным материальным потерям, для природы естественны.

Но мы можем научиться противостоять катастрофам и стихийным бедствиям, если сумеем их предвидеть. Тем самым мы можем снизить ущербы и связанные с ними риски.

Необходима всестороннее изучение физической природы опасных процессов и явлений, их математическое моделирование и на этой основе формирование научно-обоснованных прогнозов различной заблаговременности.

Проводимая работа должна включать в себя такие проблемы, как выявление опасностей и оценка риска чрезвычайных ситуаций на основе анализа информации систем наблюдения за предвестниками катастроф, разработку новых технологий, систем защиты территорий и населения.

Поэтому, по инициативе полномочного представителя Президента РФ в целях совершенствования системы мониторинга и прогнозирования ЧС в округе разработана «Дорожная карта», в которой отражены моменты по повышению эффективности работы системы в 2016 году и далее, в т.ч. с привлечением научных учреждений Сибирского федерального округа.

23 октября 2015 года подписано распоряжение (№А55-54р) о создании рабочей группы по вопросам прогнозирования опасных природных явлений.

Утвержден состав рабочей группы, возглавляет которую заместитель Полномочного представителя Президента Гончаров Вадим Вадимович.

Данной рабочей группе поручено ежеквартально информировать о совершенствовании системы прогнозирования в Сибирском федеральном округе.

Аналогичные рабочие группы в регионах уже созданы, определен их состав и задачи, решаемые каждым участником группы.

Нами был проведен анализ действующих на территории Сибири научных учреждений, организаций ведущих исследования в интересующих нас направлениях.

Трехуровневая система мониторинга территории Красноярского края - «Енисейский меридиан из Космоса» – задел и перспективы применения

А.П. Шевырнов, И.И. Гительзон, А.Г. Дегерменджи

ФГБУН Институт биофизики СО РАН

Территория Красноярского края характеризуется несколькими основными факторами:

- большой площадью;
- малой плотностью населения;
- большим количеством природных ресурсов;
- сложностью быстрого контроля динамики негативных природных и антропогенных факторов.

Высокий потенциал, имеющийся в Красноярском крае для развития различных областей хозяйственной деятельности человека, требует применения соответствующих технологий для контроля процессов, проходящих на этой территории.

Главной особенностью таких технологий является соответствие применяемых подходов размерам территории и скоростям идущих на ней процессов.

В настоящее время к таким технологиям можно отнести космические методы дистанционного зондирования Земли и современные информационные технологии.

Редкая сеть станций наземных наблюдений за экологическим состоянием атмосферы, гидросферы и литосферы не обеспечивает достаточную информацию для обнаружения неблагоприятных и чрезвычайных экологических ситуаций, устранения их последствий и проведения профилактических мероприятий. Крупный ущерб экономике регионов России наносят речные наводнения, лесные пожары и вспышки массового распространения сибирского шелкопряда.

В этих условиях с низкой обеспеченностью северных территорий специалистами и современными технологиями контроля за состоянием природной среды, наиболее эффективным способом решения проблем является создание эффективной системы космического мониторинга с применением современных информационных технологий. Сложный комплекс задач, возникающий при мониторинге территории Красноярского края, может быть решен путем развития комплексной, многоцелевой научно-технической программы «Енисейский меридиан из космоса».

Для этого предлагается создать **трехсегментную систему мониторинга**.

Особенностью предлагаемой системы космического мониторинга является получение данных о состоянии земной поверхности одновременно тремя способами:

Получение информации с космического аппарата дистанционного зондирования (КА ДЗЗ) с расположением спутника на приполярной орбите.

Проведение детальной съемки необходимых областей земной поверхности с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Отличительной особенностью этого сегмента является использование спектрафотометра, для получения различных характеристик поверхности.

Использование наземного комплекса сбора информации (НКСИ).

В результате завершения проекта будет разработана трёхсегментная (многоуровневая) система мониторинга (КА, БПЛА, НКСИ) (рисунок 1).



Рис. 1. Общая структура Трёхсегментной системы мониторинга.

Работающая на различных сегментах аппаратура, позволит проводить съёмку различных участков Земли на разных высотах, проводить калибровку, обрабатывать полученные данные. Такой подход обеспечивает, с одной стороны, большой охват территорий с помощью верхнего спутникового сегмента (КА), а с другой стороны возможность детального изучения выявленных отклонений и особо важных объектов с помощью сегментов нижнего уровня (БПЛА, КСИ). Также сегменты нижнего уровня позволяют проводить подоблачные измерения спектральной отражательной способности объектов. Появляется возможность использования не только режима мониторинга, но и отслеживания предполагаемых изменений природной среды, тестирование результатов прогнозирования и др.

Такой подход позволит получать данные:

- высококого пространственного и спектрального разрешения;
- без искажений, вызванных атмосферой Земли;
- в любой момент времени с возможностью проведения повторной съемки;
- о спектральных характеристиках наземных объектов.

Предлагаемая система космического мониторинга будет решать следующие задачи:

Контроль зоны вечной мерзлоты.

Мониторинг антропогенного влияния на окружающую среду (рис. 2).

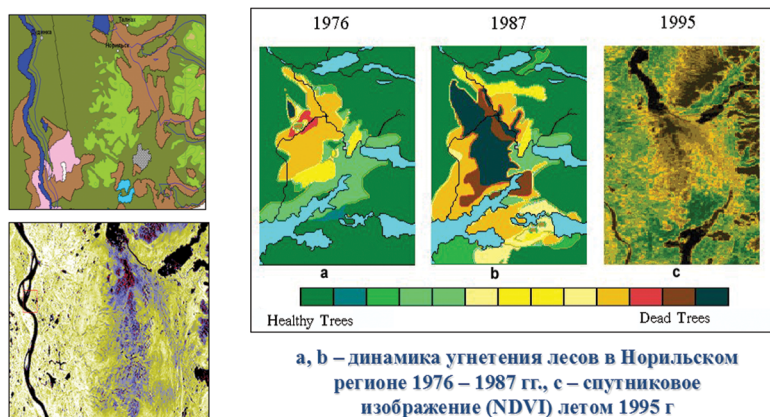


Рис. 2. Динамика лесов в Норильском регионе (ИБФ СО РАН, ИЛ СО РАН)

Мониторинг чрезвычайных ситуаций: предупреждение, контроль и оценка последствий наводнений, пожаров, организация информационного обеспечения в экстренных ситуациях;

Сельское хозяйство: инвентаризация сельскохозяйственных угодий, идентификация различных типов культур, почвоведение, гидрология, метеорология, предотвращение сельскохозяйственных катастроф, прогнозирование урожаев и анализ сельскохозяйственного потенциала;

Землепользование: топографическое и тематическое картографирование, наблюдение за ростом городов, наблюдение за пастбищами, распределением и миграцией животных, составление земельных кадастров, составление кадастров природных ресурсов,

мониторинг фактического использования земель района, включающий получение информации о состоянии территории, решение проблем упорядочивания существующей застройки и реконструкции многоэтажного и частного жилого фонда, определение точных границ застроек,

оценка состояния площадок для строительства и подъездных путей к ним, подбор земельных участков для размещения объектов нового строительства, проведение работ по комплексному благоустройству и озеленению территории, создание и обновление цифровой картографической основы земельного кадастра,

оценка состояния коммуникации, включая картирование и уточнение схем расположения коммунально-энергетических сетей, мониторинг состояния тепловых сетей, трубопроводов;

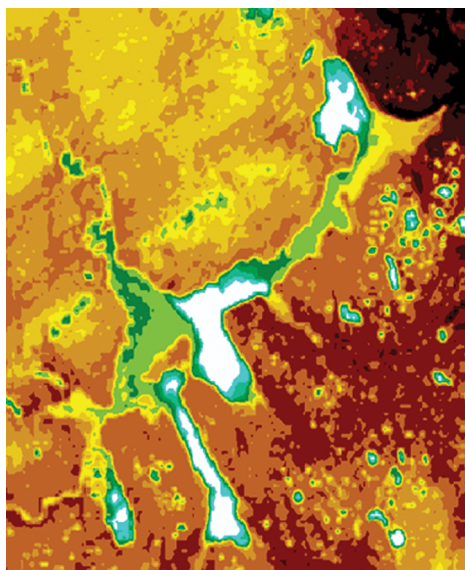
мониторинг состояния полигонов бытовых отходов, выявление несанкционированных свалочных мест в промышленных зонах и среди объектов природного комплекса, мониторинг объектов в пределах промзон.

Лесное хозяйство: контроль за уничтожением лесов, определение типов лесонасаждений и доминирующих пород, оценка запасов лесоматериалов, картографирование лесов и измерение площади, количественная оценка биомассы, лесоводство, изучение водного режима лесных массивов;

инвентаризация зеленых насаждений, оценка их общей площади, выявление очагов заболеваний, распределение зеленых насаждений по категориям состояния, контроль приживаемости молодых посадок.

Контроль водных ресурсов: определение водного эквивалента снега, косвенное обнаружение грунтовых вод, очерчивание водных слоёв, мониторинг наводнений, контроль качества воды.

Снегозапасы и ледовая обстановка: анализ взаимодействия льда и атмосферы, измерение температуры и толщины льда, выявление и классификация областей снежного покрова, определение характеристик снежного покрова (рисунок 3).



*Рис. 3. Карта температуры поверхности о. Таймыр
(Белый цвет показывает температуру от 0 градусов Цельсия и ниже)*

Предлагаемый подход может стать основой для создания системы дистанционного зондирования Земли на всей территории России. Элементы системы будут выполнены и реализованы с использованием Российских материалов и технологий (импорт замещение).

Литература

1. Shevyrnogov A.P., Yakovlev A.V., Popov V.P., Larko A.A. and Valov M.V. Satellite Monitoring System for the Krasnoyarsk Territory Area Based on Small Satellites Use // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies . 2015. Том 8, № 3. P. 331–345.
2. Ботвич И.Ю., Сидько А.Ф., Письман Т.И., Шевырногов А.П. Изучение хлорофилльного фотосинтетического потенциала посевов сельскохозяйственных культур Юга Красноярского края и республики Хакасия спутниковыми методами // Исследование Земли из космоса. 2012. № 5. С. 43-52.
3. Шевырногов А.П., Чернецкий М.Ю., Высоцкая Г.С. Многолетние тренды NDVI и температуры на юге Красноярского края // Исследование Земли из космоса. 2012. № 6. С. 77-87.

Картографическое представление данных мониторинга и моделирования ЧС с использованием технологии OLAP

А.А. Евсюков

ФГБУН Институт вычислительного моделирования СО РАН

Работа посвящена картографическому представлению оперативной обстановки в системах мониторинга чрезвычайных ситуаций с возможностью использования данных для моделирования ЧС [1]. Предлагается использовать средства ГИС-технологии совместно с технологией оперативной аналитической обработки данных (OLAP), чтобы по результатам оперативного анализа мониторинговых данных динамически формировать картограммы [2]. Для описания контролируемых обстановок, например, метеорологической или гидрологической обстановки, происходит построение OLAP-моделей. При этом OLAP-технология применяется не только для выполнения стандартных операций над многомерными данными, но и для оперативного выявления опасностей в процессе комплексного мониторинга обстановки. Оценка рисков возникновения ЧС происходит на основе аналитических индикаторов, позволяющих сравнивать результаты аналитической обработки оперативных мониторинговых данных с пороговыми значениями важных показателей обстановки. Пороговые значения наблюдаемых показателей имеют пространственно-временную привязку так же, как и исходные мониторинговые данные.

Для картографического представления оперативных данных используется модуль Яндекс.Карты для системы управления контентом Digma. В картографический модуль внедрен шаблон метки, состоящего из графического объекта и текста. Шаблон построен таким образом, чтобы метка автоматически размещала в себе разнотипные данные. Например, для метеорологической обстановки выбраны направление ветра и значение температуры воздуха. Выбор двух параметров обусловлен стремлением избежать нагромождения данных на карте. Кроме шаблона метки разработан шаблон информационной карточки объекта. Модуль Яндекс.Карты извлекает данные OLAP-модели из xml-файла, созданного по шаблону. На основе полученных данных формирует новый картографический слой. Размещение объектов производится с использованием встроенных методов кластеризации: объекты, изображения которых накладываются друг на друга при заданном масштабе, объединяются в группы. Для навигации по данным группам разработан соответствующий шаблон кластера, позволяющий получать информацию по каждому объекту группы.

Для моделирования ЧС в информационную карточку объекта, добавляются пункты выбора методики, с помощью которой можно произвести расчет результатов моделирования ЧС, например, химической аварии. При расчете последствий аварии используются метеоданные, а также запасы аварийно химически опасных веществ (АХОВ) на химически опасных объектах (ХОО), полученные из OLAP-модели. В случае моделирования затоплений используются данные гидростов о текущем уровне воды [3].

Картографическое представление данных для задач мониторинга оперативной обстановки ЧС повышает эффективность использования оперативной информации в органах управления МЧС. Применение систем автоматизированного мониторинга повышает на более качественный уровень эффективность управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. Ноженкова, Л.Ф. Применение методов оперативного анализа данных для обработки результатов мониторинга ЧС на региональном уровне управления / Л.Ф. Ноженкова, С.В. Исаев, В.В. Ничепорчук, А.А. Евсюков, Р.В. Морозов, А.А. Марков // Сб. матер. Междунар. научно-практич. конгресса «Совершенствование системы упра.вления, предотвращения и демпфирования последствий ЧС регионов и проблемы безопасности жизнедеятельности населения». – Новосибирск: СГГА, 2010. – С. 3-11.
2. Korobko A.V., Penkova, T.G., Nicheporchuk V.V., Minaev A.S. The integral OLAP-model of the emergency risk estimation in case of Krasnoyarsk region // Proc. 36th International Convention. The conference «Business Intelligence Systems (miproBIS)», 2013. – pp. 1456-1461.
3. Евсюков, А.А. Методы и средства мониторинга гидрологической обстановки и моделирования затоплений / А.А. Евсюков // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : материалы II Междунар. науч. конференция, 22–25 сентября 2015, г. Красноярск / науч. ред. Е. А. Ваганов; отв. ред. М. В. Носков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. – С. 256-259.

Двухуровневая модель процесса управления ликвидацией природного пожара

Г.А. Доррер, С.В. Яровой, И.А. Буслев

ФГБОУ ВО Сибирский государственный технологический университет

Введение

Природный пожар – неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде. Данный термин объединяет лесные, торфяные и степные пожары. Природные пожары наносят огромный экономический и экологический ущерб регионам, в которых они возникают. Для эффективного управления борьбой с природными пожарами необходимо создание информационных систем, позволяющих моделировать их поведение и рассчитывать необходимые силы и средства для их ликвидации. Сложность создания систем управления для борьбы с пожарами заключается в том, что природный пожар – это объект с распределенными в пространстве параметрами, и воздействия на него также имеет распределенный в пространстве характер. В результате размерность фазового пространства такой системы становится неприемлемо большой.

В докладе предлагается разделить задачу на два уровня. На первом уровне рассматривается модель с единственной фазовой переменной – площадью пожара, которая является наиболее важной величиной, определяющей, с одной стороны, ущерб от пожара, а с другой – успешность борьбы с ним. Для этой переменной составляется уравнение динамики, на основе которого возможно получение алгоритма оптимального управления. На втором уровне полученный алгоритм уточняется и реализуется для модели, описывающей распространение пожара по лесной территории. В качестве инструмента реализации предлагается использовать агентный подход к моделированию в сочетании с ГИС-системой, который позволяет описывать как распространение пожара, так и действие противопожарных сил.

1. Модель динамики природного пожара и управляющих воздействий первого уровня

Исходной является модель изменения площади крупного природного пожара во времени [1]:

$$S(t) = k(t) \cdot t^\alpha, \quad (1)$$

где $t \in [0, T]$ – время – сутки или часы,

здесь $t = 0$ – время возникновения пожара, T – время ликвидации пожара,

$S(t)$ – площадь, пройденная пожаром к моменту t , га,

$k(t)$ – коэффициент, имеющий размерность $га/сутки^\alpha$

α — параметр, определяющий скорость возрастания площади. С этим параметром связано изменение скорости движения фронта пожара: при $\alpha = 2$ эта скорость постоянна, при $\alpha < 2$ скорость фронта со временем уменьшается, при $\alpha > 2$ скорость фронта возрастает.

Борьба с пожаром начинается в момент $t_1 > 0$, при этом противопожарные меры приводят к уменьшению параметра $k(t)$ до того момента, когда площадь пожара перестанет увеличиваться, при этом производная $\dot{S}(t)$ в момент $t_{\dot{e}}$ становится равной нулю, что соответствует локализации пожара. При этом выражение для площади принимает вид

$$S(t) = \begin{cases} k_0 t^\alpha, & t \leq t_1, \\ k_0 t_1^\alpha + \int_{t_1}^t \dot{S}(\tau) d\tau, & t_1 \leq t \leq t_{\dot{e}}. \end{cases} \quad (2)$$

Из (1) следует, что скорость увеличения площади при $t \geq t_1$ равна

$$\dot{S}(t) = \alpha k(t) t^{\alpha-1} + \dot{k}(t) t^\alpha = \frac{\alpha}{t} S(t) + \dot{k}(t) t^\alpha,$$

$$t \geq t_1, k(0) = k_0 \quad (3)$$

Также видно, что управляющим воздействием в данной модели является производная $\dot{k}(t)$, т.е. скорость изменения коэффициента $k(t)$.

В рассмотренных ниже задачах изменен отсчет времени t , он начинается с момента начала ликвидации пожара t_1 , т.е. время фактически равно $t + t_1$.

Сформулируем теперь задачу ликвидации природного пожара в терминах теории управления. Общепринятая модель управляемой системы в данном случае имеет вид

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + t^\alpha B(t)u(t). \quad (4)$$

При этом, как следует из уравнения (3), фазовая переменная $x(t) = S(t)$

Начальные условия для системы (4) имеют вид:

$$\text{при } t = 0 \quad x(0) = k_1^\alpha. \quad (5)$$

Рассмотрим остальные компоненты системы (4), соответствующие исходной системе (3). Параметры уравнения (3) равны:

$$A(t) = \alpha(t + t_1)^{-1}, \quad B(t)u(t) = \dot{k}(t) \quad (6)$$

Представим управляющие воздействия по тушению пожара в виде вектора

$$u(t) = \begin{bmatrix} u_1(t) & u_2(t) & u_3(t) \end{bmatrix}^T, \quad (7)$$

где $u_1(t)$ – количество противопожарных сил с ручными средствами,
 $u_2(t)$ – количество сил с механизированными средствами,
 $u_3(t)$ – количество сил с авиационными средствами.

Интенсивность воздействия на пожар каждого из видов сил и средств задается вектором $B(t) = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix}$, компоненты которого определяют величину снижения скорости прироста площади пожара на единицу соответствующих сил и средств в единицу времени.

Рассмотрим задачу оптимального быстрогодействия для рассмотренной выше системы (4), (5) при ограничениях на величины управляющих воздействий:

$$|u_i(t)| \leq M_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (8)$$

где M_i – максимально допустимые значения управляющих воздействий. Составим функцию Гамильтона для системы (4):

$$H(p, x, u) = p(t) \dot{x}(t) + t^\alpha B(t)u(t). \quad (9)$$

Сопряженная переменная $p(t)$ с учетом (4), (5) определяется уравнением

$$\dot{p}(t) = -\frac{\partial H}{\partial x} = -p(t) \alpha (t + t_1)^{-1}, \quad p(0) = p_0 < 0, \quad (10)$$

и его решение имеет вид $p(t) = p_0 (t_1 + t)^{-\alpha} < 0$

Следовательно, для достижения максимума функции (9) необходимо выбрать максимально возможные значения управления: $u_i(t) = -M_i, i = 1, 2, 3$.

При этом суммарное управляющее воздействие будет равно

$$B(t)u(t) = \dot{k} = \sum_{i=1}^3 b_i (-M_i) = -U.$$

На основе этого уравнения определяется значение параметра $k(t)$:

$$k(t) = k_0 - U \cdot t. \quad (11)$$

Из уравнения (3) с учетом (11) следует выражение для скорости прироста площади пожара

$$\dot{S}(t) = \alpha (k_0 - U \cdot t) t^{\alpha-1} - U \cdot t^\alpha. \quad (12)$$

Теперь определим время локализации $t_{\text{л}}$, когда $\dot{S}(t_{\text{л}}) = 0$.

Решая уравнение $\alpha(k_0 - U \cdot t)t^{\alpha-1} - U \cdot t^\alpha = 0$,

получим время, за которое локализован пожар:

$$t_{\ddot{e}} = \frac{\alpha k_0}{(\alpha+1) \cdot U}, \quad (13)$$

Можно подсчитать площадь пожара после начала локализации. Интегрируя выражение (12) на интервале от 0 до $t_{\ddot{e}}$, получим

$$S(t_{\ddot{e}}) = \int_0^{t_{\ddot{e}}} \dot{S}(\tau) d\tau = k_0 t_{\ddot{e}}^\alpha - U \cdot t_{\ddot{e}}^{\alpha+1} = (k_0 - U \cdot t_{\ddot{e}}) \cdot t_{\ddot{e}}^\alpha = \frac{k_0}{\alpha+1} t_{\ddot{e}}^\alpha.$$

Полученные расчетные соотношения могут служить основой для проектирования количества и состава противопожарных сил на втором уровне управления.

2 Агентная модель процесса распространения и локализации пожара второго уровня

Агентное моделирование (agent-based modeling, ABM) представляет собой новый подход к имитационному моделированию, который направлен на моделирование сложных динамических систем с помощью исследования поведения и взаимодействия автономных и независимых субъектов (агентов) в некоторой среде [2]. Для моделирования лесопожарных ситуаций особый интерес также представляют геоинформационные системы (ГИС), которые обладают возможностями хранения и визуализации пространственной информации. Совместное использование агентного моделирования и ГИС позволяет объединить преимущества обоих направлений для решения рассмотренных выше задач.

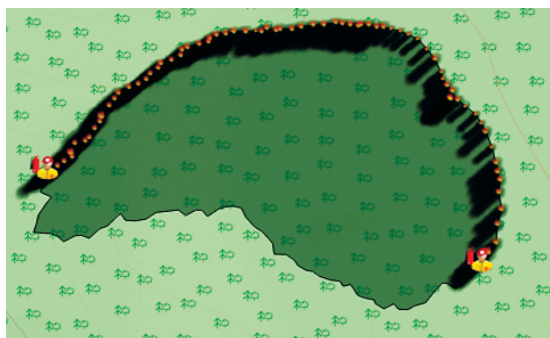
В предлагаемой модели выделено два типа агентов: участок горящей кромки (агенты типа А) и противопожарные силы (агенты типа В). Агенты типа А используются для моделирования поведения природного пожара, они представляют собой модель горения элементарного участка горючего, и в совокупности образуют контур пожара на карте. Движение и взаимодействие этих агентов основано на использовании метода подвижных сеток [3]. Для агентов типа А возможно два состояния, характеризующих текущее состояние горения: «onF» (агент «горит»), «notF» (агент «не горит»). Кроме того, находясь в активном состоянии «onF» агент генерирует дымовой шлейф. Переход агента из состояния «onF» в «notF» возможен в нескольких случаях.

Во-первых, агент может самостоятельно перейти в «notF», когда попадает в область, в которой отсутствует горючее. Во-вторых, он может быть «потушен» агентами типа В, оказывающими на них воздействие, снижающее интенсивность горения. Переход агента из состояния «notF» в «onF» невозможен.

Агенты типа В имитируют действия противопожарных сил и оказывают воздействие на агентов типа А. Агенты типа В руководствуются одной единственной целью – «потушить» все очаги возгорания. Для этого агент В перемещается по среде

к ближайшему агенту А, и воздействует на его показатель интенсивности горения. Как только данный показатель становится равным 0, агент А_і меняет свое состояние «notF», а агент В перемещается к следующему агенту А.

На основе предложенной мультиагентной модели был разработан программный комплекс, имеющий клиент-серверную архитектуру и веб-интерфейс. На сервере находится база данных, в которой хранится информация о среде моделирования (реальной местности). Программный код серверной части реализован на языке PHP. Клиентская часть системы реализована на JavaScript с использованием библиотеки с открытым исходным кодом OpenLayers. На рисунке 1 приведен пример моделирования процесса локализации пожара с использованием агентного подхода.



*Рис. 1 Пример работы системы моделирования.
Видны агенты типа А, находящиеся в состоянии «onF» и два агента типа В,
моделирующие противопожарную команду*

Рассмотренная модель и решенный на ее основе ряд задач позволяют оценить оптимальный размер сил и средств при управлении борьбой с природными пожарами. Кроме того, предложенная теория может явиться основой для синтеза систем управления, в том числе, в условиях неполной информации и помех на основе теории аналитического конструирования регуляторов (АКОР) с использованием фильтра Калмана для текущей оценки состояния объекта управления.

Литература

1. Коморовский, В. С. Методика расчета параметров лесных пожаров как динамических процессов на поверхности Земли с использованием данных космического мониторинга / В. С. Коморовский, Г. А. Доррер // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2010. – Вып. 3 (29). – С. 47-51.
2. Dai D., Zhang Y. Simulating fire spread in a community using an agent-based model. Proceedings of the 12th International Conference on GeoComputation. LIESMARS Wuhan University, Wuhan, China, 2013, pp. 130-132.
3. Доррер, Г.А. Динамика лесных пожаров / Г.А. Доррер. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 404 с.

Системная модель оперативного комплексного мониторинга

В.В. Ничепорчук

ФГБУН Институт вычислительного моделирования СО РАН

Приоритетным направлением деятельности МЧС России является смещение целей с оперативного реагирования на предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС) в том числе за счёт развития системы комплексного мониторинга. Данные мониторинга окружающей среды и контроля объектов техносферы используются для оперативного реагирования на опасности и угрозы, моделирования возможных последствий ситуаций, формирования прогнозов, оценивания рисков ЧС. Анализ результатов исследований показывает отсутствие ясности в понимании задач мониторинга, его возможностей и ограничений [1]. Например, в монографии [2] утверждается, что практически виды ЧС инициируются либо сейсмическими событиями, либо солнечной активностью.

