



## **Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций**

---

Сборник статей по материалам  
VII всероссийской научно-практической конференции

г. Железногорск, 2017 г.

**Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций:** Сборник статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 2017 г.

VII Всероссийская научно-практическая конференция «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций» состоялась 20 октября 2017 года в г. Железногорске 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

Оперативный мониторинг опасных природных явлений из космоса.....	7
<i>С. И. Миськив</i>	
Мониторинг и прогнозирование характеристик природных пожаров Сибири. ....	9
<i>Е.И Пономарёв, Е.Г. Швецов, Н.Д. Якимов, К.Ю. Литвинцев, О.Г. Пономарев</i>	
Пороговые явления и катастрофы в экологии.....	14
<i>А.Г. Дегерменджи, С.И. Барцев, И.И. Гительзон, Н.Н. Дегерменджи, А.Б. Сарангова</i>	
Риск устойчивого развития и безопасности территориальных образований. ....	15
<i>В.В. Москвичев</i>	
Анализ прохождения паводка в бассейне реки Ишим на территории Тюменской области.....	19
<i>С.Ю. Черных</i>	
Проектирование информационной системы оценивания территориальных рисков чрезвычайных ситуаций.....	25
<i>В.В. Ничепорчук</i>	
Оценка техногенных рисков ЧС Красноярского края.....	30
<i>У.С. Иванова</i>	
К проблеме тушения крупных и катастрофических лесных пожаров с приме- нением конверсионной военной техники в составе подразделений МЧС.....	34
<i>С.Н. Орловский</i>	
Авиационное тушение пожаров в природной среде: современное состояние и основные мировые тенденции.....	40
<i>А.В. Брюханов, Н.А. Коршунов</i>	

Моделирование реального температурного режима пожара с помощью ПО «Сигма ПБ» при определении фактических пределов огнестойкости строительных конструкций.....	4
<i>П.В. Ширинкин, С.В. Грицких</i>	
Исследование влияния исходных данных на результат компьютерного моделирования опасных факторов пожара.....	47
<i>С.А. Загарских</i>	
Применение компьютерного моделирования эвакуации при пожаре для корпуса ИНИГ СФУ.....	51
<i>Е.С. Калинин, В.А. Моисейченко</i>	
Особенности определения нефтепродуктов в грунтах и почвах.....	55
<i>А.А. Богданов</i>	
Аспекты развития защиты населения и территорий, формирование основ безопасности.....	61
<i>Е.В. Домаев, М.Ч. Ондар</i>	
Прогноз опасности техногенных пожаров и их последствий с учетом погодных условий.....	64
<i>Ю.А. Андреев, П.В. Ширинкин, Р.Г. Шубкин</i>	
Централизация в управлении комплексной безопасностью объектов защиты предприятия.....	68
<i>Е.В. Гвоздев</i>	
Обзор и анализ погрешностей пирометров.....	74
<i>С.А. Гарелина, К.П. Латышенко, А.В. Фрунзе</i>	
Анализ энергетических пирометров и пирометров спектрального отношения.....	78
<i>С.А. Гарелина, К.П. Латышенко, А.В. Фрунзе</i>	
Расчет индекса ущерба от пожара, приходящегося на одного человека на территории Российской Федерации.....	82
<i>И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева</i>	

Комплексная система мониторинга за состоянием защиты населения (КСН-Н). Обзор измерительного оборудования, проблемы технического и метрологического обслуживания.....	86
<i>С.А. Гарелина, Е.С. Дементьев, К.П. Латышенко</i>	
Инновационный проект создания новых противопожарных средств.....	93
<i>В.В. Двирный, Г.Г. Крушенко, М.В. Елфимова, Н.Н. Петяева, Г.В. Двирный</i>	
Дистанционные наблюдения за массовым распространением сибирского шелкопряда и полиграфа уссурийского в лесах Красноярского края.....	96
<i>С.Д. Бабой, Д.В. Голубев</i>	
Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций в современной России.....	100
<i>И.Ю. Сорокин, Е.Ю. Проскурина, М.С. Дикунова</i>	
Эмоционально-волевая устойчивость как фактор снижения неблагоприятных последствий воздействия чрезвычайных ситуаций.....	105
<i>М.Т. Лобжа</i>	
Прогнозирование успешности профессиональной деятельности будущих руководителей пожарно-спасательных подразделений.....	110
<i>В.А. Михайлов, В.В. Михайлова</i>	
Исследование пожарной безопасности открытых автостоянок стохастическими методами.....	114
<i>Ю.Д. Моторыгин, И.О. Литовченко</i>	
Применение Бостонской матрицы для оценки и среднесрочного прогноза комплексной безопасности Удмуртской Республики.....	119
<i>Г.В. Талалаева, Н.Л. Симаков</i>	
Диагностика нефтяных загрязнений капельно-люминесцентным методом при мониторинге чрезвычайных ситуаций и их последствий.....	124
<i>Ф.А. Дементьев, Н.В. Елфимов</i>	

Исследование люминесцентных характеристик экстрактов отложений копоти для диагностики вида исходной пожарной нагрузки..... 127

*А.Ю. Медведев, Ю.Н. Бельшина, М.А. Галишев*

Подготовка специалистов эксплуатирующие беспилотные авиационные системы..... 132

*А.С. Симоненко*

Перспективы применения беспилотных воздушных судов при ликвидации различного вида ЧС..... 134

*Р.М. Хисамутдинов*

# Оперативный мониторинг опасных природных явлений из космоса

*С.И. Миськии*

*ФКУ «ЦУКС СРЦ МЧС России»*

Земля — единственный известный носитель среды обитания, обеспечивающей человечеству продолжительное существование. Тем не менее, на планете случаются катастрофы и стихийные бедствия, которые ежегодно уносят жизни людей и причиняют значительный экономический ущерб. В условиях глобальных изменений климата, вызванных, в том числе, жизнедеятельностью человека, в последние десятилетия отмечается рост числа опасных природных явлений. Необходимы меры по предупреждению, воздействию на развитие и смягчению последствий этих явлений. Эффективность таких мер невозможна без оперативного получения и анализа достоверной информации. Объективные данные различной детализации о происходящих природных процессах дают системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

В настоящее время существует много общедоступных Интернет-ресурсов предоставляющих доступ к материалам космической съёмки. Так спутниковые снимки низкого (более 100 метров) или среднего (10-100 метров) пространственного разрешения размещаются минимум через 2-3 часа после приёма на наземные станции. Снимки высокого разрешения, один метр и меньше, в лучшем случае доступны через 2 месяца. Зачастую отсутствует возможность вывода и/или анализа пространственно-временных данных. Такие общедоступные ресурсы ненадёжны и могут служить только вспомогательными источниками информации в повседневной оперативной работе.

Таким образом, для оперативного мониторинга опасных природных явлений необходима специализированная геоинформационная система (ГИС). Такая система должна обеспечивать:

- обработку и визуализацию снимков из космоса в режиме времени, близком к реальному;
- полимасштабность;
- возможность оперирования пространственно-временными массивами данных;
- картирование и средства анализа геопространственных данных;
- системно-независимый пользовательский интерфейс;
- оперативное доведение космических снимков и результатов их дешифровки.

В рамках системы космического мониторинга (СКМ) МЧС России специалистами красноярского подразделения СКМ была создана

ведомственная ГИС «КАСКАД». Источниками данных космической съёмки являются наземные станции приёма данных ДЗЗ, расположенные в подразделениях министерства в городах: Москва, Вологда, Красноярск, Владивосток. В системе реализована полная автоматизация приёма, предварительной обработки (радиометрическая и географическая коррекция) и визуализации получаемых данных. Время размещения принимаемых спутниковых снимков в ГИС «КАСКАД» составляет от 20 до 40 минут после сеанса сброса. Снимки доступны в различных предустановленных спектральных композициях видимого, ближнего, среднего и теплового инфракрасного диапазонов электромагнитного спектра. Уже на этом этапе есть возможность быстрого выбора композиции, времени и даты снимков, что позволяет оперативно оценить динамику развития обстановки, складывающейся на интересующей территории.

В подразделениях системы космического мониторинга МЧС России, с помощью специального программного обеспечения, осуществляется дешифровка космических снимков с целью выявления опасных гидрологических явлений, природных пожаров и техногенных катастроф. Базы данных ГИС «КАСКАД» содержат растровую информацию (спутниковые снимки, сканированные карты), картографическую векторную информацию, результаты тематической обработки материалов космической съёмки.

Помимо этого, ГИС «КАСКАД» включает в себя несколько вспомогательных подсистем:

- подсистему формирования детализированной отчётности по выявленным природным пожарам;
- интерактивного вывода статистической информации по пожарам;
- автоматизированной рассылки отчётов и космических снимков по электронной почте;
- визуализации динамики становления и разрушения ледостава на реках России.

Графический пользовательский интерфейс ГИС «КАСКАД» реализован на языке программирования JavaScript и полностью функционален в любом Интернет браузере с поддержкой этого языка.

Таким образом, в ведомственной сети МЧС России создана и функционирует специализированная географическая информационная система, отвечающая требованиям высокой оперативности. Благодаря автоматизации процессов приёма, обработки и представления данных ДЗЗ время доведения спутниковых снимков зависит только от мощностей задействованных вычислительных ресурсов и скорости каналов связи. Система круглосуточно обеспечивает материалами космической съёмки и результатами её дешифровки все уровни органов управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций — от центрального аппарата МЧС России до муниципальных единых дежурно-диспетчерских служб.



# МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ СИБИРИ

*Е.И. Пономарев*<sup>1</sup>, *Е.Г. Швецов*<sup>1</sup>, *Н.Д. Якимов*<sup>2</sup>, *К.Ю. Литвинцев*<sup>3</sup>,  
*О.И. Пономарев*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО Сибирский Федеральный университет

<sup>3</sup> ФГБУН Институт теплофизики СО РАН

В современных условиях во всем мире прослеживается тенденция повышения уровня горимости лесов. Первая декада XXI века характеризовалась увеличением частоты возникновения пожаров и площадей, ежегодно подвергающихся пирогенному воздействию, как в масштабах Северного полушария (Flannigan et al., 2009), так и в Сибири (Kharuk et al., 2013; Пономарев, Харук, 2016), на территории которой фиксируется до 70–90 % ежегодного количества лесных пожаров России (Швиденко, Щепашенко, 2013).

Изучение, понимание и прогнозирование пожарных режимов отдельных регионов и Сибири, в частности, требует использования объективных средств контроля, материалов долговременного мониторинга, широкого набора атрибутивной информации, включая пространственно-временную привязку пожаров и сведения об их энергетических характеристиках. При современных масштабах пожарных процессов такие данные могут быть получены только на основе долговременных спутниковых наблюдений.

Основная цель работы – геопространственный анализ горимости территории Сибири и обобщение параметров пожаров, фиксируемых для различных условий, на основе данных 20-летнего спутникового мониторинга.

## *Исходные данные*

За период 1996 – 2017 гг. на территорию Сибири сформирован геоинформационный банк данных о лесных пожарах, фиксируемых спутниковыми методами (Сухинин, 1996; Пономарев, Швецов, 2013). Для анализа использованы многоспектральные съемки NOAA/AVHRR (с 1996 года) и TERRA/Modis (с 2007–2008 года по настоящее время). База данных содержит более  $2 \cdot 10^6$  записей. Атрибутивные параметры базы данных содержат данные о площадях термически активных зон в момент регистрации, суммарной площади полигона пожара, вычисленной средствами ГИС (географические информационные системы), координатах центров полигонов, кратности регистрации, длительности пожара.

Дополнительно в работе использованы многолетние ряды метеорологической информации из открытых банков данных за период 1990 – 2016 гг.: Climatic Research Unit (<http://www.cru.uea.ac.uk/>), Архив погоды (<http://rp5.ru>), NCDC Climate Data (<http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdo>).

### *Показатель тепло и влагообеспеченности и прогноз горимости лесов.*

Повторяющиеся периоды экстремальной пожарной опасности связаны с действием блокирующих антициклонов и, в целом, с аномалиями глобальных циркуляций атмосферы. Эти процессы определяют динамику тепло и влагообеспеченности отдельных территорий в течение пожароопасного сезона. Согласно зонированию по уровню тепло- и влагообеспеченности бореальные леса Сибири характеризуются оптимальным значением гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) (Селянинов, 1958) на уровне 1,0–1,2. Недостаток влагообеспеченности формирует условия для интенсивного высыхания проводников горения и роста пожарной опасности в лесах.

Для суб-регионов Сибири (Эвенкия, Якутия, Приангарье, Забайкалье) восстановлены ряды динамики коэффициента ГТК помесячно для каждого пожароопасного сезона за 25 лет с 1990 по 2016 г. Были проанализированы аномалии ГТК, как разность среднееголетнего и текущего значения для данного месяца, отнесенная к среднееголетней величине.

Ранее уже были количественно описаны тренды роста температурных аномалий для территории Сибири, которые достоверно коррелируют с динамикой горимости (Пономарев, Харук, 2016). На основе анализа рядов метеоданных количественно показано, что в Сибири в современных условиях регулярны внутрисезонные понижения показателя ГТК на величину >75% относительно среднееголетних значений оптимума, что создает условия для экстремальной горимости и массовых пожаров на локальных территориях. Установлено, что связь горимости и тепло влагообеспеченности территории описывается обратной функцией ( $R^2 \sim 0,63–0,7$  при  $p < 0,05$ ) (рис. 1а).

Были предложены модельные сценарии развития пожароопасной ситуации на уровне суб-регионов Сибири. Установлено, что вероятность реализации экстремального сценария в рассмотренных суб-регионах Сибири варьирует на уровне  $\sim 18 \pm 5\%$ , а периодичность повторения экстремальных погодных условий, способствующих развитию массовых и экстремальных пожаров, составляет  $8 \pm 3$  года. При этом показатель горимости ( $\gamma$ , %) (Мокеев, 1965) лесов Сибири в зависимости от реализуемого сценария пожарной опасности может меняться на порядок величины от 0,01% до 14,5%.

### *Характеристики пожаров*

Выявлены пределы вариации показателя мощности теплоизлучения (Fire Radiative Power – FRP) для различных типов и видов пожаров в лесах Сибири, развивающихся в различных условиях и типах леса (Ропотаев, 2013; Швецов, Пономарев, 2015). Интегральное теплоизлучение от полигона пожара, варьирующее в широком диапазоне от 1200 до 75000 МВт, связано, прежде всего, с большими площадями пожаров в Сибири. Средние значения показателя FRP (интегральные значения для полигонов пожаров) были зафиксированы на уровне 1200–4500 МВт. Спорадические максимумы для пожаров в сосняках достигали 10000–12000 МВт. В лиственных насаждениях были зафиксированы пожары со значениями FRP более 30000 МВт,

а также спорадические максимумы до 75000 МВт. Результаты дистанционного мониторинга энергетических характеристик пожара необходимы для построения адаптированных алгоритмов прогнозирования динамики пожаров и оценок эмиссий углерода при пожарах переменной интенсивности. Только на основе обобщения спутниковых материалов на всю территорию Сибири можно переходить к уточненным оценкам пожарных эмиссий. Полигоны пожаров, классифицированные по интенсивности горения, после реализации соответствующих моделей могут быть дополнены инструментально фиксируемыми коэффициентами полноты сгорания ( $\beta$ ), соответствующими различным стадиям развития пожара.

В частности, результаты обработки данных за последние 10 лет позволили впервые инструментально зафиксировать долю лесных пожаров Сибири с участками экстремального теплоизлучения. Их доля ежегодно варьирует на уровне 5.5+-1.2 % (Пономарев и др., 2017). Суммарная площадь лесов, пройденных пожарами высокой энергии, включая верховые, составляла не менее 8.5 % от среднегодовой, а в отдельные годы (например, 2009, 2010, экстремальный сезон 2012 г.) достигала значений 15–25 % суммарной площади пожаров.

Другим актуальным направлением является решение задач анализа динамики пожаров и развитие методов прогнозирования характеристик пожаров. На примере выборки из 100 пожаров, действовавших в течение сезона 2016 года преимущественно в лиственных лесах Эвенкии, были получены и обобщены предельные модельные кривые динамики прироста тактических элементов и площади пожара в зависимости от времени (рис. 1б). Моделирование развития пожара – задача насколько многофакторная, настолько и не решенная на сегодняшний момент. Но, очевидно, что любая модель требует валидации на основе фактических данных для различных классов объектов и различных внешних условий. Основой для последующего уточнения моделей являются результаты обработки оперативных спутниковых данных.

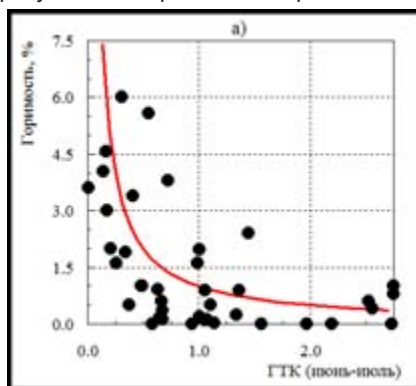


Рис. 1 Результаты анализа данных многолетнего мониторинга пожаров Сибири.

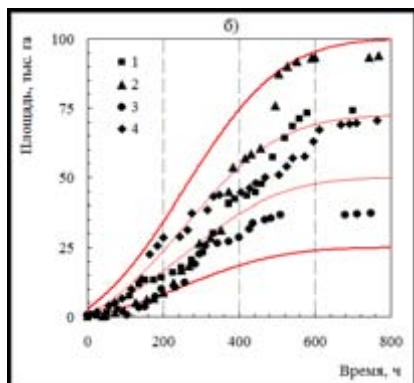


Рис. 1. Результаты анализа данных многолетнего мониторинга пожаров Сибири. а) Зависимость между показателем горимости лесов и ГТК в июне-июле (Эвенкия, Приангарье); б) Семейство модельных кривых динамики приращения площади экстремально крупных пожаров. Точками отображены фактические данные для категории пожаров: 1, 4 – до 75 тыс. га, 2 – до 100 тыс. га, 3 – до 25 тыс. га. По материалам спутникового мониторинга 2016 г., Эвенкия.

В частности, была выполнена оценка характерных временных интервалов, необходимых для реализации определенной стадии пожара. Так начальная стадия занимает 70–120 часов, стадия экспоненциального прироста площади пожара имеет характерное время в пределах 150–275 часов, далее в течение 45–65 часов, как правило, наблюдается логарифмическое затухание скорости приращения площади. Полученные показатели имеют достаточно большие вариации значений, а дисперсия достигает до 40% от абсолютных значений. Однако, как можно видеть (рис. 2б), динамика площади пожара может быть спрогнозирована для любого момента времени, так как интервал допустимых значений определен и ограничен модельными кривыми, близкими по виду к функции нормального распределения. Следует отметить, что полученные временные интервалы и модельные кривые, описывающие предельные значения динамики приращения площади, справедливы для случаев пожаров, развивающихся на удаленных территориях в естественных условиях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности, проект №17-41-240475.*

### Литература:

1. Мокеев Г.А. Влияние природных и экономических условий на горимость лесов и охрану их от пожаров // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. М: Лесная промышленность. 1965. – С.26 – 37.
2. Пономарев Е. И., Харук В. И. Горимость лесов Алтае-Саянского региона Сибири в условиях наблюдаемых изменений климата // Сиб. экологич.

- журнал. 2016. № 1. – С. 38–46; doi: 10.15372/SEJ20160104. [Ponomarev E. I., Kharuk V. I. Wildfire Occurrence in Forests of the Altai–Sayan Region under Current Climate Changes // *Contemp. Probl. of Ecology*. 2016. Vol. 9, No. 1. – P. 29–36; doi: 10.1134/S199542551601011X].
3. Пономарев Е. И., Швецов Е. Г. Характеристики категорий пожаров растительности в Сибири по данным спутниковых и других наблюдений // *Исслед. Земли из косм.* 2013. № 5. – С. 45–54.
  4. Пономарев Е. И., Швецов Е. Г., Усатая Ю. О. Регистрация энергетических характеристик пожаров в лесах Сибири дистанционными средствами // *Исслед. Земли из косм.* 2017. № 4. – С. 3–11. doi: 10.7868/S0205961417040017.
  5. Селянинов Г. Т. Происхождение и динамика засух. / В сб.: *Засухи в СССР. Их происхождение, повторяемость и влияние на урожай.* (Под ред. А.И. Руденко). Л. 1958. – С. 5–30.
  6. Сухинин А. И. Система космического мониторинга лесных пожаров в Красноярском крае // *Сиб. экол. журн.* 1996. Т. 3. № 1. – С. 85–92.
  7. Швецов Е. Г., Пономарев Е. И. Оценка влияния внешних условий на мощность теплоизлучения от лесных пожаров по данным спутникового мониторинга // *Сиб. экол. журн.* 2015. № 3. – С. 413–421. doi:10.15372/SEJ20150308. [Shvetsov E. G., Ponomarev E. I. Estimating the Influence of External Environmental Factors on Fire Radiative Power Using Satellite Imagery // *Cont. Probl. of Ecol.* 2015. V. 8. N. 3. – P. 337–343. doi: 10.1134/S1995425515030142].
  8. Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // *Лесоведение.* 2013. № 5. – С. 50–61.
  9. Flannigan M., Stocks B., Turetsky M., Wotton M. Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest // *Global Change Biology*. 2009. V. 15. N. 3. – P. 549–560. doi: 10.1111/j.1365-2486.2008.01660.x.
  10. Kharuk V. I., Ranson K. J., Dvinskaya M. L. Fire return intervals within the northern boundary of the larch forest in Central Siberia // *Int J. of Wildland Fire*. 2013. V. 22(2). – P. 207–211. doi: 10.1071/WF11181.
  11. Ponomarev E. I. Radiative Power of Wildfires in Siberia on The Basis of TERRA/Modis Imagery Processing // *Folia Forestalia Polonica. Seria A.* 2013. V. 55 (2). – P. 102–110. doi: 10.2478/ffp-2013-00011.

## **Пороговые явления и катастрофы в экологии**

**А.Г. Дегерменджи<sup>1</sup>, С.И. Барцев<sup>1</sup>, И.И. Гительзон<sup>1</sup>, Н.Н. Дегерменджи<sup>2</sup>  
А.Б. Сарангова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ФГБУН Институт биофизики СО РАН

<sup>2</sup> КрасГМУ им. В.Ф. Войно-Ясенецкого

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО Сибирский Федеральный университет

Характерной чертой промышленных, природных, экономических, социальных и пр. катастроф является их неожиданность. Это не позволяет использовать уже достаточно большой технологический потенциал для предотвращения этих катастроф или хотя бы для существенного уменьшения тяжести их последствий. Поэтому возможность предсказывать катастрофы или, хотя бы, понимание природы катастрофических механизмов, позволяющее оценивать вероятность наступления катастроф, являются первостепенной целью всех, кто практически работает с катастрофами. Эта цель еще далека от достижения, но работа в мире ведется и можно сделать краткий обзор типов катастрофических событий и механизмов их наступления. На первом месте по простоте стоят катастрофы, которые вызваны неправильными действиями человека. Примером такого рода из области экологии может служить попытка погасить вспышки численности фитофагов, которая приводит к увеличению эффекта – так называемый бумеранг-эффект. Проявление такого эффекта рассматривается на предельно простой модели экосистемы и демонстрируется, что для эффективного гашения вспышек необходимо понимание процесса. На втором месте стоят катастрофы, вызванные антропогенным воздействием, отягощенные тем, что наступление катастрофы происходит на фоне весьма благоприятной картины, при полном отсутствии каких-либо предвозвестников катастрофы. К самым тяжелым типом катастроф относятся те, появление которых предопределено самим устройством системы. К таким катастрофам относятся землетрясения, техногенные катастрофы, массовое вымирание видов, экономические и социальные потрясения.

Природа этих катастроф и их свойства рассматриваются на примере очень простых иллюстративных моделей, отображающих концепцию самоорганизованной критичности. Обсуждаются возможные признаки надвигающейся катастрофы и возможности человека в предотвращении или ослаблении последствий катастрофы.

# РИСК УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

*В.В. Москвичев*

*Институт вычислительных технологий СО РАН*

Социально-природно-техногенная система (С-П-Т система) - территориальное образование, промышленная агломерация, элементами которой являются субъекты, природная среда и объекты техносферы различного назначения. С-П-Т система включает элементы техносферы, экосферы и социосферы и характеризуется стратегическими рисками развития с учетом территориального фактора, масштабов, состава и уровня показателей развития.