Разработка теоретических основ использования и развития оперативного комплексного мониторинга целесообразно с позиций системного анализа. В работе изложены краткие результаты описания объектов и процессов мониторинга, их особенностей с использованием теории множеств.

Как известно, принципы расчленимости, классификации и категоризацией сложных систем являются базовыми положениями системного анализа [3]. В предложенной системной модели выделены признаки, существенные для решения задач информационной поддержки управления, состав элементов системы, их логические связи. Система мониторинга A представляется в виде кортежа:

$$A = \langle Q, F, Ob, P, IT, R \rangle,$$

где Q – цель системы, заключающаяся в информационной поддержке задач управления, F – задачи, Ob – объекты мониторинга; P – процессы изменения состояний элементов, IT – используемые информационные технологии.

Рассмотрим три класса объектов мониторинга:

$$Ob = Od \cup$$

где Od – опасности, включая объекты-источники опасностей, события, явления; Obv – объекты защиты; Op – объекты управления. Для оценки комплексного показателя безопасности объектов и территории удобно использовать аналогичное разделение критериев состояния безопасности территорий на «опасность», «уязвимость», «защищённость». Такое разделение используется для оценки состояния технических систем, критически важных объектов [4].

Перечень функциональных задач мониторинга F :

1. оперативная *идентификация опасностей и угроз*;
2. *уточнение* характеристик Op при возникновении или угрозе ЧС;
3. оперативное получение *данных об опасной ситуации* для моделирования динамики и последствий её реализации;
4. *регистрация* опасных событий, формирование базы прецедентов;

5. формирование информации для прогнозирования опасных ситуаций и оценивания рисков, в том числе плановая актуализация характеристик Ov и Op .

Информационные ресурсы R (базы данных, знаний, пространственные данные и др.) преобразуются из первичных данных в информацию для поддержки управления с помощью различных информационных технологий (консолидации, хранилищ данных, оперативного анализа данных OLAP, ГИС, экспертных систем, web-технологии представления данных и др.).

Схематическое представление системы A представлено на рисунке 1.

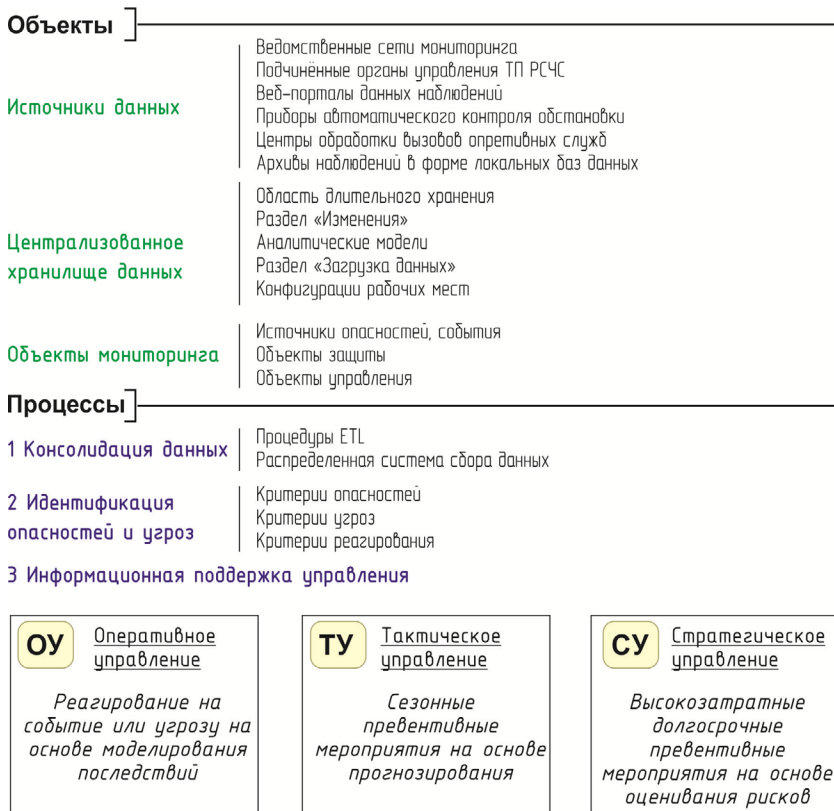


Рис. 1. Объекты и процессы системной модели

В задаче оперативной идентификации опасностей и угроз данные мониторинга представлены множеством, называемым «обстановка»:

$$H = \langle M, x \rangle,$$

где M – множество, характеризующее текущее состояние объектов и представляющее набор регулярно измеряемых показателей; x – предельные значения параметров мониторинга, выход за которые идентифицируется как угроза или реализация опасности. Различные объекты мониторинга (техносфера, биосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера и т.п.) имеют уникальные наборы x .

Для решения остальных задач F представим данные каждой обстановки H на шкале времени короткем шести величин, три из которых известны:

$$T = \langle T_0, T_{curr-a}, T_{curr-b}, T_{curr+c}, T_{curr+d}, T_{curr+e} \rangle,$$

где T_0 - условно постоянная характеристика объекта;

T_{curr} - текущий момент времени;

T_{curr-a} - архивные данные, a – объём архива (продолжительность наблюдений);

T_{curr-b} - данные оперативного мониторинга, b – продолжительность периода со времени последнего измерения ;

T_{curr+c} - моделирование последствий реализации ситуации на период c ;

T_{curr+d} - прогноз обстановки на период d ;

T_{curr+e} - результаты оценивания рисков на период e .

Примерный порядок величин: a – пять лет и более, b – от нескольких минут до суток, c – от суток до 10 дней, d - от года и более.

Условно постоянные величины для различных видов опасных ситуаций:

- техногенных: Th_0 - характеристики потенциально опасных объектов;
- природных: Nt_0 - характеристики территории и природной среды;
- биолого-социальных: Sc_0 - медико-демографические характеристики.

Оценивание экологической ситуации реализуется на основе наборов параметров Th, Nt .

Для информационной поддержки задач управления используются различные комбинации T_0, T_{0-a}, T_{0-b} .

	Техногенные Th	Природные Nt	Биолого-социальные Sc
OU: T_{curr+c}	$Th_0, Th_{curr-b}, N_0, N_{curr-b}$	Nt_0, Nt_{curr-b}	$N_0, Sc_0, Sc_{curr-b}, Sc_{curr-a}, W$
TU: T_{curr+d}	$Th_0, Th_{curr-b}, N_0, N_{curr-b}, N_{curr-b}, W$	$Nt_0, Nt_{curr-a}, Nt_{curr-b}$	$N_0, Sc_0, Sc_{curr-b}, Sc_{curr-a}, W$
SU: T_{curr+e}	Th_0, Th_{curr-a}	N_0, Nt_{curr-a}	$N_0, Sc_0, Sc_{curr-a}, W$

Сложность задач информационной поддержки различных видов управления обусловлена необходимостью учёта не только параметров, прямо влияющих на вероятность и масштаб реализации опасных ситуаций, но и наличием косвенно влияющих и трудно формализуемых параметров и параметров W . Поскольку W имеет вероятностный характер, интервал возможных значений можно попытаться оценить на большом количестве прецедентов T_{0-a} . Поясним сказанное несколькими примерами различных ситуаций (Таблица 1).

Таблица 1. Особенности информационной поддержки управления для различных видов опасных ситуаций

Вид ситуации	Параметры			трудно формализуемые
	условно постоянные	прямого влияния	косвенного влияния	
Затопление территорий	рельеф местности, наличие гидротехнических сооружений	уровень воды	метеорологические параметры (ход температур, жидкие осадки, скорость ветра), толщина льда, запасы воды в снеге на всей площади водосборного бассейна	-
Природные пожары	пирологические характеристики растительности, геометрические размеры очага пожара	-	метеорологические параметры (ход температур, осадки, скорость ветра), сезон, вероятность сухих гроз	человеческий фактор (ЧФ): состояние от населённых пунктов, вид деятельности в лесу, уровень жизни
Дорожно-транспортные происшествия	характеристики дороги (покрытие, уклон, повороты, полосность)	-	метеопараметры (переход температур через «0», наличие и интенсивность осадков, видимость), качество дорожной инфраструктуры, состояние покрытия, интенсивность движения	ЧФ: влияние на состояние водителей сезона, времени суток и др.
Техногенные происшествия	вид и объём опасных веществ и материалов, условия хранения	параметры, контролируемые объектовыми системами мониторинга	опасные природные процессы: шквалы, бури, затопления, землетрясения; погодные условия	ЧФ: квалификация персонала, состояние дисциплины

Наличие характеристик множества W для большинства видов опасных ситуаций является ограничением системной модели. Иными словами, поскольку детерминированное описание всех опасных ситуаций (прогноз, динамика, последствия) невозможно, принимаемые решения оперативного характера будут сопряжены с рисками неопределённости в большей степени, чем решения тактического и стратегического характера.

По этой же причине затруднено формирование количественных прогнозов биолого-социальных ЧС. Модели описания таких систем основаны на статистических методах и требуют большого количества данных.

Для уменьшения W , повышения качества информационной поддержки управления необходимо использование архивов наблюдений и база зарегистрированных событий большого объёма. Технологии консолидации данных позволяют оперативно формализовать данные различных форматов. Поэтому помимо развития методов моделирования ситуаций, прогнозирования обстановки и оценивания рисков ЧС важно формирование единого информационного пространства оперативного комплексного мониторинга на федеральном уровне.

Системное рассмотрение оперативного комплексного мониторинга позволяет сформулировать задачи и способы их решения в различных режимах функционирования РСЧС. Логичным решением являлось бы разделение функций управления по уровням: оперативное управление – муниципальный уровень, прогнозирование, планирование и реализация тактического управления – уровень субъекта РФ, стратегическое управление природно-техногенной безопасностью территорий – уровень национального ЦУКС и департаментов МЧС России.

Представленная системная модель оперативного комплексного мониторинга не претендует на полноту описания всей системы и будет дорабатываться по мере формулировки новых функциональных задач, появления новых источников данных, развития технологий обработки данных.

Литература

1. Справочное пособие по организации выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и проведению аварийно-спасательных работ силами и средствами органов государственной власти, органов местного самоуправления в мирное и военное время. МЧС России. - М.: ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014. - 625 с.
2. Байда С.Е. Природные, техногенные и биолого-социальные катастрофы: закономерности возникновения, мониторинг и прогнозирование; МЧС России. - М.: ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. - 194 с.
3. Кориков А.М. Павлов С.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2008. - 264 с.
4. Махутов Н.А. Прочность и безопасность: фундаментальные и прикладные исследования. - Новосибирск: Наука, 2008. - 528 с.

Результаты дистанционного мониторинга пожаров экстремальной интенсивности в лесах Сибири

Ю.О. Усатая¹, Е.И. Пономарев², Е.Г. Швецов²

¹ ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет

² ФГБУН Институт леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН

Сибири ежегодно до 17 млн га леса подвергается воздействию пожаров (Швиденко, Щепашенко, 2013), и прогнозируется дальнейший рост горимости (Forkel et al., 2012; de Groot et al., 2013; Пономарев, Харук, 2016).

Наиболее значимое и быстро проявляющееся в экологическом плане воздействие на лес оказывают верховые пожары и пожары экстремальной интенсивности. Доля таких пожаров, приводящих к отпаду, замещению древостоев, варьирует на уровне ~30% (Krylov et al., 2014), что составляет до 1,5–3 млн га лесных территорий в год (Барталев и др., 2015). Оперативный мониторинг ЛП в зоне бореальных лесов России может быть проведен только с использованием спутниковых систем. В связи с этим актуальна разработка новых подходов к детектированию энергетических характеристик пожаров, в том числе дистанционных методов оперативной регистрации верховые пожаров и пожаров экстремальной интенсивности.

Основная цель данной работы – определение критерия дистанционного детектирования экстремальных по интенсивности и/или верховых пожаров, а также количественная оценка доли таких пожаров за последнее десятилетие в лесах Сибири.

Работа выполнена с использованием банка данных лесных пожаров Сибири за период 1996 – 2015 гг. Института леса им. В.Н Сукачева СО РАН.

В качестве энергетической характеристики пожаров предложено использовать дистанционно определяемый показатель мощности теплоизлучения (МТИ) от активной зоны пожара (Popomarev, 2013; Пономарев и др., 2014).

В работе использована выборка из базы данных, содержащая многократные наблюдения 20 пожаров Сибири (2012 – 2015 гг.), для которых была восстановлена динамика мощности теплоизлучения от активных зон в различные сроки регистрации. Для каждого случая пожара восстановлен ряд более чем ста наблюдений в течение времени развития. Были рассмотрены случаи пожаров в различных лесорастительных районах Сибири.

Используя материалы спутниковой съемки TERRA/MODIS в среднем инфракрасном диапазоне ($\lambda \sim 3,989\text{--}3,929$ мкм) вычислялся показатель мощности теплоизлучения. В зарубежных публикациях такая характеристика известна как Fire Radiative Power (FRP) (Kaufman et al., 1996). Мощность теплоизлучения, связанная с количеством сгорающей растительной биомассы, может рассматриваться как критерий при оценках уровня воздействия огня на древостои. Особенно эффективно такой показатель применим в случаях пожаров с экстремальной мощностью теплоизлучения, включая верховые.

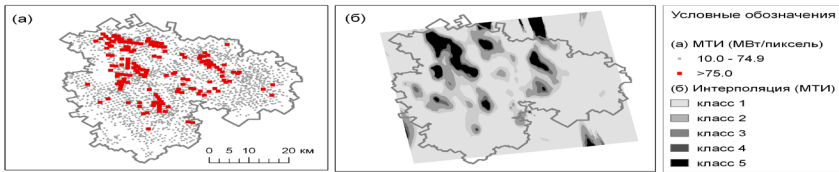


Рис. 1. Пример обработки данных о динамике мощности тепловыделения на различных стадиях развития пожара.
 (а) исходный набор попиксельных измерений, красным выделены точки с экстремальными значениями МТИ;
 (б) результат интерполяции по уровню МТИ.

Данные МТИ/FRP совмещались с полигональным ГИС-слоем пожаров из базы данных Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН на основе пространственного (границы полигона пожара) и временного критерия совпадения (даты начала и окончания пожара). Для каждого полигона пожара рассчитывались среднее по всем активным пикселям значение радиационной мощности и стандартное отклонение. Условием отнесения данного активного пикселя в категорию экстремальных являлось превышение пороговой величины:

$$FRP > FRP_{mean} + 2,5 \times \sigma_{FRP}$$

где FRP_{mean} и σ_{FRP} - среднее значение радиационной мощности и стандартное отклонение от среднего соответственно.

Дополнительно проведена валидация данных с привлечением материалов наземной и авиационной охраны лесов о верховых пожарах методом пространственно временного совпадения активных пикселей с экстремальными значениями FRP и координат верховых пожаров. С учетом разрешающей способности исходных спутниковых данных допустимая пространственная невязка была выбрана равной 1000 м. Анализировалась также связь значений МТИ/FRP при различных внешних условиях, в частности, от уровня пожарной опасности на основе показателя ПВ-1.

Основные результаты.

Зафиксировано, что МТИ от экстремальных и верховых зон горения превышает порог $2,5 \times \sigma_{FRP}$ от среднего значения по полигону пожара ($p < 0,05$). Вероятность дистанционного детектирования пожара в верховой стадии – не ниже 65%, согласно результатам валидации по данным наземного обследования.

Доля лесных пожаров Сибири с участками экстремального теплоизлучения за рассмотренный период составила $8,0 \pm 2,18$ %. Суммарная площадь лесов, пройденных пожарами высокой энергии, включая верховые, составила не менее 15% от среднегодовой площади лесных пожаров. Для Сибири зафиксирован тренд роста числа пожаров, относимых к экстремальным в терминах МТИ/FRP.

Установлен уровень зависимости мощность теплоизлучения от пожара от внешних факторов (уровень пожарной опасности по условиям погоды, преобладающий

древостой). В первом приближении эта связь описывается экспоненциальной функцией с достоверностью аппроксимации на уровне 0,94.

Литература

1. Барталев С.А., Стыценко Ф.В., Егоров В.А., Лупян Е.А. Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение. 2015. № 2. С. 83–94.
2. Пономарев Е.И., Иванов В.А., Швецов Е.Г. Детектирование верховых лесных пожаров по данным съемки Terra/Modis // Лесное хозяйство. 2014, №2. – С. 32 – 33.
3. Пономарев Е.И., Харук В.И. Горимость лесов Алтае-Саянского региона Сибири в условиях наблюдаемых изменений климата // Сибирский экологический журнал. 2016. №1. С. 38 – 46. DOI: 10.15372/SEJ20160104
4. Швецов Е.Г., Пономарев Е.И. Оценка влияния внешних условий на мощность теплоизлучения от лесных пожаров по данным спутникового мониторинга // Сибирский экологический журнал, 2015, №3, с. 413 – 421. DOI: 10.15372/SEJ20150308
5. Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // Лесоведение, 2013, 5. С. 50–61
6. de Groot W.J., Cantin A.S., Flannigan M.D., Soja A.J., Gowman L.M., Newbery A. A comparison of Canadian and Russian boreal forest fire regimes // For. Ecol. and Manag., 2013. 294. P. 23–34. DOI:10.1016/j.foreco.2012.07.033.
7. Forkel M., Thonicke K., Beer C., Cramer W., Bartalev S., Schimmlius C. Extreme fire events are related to previous-year surface moisture conditions in permafrost-underlain larch forests of Siberia // Environ. Res. Lett., 2012, 7, 044021: 9. DOI:10.1088/1748-9326/7/4/044021.
8. Kaufman Y., Remer L., Ottmar R., Ward D., Rong-R L., Kleidman R., Fraser R., Flynn L., McDougal D., Shelton G. Relationship between remotely sensed fire intensity and rate of emission of smoke: SCAR-C experiment // In J. Levine (Ed.), Global biomass burning. MA: MIT Press. 1996. P. 685– 696.
9. Krylov A., McCarty J.L., Potapov P., Loboda T., Tyukavina A., Turbanova S., Hansen M.C. Remote sensing estimates of stand-replacement fires in Russia, 2002–2011. Environ. Res. Lett. 2014. 9. 105007. P. 1–8. doi:10.1088/1748-9326/9/10/105007.
10. Ponomarev E. I. Radiative Power of Wildfires in Siberia on The Basis of TERRA/ Modis Imagery Processing // Folia Forestalia Polonica, Seria A, 2013, Vol. 55 (2), pp. 102 – 110. doi:10.2478/ffp-2013-00011.

Зависимость безопасности ГЭС от качества подготовки и эксплуатации водохранилищ

В.П. Корпачев, А.И. Пережилин

ФГБОУ ВО Сибирский государственный технологический университет

На долю гидроэлектростанций (ГЭС) в структуре энергообеспечения России приходится лишь 22 %, а освоение экономически эффективных гидроэнергоресурсов составляет около 20 % – является самым низким уровнем использования среди развитых и развивающихся стран. Поэтому, в соответствии с «Энергетической стратегией России на период до 2030 года» [10] в Сибири и на Дальнем Востоке планируется строительство ряда крупных ГЭС для освоения значительных запасов природных ресурсов. При этом потенциал гидроэнергоресурсов Сибири составляет 369 млрд. кВт·ч (более 46 % от общероссийского), $\frac{3}{4}$ которого сосредоточено в бассейнах рек Енисей и Ангара. В Красноярском крае перспективными ГЭС являются Нижнебогучанская, Выдумская и Стрелковская на р. Ангара, Эвенкийская с контррегулятором на р. Нижняя Тунгуска и Нижне-Курейская на р. Курейке [3].

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС 17.08.2009 г. лишней раз подтвердила необходимость предусматривать все возможные ситуации при проектировании, строительстве и эксплуатации ГЭС.

Международная комиссия по крупным плотинам провела глобальный обзор информации о разрушении плотин и в отчете [4] представила выводы:

- вероятность разрушения плотин зависит от их высоты, и наиболее часто разрушаются малые плотины, а частота разрушения крупных плотин за последние четыре десятилетия снизилась (с 2,2 % для плотин, построенных до 1950 года, до 0,5 % – после 1951 года);
- наиболее высокая частота разрушений отмечается у плотин, построенных в 1910-1920 гг.;
- большая часть разрушений (около 70 %) происходит в течение 10 лет после постройки и наиболее часто – в первый год эксплуатации;
- проблемы, возникающие в основании плотины, являются наиболее частой причиной разрушения бетонных плотин, на долю внутренней эрозии и прочности оснований приходится по 21 % разрушений;
- наиболее частой причиной разрушения грунтовых и каменных плотин является перелив через гребень (31 % – главная причина, 18 % – дополнительная причина), далее следует внутренняя эрозия тела плотины (15 и 13 %) и ее основания (12 и 15 %);
- среди технических причин разрушения наиболее распространенной является недостаточная мощность водопропускных устройств (22 % – главная причина, 30 % – дополнительная причина);
- после разрушения плотин в 36 % случаев они не восстанавливались, в 19 % – строились снова по измененному проекту и в 16 % – восстанавливались по исходному проекту;

- обеспечение безопасности плотин требует повышения внимания и инвестиций по мере увеличения возраста плотин, а также учет изменений гидрологического режима водных объектов в сравнении с проектным и мониторинг других негативных факторов и явлений.

Несмотря на рост внимания к безопасности плотин, около 20 % плотин, построенных за последние три десятилетия, не имеют результатов оценки их безопасности [4].

В отчете Международной комиссии по крупным плотинам и в научных публикациях водохранилище рассматривается, в основном, как емкость для сбора и хранения воды, хотя по капитальным вложениям доля затрат на подготовку ложа водохранилища под затопление, природоохранные и компенсационные мероприятия составляет от 20 до 50 % от общей сметы гидроузла.

Российским законодательством ответственность за обеспечение безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений (ГТС) возложена на собственника. Из 30 тысяч напорных ГТС, эксплуатирующихся в России, только 1,3 % находятся в федеральной собственности, субъектам федерации принадлежат 19,0 %, остальные находятся в собственности хозяйствующих субъектов (ОАО, ЗАО, ООО и др.), которые очень неохотно вкладывают средства в повышение безопасности [9].

Особенность строительства крупных ГЭС в Сибири заключается в том, что водохранилища создаются на покрытых лесом территориях со средним запасом древесно-кустарниковой растительности до 200 м³ на один гектар.

Водоохранилища, созданные в лесопокрытой зоне, стали не только транспортными артериями с новыми морфологическими характеристиками, но и источниками активного воздействия на окружающую природную среду.

Требования к подготовке лож водохранилищ ГЭС для обеспечения соответствующего качества воды в них устанавливают СанПиН 3907-85 «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ» [8]. В комплекс мероприятий по подготовке зоны затопления входят: санитарная очистка территорий населенных пунктов, предприятий, зданий и сооружений, а также мест массивного загрязнения; очистка от древесной и кустарниковой растительности; мероприятия в местах захоронений; подготовка санитарных зон прибрежных населенных пунктов и инженерная защита.

Вторым регламентирующим документом на очистку территории от древесной и кустарниковой растительности являются технические условия на лесосводку и лесоочистку ложа, разрабатываемые для каждого водохранилища. В технических условиях указывается: территория, подлежащая очистке от древесной и кустарниковой растительности; распределение площадей подлежащих лесосводке и лесоочистке; требования, предъявляемые к лесоочистке спецучастков в зависимости от их назначения; сроки проведения работ и др.

Опыт строительства ГЭС и подготовки зон затопления показал, что ни на одном водохранилище не были выполнены, по разным причинам, работы по лесосводке и лесоочистке в проектных объемах. Основными причинами являются

убыточность и сжатые сроки работ, которые не увязываются с графиками наполнения водохранилищ. Поэтому в ложах водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского региона затоплено 33 млн. м³ древесины и находится на плаву около 4 млн. м³. В таблице 1 приведены объемы затопленной и плавающей древесины в водохранилищах ГЭС [1].

Таблица 1. Проектные и реальные объемы затопления древесины в ложах водохранилищ ГЭС, млн. м³

Показатель	Водохранилище							Итого
	Братское	Красноярское	Усть-Илимское	Курейское	Саяно-Шушенское	Бурейское	Богучанское	
Год заполнения водохранилища до НПУ	1967	1970	1977	1989	1990	2009	2015	
Общий запас насаждений в ложе	40,5	0,5	14,4	1,8	3,7	4,9	13,5	79,3
Объем затопления древесины:								
- проектный	4,0	0,3	1,6	0,5	2,1	0,9	2,0	11,4
- реальный	12,0	0,5	5,0	1,7	3,5	3,5	10,3	36,5
Объем плавающей древесины	2,2	0,1	0,9	-	0,2	1,0	0,5	4,9

Под воздействием природных (разрушение берегов, отпад полузатопленных деревьев, вынос из рек-притоков, стихийные явления) и антропогенных (затопленный на корню древесиной, порубочные остатки от лесосводки и лесоочистки, потери при лесосплавных работах, хозяйственная деятельность предприятий и населения на берегах водохранилищ и т.п.) факторов на акватории водохранилищ после заполнения и в процессе эксплуатации появляется плавающая древесная масса (хлысты, вершинник, бревна, коротье и др.), которая под действием ветра и течений перемещается по акватории и представляет угрозу различным видам водопользования.

Трудно себе представить, что может быть с гидросооружением, если древесина поступит к защитным решеткам водозаборов и не только снизит их пропускную способность, но и увеличит нагрузку на плотину. Так на Саяно-Шушенской ГЭС в 1980-е годы из-за помех, создаваемых плавающей древесиной, выработка электроэнергии агрегатами постоянно снижалась на 5-7 % [2] и только после этого ее было решено запирать запанями в заливах.

По оценке специалистов кафедры использования водных ресурсов (ИВР) СибГТУ на акватории и берегах Саяно-Шушенского водохранилища находилось в 1995 г. 714 тыс. м³, в 2008 г. – 696 тыс. м³ древесной массы [6], и лишь авария 2009 г. явилась причиной интенсивной очистки водохранилища от древесины. Поэтому запас плавающей древесины в 2015 г. уменьшился до 196 тыс. м³ [7] и есть вероятность, что в ближайшие год-два водохранилище будет полностью очищено.

В вопросе решения проблем, создаваемых плавающей древесиной не были исключением водохранилища Братской и Усть-Илимской ГЭС, но было меньше негативных последствий в связи с тем, что на их акватории изначально работали лесосплавные предприятия, которые параллельно занимались очисткой водохранилища от древесной массы.

По прогнозным оценкам кафедры ИВР на акватории Богучанского водохранилища уже через год после наполнения объем плавающей древесины может достигнуть 1,2 млн. м³ [1]. С момента начала наполнения всплывшая древесина стала частично подходить в лесозадерживающую запань, откуда ее транспортируют в ближайшие к плотине заливы. Основная масса плавающей древесины, объем которой в 2015 г. оценивался в 0,5 млн. м³, находится в «зацепе» с полузатопленной и затопленной древесиной по всему периметру водохранилища. Под воздействием ветра, волн и ледового поля происходит отпад полузатопленной и затопленной древесины. Плавающая древесная масса, находящаяся в «зацепе», со временем освободится (окажется на чистой воде) и под воздействием ветра и течения будет мигрировать по водохранилищу.

На водохранилищах ГЭС Дальнего Востока наблюдается аналогичная картина появления плавающей и разнесенной по берегам древесины. К примеру, объем древесного плавника на Бурейском водохранилище составляет более 1 млн. м³ [5].

Проведя анализ приведенных материалов можно сделать вывод, что чем больше в ложе затоплено древесно-кустарниковой растительности, тем выше запас плавающей древесины и наоборот. Таким образом, объем плавающей древесины и соответственно степень безопасности ГЭС напрямую зависят от качества подготовки ложа водохранилища.

Необходимо отметить, что многолетний опыт эксплуатации водохранилищ Братской и Усть-Илимской ГЭС показал наличие непрерывного процесса пополнения объемов плавающей древесной массы. С 1967 по 1990 гг. было убрано с акватории Братского водохранилища и передано Братскому ЛПК более 7 млн. м³ древесины, в среднем 300 тыс. м³ в год, однако запасы плавающей древесной массы практически не уменьшаются, т.е. в водохранилище за эти годы поступило около 9 млн. м³ [1].

Таким образом, даже при условии полной лесочистки ложа водохранилища, на его акватории все равно будет появляться плавающая древесина, но ее запасы будут значительно меньше.

Литература

1. Корпачев В.П. Водохранилища ГЭС Сибири. Проблемы проектирования, создания и эксплуатации: монография / В.П. Корпачев, А.И. Пережилин, А.А. Андрияс. – Красноярск: СибГТУ, 2015. – 209 с.
2. Корытный Л.М. Реки Красноярского края / Л.М. Корытный. – Красноярск, 1991. – 157 с.
3. Лапин Г.Г. О состоянии и перспективах развития гидроэнергетики России / Г.Г. Лапин, В.В. Смирнов, Е.И. Ваксова // Гидротехническое строительство. – 2007. – № 6. – С. 9-15.
4. Плотины и развитие: Новая методическая основа для принятия решений: отчет Всемирной комиссии по плотинам. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2009. – 200 с.
5. Проведение оценки объемов древесного плавника в акватории Бурейского водохранилища, его экологической опасности и товарной составляющей: отчет о НИР / ИВЭП ДВО РАН; рук. А.В. Остроухов. – Хабаровск, 2013. – 80 с.
6. Проведение оценки объемов древесного плавника в акватории Саяно-Шушенского водохранилища, его экологической опасности и товарной составляющей: отчет о НИР / СибГТУ; рук. В.П. Корпачев. – Красноярск, 2008. – 38 с.
7. Проведение оценки объемов плавающего древесного хлама (плавника) в акватории Саяно-Шушенского водохранилища, его экологической опасности и товарной составляющей: отчет о НИР / СибГТУ; рук. В.П. Корпачев. – Красноярск, 2015. – 71 с.
8. СанПиН 3907-85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ. – Утв. заместителем главного государственного врача СССР 01.07.1985 г.
9. Фролов Д.И. Совершенствование российского законодательства по безопасности гидротехнических сооружений / Д.И. Фролов, В.А. Волосухин // Использование и охрана природных ресурсов в России: Научно-информационный и проблемно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 6. – С. 17-21.
10. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. – Утв. распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 г. № 1715-р.

Оценка распространения и воздействия на лесной покров насекомых вредителей в лесах Красноярского края, на примере шелкопряда сибирского

С.Д. Бабой, С.А. Астапенко, Д.В. Голубев, М.Н. Ягунов

Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «Центр защиты леса Красноярского края»

Лесной мониторинг – одна из главных функциональных задач органов управления лесным хозяйством. Объект лесного мониторинга – весь лесной фонд России, независимо от форм собственности на землю и лес. Основная цель ведения лесного мониторинга – информационное обеспечение органов управления лесным хозяйством оперативной и точной информацией о состоянии и происходящих изменениях в лесном фонде России для сохранения устойчивого развития лесного сектора экономики как существенной составляющей развития общества в целом[1].

Дистанционным лесопатологическим мониторингом на территории Красноярского края занимаются сотрудники отдела ДЛПМ и ГИС филиала ФБУ «Рослесозащита» Центра защиты леса Красноярского края.

При всем многообразии методов и подходов в процессе обработки данных дистанционного зондирования земли, мы придерживаемся базовых подходов которые включают 4 этапа [2]:

- предварительная обработка спутниковых изображений;
- детектирование с помощью адаптивных порогов изменений спектральных яркостей древесной растительности между спутниковыми изображениями разных лет;
- тематическая идентификация выявленных изменений с использованием дополнительных признаков и информационных источников;
- формирование картографического продукта с очагами насекомых-вредителей леса.

Предварительная обработка заключается в дешифрировании лесопокрывтой части леса за период «до» и «после» зафиксированных изменений и выполняется с использованием порогов, подобранных на основе анализа спектральных сигнатур яркостей этих объектов для каждого из анализируемых изображений. В качестве основного признака на этапе выявления спектральных изменений в лесах используется вегетационные индексы NDVI и SWVI, чувствительные к изменению состоянию хлорофилла и влаги в активно вегетирующей части растения.

Индексы могут принимать значения от –1 до 1. Для зеленой растительности обычны значения от 0.2 до 0.8. Выбор представленных индексов зависит от конкретного снимка и поставленной задачи, и зачастую схожие по характеристикам изображения дают разные по качеству результаты.

Непосредственно выявление повреждений основано на визуальном анализе межгодовых разностей индексов изображений и подборе пороговых значений для выделения значимых изменений. Участки повреждения насекомыми близки по спектрально-отражательным свойствам к гарям и вырубкам, поэтому помимо спектральных свойств в качестве дополнительных признаков для классификации повреждений возможно использование вспомогательных сведений о рельефе, планах лесонасаждений и пожарах.

В данной работе приведены результаты дистанционного мониторинга на основе данных космической съемки Landsat для определения состояния и изменения лесного покрова в связи с массовым размножением шелкопряда сибирского на территории Енисейского лесничества Красноярского края.

Сибирский шелкопряд – наиболее опасный вредитель хвойных лесов Сибири. Эволюционно обусловленные и циклично повторяющиеся вспышки массового размножения сибирского шелкопряда определяют направленность и ритмику экологических сукцессий в таёжных лесах, способствуя широкому распространению берёзы и осины за счёт сокращения площади темно-хвойных насаждений. С 1878-1998 гг. в Красноярском крае действовали очаги девяти крупномасштабных вспышек массового размножения сибирского шелкопряда на площади свыше 8 млн.га. [3]. Наибольший ущерб причинил шелкопряд темнохвойным лесам Ангаро-Енисейского района в 1953-1957 гг., когда площадь очагов превышала 2,3 млн.га.[4]. Последняя крупная вспышка вредителя в темнохвойных лесах Енисейского района и Нижнего Приангарья реализовалась в 1989-1997 гг. на площади 479,9 тыс. га. [5]. Очередной подъём численности вредителя в этом регионе начался спустя 13 лет в 2011-2012 гг. Причиной, обусловившей выход популяции сибирского шелкопряда из депрессивного состояния, была недостаточная влагообеспеченность мая 2011 года и особенно сильная засуха июня-июля 2012 года на фоне повышенных среднемесячных температур.

В ноябре 2015 года была получена информация о наличии повреждений лесных насаждений сибирским шелкопрядом на территории Енисейского района. В результате дешифрирования было зафиксировано повреждение шелкопрядом на площади 21 033,4 га (рис.). Формирование очагов сибирского шелкопряда произошло в труднодоступной местности с отсутствием дорог пригодных для использования колёсной техники в летний период. В связи с этим ведущую роль в выявлении очагов приобретают дистанционные методы. Для натурной проверки обнаруженных повреждений было проведено наземное обследование части контуров на площади 267,7 га с различной степенью дефолиации. В насаждениях зафиксировано полное объедание деревьев пихты, кедра, ели, а также 100% объедание подроста. В насаждениях с объеданием от 50 % до 75 % численность гусениц составляет от 350 до 470 шт/м². В обесхвоенных более 75 % от 100 до 150 шт/м² зимующих гусениц вредителя.

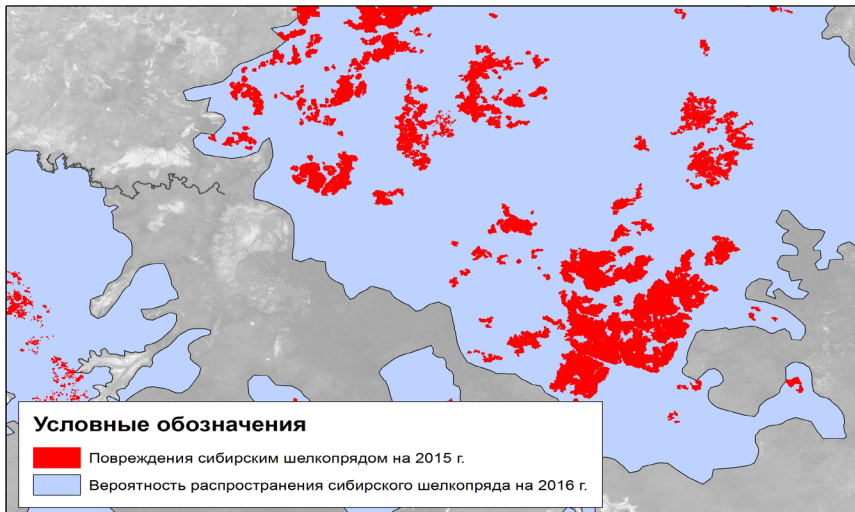


Рис. 1. Повреждения лесов сибирским шелкопрядом

Таким образом, выявленные данные показывают, что суммарное повреждение шелкопрядом угрожает жизнеспособности насаждений, следовательно, требуется принятие мер по локализации и ликвидации очагов (ЛЛО) массового размножения шелкопряда сибирского. При прогнозировании ситуаций в случае не проведения мероприятий по ЛЛО, площадь повреждений может увеличиться в 2016г. до 193 тыс. га (рис.). Ущерб от не проведения мероприятий по ЛЛО на площади 30 тыс. га составит 3,5 млрд. руб., что на 98,7 % больше средств, затраченных на авиаборьбу с очагами вредителя.

Анализ ретроспективных данных о пожарах в шелкопрядниках показывает высокую горимость поврежденных насаждений на четвертый год от начала действия очага [6]. Учитывая труднодоступность территории и наличия 11 населенных пунктов в радиусе 80 км., а также и тот факт, что шелкопрядники действительно являются источником повышенной пожарной опасности, пожарная обстановка в лесах Енисейского района Красноярского края напряженная и возможно, крайне опасна.

Полученные результаты позволяют судить об успешности применяемого метода дистанционного лесопатологического мониторинга. В сравнении с наземными методами, которые бывают, осложнены размером обследуемой территории и невозможны на некоторых труднодоступных территориях, вероятность выявления очагов повреждений при использовании средств дистанционных наблюдений повышается на 20-30 %, производительность же труда – многократно. Систематическое и широкое проведение мониторинга открывает новые возможности в отношении контроля за состоянием лесных экосистем бореальных лесов Красноярского края.

Литература

1. Методы мониторинга вредителей и болезней леса / Под общ. ред. В.К. Тузова. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 200 с.
2. Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Материалы IV всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 2014 г. / Составители: Мельник А.А., Батуро А.Н., Давиденко А.Е., Калюжина Ж.С. – Железногорск, 2014. – 80 с.).
3. Кондаков Ю.П. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края // Энтомологические исследования в Сибири. Выпуск 2. Красноярск. - 2002 С. 25-74.
4. Кондаков Ю.П. Сибирский шелкопряд в лесах Красноярского края // Защита лесных насаждений от вредителей и болезней. Москва. – 1963 С. 81-84.
5. Гродницкий Д.Л. Разнобарский В.Г. Солдатов В.В. Ремарчук Н.П. Деградация древостоев в таёжных шелкопрядниках // Приложение к Сибирскому экологическому журналу. Т-IX, №1. 2002. С.3-11.
6. А.И. Сухинин, Е.А. Павличенко. Пожары в таежных шелкопрядниках. Приложение к «Сибирскому экологическому журналу», Т.9, №1, 2002.

Современное состояние вопроса в России с производством техники и оборудования для борьбы с пожарами в природной среде

А.В. Брюханов

ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Современная система противодействия пожарам в природной среде состоит из профилактических мероприятий, мониторинга (обнаружения) лесных, степных и торфяных пожаров, оперативного тушения возгораний. В настоящее время для решения данных задач пожарными подразделениями, а также лесопользователями закупается как отечественное оборудование, так и импортное. Однако зачастую продукция зарубежных брендов имеет российскую локализацию, и наоборот отечественные марки техники могут в значительной мере состоять из компонентов произведенных за границей, как например, большинство модификаций отечественных марок мотоинструмента. В данном исследовании оценивалось производство российских моделей, под оригинальными брендами, создаваемые, как из отечественных, так и из импортных комплектующих [1-5].

При выполнении операций, связанных с противопожарным обустройством лесов и тушении возгораний, широко применяются бензопилы и мотокусторезы преимущественно импортного производства («Efcso», «Stihl», «Husqvarna» и др.). Значительно реже используются косилки и триммеры для предварительного профилактического окашивания опушек, также преимущественно импортного производства. Это обусловлено тем, что в нашей стране сейчас практически не производятся качественные компактные бензиновые моторы и практически весь ручной мотоинструмент даже отечественных марок, как правило, более чем на 50% состоит из импортных комплектующих.

Ручной инструмент для борьбы с огнем является незаменимым средством для ликвидации возгораний на начальной стадии, а также широко применяется и для борьбы с крупными пожарами. Производительность тушения кромки горения ручными инструментами составляет от 0,5 до 1,2 м/мин в зависимости от физической подготовки и опыта пожарного, типа напочвенного покрова и интенсивности горения.

К ручному инструменту для тушения лесных очагов горения относятся средства, которые могут быть использованы пожарным индивидуально. Это, прежде всего, ранцевые лесные огнетушители, шанцевый инструмент (лопаты, мотыги, грабли, пожарные хлопущки и т.д.), зажигательные аппараты и подручные средства. Кроме того к этой группе относятся средства тушения и вспомогательное оборудование, которые оснащены небольшим двигателем внутреннего сгорания или электродвигателем и могут переноситься одним пожарным за спиной или в руках (воздуходувки, легкие мотопомпы, бензопилы).

При анализе ситуации с существующей номенклатурой выпускаемой продукцией выявлено, что прирост количества моделей среди ручных средств тушения пожаров в природной среде за последние 5 лет зарегистрирован только среди

ранцевых огнетушителей (Рис. 1). Количество образцов данных ручных пожарных средств за последние пять лет выросло примерно на треть с 8 до 13. Производство моделей в количественном выражении по другим категориям средств тушения лесных, степных, торфяных и тундровых пожаров с 2010 по 2015 г. практически осталось неизменным, за исключением сокращения производства мотопомп производительностью от 400 до 900 л/мин (снизились с 10 до 8 моделей).

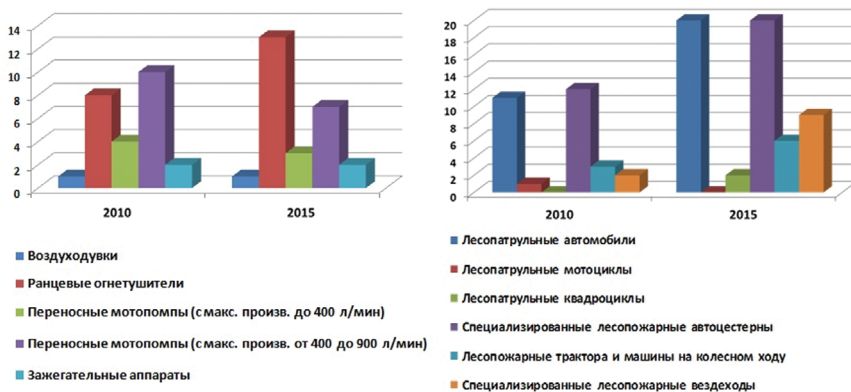


Рис. 1. Изменения номенклатуры основных видов пожарного оборудования и наземной техники отечественного производства с 2010 по 2015 год используемой для борьбы с огнем в природной среде.

Производство различных лесопожарных автомобилей, тракторов и мототехники за период 2010-2015 годов значительно выросло практически по всем классам, как по разнообразию выпускаемых моделей, так и по количественному составу. Единственной категорией наземной техники, которая за последние пять лет стала менее популярна, оказались лесопатрульные мотоциклы. Это объясняется тем, что практически полностью данная группа доставки сил и средств пожаротушения в удаленные районы была заменена на более комфортную и безопасную категорию технических средств – пожарные квадроциклы. За последние пять лет концерном АО «Русская механика» был освоен выпуск двух моделей (четырёх и шестиколесных) квадроциклов в пожарном исполнении.

Как правило, для патрульных целей в России также как и в других странах, используются небольшие высокопроходимые автомобили, грузоподъемностью до 3-4 тонн. Наибольшее распространёнными в нашей стране получили комплексы созданные на базе марок ВАЗ, ГАЗ и УАЗ. Эти патрульно-пожарные автомобили, оснащаются относительно небольшой емкостью под огнегасящий раствор объемом от 0,2 до 1,5 тонн и полным комплектом ручных средств тушения.

Для тушения пожаров в природной среде в настоящее время в РФ выпускается целая линейка автоцистерн повышенной проходимости вместимостью от 1,5 до 13 т. Эти пожарные автомобили имеют полноприводные двух-, трех- или четырехос-

ное шасси, дополнительное оборудование (второй бак для топлива, специальные средства связи), оснащены лебедками для работы в сложных дорожных условиях, имеют емкости под воду и насосное оборудование, а также бак для пенообразователей (также модельный ряд расширился с 11 до 20).

Наиболее популярны для оперативного тушения пожаров в природной среде легкие цистерны емкостью до 3 тонн (АЦ-1,6; АЦ-2,5-40; АЦ-3-40), в силу их более высокой проходимости. Общее количество выпускаемых моделей в данной группе автомобилей увеличилось за пять лет с 10 до 20.

Для тушения крупных пожаров, там где позволяют условия рельефа и возможность доставки, широко применяются специализированные тяжелые лесопожарные комплексы. Их основная задача – доставка людей, воды, и грузов к месту тушения пожаров в условиях бездорожья. Значительная часть данных машин – гусеничные, обладающие большей проходимостью, однако есть агрегаты и на колесных шасси. Производство подобных тяжелых лесных пожарных машин по модельному ряду выросло в два раза для агрегатов на колесном ходу и практически в четыре раза для машин на гусеничных шасси (Рис. 1). Эти машины могут оснащаться ёмкостями для огнегасящей жидкости объемом от 1 до 5 т, а также насосами для перекачки воды, комплектами ручного пожарного инструмента, мотоинструментом и мотопомпами. Отдельные модели лесопожарных машин (обычно на гусеничном ходу) имеют бульдозерные отвалы, плуги-толкатели для создания минерализованных полос. Некоторые из данных машин имеют специальную защиту от радиации для тушения пожаров в местностях, зараженных радионуклидами.

Увеличение модельного ряда отечественной лесопожарной техники на базе автомобилей и тракторов обосновано, прежде всего, двумя причинами. Это выросшая поддержка со стороны государства для российских производителей данного оборудования после 2010 года и резким падением курса рубля после 2014 года, который сделал отечественные машины весьма популярными исходя из соотношения “цена - качество”. После массовых пожаров 2010 года бушевавших в самой населенной европейской части России, были выделены из федерального бюджета 15 млрд. рублей на закупку исключительно отечественных моделей техники и оборудования, что незамедлительно сказалось на наращивании объемов и номенклатуры производимой техники и оборудования со стороны российских предприятий [6].

Также высокий прирост средств тушения по модельному ряду следует отметить для водных средств - специализированных пожарных лодок и малых катеров способных перемещаться по достаточно мелководным объектам гидросети. В этой группе пожарных технических средств зафиксирован в 2010-2015 г. практически двукратный прирост по модельному ряду (Табл.), обусловленный, прежде всего появлением нового вида (для России) пожарных средств – катеров на воздушной подушке (Хивус-10П, Посейдон 1 и 2).

Говоря о производстве авиационной техники, в первую очередь стоит сказать о широком внедрении в практику пожаротушения за последние пять лет беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) являющимися самыми перспективными техническими средствами развития авиационного мониторинга лесов. Для целей

лесопожарного мониторинга в наибольшей степени подходят крупные и средние дистанционно пилотируемые БПЛА, т.к. они позволяют контролировать ситуацию с пожарами в течении нескольких часов и способны удалаться на несколько десятков километров от мобильной станции управления. Однако, к сожалению, пока в данной категории средств контроля, подразделения Рослесхоза, МПРиЭ и МЧС закупают преимущественно аппараты китайских марок, т.к. они выигрывают у отечественной продукции и по качеству и по цене.

Таблица 1. Изменение номенклатуры выпускаемой продукции пожаротушения в РФ, количество моделей не менее

Группа средств тушения	Воздушные	Водные	Наземные самоходные	Наземные агрегируемые	Ручные
2010 г.	9	4	29	34	25
2015 г.	8	8	58	35	26
Изменение за 5 лет	- 11%	100%	100%	2,9%	3,84%

Таким образом, на российском рынке сейчас имеются технические средства отечественного и зарубежного производства, позволяющие повысить оперативность и эффективность обнаружения и тушения пожаров, защищенность лесных пожарных от неблагоприятных факторов, но ограниченность финансирования не позволяет в полной мере обеспечить ими лесопожарные подразделения. Однако многие типы оборудования, используемого для лесопожарных целей – средства навигации, бензопилы, воздуходувки, компактные мотопомпы и т.д. – отечественными предприятиями сейчас практически не производятся, а цена на них за последнее время значительно выросла из-за падения покупательной способности российского рубля.

Обесценивание национальной валюты для России имеет не только отрицательные стороны. Курсовая разница позволила закрепиться отечественным производителям на новых для них категориях оборудования и техники: квадроциклы, лесопожарные суда, лесопатрульные комплексы.

Говоря о экспорте нашей пожарной техники за рубеж, по-прежнему неплохие шансы у России на международном рынке специализированного пожарного авиационного оборудования. Модульную систему пожаротушения для своих Ил-76 приобрел в 2010 г. Иран, пожарный Бе-200ЧС был закуплен Азербайджаном в 2008 г., а в 2015 г. контракт на приобретение четырех Бе-200 в противопожарном варианте был заключен с Индонезией. Четыре российских тяжелых вертолета Ми-26 для противопожарных целей были закуплены в 2008-2016 г. Китаем. Еще более успешно складываются продажи российского специализированного противопожарно-спасательного вертолета Ка-32. Более 50 шт. различных модификаций данной винтокрылой машины (Ка-32А, Ка-32Т и Ка-32А11ВС) эксплуатируется для противопожарных целей в Австралии, Белоруссии, Греции, Ю.Корее, Казахстане, Азербайджане, Китае, Испании и Португалии. Новый контракт на поставку семи Ка-32А11ВС был заключен с КНР в феврале 2016 г., ведутся переговоры на постав-

ку пожарно-спасательных Ка-32 в Бразилию и Иорданию. Экспортные поставки отечественной наземной лесопожарной техники и оборудования пока ограничен, преимущественно странами СНГ и некоторыми другими государствами (Монголия и Северная Корея). Однако если качество отечественной продукции продолжит расти, а цены будут оставаться достаточно низкими, возможен выход на новые рынки, прежде всего в Юго-Восточной Азии и Восточной Европе.

Литература

1. Андреев Ю.А., Брюханов А.В. Современное техническое оснащение наземных лесопожарных служб России. // "Пожарная безопасность 2016" Специализированный каталог по средствам обеспечения пожарной безопасности и аварийно-спасательных работ. - №2 (17), – М.: "Гротекс", 2015 г. – С. 108-110. <http://www.secuteck.ru/articles2/firesec/obzor-sovremennyh-tehnicheskikh-sredstv-dlya-nazemnyh-lesopozharnyh-sluzhb-rossii/>.
2. Обзор технических средств для ликвидации лесных пожаров. <http://pojarunet.ru/stati/pozharnaya-tehnika/obzor-tehnicheskikh-sredstv-dlya-likvidatsii-lesnyh-pozharov>.
3. Каталог лесопожарной техники ГАУ МО «Центрлесхоз». <http://centrleshhoz.ru/phs/>
4. Каталог специализированной лесопожарной техники и оборудования производимой на территории РФ. – М.: Рослесхоз, 2012, - 72 с.
5. Каталог лесопожарной продукции реализуемой компанией Лесхозснаб: <http://lessnab.com/pozharnaya.html>.
6. Распоряжение Правительства РФ от 25 августа 2012 г. № 1528-р "Перечень производителей лесопожарной техники и оборудования, у которых государственные заказчики осуществляют в 2012 году закупку для государственных нужд указанной продукции". <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70122456/>.