В данной системе реализуются техногенные, природные, экологические, технологические, социальные и другие группы рисков, при этом основной задачей является мониторинг состояния техносферы и экосферы, организация системы управления антропогенными, экологическими, природными, геодинамическими и территориальными рисками [1, 2].

Общая постановка проблемы безопасности С-П-Т системы обусловлена:

1. состоянием природно-техногенной безопасности, которая является следствием дестабилизации системы «социум – техносфера – природная среда»:
  - игнорирование требований концепции устойчивого развития;
  - обострение дилеммы научно-технического прогресса (высокие темпы развития техносферы и возникновение новых угроз человеку, обществу, природной среде со стороны объектов техносферы);
2. необходимостью перехода от решения отдельных экологических проблем к комплексному обеспечению природно-техногенной безопасности региона;
3. требованиями организации систем комплексного мониторинга природно-техногенной безопасности. Мониторинг является одним из факторов стабилизации кризисных явлений в экономике, обеспечивающий:
  - сохранность и функционирование основных производственных фондов;
  - защиту населения и территорий от ЧС природного и антропогенного характера.
4. оценкой уровня природных и техногенных рисков, как основы экономических механизмов регулирования природно-техногенной безопасности.
5. необходимостью снижения рисков ЧС, обеспечивающих более устойчивое функционирование экономического потенциала и повышающих конкурентные (инвестиционные) преимущества региона (территориального образования).

Стратегической целью социально-экономического развития страны (региона) является сохранение и рост численности народонаселения, повышение уровня его здоровья, качества жизни, образования и духовной культуры. Стратегические риски характеризуют формирование и реализацию опасных процессов и событий для страны или региона и служат критерием безопасности.

Стратегические риски С-П-Т системы подразделяются на индивидуальные стратегические риски потери жизни и здоровья и на социально-экономические стратегические риски и показатели устойчивого развития. К базовым рискам территориального развития относятся:

1. риски загрязнения атмосферного воздуха;
2. риски от загрязнения питьевой воды;
3. риски профзаболеваний;
4. риск смертности от воздействия климатических факторов;
5. риск возникновения и гибели населения при ЧС природного характера;
6. риск возникновения и гибели населения при ЧС техногенного характера.

Обобщение и анализ статистических данных о ЧС природного и техногенного характера, показателей состояния воздуха и воды, уровня заболеваемости населения позволили выполнить расчеты индивидуальных рисков для ряда субъектов СФО (Красноярский край, Новосибирская, Кемеровская, Иркутская области) и Республики Саха (Якутия) [1-4].

Для снижения рисков и устойчивого развития необходима разработка концепции и основных компонентов информационной системы территориального управления рисками и безопасностью (ИСТУ РБ) промышленного региона, обеспечивающих информационную поддержку принятия решений [5, 6].



Рис. 1. Информационная система территориального управления рисками и безопасностью (ИСТУ РБ). Общая блок-схема



## Основные задачи ИСТУ РБ:

1. мониторинг состояния всех элементов С-П-Т системы;
2. оценка индивидуальных и социальных рисков;
3. комплексная характеристика состояния С-П-Т систем, ранжирование территорий по степени риска с использованием ГИС-технологий;
4. разработка региональных экологических нормативов;
5. установление региональных уровней приемлемого риска;
6. формирование программ и мероприятий, нацеленных на снижение уровня риска, разработка рекомендаций по повышению эффективности управления территориальными образованиями.

Создание информационной системы территориального управления рисками и безопасностью позволит:

- обеспечить информационную поддержку территориального управления, научно-технологической базы мониторинга источников опасностей и чрезвычайных ситуаций, принятия решений по снижению рисков развития территориальных образований;
- исследовать особенности территориального управления и развития С-П-Т систем конкретных промышленных регионов и территориальных образований;
- проводить комплексную оценку безопасности и экологического состояния по данным мониторинга различных природно-техногенных систем, критических и стратегических объектов;
- на единой методологической основе осуществлять сбор, хранение, обработку и анализ неоднородной пространственной информации, характеризующей состояние С-П-Т систем, включая новейшие методы интеллектуальной обработки пространственных данных с целью получения новых знаний о процессах, происходящих в С-П-Т системах;
- обеспечить внедрение нового поколения прикладных информационно-аналитических систем на основе технологий BIG DATA и программных комплексов с использованием технологий облачных сервисов, как универсальных элементов мониторинговых систем.

## Литература:

1. Безопасность и риски устойчивого развития территорий/ В.Е. Левкевич, А.М. Лепихин, В.В. Москвичев, П.Г. Никитенко, В.В. Ничепорчук, Н.Я. Шапарев, Ю.И. Шокин – М.: – Красноярск: Сиб.федер.ун-т., 2014. - 224 с.
2. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системные исследования чрезвычайных ситуаций. – М.: МГОФ «Знание», 2015. – 864 с.
3. В.В. Москвичев, Ю.А. Шокин, / Антропогенные и природные риски на территории Сибири// Вестник Российской академии наук. – 2012. - №2.

– С.131-140.

4. А.М. Лепихин, В.В. Москвичев, Н.А. Чернякова, В.В. Ничепорчук/ Оценка антропогенных рисков нефтегазодобывающих территорий Сибири// проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. - №5. – С. 42-52.
5. В.В. Москвичев, Ю.А. Шокин, Л.Ф. Ноженкова, В.В. Ничепорчук/ Кризисные базы данных для управления территориальными рисками// вычислительные технологии. - 2011. - №6. - С. 115-125.
6. И.В. Бычков, В.В. Москвичев, В.П. Потапов, О.В. Тасейко, Ю.И. Шокин / Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью// Вестник Российской академии наук. - 2017. - №8. – С.696-705.

# АНАЛИЗ ПРОХОЖДЕНИЯ ПАВОДКА В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИШИМ НА ТЕРРИТОРИИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*С.Ю. Черных*

*ФКУ «ЦУКС СРЦ МЧС России»*

В начале текущего года из-за расформирования Уральского и Дальневосточного региональных центров под контролем Сибирского регионального центра оказались территории Урала и Дальнего Востока.

За 3 округа в текущем году от паводка пострадали 3 субъекта: Приморский край, Тюменская область и в меньшей степени Омская область. Проанализируем паводок на территории Тюменской области на реке Ишим в 2017 году.

Перед началом весеннего половодья на территории Тюменской области складывалась следующая обстановка: по данным Тюменского ЦГМС - превышение нормы снегозапасов на 105 - 145% отмечалось на отдельных участках бассейна реки Ишим.

Максимальные уровни воды на реке Ишим (участок с. Ильинка - г.Ишим) (по верхнему интервалу) предполагались выше среднемноголетних до 2,7 м, в основном, на уровне показателей прошлого 2016 года. Выше уровней 2016 года интервал максимальных значений предполагался на р.Ишим только на территории города Ишим.

В апреле была проведена корректировка высших уровней воды в реках в период прохождения весеннего половодья 2017 г.

Всего в реестре населённых пунктов, попадающих в зоны затопления, по самому наихудшему сценарию за всю Тюменскую область числится 116 населенных пунктов (это не мало), а по реке Ишим количество населенных пунктов – 5 (Ощепково, Абатское, Викулово, Бутырки) и город Ишим, который мог быть подтоплен вследствие размыва противопаводковых дамб. Таким образом по всей реке Ишим по реестру предполагалось что подвержено риску подтопления 5 населенных пунктов.

По прогнозу на текущий 2017 год при верхнем интервале ожидаемых уровней воды предполагалось подтопление:

- 8 низководных мостов на территории 6 районов Ялуторовского (1), Ишимского (2), Викуловского (1), Вагайского (1), Аромашевского (2), Абатского районов (1), 21 участок автодорог протяженностью 54 км.
- в зонах подтопления могут оказаться: 74 населенных пункта, 4 садоводческих товариществ (1124 жилых дома, 3186 человек (в т.ч. 649 детей), 243 участка.

Причем из 74 населенных пунктов только 2 предполагалось попадет в зону подтопления от реки Ишим:

- деревня Бутырки на территории Ишимского района;

- г. Ишим, причем в большей степени не от реки Ишим, а от небольших притоков Карасуль и Мергень.

На всех реках области (Иртыш, Тобол, Тавда, Тура, Пышма, Исеть, кроме Ишим) высшие уровни воды не достигли прогнозируемых отметок.

На реке Ишим на территории Казанского, Ишимского, Абатского, Викуловского районов Тюменской области превышение нормы составило от 227 до 489 см.

Уровни воды на реке Ишим в 2017 году, в сравнении с уровнями 2016 года, оказались выше на 59-191 см, как еще раз отмечу уровни воды прогнозировались на уровне 2016 года. А в 2016 году подтоплений от р.Ишим, не было.

Стало понятно что паводок будет экстремально высоким когда по первому гидропосту село Ильинка уровень воды превысил прошлогодний на 59 см и исторический максимум на 35 см, при этом еще подтоплений не было. Все превентивные мероприятия были проведены своевременно. Были задействованы силы федерального реагирования.

Ежедневно центром мониторинга подготавливался прогноз добегания волны паводка вниз по течению.

Первостепенное значение для быстрого и интенсивного подъема уровней воды в р.Ишим имел объем воды поступающий с территории Североказахстанской области Республики Казахстан (сброс воды из Сергеевского и Петропавловского водохранилищ).

На развитие паводковой ситуации полностью повлияла гидрометеорологическая обстановка на территории соседнего государства – Республики Казахстан (Северо-Казахстанская область).

Все подтопления произошли за счет волны с территории Казахстана. Боковой приток в реку Ишим был низкий.

По прогнозу Департамента по ЧС Северо-Казахстанской области условия для формирования стока реки Ишим складывались благоприятно: в период половодья их водность ожидалась на 30-50% больше нормы, но меньше показателей 2016 года.

По прогнозу Департамента по ЧС Северо-Казахстанской области объем ожидаемых величин сбросов в период весеннего половодья 2017 года в Сергеевском водохранилище ожидался до 2,5 млрд. м3 (норма

1,3 млрд. м3). Фактически с начала паводка, через Сергеевский гидроузел в нижний бьеф было сброшено более 4,6 млрд. кубометров воды (4 млрд. 617,87 млн.м3), через Петропавловский гидроузел – более 5 млрд. кубометров воды (5 млрд.094,25 млн.м3). За период эксплуатации Сергеевского водохранилища (с 1970 г.) такой объем сбрасываемой воды в период весеннего паводка наблюдался впервые.

Зоны подтопления образовались на территории 5 муниципальных образований: г. Ишим, Абатского, Викуловского, Ишимского и Казанского

районов.

Особенностью явилось еще то, что от других рек больше не подтопило ни одного населенного пункта.

В зоне подтопления оказались: территории 22 населенных пунктов, 14 низководных мостов, земли сельскохозяйственного назначения площадью более 16 тысяч км<sup>2</sup>, 45 участков автодорог.

Отмечаю, что подтопило 22 населенных пункта на реке Ишим вместо 5 по наихудшему сценарию (которые были заложены в реестре). Почему населенные пункты которые были подтоплены в текущем году отсутствовали в реестре? На уровне муниципальных властей определяется перечень населенных пунктов, попадающих в зону подтопления. И этот перечень утверждается на КЧС субъекта. И местными властями зачастую не рассматривается вопрос достижения или превышения исторических максимальных уровней воды, поэтому в последние годы очень часто оказываются в зоне затопления населенные пункты которые и не рассматривались, что и случилось в этом году.

На уровне местных властей имеет место быть недооценка возможных последствий.

Такие случаи имели место и в 2014 году на Алтае (когда в течение 5-7 дней количество выпавших осадков составило до 186 мм). Исторические максимумы были превышены на основных реках Республики Алтай и Алтайского края, когда подтопило 107 населенных пунктов в Алтайском крае (до паводка в реестре числилось 53 н.п.), 91 подтопило в Республике Алтай (в реестре числилось всего 9 н.п.).

По итогам паводков за 2014-2016 годы в реестре за Алтайский край уже числится 204 населенных пункта.

Также в Омской области в 2016 году подтопило 118 населенных пунктов (числилось в реестре 34 н.п.).

Также можно вспомнить паводок в 2013 году в бассейне реки Амур на территории 3-х субъектов (Амурской области, Еврейской автономной области и Хабаровского края), также были превышены исторические максимумы.

В связи с этим каждый год корректируется перечень населённых пунктов, попадающих в зоны затопления при различных гидрологических и гидродинамических процессах решениями КЧС субъектов с учётом итогов прохождения паводков в предыдущие годы.

В текущем году на р.Ишим помимо плановых космических снимков, которые подавались заблаговременно, еще подготавливались дополнительные заявки на съемку реки Ишим для принятия оперативных решений.

Большое значение в период развития паводка уделялось наблюдению за развитием обстановки и мониторингом состояния инженерной защиты населённых пунктов с помощью беспилотных летательных аппаратов. В июне 2017 года в ходе проведения мероприятий по ликвидации

последствий ЧС в период паводка в 5 муниципальных образованиях (г. Ишим, Казанский, Ишимский, Викуловский, Абатский районы) беспилотная техника применялась для воздушной разведки, мониторинга и контроля паводковой обстановки с аэрофотосъемкой заданных районов, а также видео, фото- документирования объектов контроля для получения обзорных и детальных изображений.

За вышеуказанный период общий налет составил более 20 часов.

С целью осуществления контроля развития паводка было организовано взаимодействие с территориальными центрами мониторинга и прогнозирования соседних субъектов (Свердловская, Курганская, Омская области), а также с Департаментом по ЧС Северо-Казахстанской области Республики Казахстан.

В связи со сложной паводковой обстановкой на территории области и существующей угрозой подтопления территорий, в 6 муниципальных образованиях субъекта для органов управления и сил РСЧС вводился режим функционирования «Чрезвычайной ситуации»:

1. Казанский район с 30.04.2017 г.;
2. Город Ишим с 05.05.2017 г.;
3. Ишимский район с 05.05.2017 г.;
4. Абатский район с 11.05.2017 г.;
5. Викуловский район с 14.05.2017 г.;
6. Вагайский район с 18.05.2017 г.

Силы и средства Главного управления МЧС России по Тюменской области функционировали в режиме «Чрезвычайной ситуации» с 03 мая 2017 года.

На уровне субъекта введён режим функционирования «Чрезвычайной ситуации» с 15 мая.

Протоколом решения заседания постоянно действующей группы Правительственной КЧС и ОПБ от 16.05.2017 №1 введен режим функционирования «Чрезвычайной ситуации» для органов управления и сил территориальной подсистемы РСЧС Тюменской области с установлением федерального уровня реагирования.

В связи со стабилизацией паводковой обстановки федеральный уровень реагирования и режим функционирования «Чрезвычайной ситуации» для органов управления и сил отменен 23 июля.

Действие режима функционирования «Чрезвычайной ситуации» в Тюменской области и перечисленных муниципальных районах было обусловлено большим объёмом работ по оборудованию объектов инженерной защиты населённых пунктов, восстановлению дорог и инфраструктуры дорожных объектов, а также строительством и предоставлением жилья семьям, дома которых признаны непригодными для постоянного проживания в результате воздействия паводковых вод, за счёт средств областного бюджета.

## Основные выводы:

1. Своевременное реагирование и принятие мер по ликвидации последствий подтоплений не позволило допустить гибели людей и вызвать значительное ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки в подтопленных населенных пунктах, что так же повлияло на возможность устранения последствий паводка в кратчайшие сроки.
2. Риск подтоплений рассматривался, но не в полном объеме. Большинство населенных пунктов, которые подверглись подтоплению не были учтены в реестрах населенных пунктов, попадающие в зоны затопления, вызванные различными гидрологическими и гидродинамическими явлениями.

В 2017 году прогноз по высшим уровням воды, представленный Тюменским ЦГМС, не оправдался, в связи с чем не оправдался и прогноз по возможным зонам подтопления. Почти каждый год в каком-нибудь субъекте происходит ситуация, которая выходит за рамки прогнозируемых.

Чрезвычайные ситуации природного характера, обусловленные весенним половодьем (а особенно с наложением интенсивных осадков), значительным подъемом уровней рек и, как результат, подтоплением населенных пунктов на сегодняшний день являются характерными.

По реке Ишим на территории Тюменской области был отмечен экстремально длительный период подтопления, в течение 49 дней были превышены опасные отметки, время начало подтопления 02 мая и окончания 19 июня 2017 года.

На основании прохождения паводка принято решение для обеспечения защиты населения и территорий, которые пострадали от паводка, вокруг города Ишим и муниципалитетов, расположенных вдоль реки Ишим, произвести наращивание дамб до безопасных отметок, т.е. поднять дамбы на 2 метра в высоту (11,5 м, до этого они были 9,6 м) и увеличить их протяженность на 1,3 км. Так, в Ишиме общая протяженность дамб составит 10,8 км (сейчас 9,5 км).

3. На основании приведенных выше сведений о ЧС, в том числе за последние 5 лет можно сделать следующие дополнительные выводы, представленные на слайде:
  - длительное выпадение осадков в виде дождя большой интенсивности резко повысило уровень сточных вод (многократно превышающее средние многолетние значения по причине тенденции климатических изменений);
  - засоренность русел рек наносимыми отложениями из-за нерегулярной их очистки, вырубки лесов и непродуманной сельскохозяйственной деятельности по возведению гидрологических сооружений;
  - отсутствие необходимого количества водостоков под насыпями транспортных дорог способствовали накоплению и повышению уровня сточных вод. Насыпи автомобильных дорог, проходящих по поймам рек,

препятствуют естественному растеканию высоких паводочных расходов воды, в результате чего максимальные уровни воды на отдельных участках существенно возросли;

- недостаточное количество метеорологических станций и гидрологических постов, низкий уровень их технической оснащённости.
- ведение жилой застройки в зонах возможного затопления в нарушение всех строительных норм и правил.



# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*В.В. Ничепорчук*

*Института вычислительного моделирования СО РАН*

Информационная поддержка стратегического управления природно-техногенной безопасностью территорий, необходимая для планирования и реализации долгосрочных мероприятий защиты, основывается на результатах анализа территориальных рисков. В настоящее время разработаны и применяются на практике методы оценки и управления техногенными рисками опасных производств [1], пожарными рисками мест массового пребывания людей [2], рисками ДТП автотранспортных магистралей [3], другими видами рисков. На объектовом уровне используются статистически обоснованные значения приемлемых рисков. Стандартизованы направления снижения рисков в различных отраслях.

Проблема использования методов оценки объектовых рисков для территорий усложняется не только из-за масштаба и разнообразия проявления опасностей [4]. Другое значение приобретают понятия «коллективный риск», «социальный риск», используемые при разработке деклараций безопасности промышленных объектов [5]. Существующее многообразие научных концепций риска затрудняет однозначное определение территориальных рисков, позволяющее систематизировать методы количественной оценки рисков, сформулировать требования к структуре и объёму используемых информационных ресурсов.

Комплексное решение задач оценки и управления территориальными рисками требует больших объёмов данных, использования различных методов их обработки и представления. В работе описаны подходы к проектированию ресурсов и алгоритмов функционирования информационной системы оценивания территориальных рисков чрезвычайных ситуаций, реализуемой институтами СО РАН в рамках мониторинга и управления социально-природно-техногенными системами [6].

Формальное описание организации данных и процессов оценки состояний природно-техногенной безопасности территорий реализовано с использованием методов системного анализа и проектирования. Проект информационной системы оценивания территориальных рисков чрезвычайных ситуаций предусматривает совмещение аналитических, имитационных и сложных нелинейных моделей с регулярно обновляемыми базами данных наблюдений.

## **Требования к подсистеме формирования инфраструктуры данных**

Перечень показателей, используемых для оценки территориальных рисков, включает сведения о событиях, повлёкших за собой гибель или

травмирование людей, материальный ущерб, нарушение жизнедеятельности населения, угрозу повреждения объектам антропосферы. Помимо чрезвычайных ситуаций и происшествий к таким событиям относятся техногенные, бытовые и природные пожары, аварии систем ЖКХ, дорожно-транспортные происшествия, опасные метеорологические явления. В ряде исследований [7] для оценки территориальных рисков используют данные о состоянии экологической обстановки, охраны труда, канцерогенные и неканцерогенные факторы, оказывающие влияние на здоровье населения и другие характеристики социальной сферы.

Одномоментно собрать обозначенный объём данных мониторинга не представляется возможным, в том числе из-за непроработанности нормативно-правовой базы, регламентирующей межведомственный информационный обмен. Использование в информационной системе технологий консолидации данных позволяет автоматизировать процесс актуализации информационных ресурсов. Это повышает достоверность комплексной информации, используемой в процессах принятия решений по управлению рисками.

Проектом информационной системы предусмотрена расширяемая структура информационных ресурсов. Это позволяет, не изменяя информационной модели системы, добавлять новые источники данных, включая как «сырые» данные мониторинга, так и справочники, необходимые для построения аналитических моделей. При этом расширяется перечень анализируемых показателей характеристик территории и, соответственно, номенклатура решаемых задач управления безопасностью территорий.

Технологии облачного хранения информационных ресурсов позволяют анализировать распределённые данные комплексного мониторинга без копирования первичной информации в централизованное хранилище данных. Реализация такого принципа при создании инфраструктуры данных может решить проблемы правообладания и защиты данных, но потребует согласования форматов представления и обмена данными.

### **Алгоритм функционирования подсистемы анализа рисков**

Консолидация гетерогенных информационных ресурсов в едином хранилище (или точке доступа) позволяет применять различные процедуры преобразования гетерогенных данных в единое представление, которое можно записать в виде кортежа:

$$R = \langle B(s), E(t, s), O(s), N \rangle, \quad (1)$$

где  $B(s)$  – системообразующие элементы (справочники и классификаторы);  $E(t, s)$  – события с пространственно-временной метрикой;  $O(s)$  – характеристики объектов;  $s$  – географические характеристики,  $t$  – время,  $N$  – экспертные оценки.  $N$  необходимы для приведения показателей природно-техногенной безопасности к единой числовой шкале в задаче оценивания с учётом субъективности первичной регистрации опасных событий. Инструментальные средства мониторинга измеряют физические величины, а последствия реализации опасностей оценивает человек. Опасное событие

характеризуется масштабом и ущербами, которые, в большинстве случаев, оцениваются по косвенным характеристикам [8].

Анализ архивов данных мониторинга показал, что с течением времени изменяются форматы данных даже в рамках одной ведомственной системы. Наиболее технологичным способом унификации данных до (1) является раздельное хранение первичных данных в неизменном виде с последующей «сборкой» процедурами СУБД единых тематических представлений в виде новой физической таблицы. Это ускоряет процесс последующего анализа и позволяет использовать при необходимости дополнительные показатели.

Этапы оценивания рисков показаны на рисунке 1.

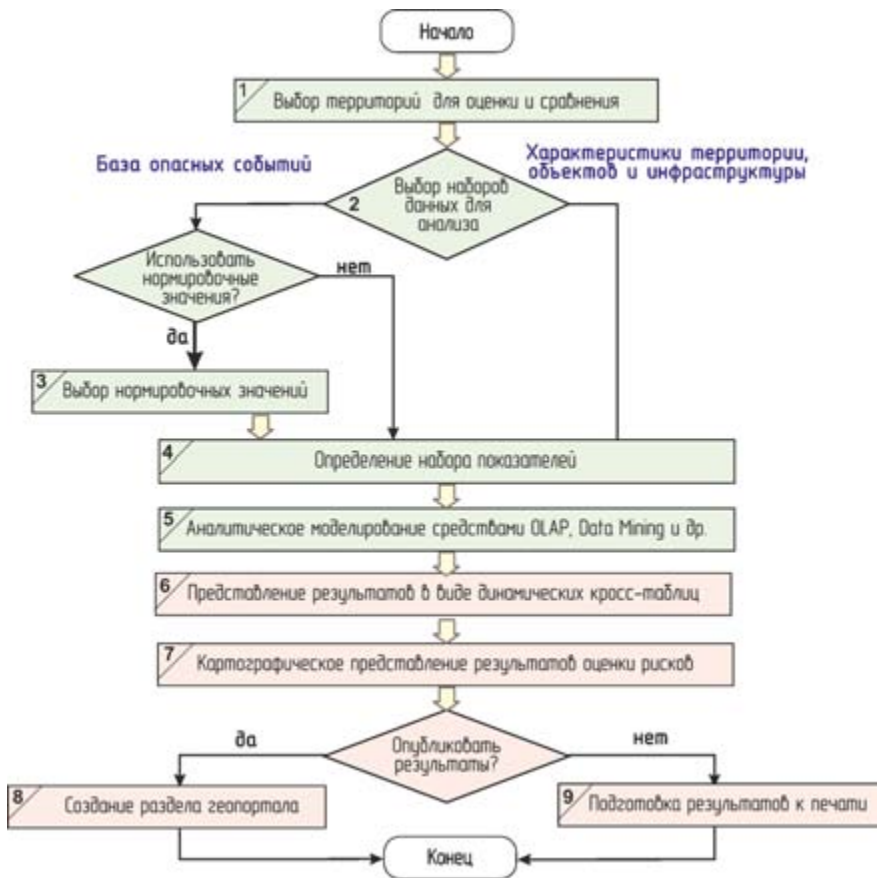


Рис. 1. Алгоритм оценивания рисков ЧС с использованием технологий анализа и представления данных

В процессе анализа используются баз данных событий и характеристики предмета исследований. Для первых значимым фактором является продолжительность наблюдений, для второй группы – актуальность и степень детализации информации. Процесс оценивания территориальных рисков социально-природно-техногенных систем состоит из следующих этапов.

1. Выбор объекта исследований зависит от задачи управления. Это может быть оценка нескольких субъектов РФ, всех муниципальных образований одного региона, либо группы территорий, отобранных по какому либо признаку.
2. Помимо «классических» методов оценки рисков, основанных на вычислении вероятностей произошедших событий с учётом их масштаба, возможен анализ характеристик территорий, объектов, инфраструктуры. Несмотря на трудность определения прямых зависимостей на величину рисков, некоторые показатели используются экспертами в качестве определяющих. Например, износ оборудования учитывается при оценке рисков техносферы, а транспортная доступность, обеспеченность связью и стабильным водоснабжением – при анализе пожарных рисков [9].
3. При оценивании рисков на основе количественных показателей (число событий, количество погибших, пострадавших, ущерб) возможно использование как абсолютных значений, так и нормированных величин. Статистические данные по населению территорий, протяженности транспортных путей, количестве объектов различной принадлежности и др. должны составлять отдельных ресурс информационной системе оценивания рисков.

Блоки 4-5 алгоритма относятся к настройке и верификации аналитических моделей, а блоки 6-7 к работе подсистеме визуализации.

В зависимости от задачи результатом анализа могут быть твёрдые копии карт различных форматов (9), используемые в атласах и отчётах, либо динамические карты геопортала (8), изменяющиеся при поступлении новых данных. Карты рисков, разрабатываемые в рамках проекта по созданию информационной системы оценивания территориальных рисков чрезвычайных ситуаций для управления социально-природно-техногенными системами будут представлены по адресу <http://gis.krasn.ru>.

### **Заключение**

Реализация информационной системы оценивания территориальных рисков в контексте социально-природно-техногенных систем позволит решить ряд прикладных и научных задач, в том числе:

- объединение информационных ресурсов систем мониторинга различных ведомств и регионов Сибири;
- обеспечение прозрачности и доступности данных в сфере природно-техногенной безопасности и благополучия населения, используемых как для принятия управленческих решений, так и для информирования общественности;

- отработка новых методов сбора, обработки и представления данных комплексного оперативного мониторинга опасностей и статистической отчётности;
- апробация современных технологий анализа данных и методов оценивания состояния территориальной безопасности на основе комплексных и детализированных показателей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №16-37-00014).

### **Литература:**

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13 мая 2015 г. № 188 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Постановление Правительства РФ от 29.06.1995 № 647 (ред. от 04.09.2012) «Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий».
4. Белоусов Р.Л. Технология определения техногенной опасности территории муниципального образования / Автореф. дисс. канд. тех. наук. – Химки, 2012. – 30 с.
5. Словарь основных терминов и определений системы «Безопасность в чрезвычайных ситуациях». – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – 336 с.
6. Москвичёв В.В., Бычков И.В., Потапов В.П., Тасейко О.В., Шокин Ю.И. Информационная система территориального управления рисками развития и безопасностью // Вестник РАН, 2017. – том 87, №8. – с. 696-705.
7. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Май И.В. и др. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М., Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
8. Сборник методических документов, применяемых для независимой оценки рисков в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Под общей редакцией чл.-корр. РАН Н.А. Махутова. Часть 1. Москва: ООО «Типография Полимаг», 2008. – 704 с.
9. Ноженкова Л.Ф., Исаев С.В., Ничепорчук В.В., Евсюков А.А., Морозов Р.В., Марков А.А. Применение экспертной ГИС для анализа пожарной обстановки в Красноярском крае. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2009. – №2. – С. 75-85.

# ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ЧС КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*У.С. Иванова*

*Институт вычислительных технологий СО РАН*

Устойчивое развитие регионов и страны в целом в значительной мере определяется проблемами природно-техногенной безопасности. Устойчивое развитие и безопасность – две взаимосвязанные концепции. Многофакторность угроз взаимно влияющих друг на друга приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций.

Необходим комплексный подход к решению проблем безопасности, который предопределяется решением ряда научных и организационных задач. Разработке направлений устойчивого развития регионов и на основе управления рисками является одной из актуальных задач.

При анализе рисков субъектов РФ целесообразно представлять их как социально-природно-техногенную систему (С-П-Т система), включающую социосферу, экосферу и техносферу [1,2].

В работе представлен метод оценки индивидуального техногенного риска в С-П-Т системе Красноярского края.

Красноярский край индустриально-развитый регионов РФ, с более 1000 потенциально опасных объектов, характеризующимися функционально сложными и высокоопасными системами производства [3,4]. Промышленная деятельность характеризуется наличием риска возникновения аварий и катастроф. Красноярский край подвержен широкому спектру ЧС техногенного характера:

- аварии на химически опасных объектах;
- аварии на радиационно-опасных объектах;
- аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах;
- аварии на транспорте (ж/д, воздушном, автомобильном, водном);
- аварии на гидродинамических опасных объектах;
- аварии на коммунально-энергетических сетях;

Концепция риска напрямую связана с понятием опасность. Опасность – негативное воздействие на общество, личность, окружающую среду. Опасность техногенного характера - поражающее воздействие источников техносферы. Последствия чрезвычайных ситуаций и катастроф подразделяются на три группы ущербов:

- причинение ущерба жизни и здоровью людей;
- экономические ущербы;
- ущерб и неблагоприятные последствия для окружающей среды и культурных ценностей.

Наиболее часто употребляемая характеристика опасности – индивидуальный риск. Индивидуальный риск – вероятность (или частота) поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности при реализации неблагоприятного случайного события. При техногенных опасностях индивидуальный риск определяется потенциальным территориальным риском – вероятностью нахождения человека в районе возможного действия опасных факторов, характеризуется одним числовым значением и является универсальной характеристикой опасности для человека. Определяется в соответствии с методикой [5] по следующей формуле:

$$R=N_{\Gamma}/N_{H} \quad (1)$$

где  $N_{\Gamma}$  – число погибших за год при определённом виде ЧС и происшествии на заданной территории;  $N_{H}$  – количество населения, проживающего на данной территории. Предельно допустимое значение риска  $R < 10^{-5}$ .

Расчеты выполнены на основании данных официальной базы данных АИУС РСЧС, с использованием нормативной методики [5]. Результаты расчета представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Индивидуальные риски ЧС техногенного характера 1991-2013 гг

Год	Погибшие при ЧС техногенного характера, чел.	Численность Красноярского края, чел.	Риск, 1/год
1991	1	3163370	$3,2 \cdot 10^{-7}$
1992	41	3164219	$1,3 \cdot 10^{-5}$
1993	22	3160594	$6,9 \cdot 10^{-6}$
1994	53	3139464	$1,7 \cdot 10^{-5}$
1995	28	3113809	$8,9 \cdot 10^{-6}$
1996	18	3099424	$5,8 \cdot 10^{-6}$
1997	38	3085791	$1,2 \cdot 10^{-5}$
1998	5	3067863	$1,6 \cdot 10^{-6}$
1999	8	3048716	$2,6 \cdot 10^{-6}$
2000	8	3022092	$2,6 \cdot 10^{-6}$
2001	19	3000891	$6,3 \cdot 10^{-6}$
2002	49	2966042	$1,7 \cdot 10^{-5}$
2003	12	2961871	$4,1 \cdot 10^{-6}$

2004	24	2941993	$8,2 \cdot 10^{-6}$
2005	225	2925330	$7,7 \cdot 10^{-5}$
2006	150	2906181	$5,2 \cdot 10^{-5}$
2007	128	2893748	$4,4 \cdot 10^{-5}$
2008	135	2890350	$4,7 \cdot 10^{-5}$
2009	99	2889785	$3,4 \cdot 10^{-5}$
2010	115	2828187	$4,1 \cdot 10^{-5}$
2011	92	2829105	$3,3 \cdot 10^{-5}$
2012	86	2838396	$3,1 \cdot 10^{-5}$
2013	68	2846475	$2,4 \cdot 10^{-5}$

На рисунке 1 представлен график изменения индивидуального риска ЧС техногенного характера, который наглядно демонстрирует повышенный индивидуальный риск на территории Красноярского края с 2005 года.

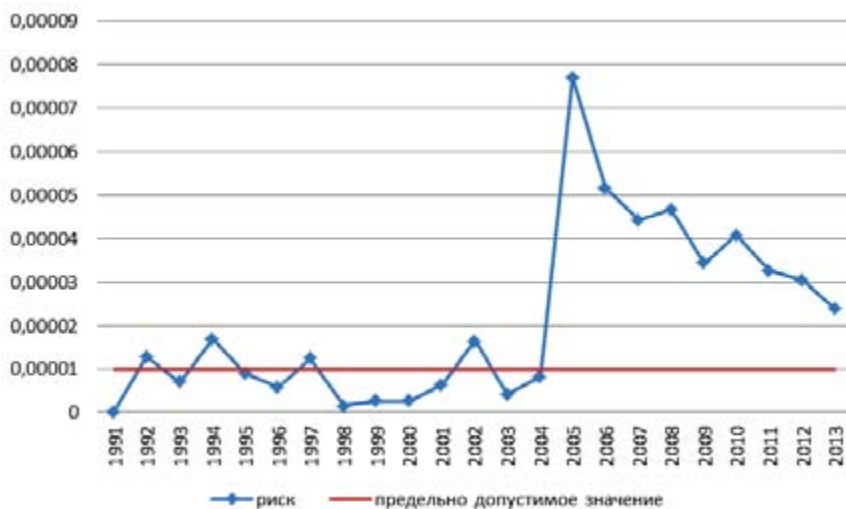


Рис. 1. График изменения индивидуального риска ЧС техногенного характера.

Развитие техносферы приводит к двум абсолютно противоположным последствиям, с одной стороны – достижение выдающихся результатов в различных отраслях промышленности и продвижение на новые уровни во всех сферах жизнедеятельности, с другой – потенциальные и реальные опасности человеку и среде обитания. Ситуация усугубляется выработкой проектных сроков службы и дальнейшая эксплуатация потенциально-опасных объектов,



что приводит к увеличению аварийных отказов. При создании технических объектов и продления их срока службы необходимо проводить анализ опасностей и рисков.

При анализе степени безопасности Красноярского края на основе оценки индивидуального риска ЧС техногенного характера, можно сделать вывод, что данный регион имеет высокий уровень риска для человека. Необходимо проводить работу по снижению риска, что приведет к экономическому и устойчивому развитию региона.

### **Литература:**

1. Научные основы прогнозирования и прогнозные показатели социально-экономического и научно-технологического развития России до 2030 года с использованием критериев стратегических рисков / Н.А. Махутов, Б.Н. Кузык, Н.В. Абросимов – М. ИНЭС, 2011. – 137 с.
2. Махутов Н.А., Абросимов Н.В., Гаденин М.М./ Обеспечение безопасности – приоритетное направление в области фундаментальных и прикладных исследований// Экологические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. №3 (27). - 2013. - С. 46-71.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Региональные проблемы безопасности. Красноярский край. – М.:МГФ «Знание». 2001.-576 с.
4. Москвичев В.В., Воронов С.П., Закревский М.П., Лепихин А.М., Ничепорчук В.В., Ноженкова Л.Ф., Тридворнов А.В., Черняев А.П. Техногенные риски с учетом территориальных особенностей Красноярского края. – Пре-принт № 4. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2004. – 60 с.
5. МР 2-4-71-40. «По порядку разработки, проверки, оценки и корректировки электронных паспортов территорий (объектов).Методические рекомендации» (утв. Министерством РФ по гражданской обороне, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 15.07.2016).

# К ПРОБЛЕМЕ ТУШЕНИЯ КРУПНЫХ И КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНВЕРСИОННОЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ В СОСТАВЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС

*С.Н. Орловский*

*ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет*

В последнее десятилетие в Российской Федерации наблюдается увеличение числа крупных лесных пожаров (КЛП) и площадей пострадавших от них лесов при относительно стабильном числе возгораний. На примере Красноярского края, являющегося одним из наиболее многолесных регионов России за сравнимые десятилетние периоды 1973 - 1982 и 2002- 2012 годов охраняемая площадь на одного лесного пожарного авиационной охраны лесов возросла в 3,9 раза. При этом кратность авиапатрулирования снизилась на 71 %, что привело к увеличению выгоревших лесных площадей в 7,18 раза). Число КЛП возросло в 8 раз, а пройденная ими площадь – в 12 раз. Сами же КЛП составляли ранее 0,98 % от общего числа лесных пожаров, сегодня их доля превышает 8,56 %. Увеличение горимости лесов можно объяснить снижением кратности авиапатрулирования, сокращением численности парашютистов-пожарных и десантников авиационной лесной охраны, её недостаточным финансированием [1].

При переходе пожаров в категорию крупных (площадью более 200 га в зоне авиалесоохраны) для их тушения необходимо привлечение тяжёлой техники для прокладки заградительных полос при локализации очага горения. Обычно для этой цели привлекают гусеничные тракторы с бульдозерным оборудованием, однако доставка тяжёлой техники в заданное место при практически полном отсутствии дорог на большие расстояния занимает значительный период времени. Производительность бульдозеров на прокладке заградительных минерализованных полос составляет около 800 м/ч, при этом остаётся нерешённой проблема доставки к месту лесного пожара людей, воды, оборудования и таборного имущества. Прокладку заградительных полос бульдозерами приходится выполнять на значительном расстоянии от кромки пожара, так как конструкция трактора не рассчитана на защиту водителя от огня, дыма, падающих деревьев и высоких температур.

В системе авиалесоохраны Красноярского края в 1984 году были со-зданы механизированные отряды для борьбы с КЛП, которыми в 1990 году было потушено 21,18 % лесных площадей в районах их базирования. В 1991 году в связи с финансовыми затруднениями эти отряды были распущены [1].

Главным недостатком подобных формирований является их недостаточная мобильность. Лесной пожар при скорости его фронта 3 м/мин распространяется через 3 часа на площадь 26,4 га, через 10 ч - на 293 га. При скорости фронта пожара 5 м/мин его площадь через 10 часов составляет уже 753 га. При доставке трактора Т - 170 своим ходом за 16 часов он пройдёт 42 км [1].

Решение проблемы оперативной доставки техники к местам КЛП и их эффективного тушения может быть в применении на тушении лесных пожаров агрегатов на базе конверсионной военной техники, а именно танков. Опыт в данном направлении имеется. В 1991 - 1994 годах Приморским танкоремонтным заводом (г. Уссурийск) было освоено производство разработанных во ВНИИПОМлесхозе агрегатов лесопожарных танковых АЛТ – 55 на базе средних танков Т – 55 [2]. Конструкция агрегата ясна из рисунка 1 А и Б. За день агрегат по дорогам и лесу преодолевает расстояние более 200 км, одновременно доставляя к пожару воду, людей и оборудование.



А  
Б  
*Рис. 1. Агрегат лесопожарный танковый АЛТ-55 в рабочем (А) и транспортном (Б) положениях.*

В транспортном положении клин поднимается на крышу надстройки, что сокращает габаритную длину агрегата, улучшает обзор и управляемость, позволяя уверенно двигаться по дорогам общего пользования в потоке транспорта. Боковые стенки надстройки представляют собой водяные баки объёмом 2,5 м<sup>3</sup>, внутри неё размещается 7 человек рабочих и водитель [3].

Клин обеспечивает прокладку заградительных минерализованных полос шириной 3,5 м со скоростью 5 – 7 км/ч в режиме непрерывного движения. Запас воды в бортовых ёмкостях обеспечивает 125 заправок лесных ранцевых опрыскивателей (РЛО), что позволяет уверенно останавливать локализованный минерализованной заградительной полосой лесной пожар. Полосы могут использоваться для уверенного движения грузовых автомобилей повышенной проходимости, осуществляющих доставку рабочих, воды, лесопожарного оборудования, маневрирование силами.

За указанный выше период было выпущено около 40 агрегатов, поступивших в лесхозы Сибири и Дальнего Востока. При работе в лесу механик-водитель при ударе о дерево не испытывает жёсткого удара ввиду большой массы агрегата. Попадание под верховой пожар (температура около 1000 градусов менее 10 минут) для АЛТ-55 безопасно при заглушенном двигателе и включённом орошении стёкол водой. Смотровые окна – триплексы толщиной 60 мм выдерживают удар дерева.

Эффективность использования и надёжность АЛТ-55 определяется

качеством подготовки механиков – водителей, наличием у них опыта управления танками в лесу, а также организацией системы технического обслуживания (ТО). В лесхозах АЛТ – 55 использовались рядовыми механизаторами без подготовки. Система ТО отсутствовала. Это привело к быстрому выходу из строя большинства агрегатов. Там, где была обеспечена грамотная эксплуатация техники, например – в Гремучинском лесхозе Богучанского района Красноярского края, они служили долго и хорошо себя зарекомендовали, а списать их пришлось в 2001 – 2002 годах ввиду отсутствия запасных частей. Перечисленных выше проблем эксплуатационного характера могло бы не быть, если бы агрегаты АЛТ – 55 эксплуатировались в системе, где ими бы управляли квалифицированные механики - водители. Имеется опыт сухопутного базирования лесопожарных танковых агрегатов, размещения их на же-лезнодорожном транспорте и водном транспорте, оперативной доставки в ходе учений МЧС на расстояние около 800 км. Охраняемая площадь при этом составляет 100 – 150 тыс. км<sup>2</sup> [4].

Главным препятствием широкого использования танковых агрегатов в лесном хозяйстве на тушении КЛП является их высокая стоимость. При этом танки приобретаются армией за счёт налогов с граждан России и, отстояв положенное время на хранении, поступают в переплавку. Передача их бюджетным организациям (например, МЧС) должна производиться бесплатно, так как, согласно Конституции РФ, одна и та же вещь не может быть оплачена из бюджета страны дважды за счёт налогоплательщиков.

Лесопожарный танковый агрегат данной конструкции обеспечивает гарантированную защиту экипажа и лесных пожарных от огня, дыма и падающих деревьев, высокопроизводительную прокладку заградительных барьеров для локализации лесных пожаров в древостоях любой полноты.

Эффективная работа танковых лесопожарных агрегатов может быть достигнута только в подразделениях МЧС при закреплении их за опытными механиками-водителями, прошедшими армейскую службу и проведении регулярных тренировок экипажа.

Танки для комплектации лесопожарных агрегатов могут представляться базами хранения Министерства обороны на правах аренды с последующей передачей их в случае выхода из строя на утилизацию, что исключает необходимость содержания танкоремонтных служб в составе МЧС. Сравнительные технико-экономические показатели использования на тушении лесных пожаров применяемых в настоящее время бульдозеров на тракторах Т-170 и танковых агрегатов представлены в таблице. В зимний период агрегат может использоваться для оперативной расчистки дорог от снежных заносов, трасс доставки людей и техники к удалённым объектам, ликвидации аварийных ситуаций.

Лабораторией лесной пирологии института Леса СО РАН проведены опыты по использованию АЛТ-55 на ликвидации последствий поражения лесов Сибирским шелкопрядом. В мёртвом лесу подгнившие деревья при их механизированном повале не ложатся на грунт, а ломаются и падают

вертикально, ударяя торцом по технике. Работа тракторов и людей в данных условиях абсолютно невозможна. Испытание описанных танковых агрегатов на рекультивации шелкопрядников, доказало высокую эффективность их использования на сплошном повале поражённых шелкопрядом лесов с последующим их сжиганием.

**Таблица 1.** Сравнительные показатели трактора Т-170 и АЛТ-55 на тушении лесных пожаров

Наименование показателей	Наименование оборудования	
	бульдозер на Т-170	танковый агрегат
Масса конструктивная, т	17,9	18,0
Мощность двигателя, кВт	125	440
Удельное давление на грунт, кг/см <sup>2</sup>	0,8	0,6
<b>Транспортная скорость, км/ч</b>	<b>5-7</b>	<b>30-40</b>
<b>Рабочая скорость при прокладке заградительных барьеров, км/ч</b>	<b>0,6-0,9</b>	<b>5-7</b>
<b>Расход топлива при прокладке полос, л/км</b>	<b>49</b>	<b>13</b>
<b>Возможное расстояние перегона агрегата за 16 часов (световой день), км</b>	<b>40</b>	<b>237</b>
Стоимость перегона до места работ, руб/км	314	270
<b>Число мест для экипажа</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
<b>Запас воды или огнегасящего состава, м<sup>3</sup></b>	<b>нет</b>	<b>2,5</b>

Кроме танковых агрегатов, для борьбы с лесными пожарами может применяться и другая военная техника (МТ-ЛБ и авиадесантные машины) после оснащения их специальным оборудованием (Рис. 2, 3).



Рис. 2. Лесопожарный агрегат на базе МТ-ЛБ

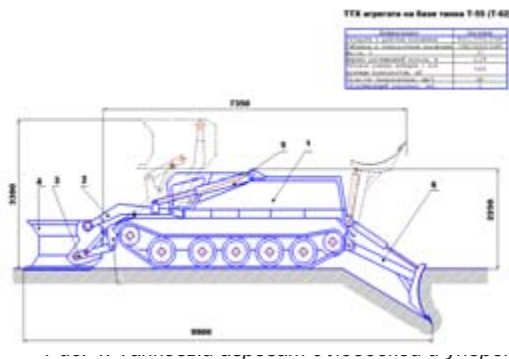


Рис. 3- Лесопожарный агрегат АЛГ-57 на базе АСУ-57

Достоинства агрегата на базе МТ-ЛБ - возможность вплавь преодолевать водные преграды, ремонтпригодность, высокая скорость и пассажировместимость. АЛГ-57 может доставляться к месту пожара на внешней подвеске вертолёта МИ- 8. Все технические решения по данной проблем защищены авторскими свидетельствами и патентами[5-7].

Хотелось бы, чтобы не выработавшая ресурс мощная боевая техника, отправляемая в переплавку ввиду её морального, а не физического износа, прожила вторую жизнь, принесла пользу при ликвидации чрезвычайных ситуаций в России. При этом автоматически решается проблема не рекламно – политической, а реальной утилизации танков, когда действительно изношенная бывшая боевая машина после выполнения полезной работы по решению стратегических задач МЧС заслуженно отправляется на переплавку.

Возможно использование АЛТ-55 для борьбы с пожарами на нефтяных скважинах посредством его оснащения двухбарабанной лебёдкой и упором, причём усилие лебёдки с четырёхкратным полиспастом составит 160 тонн (Рис. 4 и 5).