Модуль для борьбы с пожарами в сельских населённых пунктах и их защиты от природных пожаров, конструкция и расчёты эффективности применения

С.Н. Орловский

ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет

По данным МЧС, около трёх тысяч населённых пунктов Красноярского края находятся на удалённости от районных центров, не обеспечивающей своевременное прибытие пожарной техники и личного состава из расположенных в районных центрах пожарных частей в нормативные сроки. Учитывая плохое состояние дорог, особенно в распутицу, проблема пожарной защиты жилых домов и производственных объектов, а также тушение загораний в припосёлковых лесах, для удалённых посёлков является весьма актуальной. В ряде посёлков существуют пожарные дружины, но оснащение их в лучшем случае сводится к наличию мотопомпы типа МП – 800.

В последнее время часть поселковых пожарных дружин Красноярского края оснастили пожарно- спасательными комплексами «Огнеборец» конструкции ООО «Арника», которые представляют собой легковой автомобильный прицеп, на котором установлено противопожарное оборудование и специализированное снаряжение, предназначенное для ведения пожарно- спасательных работ [1]. Но и пожарные автомобили, и комплексы «Огнеборец» не рассчитаны на решение задачи защиты прилегающих к лесам посёлков от воздействия лесных пожаров, последствия которых могут быть катастрофическими.

Выходом из создавшегося положения может быть оснащение посёлков пожарными модулями, представляющими собой автономную надстройку пожарного автомобиля, используемую только на пожаре и в режиме ожидания находящуюся в полной боевой готовности.

В 1993 году автором во Всероссийском НИИ противопожарной охраны лесов и механизации лесного хозяйства (ВНИИПОМлесхозе) был разработан, изготовлен, прошёл приёмочные испытания и был поставлен на производство модуль лесопожарный МЛ – 4. Конструкция модуля обеспечивала его установку на автомобиле любых моделей силами водителя за 4 – 6 мин без применения грузоподъёмного оборудования. При работе боевого расчёта время установки сокращалось до 2 мин. После тушения модуль демонтировался с автомобиля, который использовался по прямому назначению [2].

Модуль представлял собой контейнер, передняя часть которого была выполнена в виде бака для воды, а на боковых стенках задней части размещены стеллажи в виде ячеек, открывающиеся со стороны центрального отсека, снабжённого откидным трапом. В нижней части модуля установлены выдвижные опоры с винтовыми домкратами. К модулю прилагались переходные узлы для его крепления на лесовозные автомобили и трелёвочные тракторы.

Комплектация модуля МЛ – 4 включала ручные и иоторизированные орудия для борьбы с лесными пожарами, мотопомпу ПМП-1Л, 240 метров рукавов диаметром 26 мм на катушках, ручной ствол, разветвление, защитные каски, аптечку и средства для защиты органов дыхания [2].

Запас воды в баке модуля 4 м³, габаритные размеры 3 x 1,8 x 1,8 м, масса эксплуатационная 6300 кг. Доступ в центральный отсек к стеллажам с оборудованием по откидному трапу, выполняющему функции двери. Установка модуля на трелёвочный трактор выполнялась после демонтажа щита и крепления на его место переходных узлов за 80 минут силами тракториста. На лесовозный автомобиль модуль устанавливался после снятия коника за 20 минут.

Комплект оборудования модуля МЛ-4 обеспечивал прокладку опорных минерализованных полос, тушение низовых лесных пожаров воздушной струёй, подачу воды на кромку пожара и для заправки РЛО и непосредственное тушение кромки пожара от мотопомпы или РЛО.

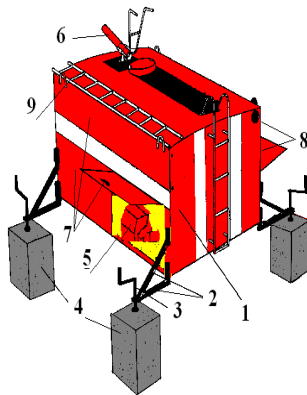
В то же время конструкция модуля МЛ – 4, предназначенного только для борьбы с лесными низовыми пожарами, не вполне соответствует требованиям пожарной охраны сельских населённых пунктов в плане оперативности боевого развертывания, типа мотопомпы, размещения и набора оборудования.

Ввиду этого автором в 2000 году был разработан проект конструкция модуля пожарного МП – 1 для тушения жилых и производственных помещений в удалённых посёлках, а также природных пожаров на окружающей их территории. Также данные модули могут использоваться в качестве резерва средств пожаротушения в районных центрах, а также специализированных лесных подразделениях.

Модуль пожарный МП –1 предназначен для установки на грузовые автомобили грузоподъёмностью 4 - 6 т с платформой, имеющей открывающиеся борта. Особенностью модуля является: - обеспечение хранения пожарного оборудования, инвентаря, инструментов и средств жизнеобеспечения в полной боевой готовности в периоды между использованием на пожарах; - быстрое переоборудование грузовых автомобилей в пожарные без применения грузоподъёмных механизмов; - оперативная доставка воды и пожарного оборудования к месту возгорания; - подача воды по рукавной линии или посредством лафетного ствола в очаг горения; - прокладка минерализованных или пенных опорных полос и выполнение отжига (пуска встречного огня) при защите посёлков от лесных пожаров; сбивание пламени высокоскоростной воздушно-водяной струёй; - водяное тушение очагов горения в припоселковых лесах [3].

Конструкция модуля представлена на рисунке 1.

Модуль имеет показатели технической характеристики, аналогичные применяющимся в пожарной охране автоцистернам, но значительно меньшую стоимость. Его применение не требует приобретения и содержания пожарного автомобиля с водителем, строительства пожарного депо, расходы на эксплуатацию минимальны. Комплектация модуля соответствует требованиям пожарной охраны РФ. Предложение о производстве модуля также было передано на Боровлянский ремонтно-механический завод, однако производство модуля освоено не было.



*Рис 1. Модуль пожарный для защиты сельских посёлков МП - 1
 1- корпус модуля, 2- опоры, 3- винтовые домкраты, 4- подставки, 5- мотопомпа,
 6 – лафетный ствол, 7- отсеки оборудования и инвентаря для тушения пожаров
 в населённых пунктах, 8 - отсеки оборудования и инвентаря для тушения пожаров
 в припоселковых лесах, 9 – лестница.*

Производительность тушения кромки лесного низового пожара высокой, средней и низкой интенсивности водой по рукавной линии составляет соответственно 200 - 400, 400 – 600 и 600 – 1000 м/ч при расходе воды 3, 2 и 1 дм³ на 1 погонный метр кромки пожара. На максимальном удалении очага горения от модуля 200 м расход воды составит 180, 120 и 60 м³/мин соответственно. При большем удалении очага горения рукавная линия может использоваться для заправки РЛО [4].

Таблица 1. Показатели технической характеристики пожарного модуля МП- 1

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения
Масса конструктивная,	кг	1300
Масса эксплуатационная,	кг	5800
Габаритные размеры: длина x ширина x высота	м	3,0 x 1,8 x 1,8
Ёмкость бака для воды	м ³	4,0
Время установки в кузов силами двух человек	мин	2 – 2,5
Комплектность оборудования		
Мотопомпа встроенная		МП-800*
Оборудование для тушения пожаров в сельских населённых пунктах		
Пожарное разветвление РТ-50	шт	1
Ствол ручной пожарный	шт	3
Пила двуручная, лестница, верёвка	шт	по 1
Краги пожарного	пар	6

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения
Куртка- боёвка	шт.	6
Каска защитная	шт.	6
Рукав всасывающий – Д-51 с ГР -50	м	4
Рукав напорный – Д-51 с ГР -50,	м	120 (6 шт.)
Ствол РСР – 50 или аналог (перекрывной)	шт.	2
Лом универсальный	шт.	1
Багор пожарный	шт.	2
Лопата штыковая	шт.	3
Топор пожарный (с диэлектрической рукояткой)	шт.	1
Огнетушитель ОП-8 (закачной)	шт.	2
Ножницы – кусачки диэлектрические	шт.	1
Боты диэлектрические	пар	1
Перчатки диэлектрические	пар	1
Аптечка медицинская автомобильная	шт.	2
Фонарь ФОС – 3	шт.	1
Зарядное устройство для ФОС -3	шт.	1
Ведро пожарное	шт.	1
Ключ для ГР 50	шт.	1
Канистра 20 л. (для бензина)	шт.	1
Емкость 1 литр (для масла)	шт.	1
Воронка	шт.	1
Оборудование для тушения пожаров в припоселковых лесах**		
Ранцевые лесные опрыскиватели РЛО-М	шт.	8
Рукавная катушка	шт.	3
Рукава пожарные диаметр 26 мм длиной 20 м	м	240
Разветвление трёхходовое РТ-26	шт.	2
Рукавоукладчик ПРП-40	шт.	1
Переходник 51-26 мм	шт.	2
Зажигательный аппарат АЗ	шт.	3
Комплект ручных орудий для парашютистов и десантников ЛК-3	компл.	1
Воздуходувка десопожарная ВЛП-20	шт.	2
Пеногенирующая насадка к воздуходувке	шт.	2
Пеногенирующая насадка к РЛО-М	шт.	2
Канистра 20 л под воду	шт.	1
Канистра 20 л под пенообразователь	шт.	1
Тяговый модуль МТ-1 на базе бензопилы «Урал»	шт.	1
Защитное средство для органов дыхания ЗС-100	шт.	6

Применение модуля позволит решить следующие задачи:

- привести сроки прибытия пожарной техники к очагам возгорания в соответствие с нормативными (не более 10 мин);
- эффективно ликвидировать возгорания строений в начальной стадии при минимальных затратах и ущербе;
- сократить затраты на приобретение пожарной техники и строительство стационарных типовых помещений пожарной охраны;
- снизить опасность пожаров в припоселковых лесах и перехода лесных пожаров на строения посёлков.

В зимнее время модуль может быть размещён в отапливаемом гараже. Модуль может быть изготовлен в условиях завода или достаточно оснащённых мастерских без применения сложного специализированного оборудования. Внедрение пожарных модулей в удалённых посёлках позволит снизить ущерб от пожаров, предотвратить возможность катастрофических загораний и гибели жилых и производственных помещений [5].

Литература

1. Рогачёв А. И. Пожарно-спасательный комплекс. Патент на полезную модель № 104075 по заявке № 2010144452/12 от 28.10.2010 МПК А62С27/00. Патентообладатель - ООО «Арника».
2. Орловский С.Н. Лесопожарный модуль МЛ – 4/ С.Н. Орловский, Э.Г Филимонов // «Строительные и дорожные машины» № 1, 1995.
3. Орловский С.Н. К проблеме тушения пожаров в удалённых посёлках / С.Н. Орловский, З.Н. Панова //Аграрная наука на рубеже веков. Материалы региональной НПК (30 ноября 2005 г.) Часть 1. Красноярск. КрасГАУ, 2006. С. 353-355.
4. Иванов В.А. Справочник по тушению природных пожаров; Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае - Саянского экорегиона» / В.А. Иванов, Г.А. Иванова, С.А. Москальченко// Красноярск, 2011. – 130 с.
5. Орловский С.Н. Лесные и торфяные пожары, практика их тушения в условиях Сибири/ С.Н. Орловский// Красноярск, КрасГАУ, 2003. 162 с.

Wiki-технология как основа для создания единого источника пожарно-технической справочной информации

О.С. Малютин

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Введение.

Тушение пожаров, а равно проведение аварийно-спасательных работ – процесс сложный и много уровневый. А потому, для эффективного решения задач стоящих перед РТП, он должен располагать значительным объемом знаний. Однако не всегда такой объем может быть удержан в памяти. Очень часто знания, которыми человек пользуется редко попросту забываются и в самый ответственный момент могут оказаться не доступны. Это – естественный процесс связанный с физиологией человека, особенностями его памяти. С этим ничего не поделаешь, а потому любой человек, чья деятельность связана с использованием значительного объема информации должен периодически обращаться к различным источникам справочной информации.

В XX веке наиболее распространенными источниками справочной информации являлись различные справочники, как правило в виде относительно небольших брошюр, реже – учебных пособий. В случае с руководством тушения пожаров, это были справочники РТП.

В справочнике РТП были собраны наиболее актуальные сведения о тушении пожаров: параметры развития и прекращения горения, ТТХ пожарной техники и оборудования, рекомендации по применению сил и средств, сведения из руководящих документов и т.д.. Без сомнения, подобные справочные материалы пользовались огромной популярностью, как среди руководства пожарных подразделений, так и среди личного состава. Причиной тому – компактное и доходчивое изложение наиболее необходимых в повседневной деятельности сведений.

Современные справочные пособия

В настоящее время, печатные издания по-прежнему не потеряли своей актуальности, однако, современные технологии позволяют существенно расширить возможности справочников, предлагая новые способы изложения и получения материала.

Современные реалии таковы, что цифровые носители информации, а так же связанное с ними представление информации все больше вытесняют обычные печатные издания. В самом деле – цифровые носители информации, заметно компактнее, они позволяют представлять информацию гораздо более наглядно, с легкостью копировать и неограниченное количество раз воспроизводить информацию, обновлять ее, и создавать на ее основе новые, более совершенные представления.

Условно все современные справочные материалы можно разделить на следующие группы:

- печатные издания;
- приложения для настольных компьютеров;

- приложения для мобильных устройств;
- веб-приложения и интернет-сайты.

Причем, в отдельных случаях, приложения для ЭВМ, в свою очередь, могут использовать компьютерные сети для обновления информации.

В качестве примеров можно привести:

- Настольные приложения: «Справочник по опасным грузам»;
- Приложения для мобильных устройств: «Справочник начальника караула пожарной части»;
- Интернет-сайты: www.firgeman.club.

Кроме того большая часть печатных справочных материалов сейчас так же переведена в электронную форму, доступ к ней может быть осуществлен при помощи различных специализированных приложений.

Варианты реализации справочных материалов.

Рассмотрим более подробно различные варианты справочных материалов.

Печатные издания.

Обычные печатные издания, по сравнению с электронными решениями, обладают рядом очевидных недостатков:

- стоимость;
- требуется некоторое свободное место для хранения и тем более переноски, так же имеют некоторый вес;
- требуют определенных условий хранения, но при интенсивном использовании, даже с учетом бережного использования, постепенно приходят в негодность;
- всякое обновление информации требует переиздания.

Из плюсов можно отметить несколько больший тактильный и эргономический комфорт при работе с полновесным бумажным изданием.

Приложения для настольных компьютеров.

Электронные решения можно выделить в особую категорию справочных материалов, в связи с принципиальными отличиями в характере хранения и представления информации.

Очевидными достоинствами приложений для настольных компьютеров является наглядность информации, ее доступность и возможность многократного воспроизведения.

К недостаткам можно отнести, ограниченность в перемещении самих настольных персональных компьютеров. По сути доступ к приложениям для настольных компьютеров возможен только там, где имеются ЭВМ. В случае работы с материалами в рамках повседневной деятельности, это непринципиально, однако для использования в оперативной деятельности пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров и проведении АСР, этот недостаток становится критическим.

Приложения для мобильных устройств.

Приложения для мобильных устройств обладают теми же достоинствами что и их аналоги для настольных ПК, однако могут легко использоваться в оперативной деятельности.

К недостаткам таких приложений можно отнести лишь их относительную прихотливость к условиям эксплуатации, ограниченность ресурсов памяти, и несколько ограниченные размеры самих устройств, что негативно влияет на удобство работы с большими объемами информации, снижая удобство навигации и поиска информации. Причем этот эффект сильно зависит от размера устройства – чем меньше устройство, тем сильнее негативный эффект. С другой стороны, более крупные мобильные устройства более прихотливы к обращению – требуют более внимательного к себе отношения, что бы случайно не повредить его. Особенно это важно в оперативной работе.

Вэб-приложения и интернет сайты.

Это отдельный вид справочных ресурсов принципиально отличающийся от всех вышеперечисленных, тем, что данные хранятся не на устройстве пользователя, а на удаленном сервере. Такой подход позволяет значительно снизить требования к программно-аппаратным ресурсам ПК и одновременно упростить поиск информации. Получить доступ к такого рода ресурсам пользователь может как посредством настольных ПК, так и с мобильных устройств – смартфонов, планшетных ПК и т.д.

Еще одной важной положительной особенностью подобных решений является простота обновления информации в самом ресурсе. Владельцу сайта достаточно один раз обновить данные размещенные на своем сервере – в виде базы данных или файлов – и любой пользователь открывающий вэб-страницу будет получать уже обновленные сведения.

Единственным минусом подобного подхода является необходимость наличия технической возможности доступа к удаленным ресурсам (подключение к интернету или интранет). Тем не менее, с учетом уровня развития сетей общего пользования, в настоящее время подобная проблема актуальна лишь для территорий удаленных от населенных пунктах, что в большинстве случаев, не критично.

Wiki-технология.

Стоит подробнее остановиться на интернет-сайтах, как одном из наиболее перспективных направлений создания справочных ресурсов.

Наполнение интернет ресурсов может осуществляться по двум вариантам.

Первый (так называемый тип Web 1.0) – наполнение осуществляется силами владельца информационного ресурса. Как правило, это некоторая команда разработчиков.

Второй (Web 2.0) – наполнение осуществляется силами пользователей ресурса. Здесь механизмы могут быть различные – использование социальных сетей, системы сбора пользовательской информации, и т.д.[1].

Одной из самых интересных в отношении пользовательского наполнения, является так называемая **wiki-технология**.

Вики (англ. wiki) – веб-сайт, структуру и содержимое которого пользователи могут самостоятельно изменять с помощью инструментов, предоставляемых самим сайтом. Форматирование текста и вставка различных объектов в текст производится с использованием вики-разметки. На базе этой технологии построена Википедия и другие проекты Фонда Викимедиа[2].

Крайне удачным примером создания справочного ресурса (энциклопедического) служит известный интернет ресурс Википедия. Рассмотрим его подробнее:

«Википедия» - общедоступная мультязычная универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом, реализованная на принципах вики. Расположена по адресу www.wikipedia.org.

Главной особенностью Википедии (благодаря технологии вики, лежащей в основе функционирования сайта) является то, что создавать и редактировать статьи в ней может любой соблюдающий её правила пользователь сети интернет, причём в абсолютном большинстве случаев даже без регистрации на сайте. Все вносимые такими добровольцами в какую-либо статью этой энциклопедии изменения незамедлительно становятся видимыми всем посетителям сайта.

Википедия создаётся добровольцами со всего мира на 277 мировых языках. Она содержит более 30 миллионов статей. Интернет-сайт Википедии является пятым по посещаемости сайтом в мире – в марте 2013 года его посетили более 517 миллионов человек. Википедия сейчас является самым крупным и наиболее популярным справочником в сети Интернет. По объёму сведений и тематическому охвату Википедия считается самой полной энциклопедией из когда-либо создававшихся за всю историю человечества. Одним из основных достоинств Википедии как универсальной энциклопедии является возможность представления информации на родном языке пользователя, сохраняя, таким образом, ценность этой информации в аспекте культурной принадлежности[3].

Опыт создания, развития и использования Википедии во всем мире наглядно демонстрирует, что подобного рода ресурс имеет широкие перспективы по использованию в качестве справочно-энциклопедического ресурса. Однако, как таковая Википедия, имеет своей целью рассказ о максимально широкой сфере интересов пользователей. При этом, узкоспецифические направления знаний выходят за рамки сферы интересов данного ресурса.

Это одна из причин, почему, обоснованным выглядит создание собственного справочного ресурса ориентированного на деятельность пожарно-спасательных служб Российской Федерации.

Другой причиной является, тот факт, что отдельные сведения, которые могут быть размещены на страницах подобного ресурса могут носить служебный характер, в виду чего, доступ к такого рода материалам должен быть ограничен.

Еще одним поводом к созданию собственного ресурса на основе wiki-технологии, является тот факт, что наличие собственного программного обеспечения и базы данных, позволит более эффективно использовать его возможности, например формировать электронные базы данных ТТХ пожарной техники и оборудования, которые затем могут быть использованы в прочих приложениях системы МЧС.

Wiki-fire.org

Как попытка реализовать единый универсальный источник знаний в области обеспечения пожарной безопасности, в ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, ведется работа над созданием интернет-энциклопедии пожарной безопасности на основе вики-технологии. С этой целью, в 2014 году создан вики-сайт Wiki-fire.org.

The screenshot shows the Wiki-fire.org website interface. The main article is titled "АЛ-30(131)ПМ-506Д" and describes a specialized fire truck. A table on the right lists technical specifications:

Показатели на единицу	
Полная масса, кг	12 000
Шасси автомобиля	ЗИЛ-131
Скорость максимальная, км/ч	80
Число мест для водителя (автомобиль)	3
Максимальная высота подъема вершины лестницы, м	30
Максимальная рабочая нагрузка на вершину аэроупругой лестницы при максимальной вылете, кг	150
Угловая скорость при использовании спускового механизма при колесном движении на повороте на ЗИЛ-131	1000
Минимальный угол подъема стрелы от оси вращения (подъемно-поворотное устройство) с максимальной нагрузкой на вышине 0,5 м/секунду, кг	10
Максимальный вылет стрелы от оси вращения (подъемно-поворотное устройство) с максимальной нагрузкой на вышине 0,5 м/секунду, кг	16
Время выстрела на вышине 0,5 м/секунду, с	30

Below the table, there is a section "Показатели надежности" with a note: "Степень сохранности оборудования (сигнализаторов и приборов) до 1250 первого капитального ремонта."

Рис. 1. Пример страницы сайта wiki-fire.org

Проект содержит статьи из таких категорий как пожарная тактика, пожарная техника, ГДЗС, История пожарной охраны, Пожарное оборудование, расчеты, спорт, терминология, статистика и т.д. В планах создание следующих циклов статей: крупные пожары, пожарные подразделения России, пожароопасные свойства веществ и материалов.

На 1 мая 2016 года в рамках проекта написано 315 статей.

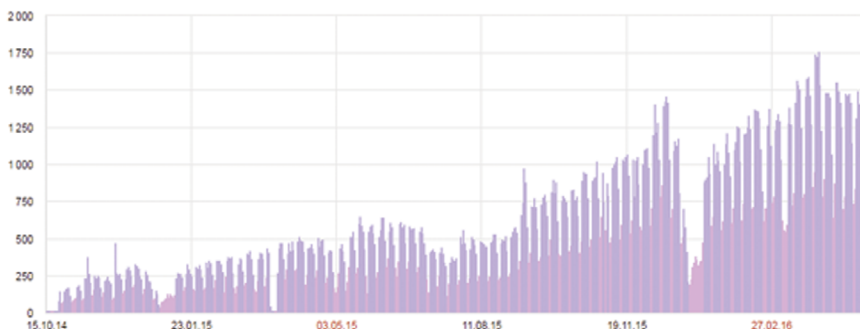


Рис. 2. Посещаемость сайта wiki-fire.org с момента начала учета

Посещаемость сайта в апреле 2016 года составила 30 571 пользователь, с начала года – этот показатель составил 101 609, а всего с момента создания сайта, на нем побывали 252 603 посетителя из более чем ста стран мира. Рекорд посещаемости был зафиксирован 30.03.2016 – 1 765 посетителей.

Заключение.

Приведенные сведения показывают, что создание современных справочных ресурсов по пожарной безопасности на основе вэб технологий и особенно wiki-технологии имеет высокие перспективы повышения качественного уровня как ведения действий по тушению пожаров и проведению АСР, так и в учебном процессе. Использование вэб ресурсов при помощи мобильных устройств, позволяет получать необходимую и актуальную информацию непосредственно на месте проведения работ. Даже сам по себе процесс наполнения информацией подобного рода ресурсов положительно влияет на уровень знаний пользователей, которые для получения требуемых сведений вынуждены обрабатывать и обобщать значительные объемы справочных данных.

Литература

1. Сорокин И.В., Скалабан А.В. Технологии web и web 2.0 как средства интеграции библиотек в современную электронную среду, Журнал «Научные и технические библиотеки», №3, 2011г, стр.23-31.
2. Википедия - Вики. [Электронный ресурс], <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вики>.
3. Википедия - Википедия. [Электронный ресурс], <https://ru.wikipedia.org/wiki/Википедия>.

Многовековая хронология лесных пожаров как исходные данные для прогнозирования крупномасштабных лесных пожаров на примере Байкальского региона

Р.Г. Шубкин

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Ежегодно лесные пожары в Байкальском регионе начинаются во второй половине апреля - начале мая. Первые пожары, как правило, начинаются в южных районах. В апреле - июне пожары приобретают массовый характер, регистрируются, начиная с южных районов, а в июне в северных территориях. Высокая пожарная опасность по области сохраняется до конца сентября месяца.

В последние годы пожарная опасность в лесах возрастает. Это вызвано увеличением площади молодняков и вырубок. Особенностью лесного фонда является преобладание пожароопасных хвойных насаждений (более 90%) от всей площади покрытой лесом. Продолжительность пожароопасного периода максимально может составлять до 170 дней [1].

С 2003 по 2007 гг. в работе [1] были получены хронологии лесных пожаров за несколько последних веков для шести районов Байкальского региона (Иркутская область и республика Бурятия) и выявлена цикличность возникновения крупномасштабных лесных пожаров с использованием метода дендрохронологии.

Из анализа всех данных были выделены следующие, наиболее важные циклы, определяющие динамику лесных пожаров в регионе: среди вековых- 60-летний (61-62 года) и среди внутривековых - 11-летний и 3-4 летние циклы.