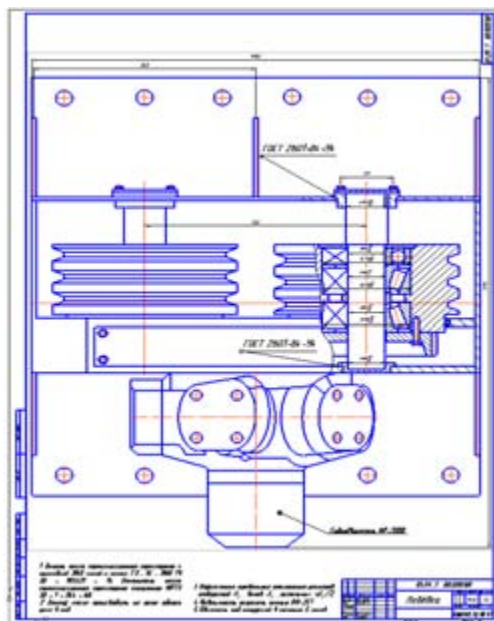


Рис. 5. Лебёдка с тяговым усилием 40 т и длиной троса 200 м

### Литература:

1. Орловский С.Н. Борьба с лесными, степными и торфяными пожарами (Монография) / С.Н. Орловский // Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск, 2016.-299 с.
2. Орловский С.Н. Воронов С. П., Владышевский А. Д. Тушение лесных пожаров силами военизированных формирований МЧС./ С.Н. Орловский, С. П. Воронов, А. Д. Владышевский // Природные пожары: возникновение, распространение, тушение и экологические последствия. Труды международной конференции. Тезисы докл. Красноярск, 2003.
3. Орловский С.Н. Главацкий Г.Д. Агрегат АЛТ - 55 для тушения лесных пожаров/С.Н. Орловский, Г.Д. Главацкий // «Лесное хозяйство» №3, 1996.
4. Орловский С.Н. Танки – на борьбу с огнём / С.Н. Орловский // Ж. «Гражданская защита» № 8, 2003. С. 40 – 43
5. Орловский С.Н. Авиадесантный лесопожарный агрегат/ С.Н. Орловский // А.с. СССР №1671326 //БИ. 1991, № 31.
6. Орловский С.Н., Мартыщенко В.В. Лесопожарный агрегат/ С.Н. Орловский, В.В. Мартыщенко. А.с. №1729526 СССР // БИ. 1992, № 16.
7. Орловский С.Н. Главацкий Г.Д. Навесное устройство лесопожарного агрегата / Патент на изобретение № 2176440// БИ 2001, № 34.

# **АВИАЦИОННОЕ ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ**

***А.В. Брюханов<sup>1</sup>, Н.А. Коршунов<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> ФГБУН Институт леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН*

*<sup>2</sup> Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства (ВИПКЛХ)*

Авиация на сегодняшний день является одним из наиболее эффективных средств раннего обнаружения и тушения лесных пожаров. Впервые самолеты в практике пожаротушения были применены в СССР в 1933 г. [1]. Однако массовое внедрение авиации в борьбу с огнем с воздуха началось с Северной Америки. В 1945 г. первые удачные сливы воды с самолетов на реальные пожары были осуществлены в Канаде, а в 1955 г. в США [2]. Использование летательных аппаратов для тушения огня в Австралии [3] и Западной Европе [4] началось позже, в 60-х и 70-х гг. соответственно.

В настоящее время для борьбы с огнем во всем мире применяется несколько десятков типов воздушных судов, которые регулярно модернизируются и обновляются. Авиатанкерную технику, используемую на современном этапе развития истории, можно разделить на две основные группы, это самолеты и вертолеты. Причем в большинстве стран количество вертолетов, регулярно применяемых для тушения водой с воздуха, превосходит число специализированных пожарных самолетов. Это объясняется, прежде всего, более широким внедрением винтокрылых машин среди служб спасения и в лесном хозяйстве, а также значительным распространением различных типов ВСУ (вертолетных сливных устройств), которые позволяют за несколько минут модифицировать в пожарный практически любой гражданский или военный вертолет, если у него есть подходящее крепление, а мощность силовой установки позволяет поднимать соответствующий размер тяжести.

**ПОЖАРНЫЕ САМОЛЕТЫ.** Сейчас в мире эксплуатируется более 500 ед. пожарных самолетов не менее чем 50-ти моделей [5]. Подавляющее большинство современных “крылатых пожарных” находится в средней категории и их баки для огнегасящего вещества варьируют в пределах от 3 до 15 т, что обусловлено балансом между эффективностью использования каждого класса техники, универсальностью применения и экономическими причинами. Например, легкие авиатанкеры (грузоподъемностью менее 3 т) требуют значительного количества сбросов огнегасящего вещества для оказания реальной помощи наземным силам, но обладают лучшей точностью сброса и показателями дозировки на земле, способны действовать в районах со сложным рельефом, автономны в работе, дешевы. Тяжелые и сверхтяжелые танкеры (грузоподъемностью от 15 и 30 т, соответственно) имеют большой объем вещества для одномоментной атаки, и радиусы использования. Но и у них есть определенные трудности в эксплуатации (высокая стоимость



летного часа и аэродромного обслуживания, сложности в базировании, ограничениях эффективного применения в условиях горного рельефа из-за требований безопасности, необходимость в наведении на “точку сброса”).

Самолеты для тушения сейчас оснащаются всеми основными типами силовых установок: поршневыми, турбовинтовыми и реактивными. На рис. 1 отображена энерговооруженность эксплуатируемых на 2017 г. моделей пожарных самолетов, которая, по нашему мнению, может служить одним из основных показателей оценки эффективности авиатанкеров для борьбы с огнем в лесах. На данном рисунке график “а” показывает соотношение мощности двигателей (в лошадиных силах) к объему максимальной нагрузки для поршневых самолетов. График “б” - аналогичный показатель для пожарных самолетов, имеющих турбовинтовые двигатели, и график “в” характеризует суммарную тягу силовой установки для реактивной пожарной авиации (vкN).

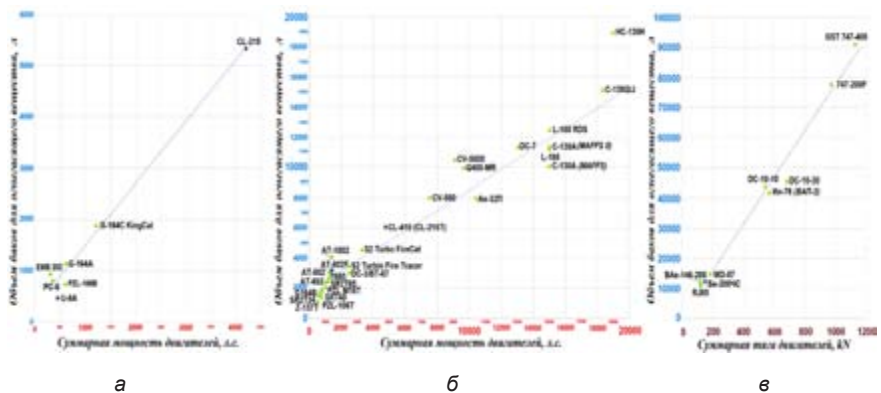


Рис. 1. Энерговооруженность самолетов, использовавшихся на 2017 г. для борьбы с огнем в мире: а – поршневые; б – турбовинтовые; в – реактивные. Примечание. Светлыми треугольниками показаны самолеты наземного базирования, а темными точками амфибии.

Несмотря на то, что первые реактивные пожарные летательные аппараты (ЛА) появились полвека назад, наиболее активное их использование началось только последние 5-10 лет. Самыми многочисленными реактивными авиатанкерами в мире на 2017 г. являются самолеты семейства BAe-146/RJ85, общее количество которых достигло 18 шт. Однако, в классе легких и средних танкеров по-прежнему безраздельно властвуют турбовинтовые самолеты. Причем независимо от места базирования авиации, на суше или на воде. Общее количество средних канадских амфибий CL-215T/CL-415 сейчас в мире превышает 100 ед. Из легких самолетов, способных забирать воду на глиссировании с акваторий, по количеству выпущенных экземпляров лидируют американские AT-802F Fire Boss. Среди самолетов наземного базирования наиболее многочисленными в легком классе являются ЛА, созданные на базе сельскохозяйственной авиации. Наиболее массовые

из них это модели американских фирм: Air Tractor (AT-602, AT-802 и AT-1002), а также Ayres Thrush (SR2-T34, SR2-T45, SR2-T65, Thrush Model 550 и 710).

Одновигательные пожарные самолеты, разработанные на базе недорогих сельскохозяйственных самолетов, способны нести до 4 т огнегасящего вещества. Нетребовательность к аэродромному обслуживанию и качеству взлетно-посадочных полос (ВПП), а также небольшая стоимость самолетов и низкие эксплуатационные расходы позволяют этой авиации в количественном выражении занимать лидирующие позиции и удерживать их долю не менее чем 2/3 от всего современного парка пожарной авиационной техники.

Авиатанкеры легкого и среднего класса с загрузкой от 3 до 15 т сейчас являются самыми популярными в мире, и на них приходится более половины всех эксплуатируемых крылатых машин на пожарах. Наиболее массовый парк пожарной авиации несколько последних десятилетий сосредоточен в США, где на лесопожарных контрактах используются самые разные самолеты. Это небольшие одновигательные SEATs (Single Engine Air Tankers) 41 шт., из которых только две амфибии (Fire Boss) в диапазоне до 1-4 т, средние по размеру танкеры, по одному AvroRJ85, C-130Q и L-100-30 - до 30 т. Также на пожароопасный сезон дополнительно нанимают один-два тяжелых авиатанкера DC-10 - до 46 т. Второе место по парку пожарных самолетов уже многие годы, занимает Канада, далее идут Австралия, РФ и страны южной Европы [5].

**ПОЖАРНЫЕ ВЕРТОЛЕТЫ.** Применение вертолетов для пожаротушения в силу их возможности приземляться даже на небольших открытых пространствах позволяет группировать их не только от грузоподъемности, но и в зависимости от “круга” выполняемых задач. Обычно они доставляют людей и нужные грузы к местам пожаров и проводят разведку, крайне редко осуществляют тушение и эпизодически профилактические противопожарные работы (контролируемые выжигания с воздуха). Большинство вертолетов, применяемых для борьбы с огнем огнегасящими растворами, используют водосливные устройства, которые могут быть установлены на любую машину, имеющую допуск на транспортировку соответствующих грузов по массе на внешней подвеске. Перспективным решением представляются баки (модули тушения), располагающиеся в винтокрылых машинах внутри корпуса (для тяжелых) и устанавливаемые под фюзеляжем вертолета (для средних и легких).

Пожарные вертолеты, имеющие такие модули, в мире называют “Helitack”, от английского сокращения “fire attack helicopter”. Машины легкого класса одновременно могут совмещать транспортные и десантные функции, со способностью прямого тушения и могут нести бак, вмещающий не более 1 т воды. Тяжелые вертолеты, способны поднимать в воздух более 5 т, как правило, большую часть года не являются специализированными пожарными ЛА и переоборудуются для борьбы с огнем только на пожароопасный сезон.

Однако, максимальную популярность в мире получили средние многоцелевые пожарные вертолеты способные поставлять от 1 до 5 т

огнегасящего вещества или до 30 экипированных огнеборцев с ручными средствами тушения. Именно в таком типоразмере фокусируется оптимальный баланс тактических качеств и именно данными винтокрылыми машинами оснащаются специальные противопожарные формирования в большинстве стран мира. Препятствием для их доминирования в общем парке является высокая стоимость при покупке или лизинге, поэтому легкие вертолеты работают на пожарах значительно чаще.

Тяжелые вертолеты максимальной взлетной массой более 15 т и оснащенные 2-3 двигателями очень дороги в приобретении и обслуживании, и их наличие во всех странах незначительно. Самый большой из существующих винтокрылых аппаратов - отечественный Ми-26. Количество Ми-26, регулярно задействованных для пожаротушения по всему миру, не превышает 20 ед. Более широко для тушения используют пожарные версии американских вертолетов Boeing 234 (или военную модификацию CH-47) и Sikorsky S64 (CH-54). Также достаточно часто для борьбы с огнем в мире применяют тяжелые вертолеты Sikorsky CH-53 и MH-53 государственных структур. Пожарных версий (с баками для огнегасящего вещества в грузовой кабине или под фюзеляжем) на 2017 г. для двух последних упомянутых ЛА не существует, и они используются для пожаротушения только в ВСУ (до 10 т).

#### ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И СТРАТЕГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНИКИ.

В настоящее время в российской авиации наблюдается очередной подъем, связанный с увеличением объемов государственного финансирования, по целому ряду приоритетных направлений, связанных прежде всего, с разработками перспективных образцов для МО РФ, так и для западных покупателей нашей военной техники. Однако, на объемах выпуска пожарных ЛА и оборудования для них это отразилось несущественно.

Ситуация с закупкой авиационной техники для пожаротушения в нашей стране сложилась двояко. С одной стороны, есть государственный заказ на закупку самолетов и вертолетов для МЧС России, которые могут быть использованы для борьбы с огнем в лесах. С другой стороны, в РФ после 2006 г. практически полностью уничтожена пожарная авиация в лесном хозяйстве (и пока нет попыток ее восстановить). В других сферах применения самолетов и вертолетов в лесном хозяйстве также наблюдается кризис и потеря позиций, наработанных за время существования СССР (мониторинг пожарной ситуации, аэрофотосъемка, борьба с хвое и листогрызущими вредителями и др.).

В тоже время в мире сейчас происходит настоящая революция, связанная с применением авиации для борьбы с огнём в лесах. В практику широко внедряются новые системы мониторинга, связанные как с беспилотными летательными аппаратами, так и специализированными "самолетами сканерами", на практике испытываются беспилотные комплексы тушения и самые современные системы наведения, с учетом оперативно поступающей информации из различных источников (спутники, авиация, наземные силы).

Однако, какой бы хорошей ни была техника, важнейшим вопросом всегда будет оставаться насколько она результативно и безопасно применяется. К сожалению, в нашей стране независимый контроль за эффективностью использования авиационных средств тушения на лесных пожарах отсутствует полностью. Это ведет не только к снижению качества выполнения работ по пожаротушению, но и к падению общего уровня безопасности. За рубежом подобный мониторинг и анализ регулярно проводятся в Австралии, Канаде и ЕС. Однако, самая массовая программа по оценке использования авиации на пожарах развернута в США. В рамках “процесса AFUE” (Aerial Firefighting Use and Effectiveness Process) за пять лет работы (действует с 2012 г.) независимыми экспертами была оценена эффективность воздушного тушения (по результатам более 7000 “сбросов”) для всех модификаций самолетов и вертолетов, применяющихся в Северной Америке. Это позволяет давать полезные рекомендации разработчикам авиатанкерной техники, представителям государственных и частных служб и компаний, участвующих в борьбе с огнем на природных территориях, а самое главное, оценивать насколько оправданно тратятся деньги налогоплательщиков на создание или функционирование пожарной авиации [6].

В РФ подобные работы не ведутся. В нашей стране необходимо отказаться от доктрины, когда воздушные средства тушения применяются только при введении в регионах режима ЧС и фактически авиация “работает” на крупных и очень крупных пожарах (площадь которых может достигать десятков, а иногда и сотен тыс. га). Привлечение “воздушных пожарных” в таких условиях бессмысленно, несмотря на то, каким высоким мастерством обладают пилоты и насколько эффективная техника находится под их управлением. Повысить качество работ по тушению с воздуха возможно только за счет изменения стратегии применения пожарной авиации, а также налаживания независимого и объективного контроля использования данной техники со стороны профильных специалистов.

### **Литература:**

1. Серебренников П.П., Матренинский В.В. Лесные пожары и борьба с ними. – Л.: Гослестехиздат, 1937. – 183 с.
2. Jendsch W. Aerial Firefighting. Schiffer Publishing, Ltd. 2008. – 352 p.
3. Kightly J. 50 Years of Firebombing Operations. The National Aerial Firefighting Centre (NAFC) website. 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.nafc.org.au/?page\\_id=382#JP1](http://www.nafc.org.au/?page_id=382#JP1)
4. Ragus G. Waging the air war in France // Wildfire V.5. N1. – 1996. – P. 34-36.
5. Брюханов А.В., Коршунов Н.А. Авиационное тушение природных пожаров: история, современное состояние, проблемы и перспективы. // Сибирский лесной журнал. – №5, – 2017. – С. 37-54. DOI: 10.15372/SJFS20170504 Aerial Firefighting Use and Effectiveness. U.S.F.S. USDA 2017
6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fs.fed.us/managing-land/fire/aviation/afue/afue-process>

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОЖАРА С ПОМОЩЬЮ ПО «СИГМА ПБ» ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФАКТИЧЕСКИХ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*П.В. Ширинкин <sup>1</sup>, С.В. Грицких <sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

*<sup>2</sup> ФГКУ «4 отряд ФПС по Иркутской области»*

Современные нормативные документы в области пожарной безопасности, кроме прочего, предъявляют требования, направленные на сохранение в течение определенного времени ряда параметров строительных конструкций при воздействии на них опасных факторов пожара (далее ОФП). Показателем, характеризующим сохранение нормируемых свойств строительной конструкции при воздействии на нее ОФП, является предел огнестойкости строительной конструкции.

В соответствии с требованиями статьи 6.1 [1] идентификация здания, сооружения или производственного объекта проводится путем установления их соответствия существенным признакам, в том числе степени огнестойкости. Фактическая степень огнестойкости объекта определяется пределами огнестойкости его строительных конструкций. Определение пределов огнестойкости в соответствии с [1] регламентируется для ряда строительных конструкций [2]. Натурные испытания проводятся по стандартному температурному режиму (п. 6.1 [2]). Этот же пункт разрешает использовать иные температурные режимы при испытаниях, если он учитывает реальные условия пожара.

Зачастую, температурные режимы на реальных пожарах отличаются от принятого стандартного. Это влечет за собой завышение (чаще) или занижение значений фактических пределов огнестойкости строительных конструкций. Определение температурного режима возможного пожара на объекте с учетом объемно-планировочных решений и пожарной загрузки, а также других особенностей объекта, является актуальной задачей и соответствует принципам внедряемой в настоящее время системы «гибкого нормирования».

Одним из способов определения температурного режима реального пожара является использование современных средств компьютерного моделирования. Наиболее точными и информативными в настоящее время являются программные продукты, использующие полевые модели расчета значений опасных факторов пожара при его развитии. Одним из таких продуктов является программное обеспечение «Сигма ПБ».

На примере проекта здания автотехцентра были рассчитаны значения опасных факторов пожара на различные промежутки времени в различных точках. Координаты точек соответствовали границам исследуемых несущих

строительных конструкции. Количество точки и их расположение определялось также близостью конструкции к очагу пожара и её ориентацией в пространстве (вертикальное или горизонтальное положение). Для исследуемых точек по определенным значениям температуры строились графики её изменения во времени. При этом на каждом графике отмечалась «критическая» температура, то есть та расчетная температура, при достижении которой строительная конструкция теряла свою несущую способность (предельное состояние по потере несущей способности).

В ходе сопоставления полученных значений времени наступления пределов огнестойкости изучаемых несущих строительных конструкций (по потере несущей способности) с требованиями [1] и [3] установлено, что для данного объекта требуемая степень огнестойкости (при соответствии установленным требованиям других строительных конструкций) может быть обеспечена без использования дополнительных средств огнезащиты. Хотя значения времени наступления предельного состояния по потере несущей способности исследуемых строительных конструкций, определенные в соответствии с расчетными методами, предлагаемыми [4] и [5] были меньше, чем требуемые [3]. В обоих случаях принимались условия теплопереноса первого рода.

Разница полученных расчетных данных объясняется применением различных температурных режимов. Смоделированный при помощи ПО «Сигма ПБ» температурный режим реального пожара на конкретном объекте может быть также применен при использовании иных расчетных методик определения пределов огнестойкости строительных конструкций.

### **Литература:**

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
3. СП 2.13130.2012 «Обеспечение огнестойкости объектов защиты»
4. Демехин В.Н., Мосалков И.Л., Плюснина Г.Ф., Серков А.Ю., Фролов А.Ю., Шурин Е.Т. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. – М.: АГПС МЧС России, 2003.
5. Методические рекомендации по работе с пособием по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов / В.М.Лукинский, В.Н.Демехин, В.М.Малинов, Ю.М.Сверчков. – СПб.: СПбВПТШ МВД РФ, 1997

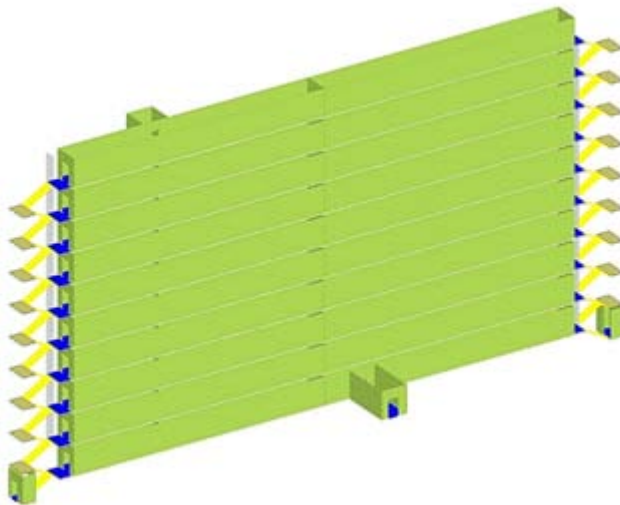
# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

*С.А. Загарских*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН*

Компьютерное моделирование пожара применяется при решении задач пожарной безопасности [1, 2, 5]. Наиболее широкую область применения имеет полевая модель развития пожара [2, 3]. Условия, принятые в рассчитываемом сценарии, определяют результат. В данной работе было проведено исследование влияния исходных данных на результат компьютерного моделирования развития пожара полевой моделью. Все расчеты были проведены в ПО «Сигма ПБ» [4].

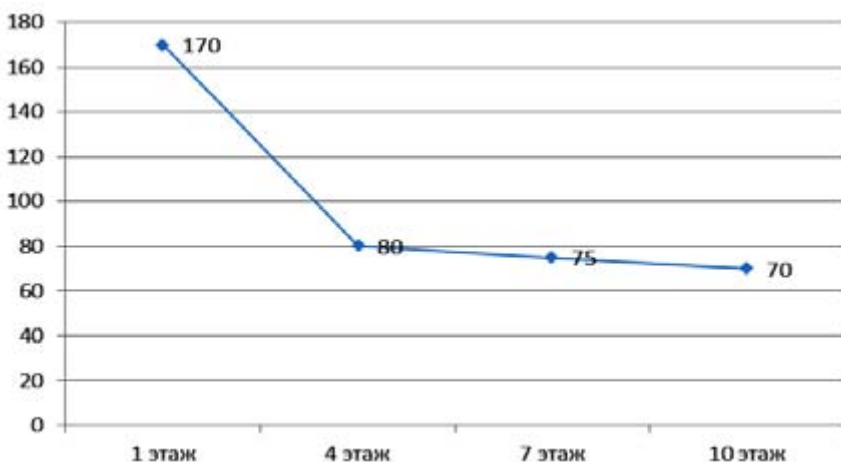
Для проведения расчетов было выбрано десятиэтажное здание коридорного типа, с пристроенными лестницами. Лестничные клетки находятся в торце здания. Высота этажа 3 метра, толщина перекрытия 0,3 метра. Длина коридора 40 метров, коридор разделен дверью на две равные части, шириной 3 метра. Помещение, в котором находится очаг пожара шириной 3 метра и длиной 3 метра. В здании имеются три наружных выхода: два эвакуационных и один основной.



Задача: исследовать влияние исходных данных на время распространение ОФП на примере данного объекта.

В исследовании из числа начальных данных варьировались такие параметры как температура окружающей среды, высота расположения очага пожара и двери на первом этаже для связи с внешней средой. Были просчитаны сценарии с тремя выходами из здания и с одним эвакуационным выходом, дальним от очага пожара, с расположением очага пожара на первом, четвертом и седьмом этаже, при температуре окружающей среды -30, 0 и 20 градусов Цельсия.

В ходе исследования зависимости времени блокирования этажа от высоты расположения очага пожара был сделан вывод о том, что высота расположения имеет прямую связь со временем блокирования опасными факторами пожара на соответствующем этаже. То есть чем выше очаг пожара, тем быстрее происходит распространение опасных факторов пожара на соответствующем этаже. Причем самая большая разница во времени блокирования этажа происходит, при перемещении очага с первого этажа на четвертый, между последующими этажами разница незначительна.

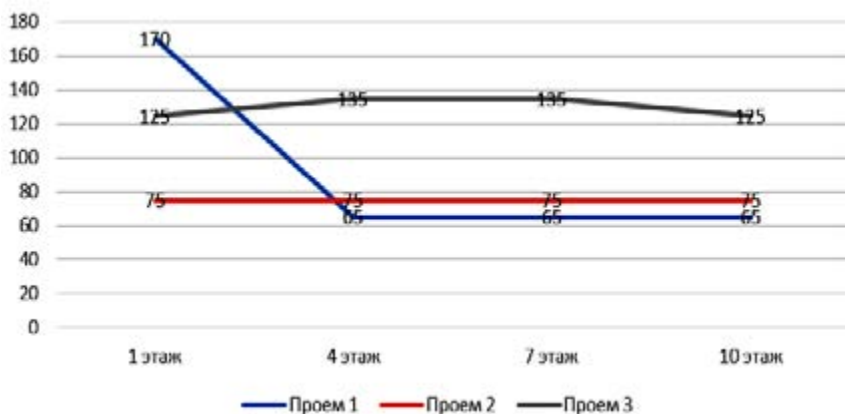


При изучении зависимости времени блокирования всех дверей на этаже, на котором расположен очаг пожара, от температуры окружающей среды был сделан вывод о том, что температура окружающей среды влияет на распространение опасных факторов пожара на соответствующем этаже. То есть чем ниже температура окружающей среды, тем быстрее происходит распространение таких опасных факторов пожара как задымление. Так же наблюдается связь времени блокирования с количеством учтенных открытых выходов из здания. Это значит, что при трех открытых выходах на улицу мы наблюдаем сильное уменьшение времени блокирования этажа, при уменьшении температуры. Тогда как при одном открытом выходе из здания



изменение времени блокирования всех трех дверей на соответствующем этаже изменяется незначительно при изменении температуры окружающей среды. Это связано с меньшим притоком воздуха, поступающим через один выход, чем через три выхода.

Также была рассмотрена зависимость времени блокировки каждой двери на этаже, в зависимости от высоты расположения очага пожара. После проведенного исследования был сделан вывод о том, что происходит значительное уменьшение времени блокирования проема, ближайшего к очагу пожара, при перемещении очага с первого этажа на более высокие этажи. Время блокирования остальных проемов здания изменяется незначительно.



В ходе отслеживания времени блокирования всех дверей здания в зависимости от высоты расположения очага пожара был сделан вывод о том, что температура окружающей среды оказывает влияние на те сценарии, в которых очаг располагается на первом этаже, если очаг расположен выше, то влияние температуры окружающей среды на распространение ОФП не значительно.

Также, этапом исследования было проследить за изменением скорости распространения ОФП по путям эвакуации в зависимости от связи расчетной области с окружающей средой. В ходе этого исследования было выяснено, что при открытых трех выходах из здания изменения распространения ОФП затрагивают в основном нижние этажи, при одном выходе – существенные изменения момента блокирования дверных проемов происходят на верхних этажах. При низкой отрицательной температуре и наличии трех выходов из здания скорость распространения ОФП выше, что связано с большим притоком воздуха с улицы, чем в случае с одним выходом из здания. Это объясняется возникновением тяги, поскольку основной определяющий фактор естественной тяги воздуха – различная плотность воздуха, обусловлена главным образом разностью его температур

## **Литература:**

1. Индивидуальный пожарный риск: понятие и вычисление / Н.Н. Брушлинский, Соколов С.В. – Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Научный информационный сборник. № 5, 2013;
2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [электронный ресурс] : Приказ МЧС от 30.06.2009. №382 ред. От 02.12.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс»;
3. Рыжов А.М., Хасанов И.Р., Карпов А.В. и др. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях. Методические рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2003;
4. Руководство пользователя «Сигма ПБ», <http://3ksigma.ru..>
5. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – Москва, 2008;

# **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ ДЛЯ КОРПУСА ИНИГ СФУ**

*Е.С. Калинин, В.А. Моисейченко*

*Институт вычислительного моделирования СО РАН*

Принятие правильного решения в любой ситуации, в том числе в области пожарной безопасности, определяется пониманием и полной анализом процессов и закономерностей, влияющих на рассматриваемую ситуацию. Степень познания объекта исследования во многом определяет успех принятых решений. Это особенно актуально в настоящее время – время, когда происходит переход к гибкому нормированию вопросов обеспечения пожарной безопасности и повышению ответственности собственников и руководителей предприятий за обеспечение пожарной безопасности объекта.

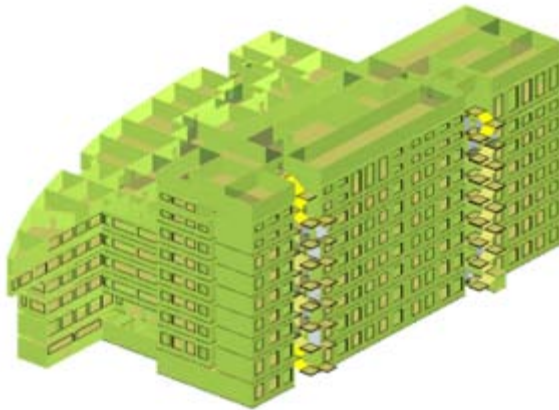
Одним из направлений системы пожарной безопасности является организация и проведение мероприятий по отработке планов эвакуации в случае возникновения пожара. Разработка, моделирование, отработка сценариев эвакуации – необходимость, которая поможет избежать паники при возникновении чрезвычайной ситуации. Прогнозирование ОФП необходимо при разработке рекомендаций по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре.

Современные методы компьютерного моделирования позволяют спрогнозировать распространение ОФП и произвести расчёт времени эвакуации людей.

При проведении расчётов для учебно-лабораторного корпуса ИНИГ СФУ применялась полевая модель распространения ОФП и индивидуально-поточная модель движения людей.

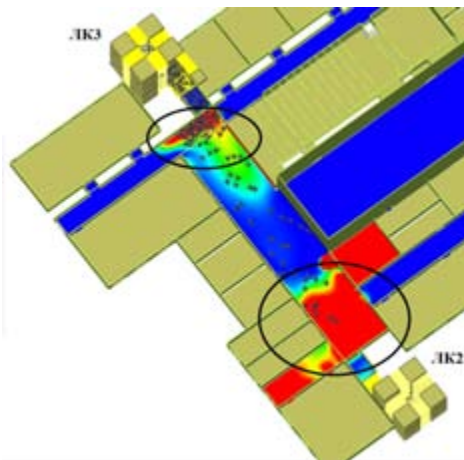
Здание института состоит из 2-х частей: 8-этажной и 5-этажной, соединённые рекреациями. В здании имеются 4 лестницы. Все лестницы имеют непосредственный выход наружу. Также по одному выходу имеется на цокольном и первом этаже.

В программном комплексе «Сигма-ПБ» была построена 3D-модель здания (каркас и геометрия) (рис. 1).



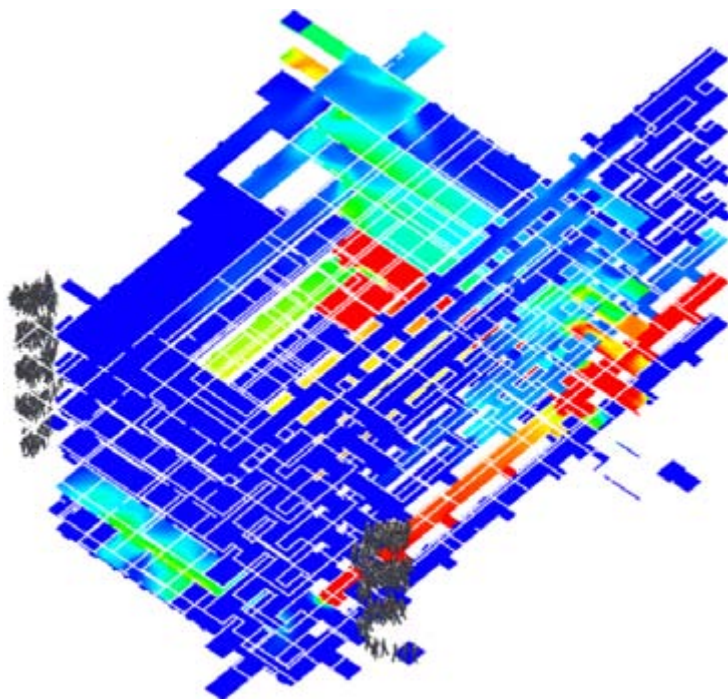
*Рис. 1. 3D-модель учебно-лабораторного корпуса ИНиГ СФУ*

Для сравнения результатов моделирования был разработан один сценарий эвакуации в соответствии с Приказом МЧС России от 30 июня 2009 года №382 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»[2]. Время начала эвакуации для здания класса Ф4.2 – 90 секунд. Все люди двигаются по кратчайшему пути, ближайший к очагу пожара выход не используется при эвакуации. По результатам моделирования установлено, что при таком сценарии эвакуации большая часть людей не успевает эвакуироваться и попадает в зоны, где ОФП превышает критические значения (рис 2).



*Рис. 2. Поля оптической плотности дыма на 115 секунде на 1 этаже*

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о необходимости управления эвакуацией. Для этого были определены пути безопасной эвакуации людей и установлено время начала эвакуации. Произведено моделирование сценариев эвакуации с учётом этих сведений (рис. 3).



*Рис. 3. Эвакуация людей из здания по безопасным путям*

В итоге было разработано 27 сценариев эвакуации для определения самого быстрого и безопасного сценария. Данные сценарии разработаны без учета положений Приказа МЧС России от 30 июня 2009 года №382 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»[2], что показывает несовершенство этой методики и необходимость в гибком нормировании вопросов обеспечения пожарной безопасности.

## Литература:

1. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении : учебное пособие / Ю. А. Кошмаров. – Москва : Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
2. Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [электронный ресурс] : Приказ МЧС от 30.06.2009. №382 ред. от 02.12.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
3. Пособие по применению методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности : методическое пособие / А. А. Абашкин [и др.]. – Москва : ВНИИПО, 2014. – 226 с.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [электронный ресурс] : федер. закон Российской Федерации от 22.07.2008. №123-ФЗ ред. от 03.07.2016 // Справочная правовая система «Консультант-Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

# ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ГРУНТАХ И ПОЧВАХ

*А.А. Богданов*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Современный век продолжает оставаться веком нефти. В последнее десятилетие обострились вопросы, связанные с влиянием нефтяного производства на экологическую ситуацию в различных регионах поскольку масштабы использования нефти постоянно возрастают. Нефть и нефтепродукты являются одним из основных и крупномасштабных загрязнителей окружающей среды. Только по официальным данным, в России потери нефти и нефтепродуктов достигают **почти 5 млн т в год**;

а в мире при добыче, транспортировке, хранении и использовании теряется около **50 млн т нефти и нефтепродуктов ежегодно [1]**.

Для России проблема ликвидации разливов нефти особенно актуальна, поскольку на ее территории в настоящее время эксплуатируется более 550 тыс. км трубопроводов [2].

Согласно официальным данным, в настоящее время в России нуждается в рекультивации 1,2 млн га земель, пострадавших от различного типа загрязнений [3]. Абсолютное большинство аварийных разливов нефти вызывают сильные и во многом необратимые повреждения природных комплексов. При этом нефть проникает в глубокие слои почвы, вплоть до грунтовых вод. В органогенных горизонтах происходит аккумуляция высокомолекулярных компонентов нефти, содержащих смолисто-асфальтеновые вещества и циклические соединения. Метановые углеводороды, смолы и асфальтены плохо разлагаются, ухудшают водно-физические свойства почв. Наиболее подвижные легкие фракции могут проникать до грунтовых вод.

По данным ряда исследований, проводившихся в нефтегазоносных районах Западной Сибири содержание нефтепродуктов в разных типах почв и донных отложений имело положительную зависимость от общего содержания в образцах органического вещества. Обычно максимальные концентрации нефтепродуктов фиксировались в торфяных отложениях, что связано не только с их высокой сорбционной способностью, но и присутствием сингенетических органических веществ, которая определялась как «нефтепродукты».

Известные природоохранные методики определения нефтепродуктов и УВТ в объектах окружающей среды (ООС): ПНД Ф и ГОСТы обладают целым рядом недостатков (низкой чувствительностью, селективностью, невозможностью проведения идентификации типа топлива и источника загрязнения) и не могут служить для целей экологического контроля и мониторинга состояния окружающей среды

Существующие методики позволяют проводить определения НП в воде

начиная от 0.02-0.1 мг/л, причем, большинство из них являются непригодными для определения такого класса НП, как керосины (низкая селективность и чувствительность).

В России нормативы по содержанию НП в почве на федеральном уровне отсутствуют и установлены только региональные значения.

Ориентировочным допустимым уровнем (ОДУ) содержания НП в почвах разумно было бы считать нижний допустимый уровень загрязнения, при котором в данных природных условиях почва в течение одного года восстанавливает свою продуктивность, а негативные последствия для почвенного биоценоза могут быть самопроизвольно ликвидированы. Для районов, не ведущих добычу нефти, фоновое содержание НП в почве составляет около 40 мг/кг, а для нефтедобывающих районов – 100 мг/кг. Концентрации НП до 100 мг/кг сухой почвы экологической опасности для окружающей среды не представляют, т.к. даже большие количества нефтепродуктов (до 500 мг/кг) без вредных последствий будут переработаны почвенными микроорганизмами. Сильно загрязненные грунты (концентрации НП более 5000 мг/кг) подлежат санации [8]. УВТ представляют собой сложные смеси различных по природе компонентов, концентрации которых различаются на несколько порядков. В аналитическом понимании к нефтепродуктам относят неполярные и малополярные соединения, растворимые в гексане (Гольдберг В.М. и др., 2001). В состав нефти входят следующие углеводороды:

- Алканы (парафины) – предельные углеводороды с общей формулой  $C_nH_{2n+2}$ . Обычное содержание алканов в нефти составляет 15-55%;
- Циклоалканы – нафтеновые углеводороды с общей формулой  $C_nH_{2n}$ , насыщенные циклические углеводороды ряда циклопентана и циклогексана, а также более сложные полициклические соединения от 2 до 5 циклов в молекуле.. В наибольших количествах в нефти присутствуют метилциклогексан, циклогексан, метилциклопентан. По массе на долю нафтенов приходится 30-55%;
- Ароматические углеводороды (арены) – непредельные циклические соединения ряда бензола. Общая формула  $C_nH_{2n-m}$ , где  $n \geq 6$ ,  $m \geq 6$  - четное число. Ароматические соединения с несколькими бензольными кольцами называют полициклическими ароматическими углеводородами. По типу соединения бензольных колец различают ПАУ с неконденсированными и конденсированными бензольными кольцами (нафталин, фенантрен, антрацен, бенз(а)пирен и др.). В нефтях содержатся и гибридные углеводороды, включающие не только ароматические циклы и алкановые цеп, но и насыщенные циклы (аценофтен, флуорен). Содержание в сырых нефтях ароматических углеводородов составляет до 15-55 % (Богомолов А.И., Гайле А.А. и др., 1995);
- Асфальтены и смолы - гетероциклические и алифатические углеводороды, состоящие из 5 – 8 циклов. В этих соединениях крупные фрагменты связаны между собой мостиками, содержащими метиленовые



группы и гетероатомы – S, O, N – в функциональных группах: карбонильной, карбоксильной и меркаптогруппе. Содержание в сырых нефтях от 2 до 15%.

Состав органической части торфа условно делят на следующие группы веществ (Тюремнов С.Н., 1976):

- Вещества, извлекаемые органическими растворителями (битумы);
- Вещества, извлекаемые из торфа водой, а также вещества, растворяющиеся в воде после гидролиза в присутствии минеральных кислот (водорастворимые и легкогидролизуемые вещества, целлюлоза);
- Гуминовые вещества, извлекаемые из торфа раствором щелочи (гуминовые и фульвокислоты);
- Негидролизуемые вещества.

В объектах окружающей среды под действием физических, химических и биологических процессов происходит трансформация топлив. Поэтому задачи их определения в водах, почвах, воздухе и растительном материале исключительно сложные. Для их решения привлекают самые разнообразные методы предварительного выделения, разделения, концентрирования и конечного определения. Преобразование УВ, поступивших в почву происходит сравнительно медленно и слабо зависит от конкретной природной обстановки [9]. При поступлении на поверхность почвы УВ включаются в цикл физических, химических и физико-химических превращений, обусловленных процессами миграции и трансформации загрязнителей в различных природных средах. Они стабильны в почве и сохраняются длительное время. После пролива топлива на песчаную почву его содержание может быть обнаружено даже через 2 года: в гумусовом горизонте на глубине 0–25 см на уровне концентрации до 990 мг/кг; в горизонте на глубине 25–50 см – 5400 мг/кг.

Основными методами для извлечения УВ являются: жидкостная экстракция в различных вариантах, парофазный анализ (статический и динамический варианты), твердофазная микроэкстракция.

Самым распространенным методом извлечения углеводородов из почв является жидкостная экстракция подходящими растворителями. После извлечения обычно следует процедура очистки полученного экстракта от мешающих определению компонентов на картриджах или колонках с сорбентом (обычно силикагель, флорисил, оксид алюминия) с небольшой добавкой сульфата натрия для защиты поверхности сорбента от влаги. Объемы растворителей для кондиционирования зависят от размера картриджа (массы сорбента). Заключительным этапом является концентрирование пробы, обычно путем упаривания растворителя. Далее подготовленный экстракт анализируют.

Существует большое количество методик определения УВ различного состава в почве, основанных на проведении вариантов жидкостной экстракции.

Сравнительная характеристика стандартизованных методов определения

НП в ООС Определение НП в ООС можно осуществлять дифференциальными (хроматография, хромато-масс-спектрометрия) или интегральными (гравиметрия, УФ- и ИК-спектрофотометрия, люминесценция) методами. Интегральные методы проще и дешевле, однако, ни один из перечисленных интегральных методов не позволяет получить полную картину качественного состава УВ.

Стоит отметить, что из всех методик определения НП в воде только некоторые основанные на флуориметрическом детектировании полиароматических соединений, декларируют возможность определения нефтепродуктов на требуемом уровне концентраций (от 0.005 мг/л). Однако многие УВ представлены в основном насыщенными углеводородами, а обеспечивающие флуоресценцию полиароматические соединения присутствуют в малом количестве. Таким образом, использование данных методик для определения такого класса УВТ как ракетные и авиационные керосины является невозможным. Кроме того, методики определения НП в ООС, основанные на гравиметрии, УФ спектрофотометрии, флуориметрии и ИК-спектрометрии, позволяют получить информацию о суммарном содержании неполярных и малополярных УВ. Однако с помощью этих методов нельзя идентифицировать как индивидуальные углеводороды, так и тип топлива в целом. Так метод ИК-спектроскопии хоть и является более экспрессным, но дает завышенное содержание УВ, что связано с измерением фонового сигнала почвы, также данный метод позволяет определять только общее содержание углеводородов.

Такую задачу решают с помощью газовой хроматографии, которая является самым эффективным методом определения УВ, и позволяет устанавливать источник их поступления в окружающую среду

Хроматография является дифференциальным методом анализа, позволяющим устанавливать суммарное или индивидуальное содержание УВ. Метод ГХ является наиболее подходящим для определения состава среднелетучих УВТ. Данный метод основан на разделении углеводородов, предварительно извлеченных из пробы с использованием различных вариантов экстракции и концентрирования, на неполярной фазе в режиме программирования температуры с последующим подходящим вариантом детектирования (в основном масс-спектрометрическим (МС) или пламенно-ионизационным (ПИД)). С увеличением температур кипения времена удерживания возрастают, что позволяет разделять область хроматограммы на диапазоны времен удерживания, соответствующие легким, средним и тяжелым УВТ. В дальнейшем по положению пиков в определенной области на хроматограмме можно провести отнесение исследуемого нефтепродукта к соответствующей фракции [34].

Сложность определения различных веществ в почве связана с сильным влиянием матричных компонентов (органической и минеральной составляющей) на извлечение и точность определения аналитов, а также неоднородностью образцов.

Так стандарт ИСО 16703:2004 (СТБ 17.13.05-21-2011) [36] устанавливает метод определения суммарного содержания УВ в пробах почвы методом газовой хроматографии. Стандарт применяется при определении всех углеводородов с диапазоном кипения от 175 °С до 525 °С: н-алканов от C10H22 до C40H82, изо-алканов, циклоалканов, алкилбензолов, алкилнафталинов и полициклических ароматических соединений. Метод основан на проведении жидкостной ультразвуковой экстракции смесью ацетон - н-гептан из навески почвы, очистке от полярных соединений на колонке с флорисилом и последующим ГХ анализом с ПИД. Данный метод применим для определения суммарного содержания УВ в диапазоне от 100 до 10000 мг/кг. Описаны методики определения УВТ, содержащие в своем составе соединения с температурами кипения, соответствующими диапазону н-алканов: C7 -C30. Для определения среднелетучих УВТ в почве (бензинов, авиационного и дизельного топлива) предложено использовать ультразвуковую экстракцию дихлорметаном, а для высококипящих топлив (масел и мазутов) – экстракцию в аппарате Сокслета. При определении средне- и высококипящих топлив используют дополнительное упаривание полученных экстрактов в аппарате Кудерна-Даниша. Очистку экстрактов проводят на колонке с силикагелем. Данная методика позволяет проводить определение методом ГХ-ПИД для бензинов (легколетучих топлив) начиная от 20 мг/кг, дизельного топлива – от 50 мг/кг, а высококипящих топлив (масел) – от 100 мг/кг. Применение ультразвуковой экстракции метанолом с последующим использованием динамического парофазного анализа позволяет повысить чувствительность определения для летучих углеводородных топлив в 4 раза.

Целью проводимых на кафедре ПТЭ исследований являлось:

- Определить:
  1. Оптимальные методы анализа.
  2. Сравнительная характеристика экстрагентов.
  3. Критическое время для каждого метода и типа грунта и почвы (время истечения которого уверенная идентификация невозможна).
    - Объект исследования образцы грунта (грунт предварительно смоченный УВ с различной экспозицией).
    - Использованные устройства: фотокамера «Nikon», ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТР «ИНФРАЛЮМ® ФТ-08» с приставкой МНПВО.
    - Пробоподготовка: Экстракция различными экстрагентами (спирт этиловый, гексан, ЧХУ, хлороформ и др.)
    - Снимались ИК – спектры исследуемых веществ.

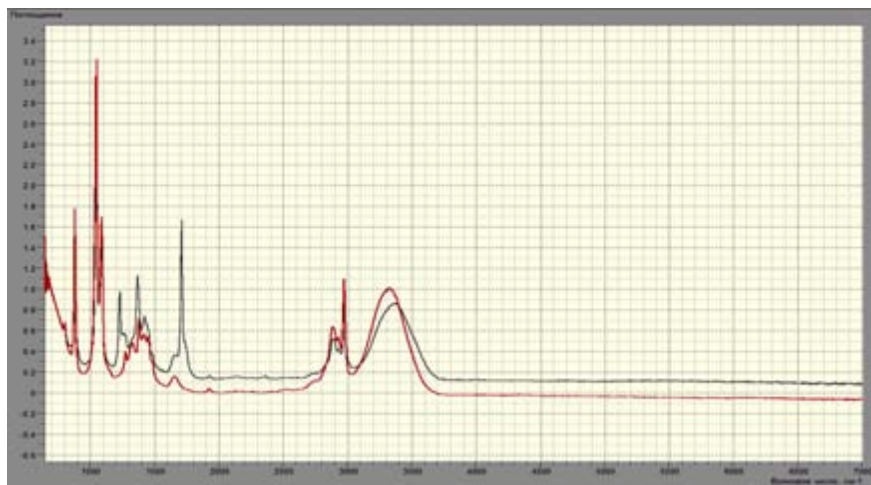


Рис. 1. Результаты исследования (ИК-спектроскопия)

1. Забор проб содержащие летучие компоненты необходимо производить в первый час, после их попадания на грунт.
2. Для каждой группы веществ необходимо применять свои экстрагенты.
3. При экстрагировании в грунте присутствуют компоненты вносящие помехи.
  - Для успешной идентификации УВ решающее значение имеет время отбора проб, методика пробоподготовки и методы анализа

# АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ

*Е.Д. Домаев, М.С. Ондар*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Роль МЧС России – стабильное развитие общества, сохранение благоприятной окружающей среды, защита человека и гуманитарное содействие населению в условиях катастроф и кризисов.