На основании выявленной цикличности были сформулированы выводы о том, что в связи со снижением осадков в мае-июне, наиболее сложная обстановка с лесными пожарами в Байкальском регионе установится в 2012-2015 гг., когда будет достигнут внутривековой минимум 60-летнего цикла атмосферного увлажнения в весенне-летний период [2].

Исходя из лесопожарной обстановки на территории Байкальского региона в 2015 гг. высказанное предположение оправдалось, в этот период возникающие лесные пожары распространялись на больших площадях [3].

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 22.1.01-95 [4] многовековая хронология лесных пожаров может служить исходными данными в методе прогнозирования крупномасштабных лесных пожаров, как природных чрезвычайных ситуаций.

Литература

1. В.И. Воронин, Р.Г. Шубкин Анализ многовековой хронологии лесных пожаров и вероятностный прогноз их возникновения в байкальском регионе // Пожарная безопасность- 2007.№3.- С. 64-70.

2. Шубкин Р.Г. Анализ многовековой хронологии лесных пожаров и вероятностный прогноз их возникновения в Байкальском регионе: Автореф. дис. канд. техн. наук: Спец. 05.13.01 / Р.Г. Шубкин; Иркутск, 2007. – 19 с.
3. Международное информационное агентство «Россия сегодня» [Новостной интернет-портал]. URL: <http://ria.ru/society/20160225/1380212067.html/> (дата обращения: 16.05.2016).
4. ГОСТ Р 22.1.01-95 Библиографическая запись. Заголовок: Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения.- М.: Изд-во стандартов, 1995. – 6 с.

Анализ условий возникновения и развития аварий с разливом нефти и нефтепродуктов

О.Б. Чумичева

*ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт ГОЧС МЧС России
(Федеральный центр науки и высоких технологий)*

Нефть и природные горючие газы обеспечивают в настоящее время более 60% мировой энергетики. Россия, располагая 20% мировых запасов нефти, добывает ежегодно более 300 миллионов тонн сырой нефти. Основные нефтяные запасы страны находятся в труднодоступных районах Сибири и Арктики. Это приводит к необходимости транспортировки нефти на большие расстояния к местам ее переработки и максимального потребления. Наиболее экономическим выгодным и пространственным способом доставки нефти и нефтепродуктов является перекачка их по магистральным трубопроводам.

Помимо магистральных нефтепроводов, в России имеются локально сконцентрированные сети промысловых нефтепроводов, обслуживающих предприятия нефтяной индустрии, и продуктопроводов, по которым транспортируются нефтепродукты, а также сеть нефтепроводов в портах. В настоящее время добыча нефти в России осуществляется на 1031 месторождениях, каждое из которых обслуживается сетью нефтепроводов трубопроводами.

Имеющиеся данные о распределении запасов и ресурсов углеводородов свидетельствуют о том, что нефть и газ составляют одно из главных богатств северо-западных территорий и акваторий России. Необходимым условием кардинального развития ТЭКа региона является освоение нефтегазового потенциала севера Тимано-Печорская провинция ТПП, Баренцева и Печорского морей с совместным вовлечением в хозяйственный оборот месторождений суши и шельфа.

ТПП и прилегающая часть Печорского моря являются относительно слабо освоенными, несмотря на небольшую удаленность как от основных потребителей внутри региона, так и от возможных потребителей за его пределами (в том числе рынков Европы и США).

В пределах шельфа Баренцева моря открыто уникальное Штокмановское газоконденсатное месторождение. Всего же выявлено 5 месторождений.

Нарращивание и поддержание в регионе объемов добычи и экспорта за пределами 2020 года возможно только за счет ввода крупных шельфовых месторождений, еще не вовлеченных в разработку, а также новых месторождений, открытие которых с высокой вероятностью прогнозируется как в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, так и на шельфах Баренцева и Печорского морей.

Освоение Тимано-Печорской нефтегазовой провинции характеризуется чрезвычайно сложными транспортно-логистическими схемами доставки материалов и комплектующих, значительной удаленностью баз стройиндустрии от объектов строительства, бездорожьем и не освоенностью территории, отсутствием транспортной инфраструктуры.

Анализ показывает, что достаточно одной аварии крупнотоннажного танкера или буровой платформы, чтобы на несколько лет, а в Арктике, в некоторых случаях навсегда, уничтожить биоресурсы района и сделать его побережье непригодным для жизни местного населения.

Существующая система готовности к ликвидации всевозможных разливов нефти в море не в состоянии обеспечить экологическую безопасность при планируемых объемах перевозки нефти и нефтепродуктов в Арктике.

Добыча углеводородов в зоне арктических морей требует создания комплекса сложных, уникальных инженерных сооружений, включающих средства добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья, а также технических и обслуживающих судов, способных к длительной высоконадежной работе в условиях полярного морского климата. К этим средствами относятся морские ледостойкие стационарные платформы, масса каждой из которых составляет от 90 до 300 тыс. тонн. Сложность конструкции этих платформ определяется тяжелыми ледовыми условиями, многократно превышающими нагрузки на средства морской добычи, работающие на континентальных шельфах незамерзающих морей.

В настоящее время начата промышленная добыча нефти на месторождениях, расположенных относительно близко от побережья Печорского моря (Варандейское и Торавейское), и встала проблема обеспечения вывоза нефти, решить которую необходимо было в кратчайшие сроки. Единственное и очевидное решение – вывоз нефти морским транспортом.

Возникла идея строительства в Кольском заливе крупного экспортного комплекса, способного принимать супертанкеры дедвейтом 300 тыс. т. По оценкам, мощность нового северного экспортного направления, по которому может доставляться сырье из Тимано-Печоры и Западной Сибири, составит 50-60 млн. т в год. Это направление поможет полностью решить проблему экспортных мощностей и обеспечить поставку российской нефти кратчайшим морским путем на рынки Северной Европы и США. Такой комплекс будет способствовать ускоренному обустройству новых нефтяных месторождений в Тимано-Печорском регионе и на шельфе Баренцева моря.

Экспорт нефти по северному маршруту в обход датских проливов через терминал на побережье Баренцева моря обеспечит независимость России от возможных санкций Евросоюза в Балтийском море.

Трубопроводной транспорт – сложная техническая система с мощным энергетическим потенциалом. Она покрывает 35% территории страны, на которых проживает более 60% населения.

По магистральным трубопроводам перемещается 100% добываемого газа, 90% добываемой нефти, более 20% продукции нефтепереработки. Общая протяженность магистральных, промысловых и распределительных трубопроводов составляет около 1 млн. км. В целом трубопроводный транспорт по грузообороту занимает второе место после железных дорог.

Анализ мировой практики по аварийности в нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих отраслях показывает, что наибольшее количество чрезвычайных ситуаций составляют возгорания и взрывы на трубопроводах при транспортировке [1].

Основная угроза целостности магистральных трубопроводов, согласно определяется следующими факторами:

- интенсивное развитие коррозионных процессов на трубопроводах большого диаметра;
- значительный рост случаев несанкционированного подключения к нефти и нефтепродуктопроводам в целях хищений транспортируемого продукта. Увеличение врезок в трубопроводы отмечается в Республике Дагестан, Чеченской Республике, на территориях Самарской, Нижегородской, Саратовской областей, а также Ставропольского и Краснодарского краев;
- аварийность по причине брака при строительно-монтажных работах обусловлена отсутствием эффективной системы технического надзора за соблюдением проектных решений в период интенсивного строительства объектов магистрального трубопроводного транспорта в 1970–1980-е гг. и недостаточной оснащенностью строительных организаций специальным оборудованием.

Свою роль в повышении аварийности из-за коррозии металла сыграло то, что в последние годы резко возросла агрессивная составляющая перекачиваемых по трубопроводам водонефтяной эмульсии, пластовых и сточных вод. Это связано с вступлением большинства старых месторождений в завершающую стадию разработки, увеличением доли месторождений с повышенным содержанием сероводорода, использованием в различные годы низкоэффективных методов добычи нефти и т.д.

Несмотря на накопленный опыт в деле предупреждения и ликвидации аварий, динамика аварийности, по оценкам специалистов, не обнаруживает заметных тенденций к уменьшению. Одна из причин - снижение со временем надежности эксплуатируемых объектов, обусловленное старением, изношенностью технологического оборудования и определяющее, в конечном итоге, его техническое состояние.

На отечественных предприятиях нефтехимического комплекса доля основных фондов со сроком эксплуатации 20 и более лет, по экспертным оценкам, составляет 70-75%, а на ряде объектов оборудование эксплуатируется свыше 30 лет.

Среди технических причин аварий на предприятиях нефтехимии по данным Ростехнадзора [3] отмечаются: неисправность технических устройств (15%), неисправность средств противоаварийной защиты, сигнализации или связи (5%), несовершенство технологии или конструктивные недостатки (80%).

Наиболее тяжелые последствия для населения могут принести аварии, связанные с взрывом топливно-воздушной смеси. По тяжести экологических и экономических последствий лидируют аварии, связанные с разливами нефти на водных пространствах. Нефтяные загрязнения водной среды могут стремительно распространяться на большие расстояния, отравляя при этом гидробиоту,

в том числе ихтиофауну, загрязняя места питьевых водозаборов для человека и сельскохозяйственных целей, заливные луга, орошаемые сельскохозяйственные территории и т. д. В водоемах нефть переносится ветром и волнами, в морях и реках к ним добавляются течения. Кроме традиционных последствий загрязнения водной среды – гибели планктона, морских птиц и животных, может возникнуть новый феномен – глобальные климатические изменения.[5]. Нефтяная пленка, растекаясь на громадных площадях поверхности морей и океанов, меняет в целом характер массообмена «мировой океан-атмосфера», внося свой вклад в глобальное изменение климата.

Проведенный анализ возникновения и развития аварий в нефтегазовой отрасли, обобщение сведений о характере их воздействия позволил определить четыре возможных типа аварийных ситуаций. Эти типы необходимо учитывать при обосновании состава сил и средств ликвидации аварийных разливов нефти.

Литература

1. Шампазов А.М., Коршак А.А. и др. Основы трубопроводного транспорта нефтепродуктов. – Уфа, Госиздат, 1996.
2. Алекперов В.Ю., Примаков Е.М., Фролов К.В. и др. Энергетическая безопасность (ТЭК и государство). – М.: МГФ «Знания», 2000.
3. Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, №5, 2006.
4. Григорьев М.Н. Нефтетранспортные проекты в Арктике: анамнез и диагноз. Журнал «Бурение и нефть», 2009, № 3, сс. 6-10.
5. Патин С.А. Экономические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: ВНИРО, 1997.
6. Дмитриевский А.Н., Кульпин Л.Г., Максимов В.М. Проблемы освоения природно-техногенных объектов морской добычи углеводородов в Арктике / Мурман-шельфИнфо, 2009, № 1(6), с.11-16.

Совершенствование методики анализа данных пожарной обстановки как направление информационного обеспечения ФПС МЧС России

В.Ю. Быкова¹, С.П. Воронов², А.А. Домрачев¹, С.С. Ломаченко³

¹ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России

³Отделение надзорной деятельности и профилактической работы по г. Красноярску ГУ МЧС России по Красноярскому краю

Ресурсные возможности Государственного пожарного надзора ФПС МЧС России (далее – ГПН) в обеспечении безопасности жизнедеятельности населения России огромны и это позволяет считать научный поиск в этой области актуальным [1]. Современные исследования в этой области многогранны, ориентированы на решение целого научно-практических вопросов и расширение методологии анализа данных пожарной обстановки в частности [2-4].

Объектом исследования являлись показатели надзорной деятельности ФПС (период 2009-2013 гг.) и пожарной обстановки (2009-2015 гг.). Использовался сравнительный метод, а также такие приемы математического анализа данных, как корреляционный, регрессионный анализы, экстраполяция. Критический уровень обсуждаемого уровня значимости (p) принимался меньшим или равным 0,05.

В рамках корреляционного анализа было установлено, что взаимосвязь показателей надзорной деятельности ФПС при группировке данных по федеральным округам (ФО) и субъектам РФ была вариабельна и характер этой вариабельности указывал на неоднородность сравниваемых массивов данных. В связи с этим в рамках гипотезы исследования для дальнейшего анализа использовались данные надзорной деятельности, прослеженные в отношении юридических лиц.

Установлено, что количество дел, ежегодно возбуждаемых в отношении юридических лиц на территории РФ, имело тенденцию снижения: от 122,2 тысяч штук в 2009 до 96,7 тысяч штук в 2013 году. Темп снижения составил в среднем 6,4 тысячи дел/год. Аналогичная ситуация прослеживалась по всем ФО и субъектам РФ.

Структура ежегодной численности дел по РФ за исследованный период (рис. 1) была относительно стабильной и позволяла утверждать, что среди четырех вариантов решений преобладали дела, по которым было принято решение о передаче в суд, т.е. дела подгруппы № 1. Их относительный вес ежегодно превышал 50%.

Несколько меньший вес – в пределах 15-35 % – приходился на дела, по которым было принято решение о назначении штрафа. Еще меньший удельный вес приходится на подгруппу № 3, т.е. по делам, по которым было вынесено предупреждение. Доля подгруппы № 2 - дела, по которым было принято решение о прекращении, была незначительна. Важно отметить, что аналогичная ситуация по структуре дел прослеживалась по всем ФО и субъектам РФ.

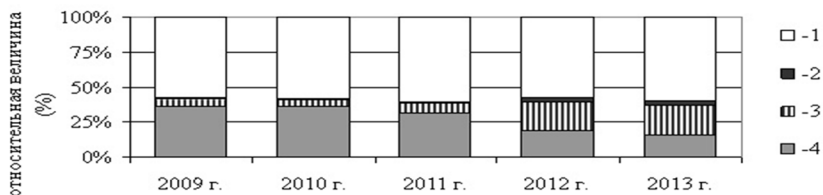


Рис. 1. Структура дел, ежегодно возбуждаемых в отношении юридических лиц, по принятому решению.

- Условные обозначения: 1 – подгруппа дел, по которым принято решение о передаче в суд;
 2 – подгруппа дел, по которым принято решение о прекращении;
 3 – подгруппа дел, по которым вынесено предупреждение;
 4 – подгруппа дел, по которым назначен штраф.

Анализ корреляционных взаимоотношений сравниваемых массивов позволил установить, что между характеристиками пожарной обстановки и надзорной деятельности существовала определенная синхронизация, имеющая различный уровень значимости и ее достоверности. Установлено, что наиболее высокий уровень корреляции достоверного уровня определялся для показателя «материальный ущерб от пожаров», наиболее низкий – для показателя «количество пожаров», промежуточный уровень – для показателя «количество погибших при пожарах». Качественный анализ потенциальных причинно-следственных взаимоотношений между показателями пожарной обстановки и показателями надзорной деятельности позволил предположить, что между группами исследованных показателей существует опосредованная причинно-следственная связь, характер которых можно определить следующим образом: 1) пожарная обстановка является определяющей в формировании объема надзорной деятельности, реализуемой в отношении юридических лиц; 2) ухудшение показателей пожарной обстановки в пределах 1-2 лет сопровождается активацией надзорной деятельности; 3) более высокий уровень надзорной деятельности лиц, в течение 1-2 лет приводит к нормализации показателей пожарной обстановки.

Промежуточные результаты исследования (по состоянию на первое полугодие 2014 года) позволили установить следующее [5]:

1. Между показателями надзорной деятельности и показателями пожарной обстановки в РФ прослеживается определенный параллелизм, позволяющий считать, что объем надзорной деятельности, осуществляемой в отношении юридических лиц, взаимосвязан с уровнем прямого материального ущерба от пожаров.
2. Среднесрочный качественно-количественный прогноз исследованных событий на ближайшие годы позволил предположить, что в период 2014-2018 годов в РФ будет наблюдаться два параллельно протекающих и взаимосвязанных процесса, а именно: 1) снижение показателей надзорной деятельности по числу административных дел, возбуждаемых ГПН в отношении

юридических лиц; 2) прирост прямого материального ущерба от пожаров (рис. 2). Данные по материальному ущербу от пожаров за исследуемый период при аппроксимации по возможным математическим функциям наиболее точно описывались уравнением линейной функции при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,67$ ($p < 0,01$) (рис. 2).



Рис. 2 – Сведения о прямом материальном ущербе от пожаров в Российской Федерации в 2009-2013 годы с прогнозными данными на 2014-2018 годы.

Было показано, что негативная динамика прямого материального ущерба от пожаров будет прослеживаться на фоне положительной динамики для двух других базовых показателей пожарной обстановки, а именно снижения количества пожаров и погибших при пожарах [5].

Качественное совпадение прогнозных данных на 2014 и 2015 годы составило 100% [6,7]:

- прирост числа пожаров за 2014 год составил (-2,0 %), за 2015 год - (-4,6 %);
- прирост количества погибших за 2014 год составил (-5,1 %), за 2015 год - (-8,4 %);
- прирост прямого материального за 2014 год составил (+7,7 %), за 2015 год - (+2,6 %).

Фактическая величина материального ущерба превысила расчетную на 2015 год на 10,5%, а по временным срокам – на 2 года. Возможно, что это разница в значительной степени связана не с математическим аппаратом, а с нормативными правовыми изменениями в области организации пожарного надзора, реализованными в РФ в последние годы. Этот момент также подтверждает вышеизложенную точку зрения на то, что пожарный надзор как направление профилактических мероприятий наиболее эффективен в отношении юридических лиц и качественно-количественная характеристика этой сферы деятельности ГПН и нормативно-правового поля, регулирующего эту сферу, имеет интегративный результат в виде известного показателя пожарной обстановки «прямой материальный ущерб от пожара».

Представленные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Пожарный надзор и система нормативно-правового регулирования данной сферы как совокупность мероприятий по обеспечению надзорной деятельности в сфере обеспечения пожарной безопасности имеют единый - интегративный - результат эффективности функционирования в виде ко-

личественной величины показателя пожарной обстановки «прямой материальный ущерб от пожаров».

2. Существующая методика оценки пожарной обстановки и показателей деятельности ГПН может быть расширена и детализована за счет введения определенных расчетных показателей, в частности показателя и шкалы его оценки по уровню обеспеченности пожарной безопасности, применительно к юридическим лицам. Вероятно, что не менее интересные результаты могут быть получены при сопоставлении результатов мониторинга пожарной обстановки и показателей макроэкономики на уровне РФ, ФО, регионов РФ и т.д.
3. Совершенствование методики оценки пожарной обстановки с рассматриваемой точки зрения закладывает собой материальную основу для совершенствования методики экспертной оценки защищенности населения и территорий РФ в области пожарной безопасности, а также методик экспертной оценки эффективности реализованных и реализуемых управленческих решений, ориентированных на обеспечение и повышение уровня безопасности жизнедеятельности населения, в том числе и законодотворческих инициатив, ориентированных на совершенствование нормативного правового поля.

В целом результаты исследования и обсуждения позволяют считать реализуемое исследование актуальным и перспективным.

Литература

1. Государственный пожарный надзор: учебник / В.С. Артамонов, С.П. Воронов, А.Н. Гилетич и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2006. – 396 с.
2. Состояние нормативного правового поля Российской Федерации в области пожарной безопасности: уч.-мет. пос. / С.П. Воронов, А.В. Попов, С.С. Михайлова и др. / Под ред. В.С. Артамонова. Железногорск–Красноярск: СФУ, 2013. – 108 с.
3. Власов К.С. Индексы деятельности пожарных подразделений при организации тушения пожаров на объектах топливно-энергетического комплекса / К.С. Власов, А.А. Порошин // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – № 2. – С. 218-225.
4. Влияние уровня занятости в экономике и возраста населения на обстановку с пожарами в жилом секторе / В.И. Сибирко, Н.Г. Чабан, М.В. Загуменнова и соавт. // Пожарная безопасность. – 2016. – № 1. – С. 149-153.
5. Ломаченко С.С. Совершенствование надзорной деятельности ГПН на основе анализа правоприменительной деятельности в отношении юридических лиц: выпускная квалификационная работа / С.С. Ломаченко. – Железногорск: СПСА, 2014. – 87 с.
6. Лупанов С.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2014 году / С.А. Лупанов, Н.А. Зуева // Пожарная безопасность. – 2015. – № 1. – С. 130-133.
7. Лупанов С.А. Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2015 году / С.А. Лупанов, Н.А. Зуева // Пожарная безопасность. – 2016. – № 1. – С. 174-177.

Взаимосвязь показателей пожарной опасности с химическим строением. Алканы и циклоалканы

Е.В. Головина¹, Д.В. Бессонов², С.Г. Алексеев¹, Н.М. Барбин¹

¹ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,

²ФГБУ СЭУ ФПС Испытательная пожарная лаборатория по Свердловской области

Одним из направлений QSPR (Quantative Structure – Property Relationship) является прогнозирование пожароопасных свойств веществ [1]. В настоящее время известны три подхода к расчету показателей пожаровзрывоопасности: дескрипторный, сравнительный и правила углеродной цепи [2], из которых сравнительный метод получил наименьшее распространение.

Объектами нашего исследования являются нормальные алканы и незамещенные циклоалканы, которые входят в состав нефтепродуктов и широко применяются в промышленности и быту. Исходный массив для QSPR исследования сформирован с помощью базы данных DIPPR 801 [3] и дополнен с помощью расчетов по программе ACD/Lab 2014.

В результате проведенного QSPR исследования установлено, что между основными показателями пожаровзрывоопасности алканов и циклоалканов существует следующая зависимость:

$$F_{1i}/F_{2i} = \Delta_i = \text{const}$$

где F_{1i} – i –показатель пожаровзрывоопасности алкана; F_{2i} – i –показатель пожаровзрывоопасности циклоалкана. Δ_i – i –константа (см. табл.).

Таблица 1. Значения Δ_i .

Показатель	Уравнение	Δ_i	Область применения
Температура вспышки, К	$T_{всп}(алк.)/T_{всп}(цалк.) \approx \Delta_2$	0,96	$3 \leq Nc \leq 12$
Температура самовоспламенения, К	$T_{свс}(алк.)/T_{свс}(цалк.) \approx \Delta_3$	0,89	$3 \leq Nc \leq 7$
НТПВ, К	$T_n(алк.)/T_n(цалк.) \approx \Delta_4$	0,96	$3 \leq Nc \leq 8$
ВТПВ, К	$T_g(алк.)/T_g(цалк.) \approx \Delta_5$	0,95	$3 \leq Nc \leq 8$
Теплота сгорания, Дж/моль	$H_{сг}(алк.)/H_{сг}(цалк.) \approx \Delta_6$	1,04	$3 \leq Nc \leq 8$
НКПВ, % (об.)	$C_n(алк.)/C_n(цалк.) \approx \Delta_7$	0,94	$3 \leq Nc \leq 8$
ВКПВ, % (об.)	$C_g(алк.)/C_g(цалк.) \approx \Delta_8$	0,93	$3 \leq Nc \leq 8$

Примечание. алк. – алкан; цалк. – циклоалкан; НТПВ (НКПВ), ВТПВ (ВКПВ) – нижний и верхний температурные (концентрационные) пределы воспламенения.

С целью апробации дополнительных поправочных коэффициентов, проведен расчет показателей пожарной опасности для ряда нормальных алканов. Результаты расчетов представлены в таблице 2 и выделены курсивом.

Таблица 2. Сопоставление справочных данных с введением поправочных коэффициентов Δi для прогнозирования пожароопасных свойств алканов.

Название	Температура, К					H_{cp} , кДж/ моль	КПВ, % (об.)	
	$t_{кип}$	$t_{всп}$	$t_{свс}$	t_n	t_b		C_H	C_B
Propane C_3H_8	231 228	171 173	723 686	171 172	189 188	2043 2038	2,1 2,3	9,5 9,7
n-Butane C_4H_{10}	273 271	199 203	561 623	199 201	221 223	2657 2671	1,6 1,7	8,4 9,3
n-Pentane C_5H_{12}	309 306	224 227	516 564	225 226	251 251	3245 3194	1,4 1,4	7,8 8,3
n-Hexane C_6H_{14}	342 336	250 246	498 461	247 247	277 274	3855 3802	1,2 1,2	7,2 7,3
n-Heptane C_7H_{16}	372 372	269 269	477 448	269 270	299 299	4465 4461	1,1 1,0	6,7 6,2
n-Octane C_8H_{18}	399 403	287 291	479	287 289	323 324	5074 5110	1,0 0,8	6,5 5,9
n-Nonane C_9H_{20}	424 429	304 303	478	304	341	5685	0,9	5,6
n-Decane $C_{10}H_{22}$	447 450	323 325	474	322	360	6294	0,8	5,4
n-Undecane $C_{11}H_{24}$	469 467	339 333	475	337	377	6904	0,7	5,1
n-Dodecane $C_{12}H_{26}$	489 490	352 353	476	350	393	7514	0,6	4,9

Абсолютная ошибка расчетов по предлагаемым уравнениям для температуры самовоспламенения не превышает 10 %, а для других показателей пожаровзрывоопасности – 2 %.

Литература

1. Katritzky, A.R. QSPR modeling of flash points: An update / A.R. Katritzky, I.B. Stoyanova-Slavova, D.A. Dobchev, M. Karelson // *J. Mol. Graph. Model.* – 2007. – Vol. 26, No 2. – P. 529-536.
2. Алексеев С.Г., Алексеев К.С., Барбин Н.М. Методы прогнозирования основных показателей пожаровзрывоопасности органических соединений. // *Техносферная безопасность.* – 2015. – № 2 (7). – С. 4-14. URL: <http://uigps.ru/sites/default/files/jurnal/stat%20PB%207/1.pdf>.
3. DIPPR 801. Режим доступа: <http://dippr.byu.edu/public/> (дата обращения 25.04.2016).
4. Алексеев С.Г., Алексеев К.С., Барбин Н.М. Методы прогнозирования основных показателей пожаровзрывоопасности органических соединений. // *Научный электронный журнал «Техносферная безопасность».* Екатеринбург, 2015. № 2 (7). URL: <http://uigps.ru/content/nauchnyy-zhurnal/metody-prognozirovaniya-osnovnyh-pokazateley-pozharovzryvoopasnosti-organicheskikh-soedineniy>.
5. Монахов, В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости / В.Т. Монахов. – М.: ВНИИПО, 2007. – 248 с.
6. Смирнов В.В., Алексеев С.Г., Барбин Н.М., Животинская Л.О. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. IX. Хлоралканы // *Пожаровзрывобезопасность.* – 2013. – Т. 22, № 4. – С. 13-19.
7. База данных ChemSpider Королевского химического общества Великобритании (Royal Society of Chemistry of Great Britain). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.chemspider.com>.