**Первый аспект** - Функционирование Системы 112, другими словами, оперативное воздействие на проблему, возникшую у отдельного человека или организации, – это один из важнейших базовых сегментов масштабного федерального проекта «Безопасный город», внедрение которого мы планомерно осуществляем в регионах. Смысл проекта – обеспечить населению и территориям максимальную защиту от всех видов рисков через управление рисками и системой предупреждения чрезвычайными ситуациями в целом.

Для полной и эффективной реализации данного проекта (Системы 112) необходимо развивать ряд важных направлений. Во-первых, активнее использовать все формы профилактики и переходить на предупреждение, то есть не после происшествия реагировать в надежде, успеем спасти или нет, а в принципе не допустить происшествия – пожара, несчастного случая на воде, аварии на объекте жизнеобеспечения и так далее.

**Второй аспект** - более высокая готовность и ответственность муниципального уровня власти. За счёт этого ресурса удастся приблизить к источнику проблем и оперативность реагирования, и предупредительные мероприятия. Именно для этого создаются институты старост, для этого создаются патрульные группы из числа населения, чтобы как можно быстрее проблему обнаружить и предотвратить.

**Третий аспект** - Применение технологий сегодняшнего дня, таких как беспилотники, инфракрасные датчики. Например, падает температура воды в системе теплоснабжения зимой, а там стоит датчик, который сразу сигнализирует дежурному, что через 2 часа система будет разморожена. Внимание! Начинаем выполнять пошаговый алгоритм и не допускаем чрезвычайной ситуации.

**Четвертый аспект** - это оснащение подразделений, которые предназначены для ликвидации аварийных ситуаций, более современным, удобным, более качественным оборудованием. Есть разница, работать с 18-килограммовым разжимом из металла или работать с 3-килограммовым, который по эффективности не уступает, а весит в 5 раз меньше? И оборудования с собой можно взять больше, и работать быстрее.

**И пятый аспект** - это обучение населения. Начиная с детского сада, а, может, и раньше необходимо внедрять в сознание важность цивилизованного отношения к безопасности как своей, так и общечеловеческой.

Если эти направления развивать более качественно, энергично и грамотно, то мы имели бы другие результаты. Пока, к сожалению, в нашей практике львиная доля несчастных случаев с людьми, которые происходят из-за элементарного нарушения требований безопасности. Вот, один из примеров. Весной на Дальнем Востоке два рыбака вышли в море, не взирая, что навигация ещё закрыта и объявлено штормовое предупреждение. На базе, где стояло их судно, также знали о штормовом предупреждении, но выпустили этот катер, ну, и ряд других нарушений, которые были выявлены затем. Родственники через несколько дней заявили о том, что рыбаки не вернулись. Их искали около 500 человек, три вертолета в течение недели, порядка 11 различных судов отслеживали огромную акваторию. Поиски были безрезультатны, люди погибли.

### **Материальная сторона спасательных операций**

В нашем обществе это не принято, считается циничным, хотя всё чаще этот вопрос задают и журналисты, и представители общественности, и отдельные депутаты. Государство несёт большие расходы - на топливо, на людей, на питание и так далее. Не менее двух десятков миллионов было потрачено в данном случае на Дальнем Востоке. Может быть, эти средства надо было потратить местным властям на предупредительные мероприятия, что позволило бы не допустить выхода людей из бухты вообще? Это было бы гораздо эффективнее, и люди остались бы живы. А так, и средства потратили, и не спасли. И не было шансов спасти, потому что все условия безопасности были нарушены.

### **Пробелы в системе безопасности и возможность их устранения**

Один из главных пробелов в системе безопасности - ответственность. Или безответственность как рядовых граждан, так и руководителей разных уровней. Муниципальные власти, в частности, пока не очень добросовестно подходят к вопросам безопасности. **Пример:** случай произошел в Красноярском крае весной, по последнему льду, на водохранилище в Шарыповском районе оторвало льдину со 118 рыбаками, среди которых было 15 детей. Имея уже богатый опыт отрывов льдин с людьми по всей стране, были выработаны конкретные и понятные методические рекомендации для муниципальных властей, потому что безопасность на внутренних водах находится в их компетенции по законодательству. Руководству муниципалитета оставалось только организовать работу, чтобы в опасный период не допускать случаев выхода людей на лёд. Требовалось, путём бурения лунок определить толщину льда. Понимая, где лёд может отколоться, учитывая течение и гидрологию, обозначить опасную территорию на карте. Вот за эту границу выходить опасно! Выставляем на водоёме вешки через 100-200 метров в зависимости от акватории. За этими вешками находятся патрули. Маленькую территории патрулируют пешком, протяжённую - на снегоходах, квадроциклах, судах на воздушной подушке. До этой границы, пожалуйста, ловите рыбу, купайтесь моржи, что хотите, делайте. А кто пытается выходить в опасную зону, региональное законодательство вполне позволяет штрафовать. Пусть небольшими штрафами, но всё-таки это мера административного

воздействия. Ничего этого сделано не было. Есть уже всё готовое, выполните, чтобы беды не произошло. Просто не сделали, проигнорировали! И опять экстренно организовывали масштабную спасательную операцию, привлекая огромное количество сил и средств. Да, и сами муниципальные руководители сколько нервов потратили, пока всё не завершилось. Благо, всех спасли! И снова остаётся открытым вопрос **ответственности родителей**, которые в опасный период, в ветреную погоду отправляют детей на подлёдную рыбалку.

Ещё один несовершенный момент – **отсутствие механизма поощрения людей**, желающих поучаствовать в вопросах комплексной безопасности. Если привести конкретный пример, то это старосты населённых пунктов, как раз те самые добровольцы, которых мы видим в качестве помощников, особенно в отдалённых поселениях, где даже представителей власти нет, не то, чтобы оперативных служб. От старосты мы рассчитываем, **во-первых**, своевременно получить сообщение о проблеме, **во-вторых**, с привлечением односельчан организации решения этой проблемы на первоначальном этапе. Будь то упавший провод ветками огородить, пока ближайшее пожарно-спасательное подразделение добирается, или детей остановить, не пустить на лёд покататься на льдине, а потом мы их будем искать со спасателями и водолазами. Таких людей необходимо поощрять. Понятно, что доброе слово всегда приятно, но хочется и грамоту получить, и премию, и в газете про себя прочитать, и сфотографироваться с руководителем субъекта, много есть способов поощрения. **Это самый большой пробел**, что широкие массы населения не привлекаются к реализации задач по безопасности, особенно на этапе предупреждения. Необходимо обратить на это внимание в первую очередь законодательно, и тогда многих бед можно было бы избежать ещё в начальной стадии.

*Необходимо стараться воздействовать убеждением и разъяснением. Обращаясь к главе района или к руководителю организации, говорим, это же наши граждане, это же ваши люди, ваши родственники, ваши дети, которые могут прыгать с берега на тарзанке, которая обязательно когда-нибудь оборвётся, а ребёнок упадет и повредит себе шею.*

Напоминать, что вас, уважаемые главы, выбрал народ. Люди, опуская избирательный бюллетень в урну для голосования, надеются, что вы им обеспечите достойную жизнь, в том числе и безопасную, а не просто выберут, чтобы вы заняли какой-то кабинет. Вот, такие методы стараемся использовать, но если совсем не понимают раз, два, три, тогда есть возможность наказать штрафом в соответствии с кодексом об административных правонарушениях. Есть правоохранительные органы, которые имеют право применить более жёсткие меры принуждения к таким должностным лицам.

Организовывать работу, принимая во внимание менталитет наших граждан, сложившиеся стереотипы, и в то же время, стараясь воздействовать на умы граждан и руководителей, формируя другое, более ответственное отношение к вопросам основ безопасности, формируя культуру безопасного поведения.

# ПРОГНОЗ ОПАСНОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ С УЧЕТОМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

*Ю.А. Андреев, П.В. Ширинкин, Р.Г. Шубкин*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Известно, что на количество техногенных пожаров, кроме численности населения, большое влияние оказывает климат [1-6], а количество пожаров, в свою очередь, определяет число людей, погибших и травмированных при пожарах.

Статистический анализ данных о пожарах за 2016 год в семи населенных пунктах Красноярского края, расположенных в различных климатических условиях (города Минусинск, Красноярск, Лесосибирск, Игарка, села Казачинское и Ванавара, поселок Балахта, рис.), и погодных условиях, таких как температура и относительная влажность воздуха, скорость ветра, показал, что наибольшая корреляция наблюдается между количеством пожаров и относительной влажностью воздуха, а температура воздуха коррелирует как с количеством пожаров, так и с их последствиями (табл. 1).

**Таблица 1.** Корреляция между основными показателями обстановки с пожарами и характеристиками погодных условий

Показатель обстановки с пожарами	Коэффициенты корреляции с погодными характеристиками:		
	температура воздуха, °С	относительная влажность воздуха, %	скорость ветра, м/с
Количество пожаров, сл./мес.	-0,87	-0,91	-0,34
Количество погибших, сл./мес.	-0,77	0,48	-0,06
Количество пострадавших, сл./мес.	-0,72	0,44	-0,13





*Рис. 1. Схема расположения населенных пунктов Красноярского края*

Данные корреляционные связи с учетом прогностических данных погодных условий могут быть использованы для прогноза основных показателей обстановки с пожарами. С этой целью можно использовать уравнение множественной регрессии (формула) и коэффициенты уравнения, полученные для семи населенных пунктов Красноярского края (табл. 2).

$$N=x+at+bf+cv,$$

где  $N(N1, N2)$  – частота пожаров (случаев трвмирования, гибели людей), сл./мес.;

- $x, a, b, c$  – коэффициенты уравнения для населенных пунктов;
- $t$  – прогнозируемая среднемесячная температура воздуха, °С;
- $f$  – прогнозируемая среднемесячная относительная влажность воздуха, %;
- $v$  – прогнозируемая среднемесячная скорость ветра, м/с.

**Таблица 2.** Коэффициенты уравнения множественной регрессии для семи населенных пунктов Красноярского края

Показатель	Коэффициенты уравнения множественной регрессии для населенных пунктов:			
	$x$	$a$	$b$	$c$
Минусинск				
N	6,365	0,022	0,068	-0,969
N <sub>1</sub>	1,352	0,011	-0,006	-0,232
N <sub>2</sub>	4,411	0,018	0,055	0,451
Балахта				
N	15,498	-0,057	-0,139	-1,622
N <sub>1</sub>	3,3	-0,019	-0,029	0,363
N <sub>2</sub>	3,756	-0,13	-0,033	-0,489
Красноярск				
N	54,818	-0,601	0,845	1,316
N <sub>1</sub>	9,435	-0,183	0,045	0,675
N <sub>2</sub>	3,422	-0,079	0,005	-0,244
Казачинское				
N	-3,225	-0,024	0,024	0,888
Лесосибирск				
N	15,283	-0,28	-0,095	0,482
N <sub>1</sub>	0,267	-0,006	-0,015	0,394
N <sub>2</sub>	-0,74	0,025	0,015	-0,014
Ванавара				
N	-0,622	-0,006	0,013	-0,272

Игарка				
N	-0,364	-0,006	-0,005	0,314

*Примечание:* в связи с отсутствием в 2016 г. людей, травмированных и погибших при пожарах в г. Игарка, с. Ванавара, с. Казачинское, коэффициенты для данных уравнений не рассчитывались.

Вследствие влияния на процесс возникновения пожаров и их последствий большого числа случайных факторов, а также с учетом точности долгосрочных прогнозов погодных условий, которая составляет 60-80%, рассчитываемые данные следует признать ориентировочными, которые отражают уровень опасности возникновения пожаров, случаев травмирования и гибели людей в наступающем месяце.

### **Литература:**

1. Фирсов А.Г. Влияние природно-климатических характеристик на обстановку с пожарами в административно-территориальных единицах России // Научно-техническое обеспечение функций Государственной противопожарной службы: Сб. науч. тр. - М.: ВНИИПО, 1996, С.56-62.
2. Мешалкин Е.А., Фирсов А.Г., Порошин А.А. Зонирование территории Российской Федерации по показателям обстановки с пожарами с позиции климатических факторов // Пожарная безопасность. - 1998. - № 1. - С. 40-46.
3. Мешалкин Е.А., Фирсов А.Г., Порошин А.А. Исследование влияния некоторых геофизических условий на обстановку с пожарами в административно-территориальных образованиях России // Пожарная безопасность. - 1998. № 1. - С. 40-46.
4. Мешалкин Е.А., Фирсов А.Г., Порошин А.А. Геофизические факторы и обстановка с пожарами в регионах России // Обеспечение организационно-управленческой деятельности государственной противопожарной службы. Сб. науч. тр. - М.: ВНИИПО, 2000. - С. 22-33.
5. Андреев Ю.А. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах: диссертация ... доктора технических наук: 05.26.03. – М., 2003. – 333 с.
6. Батуро А.Н. Управление регламентом противопожарных мероприятий в регионе на основе прогнозирования количества пожаров с учетом климатических факторов: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.10. – Санкт-Петербург, 2014. – 121 с.

# ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Е.В. Гвоздев*

*ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»*

Устойчивое развитие любого предприятия производящего продукцию для жизнеобеспечения населения крупных городов мегаполисов, в существенной степени определяется его видами производства – товаров, услуг, где к категории основных отнесены предприятия, деятельность которых направлена на первоочередное жизнеобеспечение населения водой, теплом, электроэнергией и т.д. [5].

Производственные предприятия, как правило, являются крупными, сложными, критериально отнесенными к категории «опасного производственного объекта», требующими ресурсного обеспечения для всех звеньев экономики задействованных в производственной деятельности.

Производственный процесс предприятий происходит в среде повышенного риска возникновения различных видов техногенных опасностей, в том числе связанных и с обращением взрывопожароопасных веществ и материалов, требует комплексного подхода в обеспечении безопасности объектов защиты предприятия (рис. 1).



*Рис. 1. Направления комплексной безопасности, реализуемые на предприятии*

В работе объектом исследования является не весь комплекс вопросов, охватываемых понятием «безопасность», а лишь проблемы комплексной безопасности предприятия, которые требуют решения во внутренней среде функционирования предприятия за счет разработки мер профилактики опасностей имеющих детерминированную природу возникновения.

Представленное (рис. 1) направление «*Антитеррористическая защищенность*» в содержании внутренней среды функционирования предприятия не будет рассматриваться, по причине стохастической природы возникновения опасностей террористического характера. Именно данное ограничение позволит охарактеризовать функциональное содержание отдельно взятых направлений (промышленной и пожарной безопасности, ГО и ЧС, охраны труда, экологической безопасности и т.д.), выбора концептуальных направлений в информационном и аналитическом обеспечении безопасности для реализации комплексного подхода.

С учетом этого под понятием «*комплексная безопасность предприятия*» в дальнейшем в прикладном смысле, будем понимать *совокупность взаимодействующих между собой функциональных направлений безопасности (промышленной и пожарной безопасности, ГО и ЧС, охраны труда, экологической безопасности и т.д.), объединенных единым замыслом решения сформулированных проблем для достижения заданной цели* [5].

Результаты проведенного анализа в регулировании комплексной безопасностью в странах Евросоюза и России указывают на различные подходы при реализации надзорных функций и функций контроля в управлении КБ на Государственном уровне (рис.2).



Рис. 2. Результат анализа подходов в регулировании комплексной безопасностью в странах Евросоюза и в России

Сравнительный анализ (рис.2) свидетельствует о дополнительном воздействии на бизнес в России со стороны надзорных органов, что представляет значительную нагрузку на производственную деятельность предприятий, не выполняются поручения Президента России (о мерах по снижению административной нагрузки на бизнес) [1]. Представленное дополнительное административное давление на бизнес-структуры со стороны надзорных органов РФ, не позволяет обеспечить высокий уровень КБ на предприятии, на объектах защиты предприятий по-прежнему возникают – инциденты, аварии, пожары, травмы с тяжелыми последствиями у персонала связанные с производственной деятельностью, возникают пожары и чрезвычайные ситуации (ЧС) техногенного характера.

Существующая система комплексной безопасности (СКБ) на предприятии характеризуется наличием полей имеющих пробелы (поля №1) и областей пересечений (поля №2). Проведенный анализ статистики возникновения опасностей техногенного характера, указывает на наличие опасностей, которые отнесены к прочим (8-12% от общего количества) имеющих принадлежность к полям №1, которые возникают из за нечеткого взаимодействия в межотраслевых направлениях (рис. 3). Области пересечений №2 характеризуются дублированием требований надзора (контроля), перенасыщены в исполнении организационных и технических задач ряда отраслевых направлений.

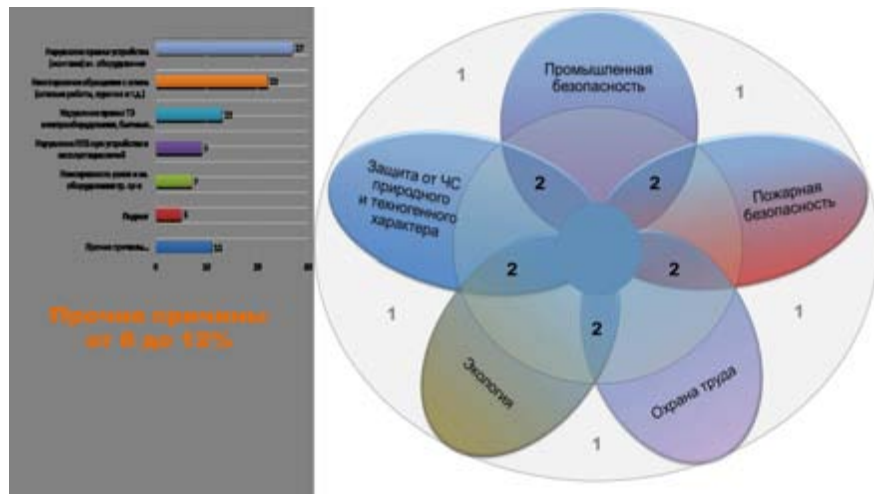


Рис. 3. Результат анализа статистики возникновения опасностей техногенного характера

Указанные недостатки позволили сформулировать целевое направление КБ на предприятии, связанное с разработкой и реализацией мероприятий направленных на исключение (минимизацию) условий возникновения

опасностей происходящих во внутренней среде функционирования предприятия.

Разработка и реализация изложенных направлений требует оснований для централизации управления КБ на КП.

По мнению Новикова Д.А. в работе [3] представлен ряд факторов оказывающих непосредственное влияние на эффективность управления в многоуровневых активных системах (АС), к ним относятся факторы – агрегирования; экономический фактор; фактор неопределенности; организационный и информационный факторы.

Рассматриваемые факторы оказывают существенное влияние на эффективность управления АС, позволяют провести сравнение для утверждения о целесообразности централизации или децентрализации рассматриваемой СКБ на предприятии (рис. 4).

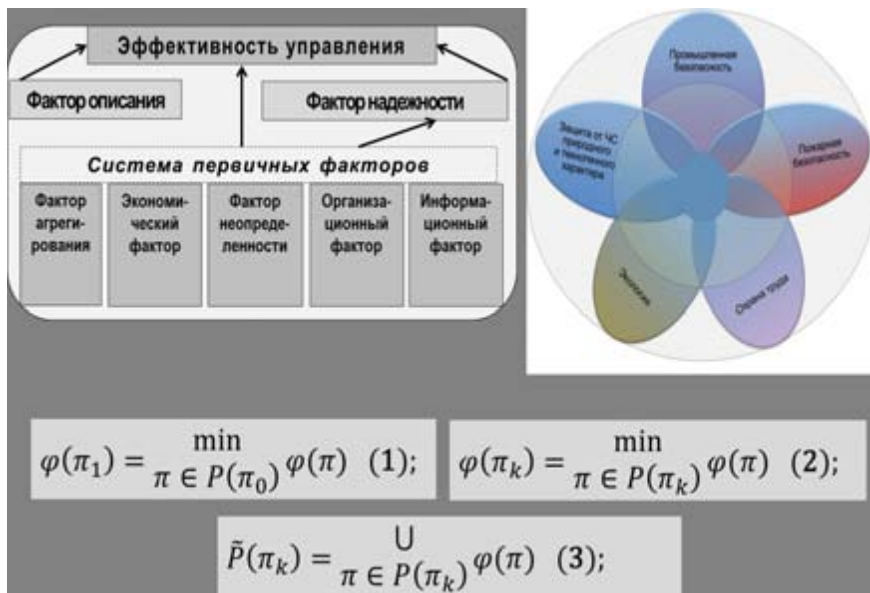


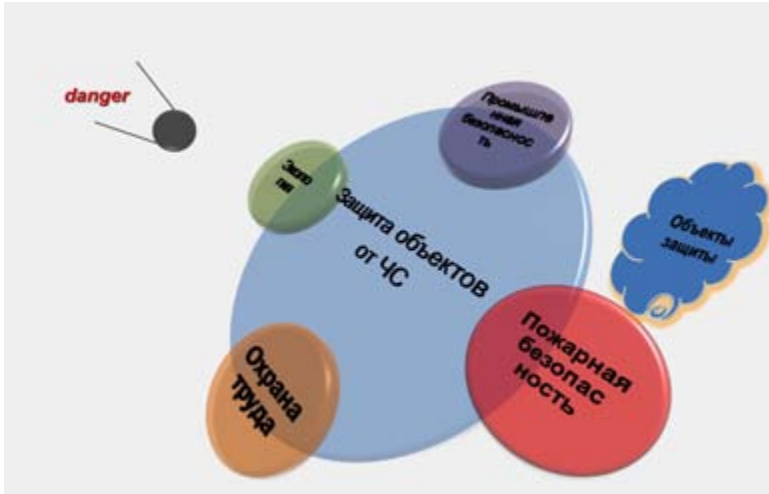
Рис. 4. Специфика в реализации КБ на КП

Учитывая то, что рассматриваемая СУ является сложной, многокомпонентной, многоуровневой, возникает необходимость ответить на вопрос: почему управляемым субъектам необходимо наличие управляющего органа?

Для решения данной задачи наиболее предпочтительно использование метода локальной оптимизации. Процедура использования предлагаемого метода является выбор наиболее целесообразных вариантов решений

с применением формул 1-3 в множестве  $P(\pi)$  так называемых соседних решений в окрестности решения  $\pi$  (рис. 4) [4].

В качестве концептуальных решений для формирования эффективнодействующей СКБ на предприятии предлагается рассмотреть направление (защита объектов от ЧС), которое потребует назначить координационным органом управления, осуществляющим деятельность в качестве базовой надстройки для организации взаимодействия между управляемыми подсистемами (рис. 6)[6].



*Рис. 5. Концептуальная модель обеспечения комплексной безопасности объектов защиты предприятия*

Таким образом, в настоящей работе, которая может рассматриваться как одной из первых в систематизации управления КБ на предприятии, были представлены доказательства о необходимости централизованного управления в рассматриваемой системе КБ с целью выработки четкого взаимодействия между управляемыми подсистемами.

Очевидно, решение задач в качественном управлении системой КБ на предприятии потребует совершенствования подходов в организации надзора (контроля) на Государственном уровне с целью корректировки деятельности надзорных органов по отношению к функциональным направлениям входящим в систему КБ предприятия.

### **Литература:**

1. Путин В.В. Поручения Правительству и Генпрокуратуре РФ от 15.08.2017г.
2. Воробьев Ю.Л.. Доклад на тему: «Комплексная безопасность человека:



вчера, сегодня, завтра. Совет Федерации РФ 2016 г.

3. Новиков Д.А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем. М.: Фонд «Проблемы управления», 1999. – 161 с.
4. Баркалов С.А., Буркова И.В., Колпачев В.Н., Потапенко А.М. Модели и методы распределения ресурсов в управлении проектами – М.2004 (Научное издание/Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН).
5. Гвоздев Е.В. Информационно-управляющая система обеспечения пожарной безопасности территориально распределенных объектов жилищно-коммунального типа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва 2016г.
6. Гвоздев Е.В. Моделирование системы оценки и планирования мероприятий пожарной безопасности для территориально распределенных крупных организаций/ Е. В. Гвоздев. - Москва: Академия гражданской защиты МЧС России, 2016. — 200 с.

# ОБЗОР И АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПИРОМЕТРОВ

*С.А. Гарелина, К.П. Латышенко, А.В. Фрунзе*

*ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»*

Температурный контроль является одной из важнейших областей контроля в познавательной и хозяйственной жизни современного общества. Без него невозможно обеспечить повторяемость технологических процессов, добиться высокого качества выпускаемой продукции, обеспечить безопасность функционирования промышленных, бытовых и транспортных объектов. Он играет важную роль в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, при мониторинге и контроле ЧС и т.п.

По типу взаимодействия с контролируемым объектом методы температурного контроля делят на контактные и бесконтактные.

Контактные методы контроля чаще всего осуществляют с использованием термпар и термосопротивлений. Их достоинством является достаточно высокая точность, простота и дешевизна датчиков. К недостаткам можно отнести невозможность измерений температуры выше 2000 – 2500 °С, а также недолговечность работы датчиков в тяжёлых условиях (высокие температуры, движущиеся объекты измерений и т.д.).

Приборы, реализующие бесконтактные методы контроля температуры, называют пирометрами. Бесконтактные методы температурного контроля являются неразрушающими, они идеальны для измерений в области высоких температур, вплоть до 4000 °С. Они также прекрасно адаптированы к контролю движущихся объектов, объектов в вакуумных камерах и т.д. В ряде случаев (медицина, биология, пищевая промышленность, ЧС) возникают требования исключения любого контакта с контролируемым объектом, и бесконтактные методы температурного контроля в данных случаях безальтернативны.

Но бесконтактным методам присущи и свои серьёзные недостатки. В первую очередь – это зависимость принятого приёмником пирометра сигнала от излучательной способности контролируемого объекта.

Классические пирометры спектрального отношения не требуют ввода в них коэффициента излучения, что выгодно отличает их от энергетических. Однако при контроле температуры объектов, спектральная излучательная способность которых зависит от длины волны излучения (так называемых «несерых объектов»), эти пирометры также измеряют температуру с заметными погрешностями, тем большими, чем больше крутизна роста или спада излучательной способности с ростом длины волны.

Как хорошо известно, погрешности, возникающие при измерениях физических величин при помощи тех или иных средств измерений (СИ), принято делить на методические и инструментальные. Методические погрешности – это те погрешности, которые присущи данному методу измерений. Они возникают вне зависимости от того, насколько хорошо калиброваны

СИ. Методические погрешности нельзя исключить простым улучшением метрологических характеристик измерительных приборов, без изменений методики измерений.

В отличие от методических, инструментальные погрешности являются следствием недостатков, присущих самим СИ. Они могут быть уменьшены или исключены при усовершенствовании СИ – термостабилизацией узлов, экранировкой, установкой более чувствительных датчиков, более точной калибровкой и т.д.

Бесконтактные измерения температуры характеризуются большим количеством как методических, так и инструментальных систематических погрешностей. Методические погрешности являются следствием того, что сигналы, вырабатываемые приёмниками излучения, определяются не только температурой измеряемой поверхности, но и её излучательной способностью. Неучёт или неправильный учёт последней приводит к появлению методической погрешности, обусловленный излучательной способностью объекта измерений. Кроме того, объект измерения характеризуется ещё и отражательной способностью, благодаря которой в принятом приёмником сигнале может быть доля энергии, обусловленной переотражением излучения находящегося вблизи с измеряемым нагретого постороннего объекта. Неучёт этого ведёт к методической погрешности, обусловленной переотражением, и т.д. Таких погрешностей для энергетических пирометров набирается почти десяток, что предопределяет высокую сложность точного измерения температуры объектов энергетическими пирометрами.

Пирометры спектрального отношения характеризуются всего одной методической погрешностью.

Если к этому добавить и инструментальные погрешности, которых тоже набирается около десятка, то становится ясно, что такое разнообразие источников погрешностей требует, чтобы измерения производились не «из общих соображений», а согласно грамотно составленным методик измерения, а приборы для них выбирались с учётом всех особенностей объекта измерений [1].

В докладе рассмотрены и систематизированы все методические погрешности, возникающие при измерениях пирометрами, а также способы их устранения или минимизации:

- вследствие неучёта излучательной способности для яркостного пирометра;
- вследствие ввода неправильного значения излучательной способности для яркостного пирометра;
- вследствие неучёта излучательной способности для радиационного пирометра;
- вследствие ввода неправильного значения излучательной способности для радиационного пирометра пирометра;

- вследствие переотражения измеряемым объектом излучения близко расположенного постороннего нагретого объекта;
- вследствие зависимости результатов измерения энергетическим пирометром от расстояния до объекта измерений;
- вследствие зависимости результатов измерения энергетическим пирометром от степени заполнения измеряемым объектом поля зрения оптической системы;
- вследствие зависимости результатов измерения энергетическим пирометром от наличия поглощающей среды между пирометром и объектом измерений;
- вследствие зависимости результатов измерения радиационным пирометром от температуры корпуса пирометра;
- вследствие влияния на результат измерения пирометра спектрального отношения изменения  $\epsilon\lambda$  (излучательная способность измеряемого объект на длине волны  $\lambda$ ) с изменением длины волны излучения.

Инструментальная погрешность вследствие влияния на результат измерения пирометра температуры окружающей среды (ОС):

- вследствие влияния температуры ОС на пирометры с тепловыми приёмниками;
- вследствие влияния температуры ОС на пирометры с фотоэлектрическими приёмниками;
- вследствие влияния температуры ОС на спектральные характеристики светофильтров;
- вследствие влияния температуры ОС на напряжение, вырабатываемое источником опорного напряжения АЦП;
- вследствие влияния температуры ОС на напряжение сдвига и на коэффициенты усиления схем на операционном усилителе.

Инструментальная погрешность вследствие влияния на результат измерения пирометра с пироэлементом изменения частоты модуляции энергетического потока.

Инструментальная погрешность вследствие влияния на результат измерения пирометра сильного магнитного поля.

Инструментальная погрешность вследствие влияния на результат измерения пирометра спектрального отношения погрешности АЦП.

Таким образом, пирометрам для решения обратной задачи в теории излучения присущи почти полтора десятка различных систематических погрешностей.

Систематизированы и описаны все известные на настоящий момент методические и инструментальные погрешности средств бесконтактного температурного контроля веществ, материалов и изделий. Определено влияние каждой из них на погрешность измерений, выработаны рекомендации

по их минимизации. Описаны ранее не рассмотренные методическая погрешность энергетических пирометров за счёт расстояния между объектом и пирометром, и инструментальная погрешность пирометров спектрального отношения за счёт сдвигов характеристики преобразования АЦП. Выявлены ошибки в известных соотношениях для методической погрешности энергетических пирометров при облучении их близко расположенными нагретыми объектами.

Анализ всех погрешностей позволяет сделать следующий главный вывод. Минимальными погрешностями (причём практически всеми) обладают пирометры на основе фотодиодов, в первую очередь структуры Si (диапазон от 0,4 до 1,06 мкм), за ними – InGaAs (диапазон от 0,8 до 1,6 мкм). Пирометры с приёмниками с диапазоном от 2 – 6 до 8 – 14 мкм уступают фотодиодным приёмникам во всех методических погрешностях, и их использование оправдано только для измерения температур ниже 200 ° [2, 3, 4].

### **Литература:**

1. Беленький, А.М. Измерение температуры: теория, практика, эксперимент / А.М. Беленький, М.Ю. Дубинский, М.Г. Ладыгичев, В.Г. Лисиенко. Справочное издание: В 3-х томах. Т.2 – М.: Теплотехник, 2007. – 736 с.
2. Фрунзе, А.В. Методические погрешности современных пирометров и способы их минимизации / А.В. Фрунзе // Метрология – 2012. – № 7 – С. 25 – 38.
3. Фрунзе, А.В. Пирометры спектрального отношения: преимущества, недостатки и пути их устранения / А.В. Фрунзе // Фотоника – 2009. – № 4 – С. 32 – 37.
4. Фрунзе, А.В. Влияние методических погрешностей на выбор пирометра / А.В. Фрунзе // Фотоника – 2012. – № 3. – С. 46 – 51, № 4 – С. 56 – 61.

# АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПИРОМЕТРОВ И ПИРОМЕТРОВ СПЕКТРАЛЬНОГО ОТНОШЕНИЯ

*С.А. Гарелина, К.П. Латышенко, А.В. Фрунзе*

*ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»*

Пирометры нашли широкое применение в исследовании теплофизических процессов на пожарах. Известны яркостные, цветовые и радиационные пирометры. В настоящее время в мире энергетических пирометров используется больше, чем остальных пирометров. При этом количество пирометров спектрального отношения, пришедших на смену цветовым пирометрам, в нынешнем столетии заметно увеличилось.

И энергетические пирометры, и пирометры спектрального отношения имеют как достоинства, так и недостатки, в силу чего ни те, ни другие не в силах вытеснить друг друга с потребительского рынка [1, 2].

Энергетические пирометры проще пирометров спектрального отношения. У пирометров спектрального отношения должно быть не менее двух приёмников, усилителей и преобразователей, в то время как энергетические имеют один комплект всех необходимых узлов.

Ещё одно преимущество энергетических пирометров – более высокая, чем у пирометров спектрального отношения, разрешающая способность. Это предопределило преимущественное использование энергетических пирометров в различных эталонных установках.

В силу ряда причин энергетические пирометры вне конкуренции при измерении температур ниже 300 – 400 °С и при работе в узких спектральных диапазонах.

Основная проблема энергетической пирометрии – зависимость результатов измерений от излучательной способности объекта  $\epsilon$ . То есть при одной и той же температуре различные тела излучают по-разному – одни сильнее, другие – слабее. В термодинамике принято, что излучательная способность идеального излучателя – абсолютно чёрного тела (АЧТ) – равна единице, а излучательная способность реальных тел (естественно меньшая, чем у идеального излучателя) лежит в диапазоне от 0,02 – 0,03 (у полированного алюминия она менее 0,1) до 0,98 – 0,99 (у закопчённой поверхности составляет 0,95 – 0,98).

При работе с энергетическими пирометрами для коррекции занижения результатов измерений объекта с малым значением  $\epsilon$  нужно довольно точно знать его излучательную способность. В ряде случаев можно требуемую информацию получить из справочников. Но очень часто в них отсутствуют данные о предназначенном для измерения объекте, или приведённые данные некорректны (к примеру, справедливы для пирометра, работающего в ином спектральном диапазоне). Так что вместо задачи по измерению температуры объекта перед оператором встаёт задача определения правильного значения

коэффициента коррекции. И иногда вторая задача оказывается вовсе не проще первой.

Помимо зависимости от излучательной способности, энергетические пирометры имеют и ряд иных существенных недостатков выражающихся в том, что результаты измерений зависят от:

- расстояния до измеряемого объекта;
- формы объекта;
- запылённости и загазованности промежуточной среды;
- наличия защитных стёкол;
- наличия непрозрачных объектов в поле зрения пирометра;
- боковых засветок при работе с крупноразмерными объектами;
- переотражений измеряемым объектом излучения сильно нагретых объектов, расположенных рядом.

Как видно, факторов, мешающих получению энергетическими пирометрами точных результатов, набирается с десяток. А главное, эти пирометры лишены прослеживаемости к первичным эталонам. Именно поэтому пользователи, среди которых немало специалистов-метрологов, всё чаще пытаются использовать пирометры спектрального отношения, более дорогие, чем энергетические, но свободные от всех вышеперечисленных недостатков.

Практически все выпускаемые сегодня пирометры спектрального отношения имеют два приёмника, чувствительных на разных длинах волн, и определяют температуру по отношению сигналов от этих приёмников. Такой принцип измерения температуры позволяет избавиться от всех вышеперечисленных недостатков, свойственных энергетическим пирометрам. Зависимость сигнала от расстояния одинакова для обоих приемников пирометра спектрального отношения, поэтому на отношение сигналов она не влияет, и у пирометров спектрального отношения нет зависимости результатов измерений от расстояния. Одинаково влияет на сигналы с обоих приемников, оставляя неизменным их отношение, и форма измеряемого объекта, и запылённость, загазованность промежуточной среды. Пирометры спектрального отношения практически нечувствительны к наличию небольших непрозрачных объектов в поле зрения пирометра, и также нечувствительны к наличию перед пирометром защитных стекол (например, стекол смотровых окон в вакуумных камерах). На результатах их измерений не сказываются боковые засветки от крупноразмерных объектов, т.к. эти засветки одинаковым образом увеличивают показания обоих приёмников, при этом отношение сигналов по-прежнему остается неизменным. Да и отличие от единицы излучательной способности измеряемого объекта чаще всего приводит к одинаковому уменьшению сигналов с обоих приёмников, так что отношение сигналов в очень многих случаях не зависит от  $\epsilon$ . То есть, при использовании пирометра спектрального отношения не нужно искать правильное значение излучательной способности – корректный результат измерения обычно получается и без знания  $\epsilon$ .

Но и пирометры спектрального излучения не лишены серьёзных недостатков. Первым является цена, более высокая, чем у сопоставимых по основным характеристикам энергетических пирометров.

Вторым недостатком является весьма значительная погрешность, возникающая при измерении пирометрами спектрального отношения температуры «несерых тел». Достоинства и недостатки упомянутых пирометров сведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Достоинства и недостатки основных классов пирометров

Характеристика пирометра	Энергетические пирометры	Пирометры спектрального отношения
Диапазон измеряемых температур	От отрицательных до 3500 °С и выше	От 500 до 3500 °С и выше
Минимальная инструментальная погрешность	0,1 – 0,2 % от результата измерений температуры МЧТ	0,2 – 0,3 % от результата измерений температуры МЧТ
Стоимость	От \$100 до \$15000	От 2000 до \$20000
Необходимость знать излучательную способность	Есть всегда	Есть лишь для «несерых тел»
Зависимость от расстояния	Есть	Отсутствует
Зависимость от запылённости	Есть	Отсутствует
Зависимость от формы объекта	Есть	Отсутствует
Зависимость от наличия посторонних объектов в поле зрения СИ	Сильная	Слабая
Зависимость от наличия шлака на поверхности объекта измерения	Сильная	Слабая
Зависимость от боковых засветок	Есть	Отсутствует
Зависимость от отражений от более горячих объектов	Есть	Отсутствует



Зависимость от наличия стекол в поле зрения прибора	Сильная	Практически отсутствует
Возможность измерения объектов меньше пятна поля зрения	Нет	Нет

Таким образом, анализ таблицы показывает, что пирометры спектрального отношения имеют целый ряд существенных преимуществ по сравнению с энергетическими пирометрами. Поэтому количество используемых пирометров спектрального отношения растёт, в том числе у системе МЧС, в последние годы быстрее, чем парк энергетических, даже несмотря на то, что в среднем стоимость первых заметно выше, чем стоимость вторых.

### **Литература:**

1. Беленький, А.М. Измерение температуры: теория, практика, эксперимент / А.М. Беленький, М.Ю. Дубинский, М.Г. Ладыгичев, В.Г. Лисиенко. Справочное издание: В 3-х томах. Т.2 – М.: Теплотехник, 2007. – 736 с.
2. Фрунзе, А.В. Пирометры спектрального отношения: преимущества, недостатки и пути их устранения / А.В. Фрунзе // Фотоника – 2009. – № 4 – С. 32 – 37.

# **РАСЧЕТ ИНДЕКСА УЩЕРБА ОТ ПОЖАРА, ПРИХОДЯЩЕГОСЯ НА ОДНОГО ЧЕЛОВЕКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*И.А. Кайбичев <sup>1</sup>, Е.И. Кайбичева <sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России*

*<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический университет*

Актуальность задачи совершенствования государственного планирования подтверждает принятие федерального закона Российской Федерации «О стратегическом планировании» [1]. Частью этой важной задачи является планирование деятельности МЧС России. В процессе практической реализации часто встает вопрос управления убытками от пожаров. При этом необходимо сформировать три группы регионов: кризисные, опасные, безопасные. Это позволит установить три категории финансирования региональных подразделений МЧС России.

Эта проблема была решена ранее с помощью введения индекса материального ущерба от пожаров в Российской Федерации на примере статистических данных 2006-2010 годов для городской [2] и сельской [3] местности. Метод расчета такого индекса основан на подходе Доу-Джонса. Отметим, что индекс Доу-Джонса является самым известным из фондовых индексов [4]. Листинг индекса состоит из 30 крупнейших компаний США. Само значение индекса получают путем расчета среднего арифметического от цен акций этих компаний.

Нами при разработке индекса материального ущерба от пожаров в процедуру расчета были внесены изменения. Цены акций промышленных корпораций заменили на размер материального ущерба от пожаров в регионах Российской Федерации. От жесткой фиксации 30 регионов РФ в листинге индекса мы отказались. В листинг включали 30 субъектов Российской Федерации с максимальными значениями материального ущерба. Значение индекса получали расчетом среднего арифметического показателей регионов, попавших в листинг.

Предложенная схема расчета не учитывала диспропорции в численности населения регионов Российской Федерации. Эту проблему удалось решить путем разработки индекса ущерба от пожаров, приходящегося на одного человека [5]. Отметим, что при этом были использованы статистические данные 2009 и 2010 годов. Выполним расчет индекса ущерба, приходящегося на одного человека, на основе статистических данных 2016 года [6].

В результате расчета получили листинг индекса ущерба от пожаров, приходящегося на одного человека, для 2016 года (табл. 1).

№	Регион	Ущерб на 1 чел., руб
1	<b>Камчатский край</b>	1770,06
2	<b>Брянская область</b>	727,6
3	<b>Республика Марий Эл</b>	538,15
4	<b>Архангельская область</b>	524,15
5	<b>Республика Бурятия</b>	445,51
6	<b>Чукотский автономный округ</b>	398,73
7	<b>Калужская область</b>	360,32
8	Рязанская область	252,5
9	Ямало-Ненецкий автономный округ	208,6
10	Свердловская область	201,37
11	Приморский край	201,12
12	Московская область	184,56
13	Тверская область	169,21
14	Республика Мордовия	150,97
15	Амурская область	150,76
16	Владимирская область	126,77
17	Кировская область	125,08
18	Псковская область	122,09
19	Ивановская область	104,48
20	Чувашская Республика	101,1
21	Иркутская область	99,53
22	Вологодская область	98,1
23	Липецкая область	95,66
24	Саратовская область	94,64
25	Ульяновская область	93,49
26	Калининградская область	92,43
27	Белгородская область	92,38
28	Красноярский край	91,95
29	Самарская область	91,09
30	Новгородская область	88,48
Индекс ущерба, приходящегося на 1 человека, руб		260,03

Группу из 30 регионов Российской Федерации, вошедших в листинг, считаем опасной. В этих субъектах целесообразно разработать мероприятия по снижению ущерба от пожаров, приходящегося на одного человека. Соответственно, региональные управления МЧС России требуют увеличения финансирования для проведения разработанных ими мероприятий.

Регионы, не попавшие в листинг, не вносят существенной роли в размер ущерба от пожаров, приходящегося на одного человека.

Выделим кризисную группу. В неё включим субъекты с показателями большими или равными значению индекса. Так в кризисную группу 2016 года попали 7 регионов: Камчатский край, Брянская область, Республика Марий Эл, Архангельская область, Республика Бурятия, Чукотский автономный округ, Калужская область. Для этих субъектов нужно разрабатывать программу неотложных мероприятий.

Выполненный расчет индекса ущерба от пожаров, приходящегося на одного человека, может быть полезен для принятия управленческих решений в МЧС России и страховых компаниях. Отметим, что ранее авторами был разработан индекс прямого ущерба от пожаров в сельской [7] и городской [8] местности Российской Федерации

#### **Литература:**

1. О стратегическом планировании в Российской Федерации: федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ ( в ред. от 03 июля 2016 г.).
2. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Индекс материального ущерба от пожаров в городской местности в Российской Федерации в 2006 – 2010 гг./ И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – 45 (324). – С. 38-44.
3. Кайбичева Е.И., Кайбчев И.А. Индекс материального ущерба от пожаров в сельской местности в Российской Федерации за 2006 – 2010 годы / Е.И. Кайбичева, И.А. Кайбичев // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – № 7. – С. 59-63.
4. O'Sullivan A., Sheffrin S.M. Economics: principles in action / A. O'Sullivan, S.M. Shefrin // Boston; Pearson Prentice hall, 2007. – 609 P.
5. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Индексы пожарной опасности и оперативного реагирования ФПС МЧС России / И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева // Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2016. – 164 С.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко // М.: ВНИИПО, 2017. – 124 С.
7. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Индекс прямого ущерба от пожаров в сельской местности Российской Федерации за 2016 год / И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева // Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера: предупреждение и ликвидация. Сборник статей по материалам научно-практической конференции. –Железногорск: ФГБОУ ВО Сибир-

ская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 115-118.

8. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Индекс прямого ущерба от пожаров в городской местности Российской Федерации за 2016 год / И.А. Кайбичев, Е.И. Кайбичева // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 18 апреля 2017 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 92-94.

# КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ (КСМ-ЗН). ОБЗОР ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

*С.А. Гарелина <sup>1</sup>, Е.С. Дементьев <sup>2</sup>, К.П. Латышенко <sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России*

*<sup>2</sup> Центральная база измерительной техники МЧС России*

В России сформировались территории с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения вследствие радиационной аварии 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС, аварии на ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г., а также испытаний во второй половине XX века на Семипалатинском полигоне. Оценка радиологических последствий аварии на атомной станции в Японии «Фукусима-1» и наличия большого количества объектов использования атомной энергетики в Японии, Китае и Южной Корее показала, что существуют угрозы радиоактивного загрязнения территорий Дальневосточного региона страны.

Одной из приоритетных задач государственной политики в сфере социально-экономического развития регионов Российской Федерации является обеспечение радиационной безопасности и, в частности, преодоление последствий радиационных аварий и инцидентов прошлых лет.

В рамках Федеральной целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» [1] на радиоактивно загрязнённых территориях РФ была создана и начала функционирование комплексная система мониторинга за состоянием защиты населения (КСМ-ЗН).

КСМ-ЗН представляет собой совокупность организационных и инженерно-технических мероприятий по осуществлению непрерывного контроля радиационной обстановки, оперативного реагирования на возникшие угрозы радиационного характера, оповещения и информирования населения о целесообразных действиях в условиях воздействия радиации.

Основными целями создания КСМ-ЗН являлись:

- повышение уровня безопасности населения, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях за счёт принятия и проведения своевременных и научно обоснованных превентивных защитных мер;
- обеспечение населения и органов исполнительной власти объективной и своевременной информацией о фактической радиационной обстановке и мерах поведения в условиях радиоактивного загрязнения местности в реальном режиме времени;
- предупреждение возможной социальной напряжённости среди населения, проживающего на радиоактивно загрязнённых территориях, которое может быть подвержено трансграничным ЧС со стороны АЭС

сопредельных государств [2].

Комплексная система мониторинга защиты населения решает следующие задачи:

- осуществление непрерывного автоматизированного контроля радиационной обстановки на территории субъекта РФ, сбор и анализ данных о радиационной обстановке на радиоактивно загрязнённых территориях;
- создание и развитие информационных банков данных и знаний по основным аспектам обеспечения безопасности проживания населения на радиоактивно загрязнённых территориях;
- создание программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих мониторинг защиты населения, комплексную оценку риска, прогнозирование развития и последствий ЧС радиационного характера;
- информирование органов исполнительной власти и населения о радиационной обстановке и безопасных условиях проживания на территории субъектов РФ, входящих в КСМ-ЗН;
- научно-техническое и информационное обеспечение систем поддержки принятия решений по защите населения и территорий в условиях радиоактивного загрязнения;
- организация и поддержка функционирования учебно-тренировочных комплексов по вопросам радиационной безопасности;
- интеграция и обеспечение взаимодействия с единой межведомственной информационной системой по вопросам радиационной безопасности;
- организация и координация деятельности по ликвидации последствий ЧС радиационного характера [2].

Комплексная система мониторинга за состоянием защиты населения, в том числе на радиоактивно загрязнённых территориях, предусматривает необходимый комплексный контроль уровня радиоактивного загрязнения и соблюдения условий безопасного проживания населения на территориях Центрального, Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов РФ. Контроль условий безопасного проживания населения организован на основе специализированного инструментального наблюдения.

Структурно КСМ-ЗН состоит из подсистем: контроля радиационной обстановки, поддержки принятия решения, информирования населения и обучения.

Подсистема контроля радиационной обстановки обеспечивает выполнение функций по сбору, обработке и анализу данных о радиационной обстановке и включает в себя стационарные посты радиационного контроля, подвижные радиометрические лаборатории, центры сбора, обработки, передачи и хранения информации о радиационной обстановке, а также системы передачи данных заинтересованным структурам [3].