Практическая реализация процессов развития аварий на трехмерной модели поверхности

А.А. Рыженко

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

Неотъемлемой частью существующей системы прогнозирования возможных последствий при потенциальных авариях на опасных промышленных объектах является моделирование вероятных зон поражения. Используемые на местах инструменты геоинформационных систем позволяют проводить моделирование, как на двумерных поверхностях, так и на трехмерных. При этом используются официально рекомендованные методические указания, допускающие только коэффициент шероховатости. В данном сценарии упускается такой важный параметр, как сложность рельефа местности, учет искусственных препятствий [1, 2].

Для исключения таких сценариев, как «растекание в гору» предлагается проводить дополнительное моделирование сценариев развития аварий на модели трехмерной поверхности с учетом третьей координаты в узловых точках – высоты. При этом возможно два не исключающих подхода: прямое и обратное моделирование [3].

Прямое моделирование предполагает более простой сценарий развития. Формируется ландшафт поверхности на основе равномерной сетки и теневой маски высот. Определяется на карте точка ЧС (например, место пролива или прорыва). Задаются дополнительные параметры: объем, скорость и время истечения, плотность вещества и т.д. В результате прогнозируется зона вероятного поражения. На основе полученной математической модели запускается механизм имитации пролива с учетом коллизии соприкосновения с поверхностью (рис. 1).

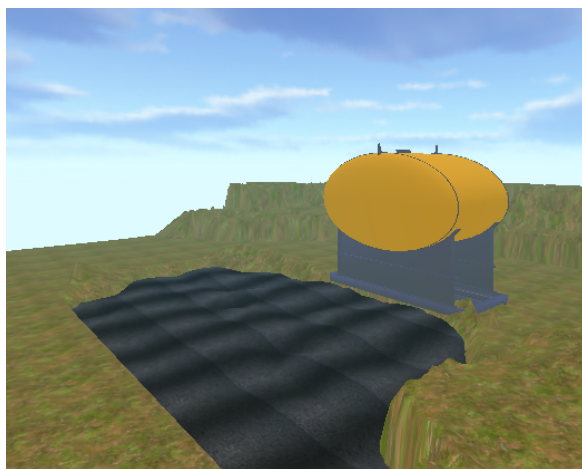


Рис. 1. Пример решения прямой задачи

Обратное моделирование основывается на учете сложности рельефа для моделирования возможных обходов (например, обтекания) естественных препятствий. Начальный алгоритм идентичен прямому моделированию, расхождение предполагается только в результате. В отличие от предыдущего сценария, происходит учет коэффициента плотности соприкасающейся поверхности окружающего пространства в каждой узловой точке, т.е. помимо коллизии *обтекания*, используется *прохождение* и *застывание* (рис. 2). В результате, полученная модель имеет более точную картину последствий, но процесс анализа может занимать продолжительное время.

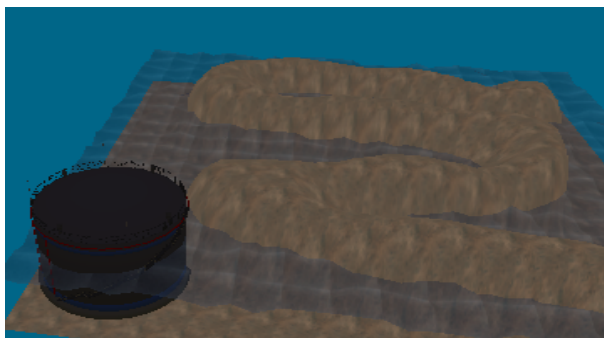


Рис. 2. Пример решения обратной задачи

Допускается возможность использования двух подходов на одной модели: прямое моделирование для искусственных покрытий (например, обвалование) и обратное – для естественных (например, рельеф) (рис. 3).



Рис. 3. Пример использования двух подходов на одной модели

В качестве дополнительного усложнения процесса моделирования допускается внесение коэффициента плотности вещества. При этом процесс имитации изменяется за счет коэффициента вязкости и проникновения. Например, при выбросе сжиженного хлора или аммиака возможен следующий сценарий: вещество в первоначальном состоянии растеклось и застыло, следующий поток *накрыл* предыдущий и т.д. (рис. 4).

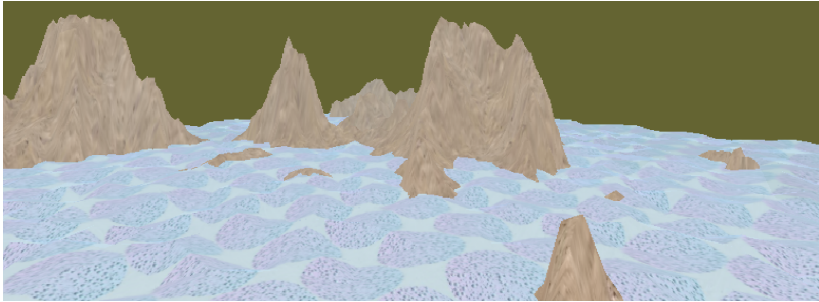


Рис. 4. Пример использования дополнительных параметров

При комбинировании всех возможных параметров, процесс анализа возможных последствий может затянуться на довольно продолжительное время, но результат будет более приближен (рис. 5).

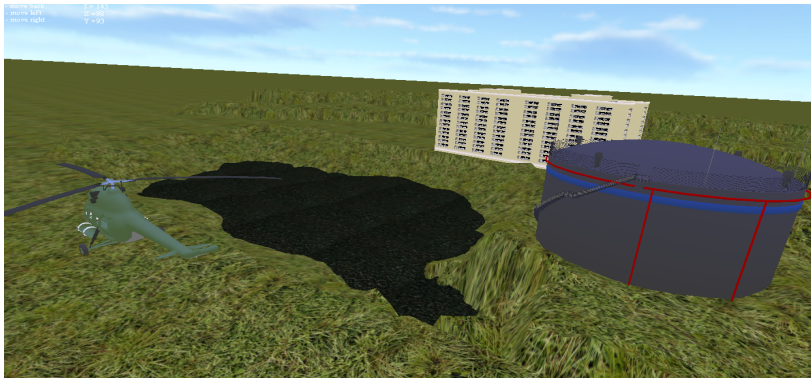


Рис. 5. Пример комплексного подхода

Дополнительным преимуществом представленных выше примеров можно считать также техническую сторону. Выбор среды для трехмерного проектирования определен бесплатным программным обеспечением и открытым языком программирования [4]. В качестве графического ядра используется платформа Blitz3D BASIC [5].

Литература

1. Рыженко А.А. Разработка графического компонента трёхмерной модели регионального промышленно-природного комплекса (на примере Хибинского горно-рудного района) / А.А. Рыженко, А.С. Шемякин, С.Ю. Яковлев, Д.Е. Тихонов // Труды КНЦ РАН. 4/2012(7). Информационные технологии. Выпуск II. Апатиты, 2011. – С. 156-163.
2. Рыженко А.А. Информационная технология визуализации взрывов и пожаров на производственных объектах / А.А. Рыженко, Р.Ш. Хабибулин // Труды КНЦ РАН. 4/2012(11). Информационные технологии. Выпуск III. Апатиты, 2012. – С. 186-190.
3. Рыженко А.А. Информационно-аналитическое обеспечение комплексного управления горнопромышленными предприятиями / А.Г. Олейник, О.В. Фридман, А.Я. Фридман, Т.А. Фильчакова, А.А. Рыженко // Информационные ресурсы России, № 4 (86), 2005. – С.19-22.
4. Рыженко А.А. Способ моделирования разрушенных зданий при анализе материалов страхового фонда документации по чрезвычайным ситуациям / И.А. Максимов, Н.Г. Топольский, А.А. Рыженко // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 2 (54), 2014 г.
5. Blitz3D. – режим доступа: <http://www.blitzbasic.com/Products/blitz3d.php>.

Анализ риска и оценка последствий взрыва на газораспределительном пункте на ОАО КЗХ «Бирюса»

У.А. Арипов, Т.А. Саулова

ФГБОУ ВО Сибирский государственный технологический университет

ОАО Красноярский завод холодильников «Бирюса» относится к предприятиям повышенной взрывопожарной опасности, так как на территории находится газораспределительный пункт (ГРП) и хранятся легковоспламеняющиеся и взрывоопасные вещества.

Источником возникновения взрыва на предприятии является ГРП, находящийся на территории предприятия. При утечке газа могут создаваться взрывоопасные условия. Количество взрывчатого вещества (пропан-бутановая смесь) составляет 0,5 тонн. Взрыв или возгорание этого газа наступает при определенном содержании газа в воздухе ($1,4 \text{ мг/м}^3$). При взрыве газовой смеси образуется очаг взрыва с ударной волной, вызывающей разрушения зданий, сооружений и оборудования аналогично тому, как это происходит от ударной волны ядерного взрыва.

Вторичными поражающими факторами взрыва ГРП является разлет осколков при разрушении стекол зданий, падение предметов (продукции) с конвейеров, разрушение открытого склада и разлив ЛВЖ. Разрушение газопроводов высокого и низкого давления приведет к выбросу газа, возможен повторный взрыв.

Исходные данные для оценки воздействия взрыва количество газа, находящегося в заглубленной емкости составляет 0,5 тонн;

При взрыве газовой смеси образуется очаг взрыва с ударной волной, вызывающей разрушение зданий, сооружений и оборудования.

В очаге взрыва газовой смеси принято выделять три круговые зоны: I - зона детонационной волны; II - зона действия продуктов взрыва; III - зона воздушной ударной волны.

Зона детонационной волны (зона I) находится в пределах облака взрыва. Радиус этой зоны r_1 , м, определяется по формуле [1]:

$$r_1 = 17,5 \sqrt[3]{Q}, \quad (1)$$

где Q - количество сжиженного углеводородного газа, т.

Подставляя значения в формулу (1), получим

$$r_1 = 17,5 \sqrt[3]{0,5} = 14 \text{ м.}$$

В пределах зоны I действует избыточное давление, которое может приниматься постоянным, $\Delta P_1 = 1700 \text{ кПа}$.

Зона действия продуктов взрыва (зона II) охватывает всю площадь разлета продуктов газовой смеси в результате ее детонации. Радиус этой зоны r_2 , м, определяется по формуле:

$$r_{II} = 1,7 r_1, \quad (2)$$

где r_1 - радиус зоны детонационной волны.

Подставляя значение $r_1 = 14$ м в формулу (2), получим

$$r_{II} = 1,7 \cdot 14 = 23,8 \text{ м.}$$

Избыточное давление в пределах зоны II ΔP_{II} составляет 300 кПа.

В зоне действия воздушной ударной волны (зона III) формируется фронт ударной волны, распространяющейся по поверхности земли. Избыточное давление в зоне III ΔP_{III} составляет 5 кПа.

Радиус зоны воздушной ударной волны определяется по графику методики [2], принимая избыточное давление на границе зоны, ΔP_{III} равным 5 кПа. Это значение составляет 700 м.

В свою очередь зона воздушной ударной волны делится еще на 4 зоны:

- зона полного разрушения ($\Delta P_{\phi} = 50$ кПа);
- зона сильного разрушения ($\Delta P_{\phi} = 30$ кПа);
- зона среднего разрушения ($\Delta P_{\phi} = 20$ кПа);
- зона слабого разрушения ($\Delta P_{\phi} = 5$ кПа).

По графику [8] также определим значения радиусов для этих зон:

- радиус зоны полного разрушения ($\Delta P_{\phi} = 50$ кПа) составляет 56 м;
- радиус зоны сильного разрушения ($\Delta P_{\phi} = 30$ кПа) составляет 84 м;
- радиус зоны среднего разрушения ($\Delta P_{\phi} = 20$ кПа) составляет 112 м;
- радиус зоны слабого разрушения ($\Delta P_{\phi} = 5$ кПа) составляет 168 м.

Основным фактором, определяющим потери, является степень повреждения зданий. Степень повреждения зданий зависит от избыточного давления ударной волны. И в зависимости от этого существуют следующие степени повреждения зданий: слабое, среднее, сильное, полное.

Для каждого здания имеется свой предел устойчивости здания (ΔP_{lim}), зависящий от конструкции здания, материала, из которого оно сделано и других характеристик.

В зону ударной волны попадут следующие здания и сооружения:

- ГРП, подземный резервуар;
- газопроводы высокого и низкого давления, подземный трубопровод;
- бытовка строительная, автомобильный прицеп автобусного типа;
- недостроенный корпус 100а, 2-х этажный, из сборного железобетона;
- производственные корпуса ОАО КЗХ «Бирюса» № 110, 100, 90ВГ, 92, 74, 95, 93, 194, 77, 1;
- производственные корпуса ФГУП «Красмашзавод» №123, 20, 36, 11, 12, 80, 13, 14, 165, а также некоторые «закрытые» цеха;
- железнодорожное полотно.

В расчетах по оценке устойчивости объекта к воздействию взрывов с ударной волной воспользуемся методикой МЧС [1].

На территории предприятия, попадающих в зону с радиусом 168 м от эпицентра взрыва. В зону полного и сильного разрушения попадают:

- ГРП, подземный резервуар;
- газопроводы высокого и низкого давления, подземный трубопровод;
- бытовка строительная, автомобильный прицеп автобусного типа;
- участок железнодорожного полотна.

В зону средних разрушений попадает:

- бытовка строительная, автомобильный прицеп автобусного типа.

В зону слабых разрушений попадает:

- недостроенный корпус 100а, 2-х этажный, из сборного железобетона.

Возле корпуса № 110 может произойти разлив и возгорание ЛВЖ. Также в зоне с радиусом 700 м, от эпицентра, ударной волной выбьет остекление. Что в свою очередь может привести, к травмированию работников. Утечка газа из разрушенных трубопроводов дает возможность повторного взрыва.

Мероприятия по защите при взрыве на объекте должны быть в первую очередь направлены на предупреждение взрывов. Также, установка автоматических систем противоаварийного назначения: автоматические газоанализаторы и задвижки трубопроводной системы, автоматическая сигнализация. Инженерно-технические мероприятия, предусмотренные на предприятии, включают комплекс работ, обеспечивающих повышение устойчивости элементов объекта:

1. строительство пожаровзрывоопасных объектов произведено с учетом экологического прогноза, в районах, не подверженных воздействию природных ЧС. Здания и сооружения размещаются рассредоточено, имеют огнестойкость не ниже 1 или 2 степени и обладают необходимой устойчивостью по отношению к ударной волне прогнозируемого взрыва. Размещение пожаровзрывоопасного объекта осуществляется на безопасном удалении от населенных пунктов или кварталов жилой застройки;
2. обеспечение взрывоопасного режима работы объекта: используются безопасные материалы, выполнены требования безопасности, уборка мусора на ПВОО;
3. оснащены автоматическими системами пожарной сигнализации и локального оповещения о взрыве;
4. созданы санитарно-защитные зоны;
5. устроены подземные хранилища для емкостей с опасными жидкостями, заглублены в грунт или обвалованы;
6. установлены дополнительные опоры, усилены несущие стены, обвалованы низкие здания.

Организационные мероприятия включают в себя несколько групп мероприятий, направленных на разработку и планирование действий руководящего состава, отдела ГО и служб по защите персонала, проведение аварийно спасательных и других неотложных работ (АСДНР), а также по восстановлению производства:

1. разработаны планы предупреждения и ликвидации последствий ЧС, связанных с взрывом на объекте;
2. созданы и поддерживаются в постоянной готовности силы и средства ликвидации взрывов. Силы созданы с обязательным включением в них пожарных формирований и инженерных подразделений по обезвреживанию взрывоопасных предметов. Средства – пожаротушения, тепловой защиты, изолирующие и промышленные противогазы, эвакуации пострадавших, отыскание людей в завалах, инженерная техника для проведения АСДНР, медицинские средства для оказания первой помощи, в т.ч. и при ожогах;
3. обеспечение персонала, объекта средствами индивидуальной защиты: противогазами, индивидуальными аптечками 100%;
4. ведется контроль взрывоопасной обстановки осуществляется с использованием автоматических систем контроля и путем периодического осмотра зданий и помещений, ГРП работниками противопожарной службы объекта;
5. поддерживаются оперативная и локальная системы оповещения персонала ПВОО;
6. подготовка персонала ПВОО и населения к действиям при взрыве, проводится в зависимости от специфики взрыва;

Технологические мероприятия направлены на:

1. максимально сокращено время на остановку производства;
2. разработан технологический процесс, предусматривающий замену легко воспламеняющегося сырья на менее горючие;
3. предотвращен разлив опасных веществ путем:
 - устройств приемных ниш;
 - ловушек в направлении движения жидкости;
 - установлены в трубопроводе самозапирающиеся и обратные клапаны, автоматически срабатывающие при повреждении трубы или на изменение давления в трубопроводе.
4. раздельно хранятся вещества, которые образуют взрывоопасные смеси;
5. обеспечена надежность управления:
 - имеется надежно-защитные пункты управления в прочных сооружениях;
 - имеется резервные электростанции для работы с системой оповещения при отключении электроэнергии;
 - имеется надежная связь с местными органами власти, с гражданскими организациями гражданской обороны на объекте и во взрывной зоне (подземные кабельные линии, дублирование телефонной связи).

Анализируя уровень превентивных мероприятий и степень готовности к реагированию автоматических устройств, эффективность и надёжность их срабатывания, можно сделать вывод, что вероятность возникновения аварийной ситуации, связанной с взрывом на ОАО КЗХ «Бирюса» очень мала и определяется в пределах допустимого риска $1 \cdot 10^{-6}$ событий в год.

Литература

1. Сборник методик МЧС РФ по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (книга 2) 1994 г – С. 91-93.
2. Декларация безопасности ОАО КЗХ «Бирюса».

Создание теоретических и экспериментальных основ исследования условий возникновения и динамики развития природных катастроф (землетрясений, взрывов болидов, взрывоподобных извержений вулканов) путем введения в описание данных явлений представлений о феноменологии физики горения, взрыва и детонации

В.В. Барелко¹, М.В. Кузнецов²

¹ФГБУН Институт проблем химической физики РАН

*²ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт ГОЧС МЧС России
(Федеральный центр науки и высоких технологий)*

Ежегодно природные катастрофы различного характера (такие как землетрясения, извержения вулканов, взрывы метеоритов и т.д.) приводят к значительным негативным последствиям для людей и экономики. Несмотря на осознание в обществе необходимости прогнозирования, предотвращения или, в крайнем случае, уменьшения последствий негативных воздействий данных природных явлений на антропогенную среду, в настоящее время общие подходы к моделированию данных природных катастроф в лабораторных условиях с точки зрения современных физических методов не сформулированы. Создание такого рода моделей позволит в определенной степени прогнозировать негативное воздействие вышеперечисленных факторов, уменьшать и предотвращать его. Кроме того, развитие на лабораторном уровне моделей природных явлений позволит в конечном итоге сформулировать новое направление в науке о природных катастрофах, основанное на введении в данную область науки теоретических и практических подходов физики горения, взрыва и детонации. Моделирование развития природных катастроф планируется использовать для прогнозирования развития данных явлений в реальных ситуациях, что поможет предотвратить или уменьшить их катастрофические последствия. В рамках выполнения работы проводился анализ природных катастроф последних лет с точки зрения их негативного воздействия на людей и объекты экономики. На основе проведенных анализов и разработанных моделей будут спроектированы и созданы модельные стенды для реализации в лабораторных условиях разработанных моделей природных катастроф. С их помощью планируется проведение модельных экспериментальных исследований закономерностей развития землетрясений, взрывов метеоритов и извержений вулканов.

Все теоретические и экспериментальные исследования планируется проводить с учетом сформулированной на сегодняшний день концепции «парового взрыва», в рамки которой укладываются и извержения вулканов, и взрывы метеоритов в плотных слоях атмосферы и объяснения предпосылок формирования землетрясений. В рамках данных подходов будут зарегистрированы критические величины длительности импульса разряда, темпа нагрева объекта и величины «закаченной» в объект тепловой энергии. Кроме того, будет определена необходимая для реализации взрыва критическая величина температуры перегрева объекта сверх температуры кипения, измерены динамические характеристики взрыва, а также установлены механизмы иницирова-

ния. Будут рассчитаны величины температуры вскипания перегретой массы и времен действия взрыва, установлены параметры картины акустической эмиссии и измерены поля давлений в ударной волне, подтверждено молекулярное диспергирование объекта в процессе взрыва, то есть сублимационный механизм взрыва. В конечном итоге будут получены данные, которые составят основу для построения тепловой и газодинамической теории парового взрыва. На основании анализа собранных материалов и результатов проведенных экспериментов будет осуществлена формулировка предпосылок нового направления в науке о природных катастрофах на основе введения в эту область знаний представлений, методологии, терминологии и подходов физики горения, взрыва и детонации. Кроме того, это внесет вклад в развитие геотектоники, так как на основании представлений о взрывоподобных распадах в земной коре (полиморфных превращениях) можно будет прогнозировать как появление собственно землетрясений, так говорить о характере их развития и возможных последствиях. Реальным результатом работы будет практическая реализация нового направления в науке о природных катастрофах, а также реальное прогнозирование природных катастроф на базе сформулированных теоретических и практических подходов. А после наработки соответствующих статистических данных, планируется написание программ, позволяющих осуществлять мониторинг природных катастроф в непрерывном режиме.

Роль флюидов в ходе процессов физико-химической эволюции пород земной коры и мантии хорошо известна. В присутствии флюидной фазы на порядки ускоряются реакции, протекающие между веществами, образующими минералы, интенсифицируется рост и растворение минеральных зерен, а также процессы плавления и полиморфные превращения, что заметно влияет на развитие разнообразных видов деформаций и рекристаллизационных явлений в минеральных агрегатах. Обратный же процесс - каталитическое воздействие горных пород и минералов на химические реакции между компонентами флюидов - является, практически, не исследованной областью геохимии флюидно-минеральных взаимодействий. Однако утверждение о существенной роли каталитических механизмов в процессах химических превращений флюидов при их фильтрации через массивы пород земной коры имеет под собой следующие веские основания: горные породы, основу которых составляют SiO_2 и Al_2O_3 , модифицированные каталитически активными «металлическими» компонентами, представляют собой аналог традиционных каталитических систем, используемых в промышленных технологиях; температурные и барические условия существования потоков флюидов в земной коре благоприятны для реализации в природных условиях множества искусственно созданных на земле индустриально важных каталитических процессов; компоненты флюидов, такие как H_2O , CO_2 , CO , CH_4 , H_2 , N_2 , SO_2 , NH_3 , следует рассматривать как исходное сырье для каталитической генерации широкого спектра продуктов их превращений. Анализ возможных маршрутов каталитических превращений флюидов в земной коре показывает реальность осуществления в геологических условиях процессов, аналогичных промышленным технологическим процессам, таким как: синтез углеводородов и их кислородсодержащих производных в результате реакции H_2O , CO , CO_2 , H_2 по механизму, близкому к известному в технологической практике процессу Фишера-Тропша производства синтетического топлива (возможные механизмы абиогенного, воспроизводимого образования месторожде-

ний углеводородов в земных условиях); каталитический пиролиз тяжелых углеводородов (нефтей), известный в технологии нефтепереработки как каталитический крекинг, платформинг, риформинг; реакции превращений углеводородов с образованием твердого углерода, т.е. процессы «зауглераживания» катализаторов; каталитический синтез аммиака из H_2 и N_2 , известный в прикладном катализе как синтез Габера. Нами предложены доказательства реальности протекания в земных породах на природных катализаторах каталитической реакции паровой конверсии CH_4 с образованием водорода - реакции, известной в технологии как процесс получения «синтез-газа». Предлагаемые исследования и их результаты могут быть также перспективными и в отношении развития представлений о механизмах процессов деградации озонового слоя в атмосфере. До недавнего времени основной причиной разрушения озона назывались выбросы в атмосферу аэрозолей фреонов в результате человеческой деятельности, то есть – данная причина носила антропогенный характер. Однако, не так давно была выдвинута альтернативная версия, в соответствии с которой основная роль в разрушения озона отводится водороду, поднимающемуся из недр Земли. В этом отношении каталитические превращения флюидов на породах земной коры следует рассматривать в качестве реального механизма образования дополнительного водорода и его эмиссии в земную атмосферу. Для обоснования выдвинутой гипотезы авторами было проведено экспериментальное исследование каталитической активности серпентинита (широко распространенной породы земной коры) в отношении реакции паровой конверсии метана – реакции образования «синтез-газа». Флюиды, содержащие CH_4+H_2O , являются одним из наиболее распространенных типов флюидов в земной литосфере. Серпентинит, как по своему составу ($MgO-SiO_2$ - основа, легированная каталитически активными компонентами Fe, Ni, Cr), так и по структуре (тонковолокнистая, тонкопористая матрица) является близким аналогом традиционно используемых в промышленном катализе искусственных материалов. В экспериментах были использованы образцы массивного серпентинита из Богородского месторождения (Южный Урал). Какой-либо предварительной химической обработке, помимо дробления, образцы не подвергались, а в экспериментах использовалась гранулометрическая фракция 0.5-0.7 мм. Эксперименты проводились на специальном проточном кварцевом каталитическом реакторе. Объем загрузки серпентинитового катализатора в реакторную емкость составлял 5.3 см³ при высоте каталитического слоя 1 см. Объемный расход метана (20 см³/мин) регулировался автоматическим расходомером, а содержание воды в потоке поддерживалось путем изменения температуры в барботажном элементе (калибровка этого параметра проводилась по убыли воды из барботажного элемента). Объемное соотношение пар/метан на входе в реакционную зону составляло от 8/1 до 10/1, линейная скорость фильтрации реакционного потока через каталитический слой – 0.5-0.6 см/сек., а время контакта реакционного потока со слоем катализатора – 1.5-2.0 сек. Эксперименты проводились при атмосферном давлении в температурном интервале 500-8500С. Нагрев и регулировка температуры в зоне катализа осуществлялась с помощью электронагревательного устройства с термодинамическим контролем. Содержание компонентов в течение всего эксперимента определялось с помощью хроматографа «Кристалл-5000». В результате было обнаружено, что конверсия CH_4 в H_2 возрастает с температурой и при 8250С составляет 14%.

Конверсия метана в CO и CO₂ при той же температуре составляет 3% по каждому компоненту. Интересным результатом было качественное обнаружение в продуктах превращения спиртов CH₃OH и C₂H₅OH, которые в технологическом процессе паровой конверсии метана на стандартных катализаторах не образуются. Нельзя исключить присутствие в продуктах и более сложных углеводородов. На основе полученных результатов можно констатировать, что серпентинит обладает удовлетворительными качествами каталитического материала по отношению к процессу паровой конверсии метана. В условиях очень малых времен контакта флюидного водно-метанового потока с этой породой зарегистрированы достаточно высокие степени конверсии CH₄ в водород- и кислородсодержащие соединения. С геохимической точки зрения можно предположить, что в природных условиях эти превращения флюидов могут происходить, в частности, в ходе эволюции флюидной фазы, сопровождающей образование кимберлитовых трубок. Серпентинит является главной составляющей основной массы кимберлитов, а температуры извержения кимберлитовой магмы вблизи поверхности вполне могут достигать температур 800-9000С. Действительно, интенсивные потоки H₂ и CH₄ (до 105 м³/сут), а также присутствие углеводородов, зафиксированы в скважинах некоторых кимберлитовых трубок Якутии, например, знаменитой трубки «Удачная». Проведенные эксперименты наводят на мысль о необходимости организации систематических исследований каталитических свойств широкого спектра пород земной коры по отношению к разнообразным маршрутам химических превращений компонентов флюидов, а также о несомненной перспективности малоизученного до настоящего времени направления в геохимии – «каталитической геохимии». Для развития каталитической концепции необходимо привлечь весь теоретический и экспериментальный потенциал фундаментального катализа, накопленный за время развития этого направления в физической химии. Например, при анализе механизмов «очаговой кластеризации» залежей полезных ископаемых в земной коре может быть привлечена теория «доменной неустойчивости» каталитических процессов, развитая применительно к явлению пространственно-временного структурирования режимов работы промышленных каталитических реакторов. Очевидно, что при решении этих задач необходимо отступить от классического для геохимии подхода, основанного на термодинамическом равновесии, и принять во внимание тот факт, что химические процессы в земной коре протекают в неравновесном режиме.

Дальнейшее развитие каталитической концепции в геохимической науке может привести к достижению значительных практических результатов. Не исключено, что в ходе работ по изучению каталитических свойств различных пород земной коры будет установлена целесообразность промышленной добычи наиболее активных в каталитическом отношении пород, рассматриваемых в качестве экономически эффективной альтернативы дорогостоящим синтетическим каталитическим материалам. В ближайшее время авторы планируют использовать серпентинит и другие породы (например, офитовое габбро) в качестве катализаторов в каталитическом блоке, введенном непосредственно в топливный тракт дизельного или бензинового двигателя при решении важной практической задачи по переводу двигателестроения на водородсодержащее топливо с целью повышения КПД двигателей и улучшения их экологических характеристик.

Огнестойкие воздуховоды систем вентиляции и кондиционирования

Б.Б. Колчев, П.А. Вислогозов, Д.В. Беляев

*ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России*

Работа инженерных систем зданий и сооружений, специфика которых предусматривает предупреждение и претотвращение возникновения пожара, зависит от успешной работы и корректного взаимодействия друг с другом составных элементов данных систем. Остановимся на конструкциях огнестойких воздуховодов, являющимися составными элементами инженерных систем обеспечивающих вентиляцию, кондиционирование и противодымную защиту защищаемых зданий и сооружений. В системах общеобменной вентиляции и кондиционирования (далее по тексту – ОВиК) их основное назначение – блокирование распространения продуктов горения через инженерные коммуникации при пожаре. В системах приточно-вытяжной противодымной вентиляции (далее по тексту - ПДВ) - подача наружного воздуха и удаление продуктов горения из защищаемых объемов помещений соответственно.

Условием обеспечения заданных пожарно-технических характеристик конструкций огнестойких воздуховодов является их соответствие требованиям нормативных документов Российской Федерации в области обеспечения пожарной безопасности, а именно:

- требования Федерального закона Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в редакции Федерального закона Российской Федерации от 10.07.2012 г. № 117-ФЗ);
- свода правил СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности»;
- свода правил СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».

Основными нормативными требованиями, предъявляемыми к конструкциям огнестойких воздуховодов, являются:

- материалы применяемые в составе конструкций воздуховодов с нормируемым пределом огнестойкости должны быть негорючими, т.е. соответствовать группе горючести НГ;
- пределы огнестойкости узлов пересечения ограждающих строительных конструкций с огнестойкими воздуховодами систем должны быть не менее установленных для данных воздуховодов;
- пределы огнестойкости узлов подвесок огнестойких воздуховодов должны быть не ниже установленных для огнестойких воздуховодов (только по признаку несущей способности - R);
- уплотнение узлов соединений огнестойких воздуховодов необходимо производить только негорючими материалами;

- толщина листовой стали, используемая при производстве огнестойких воздухопроводов должна быть не менее 0,8 мм;
- герметичность огнестойких воздухопроводов должна соответствовать классу герметичности – В, в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012 и ГОСТ Р ЕН 13779. Ранее требование фигурировало в СНиП 41-01-2003 и СП 7.13130.2009 и было установлено как класс плотности П - плотные.

Фактические пределы огнестойкости конструкций воздухопроводов определяются проведением огневых испытаний в соответствии с национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ Р 53299-2013 «Воздуховоды. Метод испытаний на огнестойкость».

Заданный предел огнестойкости воздухопроводов достигается применением различных типов внешних огнезащитных покрытий, соответствующие требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности и техническим условиям на изготовление.

Огнезащитные покрытия подразделяются на следующие типы: рулонные, смесевые, плитные и комбинированные.

Рулонные покрытия изготавливаются из минерального сырья, с последующей технологической обработкой. Плотность и жесткость покрытия обеспечивается с помощью армирования и применением различных типов покрывных материалов, выполненных из негорючих материалов.



Рис. 1. – Рулонное огнезащитное покрытие на основе базальтовых матов с покрытием из алюминиевой фольги

Смесевые покрытия изготавливают в виде многокомпонентных составов. В зависимости от свойств применяемого покрытия, технология нанесения может осуществляться автоматизированным или ручным способом. Перед нанесением покрытия данного типа, как правило, выполняют подготовительные работы на поверхности огнестойких воздухопроводов в виде грунтования и обезжиривания.



Рис. 2. – Огнезащитное смешевое покрытие

Покрытие, выполненное из плит, представляет собой конструкцию в виде облицовочного каркаса по всей внешней поверхности огнестойкого воздуховода. Покрытие данного типа отличается жесткостью и прочностью, однако со временем возможно образование трещин и зазоров в стыках.



Рис. 3. – Огнезащитное покрытие из плит

Комбинированный тип огнезащитного покрытия представляет собой комбинацию совместного применения вышеперечисленных составов с определенной технологией нанесения.



Рис. 4. – Вариант комбинированного огнезащитного покрытия в составе огнестойких воздуховодов

Нанесение (монтаж) огнезащитного покрытия на поверхность огнестойких воздуховодов проводят в соответствии с технологическим регламентом, где указывается технология нанесения покрытия, необходимые условия окружающей среды (температура, относительная влажность воздуха), используемое оборудование и инструменты. Необходимо обратить внимание на то, что по конструктивному исполнению огнестойкий воздуховод, без применения в своем составе огнезащитного покрытия, не может иметь минимально-нормируемый предел огнестойкости в соответствии с приложением В свода правил СП 7.13130.2013 – EI 15, как описано в ряде методических документов. Так же подвергается сомнению работоспособность конструкции огнестойких воздуховодов с заявленными пределами огнестойкости EI 120 ÷ EI 180, при номинальной толщине применяемого огнезащитного покрытия 1,0 ÷ 7,0 мм. В большинстве случаев речь идет об огнезащитных красках и мастиках, отдельное применение которых в составе огнестойких воздуховодов если и возможно, то с минимальными пределами огнестойкости, либо применением данных материалов в составе комбинированного огнезащитного покрытия.

В случае применения дополнительных покрывных материалов в составе огнестойких воздуховодов, в том числе и декоративных, следует обратить внимание на то, чтобы данные материалы были негорючими, а технология монтажа данных покрытий не нарушала целостность и не снижала пожарно-технических характеристик базового огнезащитного покрытия.

Не допускается применение огнезащитных покрытий в составе огнестойких воздуховодов с самоклеящейся основой, так как такой тип покрытия нарушает обязательные требования части 1 статьи 138 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ в части необходимости применения материалов группы горючести НГ.

Особое внимание следует уделить конструкциям подвески огнестойких воздуховодов и узлам пересечения огнестойкими воздуховодами строительных конструкций.

С помощью узлов подвески осуществляют установку и фиксацию огнестойких воздуховодов на заданной высоте при проведении монтажных работ. В соответствии с рис. 12, данный узел, как правило, состоит из двух вертикальных элементов (поз 4), которые одной стороной закреплены в строительной конструкции (поз. 1), а другой соединены с монтажной траверсой (поз. 5) на которую опирается конструкция огнестойкого воздуховода (поз. 2). Определение фактических пределов огнестойкости данных узлов проводятся в составе испытаний огнестойких воздуховодов в соответствии с методикой ГОСТ Р 53299-2013.

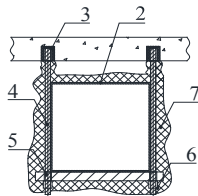


Рис. 5. - Узел подвески огнестойкого воздуховода

Как правило, для защиты узлов подвески применяют тот же материал, что и для огнестойких воздуховодов, однако возможно применение других покрытий при их идентичных физико-технических показателях. Отдельное внимание следует обратить на элементы креплений узлов подвески в строительных конструкциях (поз. 3). Данные элементы должны быть выполнены из негорючих материалов, с целью сохранения заданных технических характеристик при воздействии высоких температур. В испытательной лаборатории ФГБУ ВНИИПО МЧС России был проведен ряд огневых экспериментов узлов подвески огнестойких воздуховодов без применения защитного покрытия. На рис. 13 представлен огневой эксперимент такого узла. В качестве статической нагрузки на элементы узла подвески была применена система грузов, масса которых была подобрана по весу огнестойкого воздуховода. В процессе проведения огневого испытания были зафиксированы термодформации соединительной траверсы и вертикальных шпилек. Разрушение конструкции в процессе проведения испытания зафиксировано не было, что позволяет говорить о возможности использования неизолированных узлов подвески в составе огнестойких воздуховодов в отдельных случаях, при соответствующем подтверждении огневыми испытаниями в рамках сертификации огнестойкого воздуховода.



Рис. 6. – Испытание неизолированного узла подвески огнестойкого воздуховода

Особое внимание при проведении монтажных работ следует уделить узлам пересечения ограждающих строительных конструкций с нормируемым пределом огнестойкости либо противопожарных преград огнестойкими воздуховодами (рис. 7). Основными требованиями при устройстве данных узлов являются:

- наличие теплового разрыва в огнезащитном покрытии огнестойкого воздуховода на величину толщины пересекаемой строительной конструкции;
- устройство ребра жесткости в составе огнестойкого воздуховода, как правило, выполненного из стального уголка по внешнему периметру воздуховода, с фиксацией сварным либо заклепочным соединением и ориентацией по центру монтажного проема пересекаемой строительной конструкции с нормируемым пределом огнестойкости.

- осуществление заделки монтажных зазоров между проемами пересекаемых строительных конструкций и огнестойких воздуховодов материалами группы горючести НГ (цементно-песчаный раствор и пр.), с пределом огнестойкости не менее установленной для пересекаемой ограждающей строительной конструкции.

Примечание: возможность применения огнестойких монтажных пен в узлах заделки строительных конструкций допускается только по результатам огневых испытаний огнестойких воздуховодов в рамках сертификации с отображением соответствующей информации в технологическом регламенте.

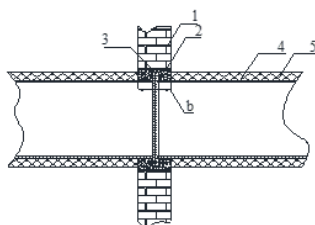


Рис. 7. – Узел пересечения ограждающей строительной конструкции с нормируемым пределом огнестойкости огнестойким воздуховодом

- 1 – ограждающая строительная конструкция;
 2 – узел заделки монтажных зазоров; 3 – ребро жесткости;
 4 – конструкция огнестойкого воздуховода;
 5 – огнезащитное покрытие огнестойкого воздуховода;
 b – величина теплового разрыва в огнезащитном покрытии.

Все технические моменты, изложенные выше относительно устройства огнестойких воздуховодов систем вентиляции и кондиционирования, необходимо учитывать при проектировании, проведении монтажно-строительных работ, а также в ходе экспликации зданий и сооружений, что в конечном итоге должно повысить общий уровень пожарной безопасности защищаемых объектов.

Литература

1. Федеральный закон от 22.08.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Свод правил СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
3. Свод правил СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».
4. ГОСТ Р 53299-2013 «Воздуховоды. Метод испытаний на огнестойкость».
5. ГОСТ Р ЕН 13779-2007 «Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования».

Продольная схема противодымной защиты в автодорожных тоннелях

И.Р. Хасанов, Б.Б. Колчев

*ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России*

В настоящее время для противодымной защиты однонаправленных автодорожных тоннелей в России и за рубежом активно применяется продольная схема вентиляции (рис. 1, 2), использующая в своей основе струйные вентиляторы, установленные в верхней (рис. 2а) или боковой (рис. 2б) частях тоннеля с заданным интервалом (шагом) и передающие энергию выходной струи окружающему воздуху, создавая продольную равномерно-распределенную по поперечному сечению скорость воздуха со значением, препятствующим противотоку продуктов горения в сторону, противоположную направлению движения воздуха.

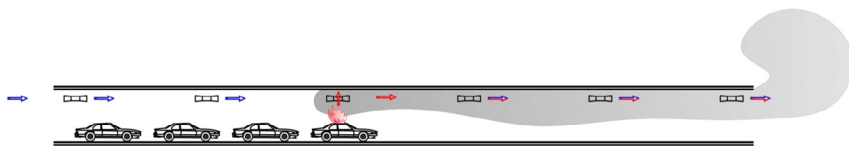


Рис. 1. Продольная схема вентиляции автодорожного тоннеля с применением струйных вентиляторов. Продольный разрез

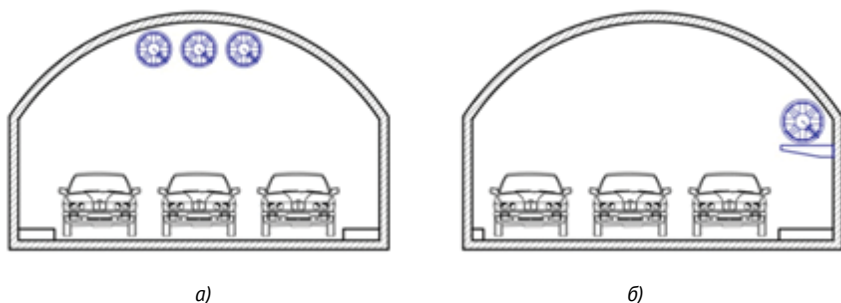


Рис. 2. Продольная схема противодымной вентиляции автодорожного тоннеля с применением струйных вентиляторов. Поперечный разрез.

- а) – установка струйных вентиляторов в верхней части тоннеля;*
- б) – установка вентиляторов в тоннеле сбоку.*

Основным конкурентным преимуществом такой схемы по отношению к поперечной (рис. 3) и продольно-поперечной (рис. 4) схемам, является ее низкая строительная и эксплуатационная стоимость, при которой сокращаются затраты на устройство крупногабаритных вентиляционных камер (при применении струйных вентиляторов), венткиосков, вентиляционных каналов и пр.

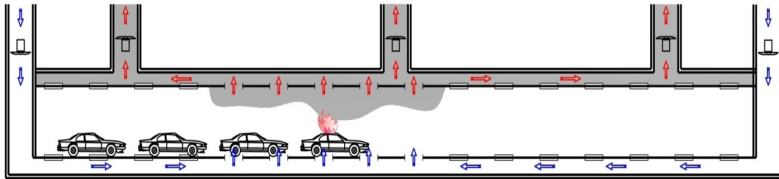


Рис. 3. Поперечная схема противодымной вентиляции

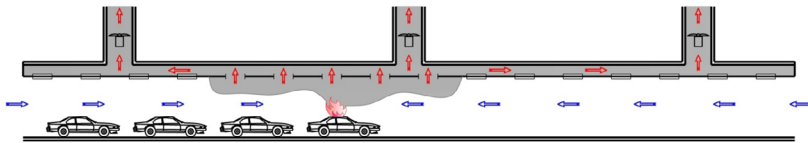


Рис. 4. Продольно-поперечная схема противодымной вентиляции

Поскольку в автодорожных тоннелях для вентиляции в нормальном режиме эксплуатации и при пожаре используется совмещенная система вентиляции, применение продольной схемы с использованием струйных вентиляторов также в ряде случаев позволяет существенно снизить энергопотребление и шумовые показатели в повседневной эксплуатации объекта (при возможности установки вентиляторов большого поперечного сечения со скоростью воздушного потока на выходе менее 20 м/с). На рис. 5 представлен фрагмент Алабяно-Балтийского автодорожного тоннеля г. Москвы с использованием продольной схемы при помощи струйных вентиляторов.

Кроме того, продольная схема вентиляции имеет более высокую надежность, так как выход из строя одного из вентиляторов (группы вентиляторов) не приводит к ее отказу в целом, а заложенный на складе «холодный резерв» позволяет оперативно без остановки тоннеля заменить вышедшее из строя оборудование.

Основной задачей продольной вентиляции при пожаре, является предотвращение противотока продуктов горения в направлении пути эвакуации, посредством создания продольной скорости воздуха (V_{vent}) со значением, большим, чем критическая скорость противотока (V_c), в направлении движения автотранспорта ($V_{vent} > V_c$), с целью удаления продуктов горения через выездной портал автодорожного тоннеля.



Рис. 5. Установка струйных вентиляторов в Алабяно-Балтийском автодорожном тоннеле г. Москвы

Значение критической скорости V_c можно определить, используя зависимость [1]:

$$V_c = K_1 K_g \left(\frac{gHQ}{\rho C_p AT_f} \right)^{1/3},$$

где $K_1=0,606$ – коэффициент, учитывающий число Фруда ($K_1 = F_r^{-1/3}$); K_g – коэффициент, при положительном уклоне равный 1,0 и увеличивающийся от 0 до 1,15 при отрицательном уклоне транспортной зоны от 0 до 6% ($K_2=1+0.3-0374[\text{grade}\%]^{0.8}$); g – ускорение свободного падения, м/с²; H – высота туннеля в месте расположения очага пожара, м; Q – тепловая мощность очага пожара, кВт; ρ – средняя плотность окружающего воздуха, кг/м³; C_p – удельная теплоемкость воздуха, КДж/кг·К; A – площадь поперечного сечения транспортной зоны туннеля, м²; T_f – средняя температура продуктов горения (К), определяемая по зависимости:

$$T_f = \left(\frac{Q}{\rho C_p AV_c} \right) + T,$$

где T – температура окружающего воздуха, К.

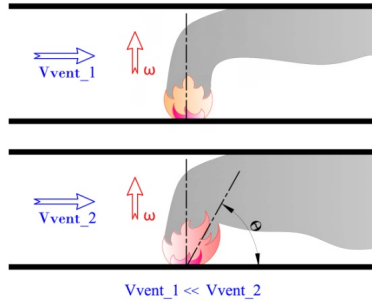


Рис. 6. Формирование факела очага пожара при различных значениях V_{vent}

Отклонение оси факела очага пожара от вертикали на угол θ (рис. 6) согласно [2] при скорости воздушного потока, создаваемого продольной вентиляцией при пожаре (V_{vent}) составляет:

$$\sin \theta = \left[\left(\frac{V_{vent}}{\omega} \right) \left(\frac{2C_p T_p}{\pi \rho_f \Delta H_c} \right)^{-1/3} \right]^{-1/2},$$

где ΔH_c – теплота сгорания, кДж/кг; ω – скорость факела пламени (м/с), определяемая в соответствии с [3]:

$$\omega = C_\theta Q_c^{1/5},$$

где C_θ – константа со значением 6,301; Q_c – конвективная мощность очага пожара, кВт.

Тепловая мощность очага пожара может быть принята по данным [1]. Некоторые значения из указанного источника приведены в табл. 1.

Таблица 1. Максимальные скорости тепловыделения при горении автотранспортных средств в тоннеле

Тип автотранспортного средства	(кВт)
Легковой автомобиль	5 000 – 10 000
Несколько легковых автомобилей (2-4 ед.)	10 000 – 20 000
Автобус	20 000 – 30 000
Грузовой автомобиль	70 000 – 200 000
Бензовоз	200 000 – 300 000

Более подробные данные по тепловой мощности очага пожара при горении некоторых типов автотранспортных средств приведены в [4]. В частичном виде данные представлены в табл. 2.

Таблица 2. Тепловая мощность и время достижения максимальной скорости тепловыделения при горении автотранспортных средств в тоннеле

Тип автомобиля / данные по пожарной нагрузке (для грузовых автомобилей)	Тепловая мощность очага пожара, кВт	Время достижения максимальной скорости тепловыделения, мин
<i>Легковые автомобили</i>		
Ford Taurus 1.6	1 500	12
Fiat 127	3 600	12
Renault Espace	6 000	8
Citroen BX	4 300	15
Opel Kadett	4 900	11
Renault 5	3 500	10
Renault 18	2 100	29
Renault Laguna	8 900	10
<i>Два легковых автомобиля</i>		
Citroen BX + Peugeot 305	1 700	Нет данных
BMW + Renault 5	10 000	Нет данных
Polo + Trabant	5 600	29
Peugeot + Trabant	6 200	40
Citroen + Trabant	7 100	20
Jetta + Ascona	8 400	55
<i>Три легковых автомобиля</i>		
Gold + Trabant + Fiesta	8 900	33
<i>Автобусы</i>		
Школьный автобус Volvo на 40 мест	29 000	8
<i>Автомобили большой грузоподъемности</i>		
Трейлер, нагруженный 10,9 т деревянными поддонами (82%) и пластиковыми поддонами (18%)	202 000	18
Трейлер, нагруженный 6,8т деревянными поддонами (82%) и пластиковыми поддонами (18%)	157 000	14
Испытания Leyland DAF 310ATi: грузовик с трейлером с 2 т мебели	128 000	18
Трейлер, нагруженный 8,5 т мебели, арматуры и резиновых шин	119 000	10
Трейлер, нагруженный 3,1т коробок из гофрированного картона, заполненных пластиковыми чашками (19%)	67 000	14
Трейлер, нагруженный 72 деревянными поддонами	26 000	12

Необходимые параметры вентиляторов, а также их количество, шаг установки и пр., с учетом тепловой мощности очага пожара, длины тоннеля, продольного уклона, ветрового давления на порталах тоннеля, мест установки вентиляторов, типа автотранспорта и пр., можно определить с использованием методологии PIARC [5].

Несмотря на активное применение продольной вентиляции для противодымной защиты автодорожных тоннелей (в первую очередь, в г. Москве и в г. Сочи), в России до сих пор отсутствуют нормативные документы, устанавливающие требования пожарной безопасности к такой схеме вентиляции. Для каждого объекта нового строительства и реконструкции, проектные организации вынуждены разрабатывать специальные технические условия на проектирование систем противопожарной защиты (далее по тексту – СТУ), подлежащие утверждению в МЧС России и Минстрое России, учитывающие описанную выше схему вентилирования тоннелей при пожаре.

В связи с этим, разработан проект изменений к СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». В проект документа включено приложение Д «Противодымная вентиляция транспортных тоннелей», положениями которого, в частности, описаны требования к продольной схеме вентиляции. К основным положениям в данном направлении следует отнести следующее:

- дано определение системе противодымной тоннельной вентиляции, реализованной по продольной схеме;
- введены ограничения по протяженности транспортных тоннелей, для которых возможно применение системы противодымной вентиляции, реализованной по продольной схеме;
- установлены требования по огнестойкости к струйным вентиляторам в составе продольной схемы противодымной вентиляции;
- приведены критерии, подлежащие обязательному учету при определении требуемых параметров системы противодымной вентиляции, реализованной по продольной схеме;
- установлены требования по резервированию оборудования, применяемого в составе продольной схемы противодымной вентиляции;
- установлены требования по коррозионостойкости применяемого в составе продольной схемы противодымной вентиляции оборудования и пр.

Данные положения, по сути, обобщают накопленный в ВНИИПО опыт в области научных исследований, проведенных в период с 2001 по 2015 годы.

Отдельно стоит отметить, что, как правило, при разработке проектной документации принимается во внимание, что автомобили, расположенные после места возникновения очага пожара (по ходу движения) покидают тоннель, образуя свободное от пожарной нагрузки пространство для продольного перемещения продуктов горения системой струйной вентиляции в сторону выездного портала или дымоприемного отверстия со скоростью, превышающей V_c . (см. рис. 1).

Вместе с тем, движение транспортного потока в крупных городах России в «час пик» часто приводит к образованию скоплений автомобилей в тоннеле на всей его протяженности от въездного до выездного порталов (режим транспортной пробки). Отсутствие свободного от автомобилей пространства при возникновении пожара приводит к иному, мало описанному, в том числе и в зарубежной нормативной литературе [1], [2], условию работы продольной вентиляции, при котором возникает вероятность вовлечения в пожар по «цепной реакции» соседних, расположенных по ходу движения автомобилей (рис. 7), поскольку при большой тепловой мощности очага пожара (> 50 МВт), продукты горения с высокой температурой по [6] (> 350 °С), могут распределяться по всему поперечному сечению тоннеля. Кроме того, увеличение температуры окружающей среды в таких условиях может также серьезно влиять на безопасность людей, эвакуирующихся на участке тоннеля от очага пожара до выездного портала.

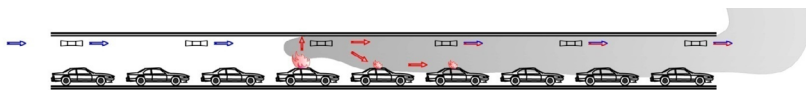


Рис. 7. Работа продольной противодымной вентиляции при транспортной пробке в автодорожном тоннеле

Выполнение исследований в данном направлении, позволит изучить влияние продольной вентиляции на формирование дымового слоя при различных показателях тепловой мощности очага пожара, выявить основные расчетные закономерности, позволяющие проектировать противодымную защиту на вновь возводимых и реконструируемых тоннелях с высокой интенсивностью движения.

Литература

1. NFPA 502: Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways. 2014 Edition.
2. AHRAE. 2012. Handbook of Smoke Control Engineering / John H. Klote, James A. Milke, Paul G. Turnbull.
3. McCaffey, B.J. 1976. Purely buoyant diffusion flames: Some experimental results. NBSIR 79-1910, National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD.
4. NCHRP. 2011: Synthesis 415. Design Fires in Road Tunnels. A Synthesis of Highway Practice. National Cooperative Highway Research Program.
5. PIARC. 1995. Road Tunnels. Vehicle Emission and Air Demand for Ventilation.
6. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2-х книгах; кн. 2/А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990. – 384 с.

Применение декоративных элементов в поэтажных переходах при незадымляемых лестничных клетках типа Н1

Б.Б. Колчев, П.А. Чернышов, Т.И. Чистова

*ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России.*

В современных городах строительство многоэтажных жилых, общественных, административных и многофункциональных зданий неразрывно связано с изменением градостроительной ситуации, обусловленной урбанизацией того или иного округа, области, района. С увеличением размеров городов, растет и количество стандартных, однотипных зданий, возведение которых приводит к обезличиванию кварталов и районов. Понимая это, архитекторы все чаще при разработке проектной документации стараются добавить индивидуальности внешнему облику здания, отступая при этом от традиционно принятых прямоугольных форм и прямых линий. Не редко такой подход приводит к отступлениям от положений действующих нормативных документов. Как известно, гибель людей при пожаре в основном происходит не от термического поражения или обрушения конструкций здания, а от отравления продуктами горения, поэтому при проектировании многоэтажных зданий важным требованием является обеспечение необходимых безопасных условий на путях эвакуации людей из здания, к которым в 1-ю очередь относятся пути, ведущие в лестничные клетки, оборудованные выходами наружу из здания на уровне 1-го этажа. В статье 40 Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» приведена пожарно-техническая классификация таких лестничных клеток. Применение определенного типа лестниц зависит от ряда факторов: высоты здания, его объемно-планировочных решений, а также климатических особенностей района строительства. При этом в зданиях высотой более 28 метров положениями действующих нормативных документов, в частности СП 1.13130.2009 «Эвакуационные пути и выходы», регламентировано устройство незадымляемых лестничных клеток трех типов: Н1, Н2 и Н3. Исходя из простоты в обслуживании, долговечности и т.д., предпочтение отдается незадымляемым лестничным клеткам типа Н1. В настоящее время устройство наружных воздушных переходов при незадымляемых лестничных клетках типа Н1 регламентируется в соответствии с положениями п. 8.3 СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности». В приложении Г данного нормативного документа представлены схематические решения по устройству незадымляемых переходов и характерные геометрические размеры, в результате соблюдения которых обеспечивается незадымляемость воздушных переходов рассматриваемых лестничных клеток.

В августе 2015 года в институт обратилась строительная организация с просьбой рассмотреть возможность применения декоративных элементов, частично перекрывающих проемы лоджий в составе наружных воздушных переходов незадымляемой лестничной клетки типа Н1 в 17-и этажном жилом доме. В результате применения описанных элементов были нарушены положения приложения Г к СП 7.13130.2013 (размеры h, g), представленные на рис. 1.

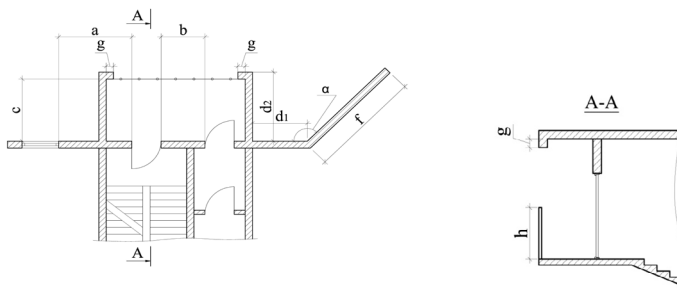


Рис. 1. Устройство поэтажного перехода через наружную воздушную зону к незадымляемой лестничной клетке типа Н1 (план и разрез), где $g \leq 0,2$ м; $1,2$ м $\leq h \leq 1,5$ м.

Таким образом, актуальность работы была вызвана необходимостью расчетного подтверждения обеспечения проветриваемости поэтажных переходов через наружную воздушную зону при незадымляемой лестничной клетке типа Н1, содержащих декоративные элементы.

Расчетное определение условий проветриваемости поэтажных переходов через наружную воздушную зону к незадымляемым лестничным клеткам типа Н1 в составе рассматриваемого жилого здания было произведено с использованием полевой модели распространения пожара. Для расчета распространения продуктов горения по объему принятой области моделирования была выбрана программа FDS (Fire Dynamic Simulator) 6.2.0, разработанная в научно-исследовательской лаборатории по пожарной безопасности Национального института стандартов и технологий (NIST) США. Алгоритм программы соответствует полевому методу моделирования пожара в здании, представленному в разд. IV прил. 6 «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

В ходе анализа представленных на рассмотрение материалов была установлена область моделирования, в которую входит общая площадь здания, полная высота, конфигурация типовых этажей, общая площадь квартиры с очагом пожара, участок окружающей среды, форма и расположение декоративного решетчатого ограждения. Геометрические размеры рассматриваемого жилого здания установлены по архитектурным чертежам, графически область моделирования представлена ниже (рис. 2÷3).

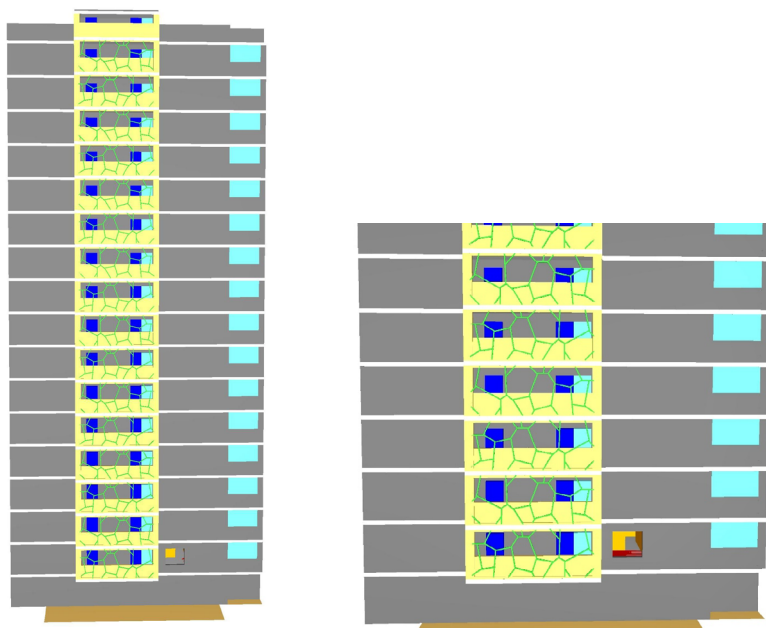


Рис. 2. Общий вид модели

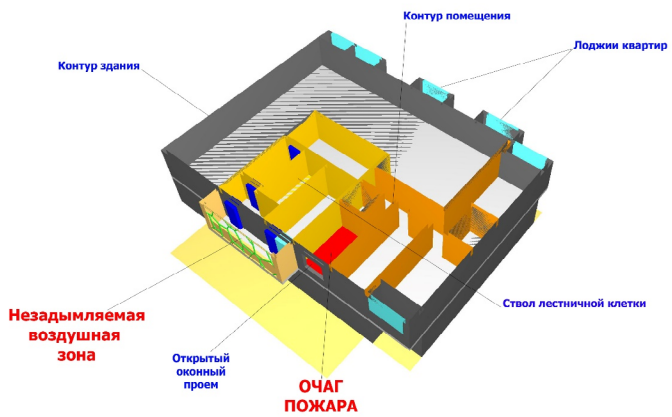


Рис. 3. Расчетный участок развития пожара

В процессе моделирования замерялись значения опасных факторов пожара (далее - ОФП) с помощью группы измерительных плоскостей и групп измерительных датчиков в области моделирования на наружных воздушных переходах в составе незадымляемой лестничной клетки типа Н1 (рис. 4). Критическое время по каждому из ОФП определялось как время достижения этим фактором предельно допустимого значения, установленными положениями приложения к приказу МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

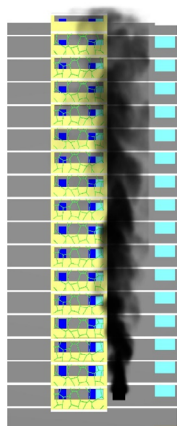


Рис. 4. Динамика распространения продуктов горения по фасаду здания

Анализ полученных в результате проведенных специалистами ФГБУ ВНИИПО МЧС России моделирования данных показал, что принятые в проекте декоративные элементы в составе переходов через наружную воздушную зону при незадымляемой лестничной клетке типа Н1, не влияют на безопасность эвакуирующихся людей при пожаре.

Выводы, полученные в результате проведенных расчетов, не являются типовыми и распространяются только на рассматриваемый в данной статье жилой дом. Возможность устройства иных декоративных элементов во внешних ограждениях наружной воздушной зоны должна определяться по результатам расчетной оценки условий незадымляемости таких переходов.

Литература

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
2. СП 7.13130.2013. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности.

3. Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий: Метод. рекомендации к СП 7.13130.2013. М.: ВНИИПО, 2013. 58 с.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2009. – 71 с.
5. Стецовский М.П. Исследование теплогазообмена на этаже пожара и определение некоторых параметров для расчета вентиляционных систем противодымной защиты жилых зданий: Диссертация. М.: МИСИ им. В.В. Куйбышева, 1978. 198 с.
6. Косачев А.А., Ушанов В.В., Харитонов В.С., Щелкунов В.И., Лежнев С.Т., Павловский А.В. Определение области применения сэндвич-панелей в зданиях и сооружениях различного функционального назначения. Сборник: Актуальные проблемы пожарной безопасности материалы 26-й Международной практической конференции, посвященной 25-ю МЧС России: В 3-х частях.2015. С. 275-279.
7. Гилетич А.Н., Косачев А.А., Колчев Б.Б. Методологические подходы к оценке надежности элементов и узлов систем противодымной защиты зданий и сооружений. Пожарная безопасность. 2013. №1. С. 58-64.
8. Голованов В.И., Павлов В.В., Пехотиков А.В. Огнестойкость железобетонных изгибаемых конструкций, изготовленных по технологии постнапряжения. Пожарная безопасность. 2014. №3. С. 122-131.

Сравнительный анализ прогнозирования температуры вспышки кислородсодержащих органических соединений типа $R_1-Ф-R_2$

К.С.Алексеев¹, С.Г.Алексеев^{1,2}, Н.М.Барбин^{2,3}

¹НИЦ «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН

²ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

³ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет

К кислородсодержащим органическим соединениям типа $R_1-Ф-R_2$ (где R_1, R_2 – алкильные заместители, $Ф$ – функциональная группа) относятся кетоны простые и сложные эфиры. Представители этих классов соединений широко используются в нефтегазовой отрасли, химической, нефтехимической, пищевой промышленности и в быту [1-7].

Ранее нами был предложен подход расчета показателей пожарной опасности, который получил название правил углеродной цепи, который может реализовываться в ручном варианте (ПУЦ1) или с помощью формул (ПУЦ2) [8-13]. В настоящей работе проведен сравнительный анализ прогнозирования температуры вспышки по ПУЦ1 и ПУЦ2 с методом ГОСТ 12.1.044-89* и уравнением Орманди-Крэвэна.

В процессе статистической обработки проведенных расчетов температуры вспышки кетонов, простых и сложных эфиров определены стандартное отклонение SD (standard deviation), средняя абсолютная ошибка в единицах измерения показателя ААЕ (average absolute error) и средняя абсолютная процентная ошибка в процентах ААРЕ (average absolute percent error). На рисунке приведены результаты статистической обработки прогнозирования температуры вспышки по ПУЦ1, ПУЦ2 и методам сравнения.

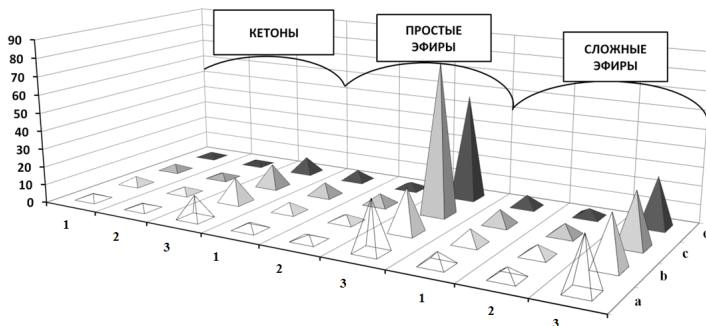


Рис. 1. Результаты статистической обработки для прогнозирования температуры вспышки по ПУЦ1, ПУЦ2 и методам сравнения

$$1 - SD, SD = \sqrt{\frac{\sum(X_{расч} - X_{экс})^2}{N}};$$

$$2 - AAE, AAE = \frac{1}{N} \sum |(X_{расч} - X_{экс})|;$$

$$3 - AARE, AARE = \frac{1}{N} \sum \frac{|(X_{расч} - X_{экс})|}{|X_{экс}|} \cdot 100\%;$$

a – ПУЦ1, b – ПУЦ2, c – уравнение Орманди–Крэвэна, d – ГОСТ 12.1.044-89*

В результате проведенного QSPR исследования в ряду органических кислородсодержащих органических соединений типа R–Ф установлено, что предлагаемые методы ПУЦ1 и ПУЦ2 по точности расчетов сопоставимы с методиками сравнения, а в ряде случаев превосходят их.

Литература

1. Нефтегазовая энциклопедия. Издание в 3 т./ Под. ред. Ю.В. Вадецкого. – М.: Московское отд. «Нефть и газ» МАИ, ОАО «ВНИИОЭНГ», 2002. – Т. 1. – 364 с.
2. Нефтегазовая энциклопедия. Издание в 3 т./ Под. ред. Ю.В. Вадецкого. – М.: Московское отд. «Нефть и газ» МАИ, ОАО «ВНИИОЭНГ», 2003. – Т. 2. – 380 с.
3. Нефтегазовая энциклопедия. Издание в 3 т./ Под. ред. Ю.В. Вадецкого. – М.: Московское отд. «Нефть и газ» МАИ, ОАО «ВНИИОЭНГ», 2004. – Т. 3. – 308 с.
4. Общая органическая химия / Под ред. Д. Бартон и В.Д. Оллиса. Т. 2. Кислородсодержащие соединения / Под ред. Дж.Ф. Стоддарта. – М.: Химия, 1982. – 856 с.
5. Общая органическая химия / Под ред. Д. Бартон и В.Д. Оллиса. Т. 4. Карбоновые кислоты и их производные / Под ред. О.И. Сазерленда. – М.: Химия, 1983. – 728 с.
6. Несмеянов А.Н. Начала органической химии. В двух книгах / А.Н. Несмеянов, Н.А. Несмеянов. – М.: Химия, 1974. – Кн. 1. – 624 с.
7. Магадова Л.А. Интенсифицирующие составы для обработки высокотемпературных карбонатных коллекторов на основе эфиров карбоновых кислот / Л.А. Магадова, М.Д. Пахомов, М.М. Мухин, М.В. Трофимов // Мат. VII Всеросс. научно-практ. конф. «Нефтепромысловая химия». – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2012. – С. 32-34.
8. Алексеев К.С. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. Часть XXII. Диалкилкарбонаты / К.С. Алексеев, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин // Бутлеровские сообщения. – 2016. – Т. 45, № 1. – С. 93-100.
9. Алексеев С.Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. I. Алканолы / С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин, К.С. Алексеев, С.А. Орлов // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19. – № 5. – С. 23-30.
10. Алексеев С.Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. X. Сложные эфиры (часть 2) / С.Г. Алексеев, К.С. Алексеев, Л.О. Животинская, Н.М. Барбин // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22, № 5. – С. 9–19.
11. Смирнов В.В. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XI. Галогеналканы / В.В. Смирнов, С.Г. Алексеев, Н.М. Барбин, А.В. Калач // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22, № 8. – С. 25-37.

12. Алексеев С.Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XII. Алкилбензолы и диалкилбензолы / С.Г. Алексеев, Л.К. Мавлютова, А.Ю. Кошелев и др. // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т. 23, № 6. – С. 38-46.
13. Алексеев С.Г. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. XVII. Дихлоралканы / С.Г. Алексеев, Л.К. Мавлютова, А.Ю. Кошелев, Н.М. Барбин // Пожаровзрывобезопасность. – 2015. – Т. 24, № 1. – С. 25-39.

Капельное пожаротушение

М.В. Елфимова¹, В.В. Двирный¹, Г.В. Двирный¹, Г.Г. Крушенко²

¹ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБУН Институт вычислительного моделирования СО РАН

По данным статистики, количество пожаров в Российской Федерации за 12 месяцев 2015 года составило 145686 единиц (меньше, чем в 2014 г. на 4,59%), прямой ущерб от которых составил 18814077 тыс. руб. (меньше, чем в 2014 г. на 8,4%), но в то же время службой МЧС спасено материальных ценностей на сумму 46542261 тыс. руб. (больше, чем в 2014 г. на 1,46%). При этом при пожарах погибло 9377 человек, а спасено 53147 чел. [1].

Пожары могут возникать в зданиях, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов, на объектах добычи, переработки и хранения легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, в шахтах, в зданиях, сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения, в лесных массивах, на химически опасных и радиационно-опасных объектах [2].

При этом одним из основных огнетушащим веществом, установленным за многие тысячелетия, является вода [3], которая применяется для тушения пожаров в 95% всех случаев [4]. Это объясняется тем, что она обладает высокой огнетушащей эффективностью, являющейся результатом высоких затрат энергии на ее испарение при соприкосновении с горящими объектами, что сопровождается высоким охлаждающим эффектом.

Следует при этом отметить, что за многие годы практики пожаротушения разработаны надежные средства доставки воды к объектам возгорания – от ведер до разветвленных водопроводных коммуникаций. Кроме того, вода является экологически чистым продуктом, а также доступным и наиболее дешевым средством пожаротушения. Подача воды в виде компактной струи обеспечивает ее доставку на большое расстояние. Однако при этом основная масса воды не участвует в процессе тушения. Распыление воды существенно повышает эффективность тушения.

Воздействие воды на горящие объекты заключается в следующем. Во-первых, вода охлаждает очаг горения – испарение воды имеет один из самых высоких показателей теплового эффекта парообразования – 2260 кДж/кг (для сравнения – эффект испарения твердого CO_2 = 573,6 кДж/кг). Во-вторых, при испарении воды ее объем возрастает в 1700 раз, поэтому очаг горения на некоторое время покрывается слоем газа, что приводит к изоляции очага горения. [3]. При этом автор работы [3] отмечает, что в случае тушения горящего объекта водой физико-химические процессы развиваются на границе раздела фаз, и их скорость зависит, главным образом, не столько от массы воды, сколько от поверхности контакта. Приведенные расчеты показали, что в случае классической схемы пожаротушения при размере капель около 1 мм эффективность пожаротушения составляет около 12%. Такую низкую эффективность компенсируют увеличением подачи воды и длительностью работы установки, что отражено даже в нормативе расхода воды

от 144 до 1080 л на каждый метр защищаемой площади горения [5]. При этом установлено, что пожаротушение с помощью тонкораспыленной воды имеет целый ряд преимуществ по сравнению с существующими схемами [6], заключающиеся, в частности, в уменьшении в 10...20 раз расхода воды по сравнению с традиционными способами пожаротушения, что сопровождается снижением эксплуатационных расходов [4]. В результате многочисленных исследований был получен оптимальный размер капель, при котором достигается наибольший эффект тушения – порядка 10050 мкм. В нашей стране струю воды в зависимости от среднеарифметического диаметра капель подразделяют на распыленную (диаметр капель более 150 мкм) и тонкораспыленную (менее 150 мкм) [5]. Основным механизмом тушения при этом заключается в охлаждении горючего, разбавлении паров горючего водяным паром. Тонкораспыленная струя воды с диаметром капель менее 100 мкм способна, кроме того, эффективно охлаждать химическую зону реакции (пламя).

Капельное пожаротушение эффективно применяется в тех местах, куда сложно подвести непрерывную подачу воды с помощью пожарных рукавов – замкнутые помещения, пересеченная местность и др. При этом применяются индивидуальные переносные средства. К капельному способу пожаротушения относится и распыление воды с летательных аппаратов.

Литература

1. Статистика пожаров РФ 2015. Режим доступа: <http://wiki-fire.org>. Дата обращения 18 апреля 2016 г.
2. Конык О.А. Аварии и аварийные ситуации на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]. Сыктывкар: СЛИ, 2013. Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. Дата обращения 18 апреля 2016 г.
3. Даунгауэр С.А. Пожаротушение тонкораспыленной водой: механизмы, особенности перспективы // Пожаровзрывобезопасность». 2006. № 4. Режим доступа: <http://www.firesprinkler.ru/dmdocuments/FS090214.pdf>. Дата обращения 18 апреля 2016 г.
4. Пахомов Г. Новейшая технология пожаротушения тонкораспыленной водой // Мир и безопасность. 2008. № 3. Режим доступа: <http://www.firesprinkler.ru/dmdocuments/FS090211.pdf>. Дата обращения 18 апреля 2016 г.
5. НПБ 88-2001*. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.
6. Jenft A., Collin A., Boulet P. et al. Experimental and numerical study of pool fire suppression using water mist // Fire Safety Journal, 2014. Vol. 67. P. 1–12.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России была создана в 2008 году как филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России в городе Железногорске Красноярского края. В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 января 2015 года № 47-р и распорядительными документами МЧС России в 2015 году филиал выделился из состава ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, став седьмым образовательным учреждением в системе МЧС России.

На сегодняшний день Академия - единственное высшее учебное заведение МЧС России в Сибирском федеральном округе, реализующее образовательные программы высшего образования, дополнительные профессиональные программы и основные программы профессионального обучения. Академия ведет образовательную деятельность по очной и заочной формам обучения как за счет средств федерального бюджета, так и на договорной основе. Сегодня в Академии проходят обучение свыше 1200 человек. За время обучения обучающиеся проходят и дополнительную подготовку. На момент окончания Академии выпускники имеют на руках не только диплом о высшем образовании, но и удостоверение спасателя, водительские права.

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России осуществляет набор для обучения по программам подготовки специалиста и бакалавра на договорной (платной) основе по следующим направлениям подготовки: пожарная безопасность, техносферная безопасность, судебная экспертиза.

Обучающимся созданы комфортные условия для проживания, обучения и развития личности. Задачей Академии является не только подготовка профессионалов, отвечающих требованиям, предъявляемым к современному специалисту, но и всестороннее развитие личности, формирование активной жизненной позиции, патриотизма, навыков и качеств, позволяющих гордо нести звание офицера МЧС России и гражданина Российской Федерации.

В период обучения курсанты в составе аэромобильной группы Академии, достойно выполняя долг Отечеству и получая незабываемый опыт, привлекаются для ликвидации ЧС, возникающих в Сибирском федеральном округе. Работа аэромобильной группы Академии и помощь пострадавшим высоко оценивается жителями бедствующих районов.

В Академии активно развивается молодежное научное движение – слушательские научные кружки. Обучающиеся ежегодно участвуют и занимают призовые места в различных научных конкурсах. Организована работа творческих объединений: театральной и вокальной студий, студии современного танца, оркестра, команды КВН. Курсанты и слушатели активно участвуют в общественной жизни городов Железногорска и Красноярска.

Спорт – неотъемлемая часть образовательного процесса. В Академии активно развиваются пожарно-прикладной, пожарно-спасательный и другие виды спорта, направленные на укрепление физического здоровья обучающихся.

В Академии юноши и девушки не только получают престижную профессию, приобретают первый ценный опыт применения на практике полученных знаний, но интересно и увлекательно проводят 5 лет своей жизни.

Научное издание

Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций

Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции
27 мая 2016 года

СОСТАВИТЕЛИ:

МЕЛЬНИК Антон Анатольевич,
БАТУРО Алексей Николаевич,
ИВАНОВ Дмитрий Владимирович,
ГУЛЯЕВА Елена Валерьевна,
КАЛЮЖИНА Жанна Сергеевна

Материалы публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 15.08.2016.

Тираж 100.