На рисунке 1 представлены основные технические элементы стационарного

поста радиационного контроля (блок приёма и обработки данных, блок детектирования и информационное табло отображения данных).



*Рис. 1. Пост радиационного контроля*

В качестве блока детектирования используют измеритель радиационного фона ИРТ-М или дозиметр гамма-излучения ДБГ-С11Д.

Кроме стационарных постов в состав КСМ-3Н входят подвижные радиометрические лаборатории (ПРЛ), предназначенные для ведения оперативного контроля радиационной обстановки и реагирования при радиационных авариях для эффективного управления мероприятиями по защите населения и территорий от ЧС радиационного характера (рис. 2).

Основными функциями ПРЛ являются:

1. обнаружение радиоактивных источников и загрязнений;
2. оконтуривание границ загрязнённых территорий;
3. определение основных характеристик радиоактивных загрязнений;
4. отбор проб почвы, воды и воздуха для экспресс-анализа и последующего исследования в стационарной лаборатории;
5. передача данных измерений в центр управления в кризисных ситуациях в режиме реального времени;
6. голосовая связь с центром управления в кризисных ситуациях и с любыми необходимыми абонентами [4].

Основным средством радиационного контроля ПРЛ является дозиметрическая установка «Гамма-сенсор» (рис. 3), предназначенная для определения мощности дозы гамма-излучения и нуклидного состава загрязнения местности или источника, а также нанесения данных на электронную карту, передачи данных в центр управления в кризисных ситуациях [5].





*Рис. 2. Подвижная радиометрическая лаборатория*

Также ПРЛ оснащена дополнительными средствами радиационного контроля, которые используют для получения уточнённых данных о состоянии радиационной ситуации на местности. Данное дополнительное оборудование имеет более широкий функционал по определению вида и свойств ионизирующих излучений, является мобильным для переноски и использования дозиметристом.



*Рис. 3. Внешний вид и вариант отображения данных дозиметрической установки «Гамма-сенсор»*

В состав дополнительного оборудования входят:

1. Дозиметр-радиометр ДКС-96 с GPS с блоками детектирования для измерения альфа-излучения, бета-излучения и гамма-излучения (рис. 4). Данный прибор обеспечивает оперативное измерение всех основных величин, характеризующих радиационную обстановку, и проведение работ по поиску источников всех основных видов ионизирующих излучений [6].



*Рис. 4. Дозиметр-радиометр ДКС-96 Рис. 5. Носимый ранцевый дозиметр-радиометр МКС-АТ6101с*

2. Носимый ранцевый дозиметр-радиометр МКС-АТ6101с (рис. 5) предназначен для обнаружения источников радиоактивного излучения и является эффективным техническим средством радиационного мониторинга местности, отдельных территорий, промышленных площадок, зданий. Он имеет в составе блоки детектирования для спектрометрии гамма-излучения и широкодиапазонный дозиметрический блок детектирования [7].
3. Средства индивидуального дозиметрического контроля персонала ПРЛ (индивидуальные дозиметры).
4. Пробоотборные устройства воды и грунта.
5. Целевое эффективное функционирование КСМ-3Н невозможно без правильной организации процесса организационных и инженерно-технических мероприятий по обеспечению функционирования подсистем на радиоактивно загрязнённых территориях. Использование комплексной системы мониторинга за состоянием защиты населения на территориях радиоактивного загрязнения предусматривает техническую эксплуатацию данных элементов системы. В первую очередь это организация и осуществление метрологического обеспечения элементов системы.

Измерительное дозиметрическое оборудование, входящее в состав КСМ-ЗН, является средствами измерений и включено в Государственный реестр средств измерений (СИ). Данное оборудование подлежит обязательному метрологическому обслуживанию в соответствии с межповерочным интервалом на каждое СИ [8].

В настоящий момент в процессе эксплуатации КСМ-ЗН были выявлены проблемы, связанные с проведением метрологического обслуживания элементов системы. Это вызвано рядом объективных причин:

- необходимость непрерывности работы измерителей радиационного фона;
- минимизация времени нахождения средств измерений в поверочных органах;
- низкий уровень метрологической подготовки специалистов эксплуатирующих систему;
- большой территориальный «разброс» стационарных постов;
- отсутствие возможности проводить поверку приборов в метрологических подразделениях МЧС России (представлены не во всех региональных центрах) и региональных подразделениях Росстандарта (отсутствует возможность поверки СИ ионизирующих излучений);
- отсутствие в эксплуатационной документации на КСМ-ЗН раздела с требованиями и правилами технического, метрологического обслуживания средств измерений системы.

Для правильной и эффективной организации процесса технической эксплуатации элементов КСМ-ЗН необходимо провести исследования в данной сфере, с целью разработки организационных и инженерно-технических мероприятий по обеспечению функционирования подсистем КСМ-ЗН на радиоактивно загрязнённых территориях Российской Федерации.

#### **Литература:**

1. Постановление Правительства РФ от 29.06.2011 N 523 (ред. от 25.05.2016) «О федеральной целевой программе «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года».
2. Решение коллегии МЧС России от 06.02.2012 г. «О рассмотрении Концепции создания комплексной системы мониторинга за состоянием защиты населения (КСМ-ЗН), в том числе на радиоактивно загрязнённых территориях».
3. [http://rb.mchs.gov.ru/m\\_protection\\_systems/KSM\\_ZN/item/3754](http://rb.mchs.gov.ru/m_protection_systems/KSM_ZN/item/3754) Межведомственная информационная система по вопросам обеспечения радиационной безопасности. КСМ-ЗН общие сведения.
4. Формуляр на подвижную радиометрическую лабораторию на базе Форд Транзит. 2014 г. – 36 с.
5. [http://www.doza.ru/catalog/mobile\\_lab/443/](http://www.doza.ru/catalog/mobile_lab/443/) Установка дозиметрическая

гамма-сенсор. Описание. Технические характеристики.

6. <http://www.doza.ru/catalog/handheld/41/> Дозиметр-радиометр ДКС-96. Описание. Технические характеристики.
7. <http://ekosf.ru/53-produktsiya/pribory-dlya-izmereniya-ioniziruyushchego-izlucheniya/spektrometry> МКС-АТ6101С Спектрометр нейтронного и гамма излучения переносной.
8. <http://www.fundmetrology.ru> Федеральный информационный фонд по обеспечению единств измерений. Сведения об утверждённых типах средств измерений.

# ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ СРЕДСТВ

*В.В. Двирный<sup>1</sup>, Г.Г. Крушенко<sup>2</sup>, М.В. Елфимова<sup>3</sup>, Н.Н. Петяева<sup>1</sup>,  
Г.В. Двирный<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> АО Информационные спутниковые системы им. академика М. Ф.  
Решетнёва*

*<sup>2</sup> Институт вычислительного моделирования СО РАН*

*<sup>3</sup> ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Организация мониторинга прогнозирования и тушения пожаров требует системного подхода, внедрения инноваций в области противопожарных средств. В практику уже прочно вошел космический мониторинг [1].

Совершенствование авиатехнической техники, оперативности и доступности спутниковой информации, спрос на космический мониторинг Земли непрерывно растет. Любой желающий может найти подобную информацию в свободном доступе в сети интернет или, при желании, обратиться к специализированной компании, занимающейся космическим мониторингом, поскольку наземные средства не всегда могут в полной мере отражать достоверное состояние Земли. Кроме того, применение лишь наземных средств потребует больше времени и немалых денежных затрат при сборе информации, в то время как спутниковые системы обеспечивают точные, надежные и объективные данные, основываясь на которых специалисты могут строить точные прогнозы и с такой же точностью локализовать возникающую проблему. И последнее – масштабность, которую обеспечивает космический мониторинг, не идет ни в какое сравнение с зоной охвата наземных средств [2].

На Интернет-портале МЧС России размещаются космические снимки территорий Российской Федерации, отражающие пожароопасную обстановку. Снимки обновляются ежедневно. На спутниковых снимках отмечены “все термоточки”, включая контролируемые профилактические отжиги сельхозугодий, несанкционированные палы сухой травы, костры, горение мусора и т.д. Очень важно обнаружить пожар по термическим точкам, но не менее важно его локализовать. Напорные пожарные рукава (НПР) – это гибкие трубопроводы, по которым подаются огнетушащие вещества для тушения горючих веществ и материалов. Обеспеченность НПР и их техническое состояние в значительной степени определяют готовность и оперативность подразделений МЧС России. Одним из важных элементов в системе обслуживания пожарных рукавов, является их сушка после каждого использования.

Для определения теплофизических параметров процесса сушки разработана экспериментальная вакуумно-температурная установка, которая предназначена для проведения сушки напорных пожарных рукавов [3].

Вакуумно-температурная установка состоит из: корпуса; вакуумно-откачной системы; системы нагрева; системы управления; отжимного устройства и специальной оснастки.

Принцип работы вакуумно-температурной установки заключается в проведении вакуумно-температурной сушки напорных пожарных рукавов при определённых величинах давления и температуры. Порядок работы установки заключается в следующем: НПР проходят процесс мойки и отжима по специальной технологии, размещаются на выдвижных поддонах, производится вакуумно-температурная сушка напорных пожарных рукавов около двух часов по определённой технологии.

Особая ситуация возникает при сложных многодневных и удалённых пожарах, когда нет возможности доставлять пожарные рукава в подразделения для сушки на стационарных установках. В этих случаях единственным выходом для поддержания рукавного оборудования в рабочем состоянии является сушка его на месте пожара, что возможно только при наличии мобильных сушильных установок, перевозимых вместе с рукавными автомобилями. Мобильный комплекс, включает в себя установку термовакуумной сушки пожарных рукавов и автономный источник электроэнергии, в качестве которого выступает дизельная электростанция. Комплекс устанавливается на прицепном мобильном компоненте с унифицированным узлом.

На аналогичном рукавном автомобиле типа АР-2 можно перевозить и термосифоны.

В аэрокосмической отрасли широко используют высоконадежные тепловые трубы, в которых реализуется испарительно-конденсационный цикл [4-6]. При агрегатном изменении рабочего тела, например воды, происходит мощный отвод тепла. Авторы предлагают новое противопожарное средство – термосифон, устанавливаемый вертикально или под углом более 30. Возврат рабочего тепла в зону испарения осуществляется под действием силы тяжести конденсата [7].

Таким образом, за счет эффективного отвода тепла с помощью термосифона из зоны возгорания, понижается температура, при этом вероятность воспламенения в смежных зонах уменьшается.

Новое противопожарное средство – термосифон послужит реализацией инновационного проекта.

### **Литература:**

1. Тестоедов Н.А. Система дистанционного мониторинга пожаров и земель аграрного комплекса / Н.А. Тестоедов, В.И. Лавров, В.В. Двирный и др. // Мониторинг, прогнозирование и моделирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций : материалы науч.-прак. семинара. Железногорск, 2011. С. 122-129.
2. Двирный В.В. Возможное применение аэрокосмического мобильного комплекса для круглосуточного мониторинга пожаров / В.В. Двирный, М.В. Елфимова, А.С. Исакова и др. // Мониторинг, прогнозирование и моделирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: матери-

алы науч.-прак. семинара. Железногорск, 2011. С. 107–113.

3. Елфимова М.В. Установка для сушки пожарных рукавов / М.В. Елфимова, В.В. Христоч / Патент РФ на полезную модель № 105415, МПК8, E26B 9/06. Оpubл. БИПМ 10.06.2011.Бюл.№ 16.
4. Тестоедов Н.А. Испарительно-конденсационные устройства для применения в робототехнике и космической технике / Н.А. Тестоедов, Г.В. Двирный, Р.П. Туркенич и др. // Материалы II науч.-прак. конференции «Робототехника как образовательная технология». Железногорск: филиал СФУ, 2011. С. 49.
5. Двирный Г.В. Технологические особенности обеспечения качества и ресурса тепловых труб спутников связи / Г.В. Двирный, А.В. Леканов, П.А. Леканов, Г.И. Овечкин, К.С. Шитиков // Материалы международной науч.-прак. конференции. Красноярск: СибГау, 2005. С. 33-35.
6. Тестоедов Н.А. Метод рационального процесса термостарения при изготовлении и отработке тепловых труб космических аппаратов / Н.А. Тестоедов, Г.И. Овечкин, А.В. Леканов, Г.В. Двирный // Решетневские чтения: материалы XI международной научн. конф. Красноярск: СибГау, 2007. С. 47-49.
7. Тестоедов Н.А. Тепловая труба / Тестоедов Н.А., Двирный В.В., Ермилов С.П, Синиченко М.И. и др. / Патент РФ Тепловая труба № 2382972, МПК:F28D15/02, E28D3/115 заявка № 2008151006 от 22.12.2008. Бюл. № 6.
8. Туркенич Р.П. Реализация инновационных проектов в системе МЧС России / Туркенич Р.П., Двирный В.В., Вашкевич В.П., Елфимова ЕМ.В, Домаев Е.В. // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: материалы науч.-прак. семинара. Железногорск, 2012. 124 с.

# ДИСТАНЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА МАССОВЫМ РАСПРОСТРАНЕНИЕМ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА И ПОЛИГРАФА УССУРИЙСКОГО В ЛЕСАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*С.Д. Бабой, Д.В. Голубев*

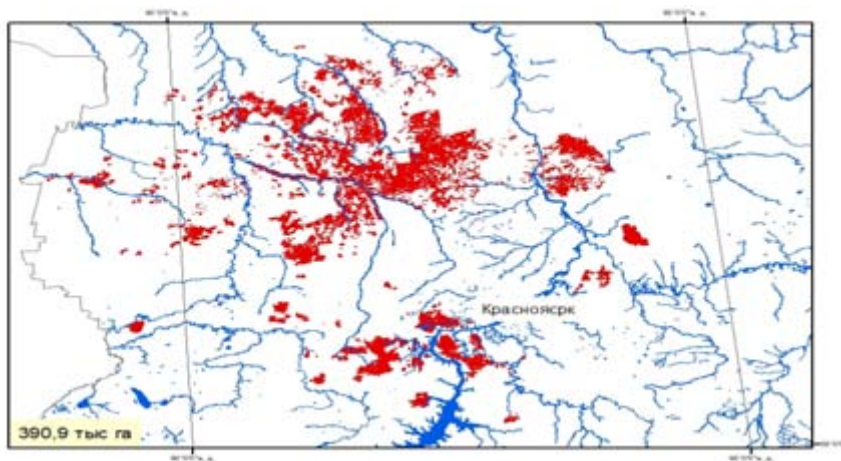
*Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Красноярского края»*

Дистанционные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов является одной из задач государственного лесопатологического мониторинга. Целями дистанционных наблюдений является своевременное обнаружение, оценка и прогноз изменений санитарного и лесопатологического состояния лесов [1].

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

В данной работе приведены результаты дистанционного мониторинга на основе данных космической съемки для определения состояния и изменения лесного покрова в связи с массовым размножением шелкопряда сибирского и полиграфа уссурийского на территории Красноярского края [2][3].

В 2009 году, специалистами филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Красноярского края» были выявлены первые очаги массового размножения полиграфа уссурийского в лесах Красноярского края на площади 1952,6 га.

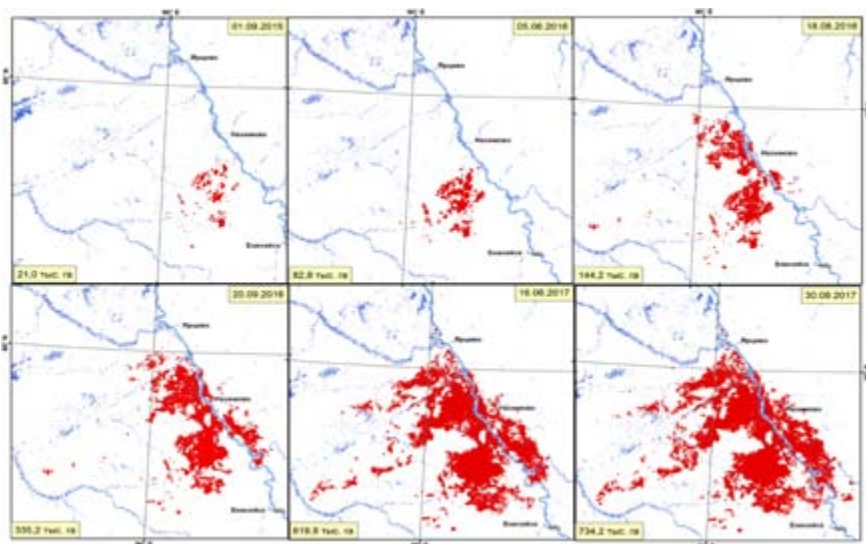


*Рис.1 Поврежденные древостои в связи с массовым распространением полиграфа уссурийского*



Полиграф уссурийский относится к инвазивным видам, т.е. видам, занесенные человеком вместе с зараженной древесиной в новые для них регионы, где они успешно приживаются, начинают размножаться и захватывать новые территории. Особенностью данного вида является массовое нападение и успешное заселение деревьев пихты без внешних признаков ослабления уже на третий-четвертый год после первых попыток поселения. В период с 2009 по 2017 годы площадь поврежденных лесов полиграфом уссурийским значительно увеличилась до 390,9 тыс. га (Рис.1). За последние несколько лет очаги этого вредителя были выявлены в соседних с Красноярским краем областях – Кемеровской, Новосибирской, Томской, а также в Алтайском крае и республике Алтай, что говорит о высокой экологической пластичности вида, способного успешно развиваться в различных географических зонах.

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 темнохвойных и светлохвойных насаждений.



*Рис.2 Динамика ухудшения санитарного состояния лесов в связи с массовым распространением сибирского шелкопряда*

С 1878 по 1998 г. в Красноярском крае действовали очаги девяти крупномасштабных вспышек массового размножения сибирского шелкопряда на площади свыше 8 млн.га [4].

В 2015 г. реализовалась очередная вспышка массового размножения сибирского шелкопряда на территории Енисейского района (Рис.2). В результате дешифрирования космических снимков были выявлены повреждения сибирским шелкопрядом на площади 21 тыс. га. Благоприятные погодные условия 2016 года, сухая и теплая осень, способствовали скачкообразному увеличению численности вредителя, площадь выявленных повреждений к сентябрю 2016 года составила 335,2 тыс.га, а к сентябрю 2017 площадь увеличилась до 734,2 тыс. га. Анализ лесопожарной обстановки показал [5], что через 5 лет после массовой вспышки шелкопряда сибирского на территории Красноярского края в 1994-1997 гг. происходит резкое увеличение горимости лесов. Например, в Усольском лесничестве средняя площадь пожаров через 5 лет после затухания вспышки шелкопряда возросла в 27 раз (с полутора сотен до 5 тыс. га в год) тогда как число пожаров только в 1,7 раза.

Для локализации и ликвидации вспышки массового размножения шелкопряда сибирского была проведена авиаобработка насаждений препаратами в 2016 и 2017гг. силами КГАУ «Лесопожарного центра» совместно с ФФБУ «Центром защиты леса Красноярского края». Эффективность обработки в 2016 г. составила 87,5 % (35 тыс.га), а в 2017 г. эффективность составила 97,3 (887,7 тыс. га).

Несмотря на значительные площади проведения мероприятий по уничтожению или подавлению численности сибирского шелкопряда в крае в 2017 году, в 2018 году прогнозируется продвижение шелкопряда к западной границе края в Лосиноборском участковом лесничестве Енисейского лесничества и Касовском участковом лесничестве Нижне-Енисейского лесничества. Возможен подъём численности в центральной части Северо-Енисейского лесничества (Тейское, Новокаламинское участковые лесничества), в южной части Мотыгинского лесничества и северной части Тухтестского лесничества.

### **Литература:**

1. Приказ № 156 от 5.04.2017 Об утверждении порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга.
2. 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// Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник статей по материалам VI Всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 2016 г.
3. Оценка воздействия и распространения насекомых вредителей в лесах

Красноярского края на примере полиграфа уссурийского/ С.А. Астапенко, М.Н. Ягунов, Д.В. Голубев, Е.В. Сашко//Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Материалы IV всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 2014 г.

4. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края /Кондаков Ю.П. // Энтомологические исследования в Сибири. Выпуск 2. Красноярск. - 2002 С. 25-74.
5. Роль шелкопрядников в горимости лесов Нижнего Приангарья/ Э.Н. Валендик, С.В. Верховец, Е.К. Кисляхов, А.Ю. Лантух//Лесное хозяйство. – 2004. - №6.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

*И.Ю. Сорокин, Е.Ю. Проскурина, М.С. Дикунова*

*Вольский военный институт материального обеспечения*

Работы по прогнозированию бедствий всегда являлись весьма актуальными, но не всегда решались на достаточно передовом уровне. Современный уровень их решения также недостаточно высок. Преодоление имеющихся недостатков станет важным фактором повышения общей устойчивости экономики и безопасности населения. Практика последних лет наглядно показывает сильное влияние на экономику России разнообразных чрезвычайных ситуаций. На её территории имели место военные конфликты, биологические бедствия, природные и техногенные катастрофы, экономические кризисы. Это требует систематической деятельности по борьбе с этими бедствиями. Важным аспектом данной деятельности служит ведение работ по прогнозированию возможности возникновения и экономических последствий подобных чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, бедствия, последствия чрезвычайных ситуаций, управление в чрезвычайных ситуациях, прогнозирование, методы прогнозирования, экономическая устойчивость, информационные базы данных.

Опыт исторического развития ярко свидетельствует о периодическом образовании кризисных явлений в различных аспектах жизни человеческого общества. Согласно современной научной терминологии, такие явления носят наименование форсмажорных обстоятельств, а возникающая при этом обстановка называется чрезвычайной ситуацией (ЧС).

Особую важность проблематика ЧС всегда имела для Российской Федерации[2]. Это обусловлено целым рядом объективных и субъективных причин, среди которых можно отметить сложные природные условия, низкую среднюю плотность населения, высокую степень старения основных фондов, неотлаженность экономических механизмов и другие, обуславливающие развитие потенциально опасных процессов или не позволяющие обеспечить эффективное противодействие им. В числе наиболее актуальных ЧС современности российская и мировая практики позволяет выделить, прежде всего, следующие:

- военные и социально-политические конфликты;
- биолого-социальные ЧС;
- стихийные бедствия;
- аварии и технологические (техногенные) катастрофы;
- чрезвычайные ситуации контракционного типа;
- чрезвычайные ситуации «комбинированного» типа.

Важно подчеркнуть, что диалектика развития предопределяет, помимо наличия традиционных опасностей, появление новых угроз. В соответствие с этим, общая опасность техногенных ЧС в нашей стране в значительной мере стала усугубляться опасностью террористических актов на потенциально опасных объектах [1].

Все большее значение приобретают ЧС, связанные с использованием глобального информационного поля. Ежегодно регистрируется порядка 8,0 – 9,0 тыс. компьютерных преступлений, большая часть из которых связана с использованием вредоносных программ [2].

Подводя итог краткому обоснованию значения влияния ЧС на социально-экономическое развитие России, необходимо подчеркнуть, что степень подобного влияния в будущем будет только возрастать. Объективным фактором роста уязвимости служат тенденции увеличения концентрации населения, роста городских агломераций, усложнения технологии, все большее использование опасных процессов и общее изменение производительных сил. Обеспечение успешного социально-экономического развития в этих условиях возможно только при наличии эффективной системы безопасности населения и устойчивости народного хозяйства.

Успешность функционирования подобной системы в значительной мере зависит от того, удастся ли реализовать стратегический подход при противодействии данным бедствиям или нет. Будет ли строиться деятельность системы безопасности в ЧС на долгосрочном прогнозировании развития ситуации и четкой постановке целей или нет. Это в настоящее время с особой актуальностью ставит задачи изучения вопросов прогнозирования возникновения ЧС и их последствий для экономики и общества. Высокая значимость ЧС в обеспечении социально-экономического развития обусловила создание специальной системы институтов, позволяющей добиться адекватного реагирования на возникающие катаклизмы. Данная система в официальных документах имеет наименование «Государственная территориальная система по чрезвычайным ситуациям и обеспечению противопожарной безопасности (ГСЧС и ОПБ)»[4]. Это комплексная многоуровневая система, созданная в соответствии с федеративным делением и включающая государственный уровень, уровень субъектов федерации, а также более низкие уровни территориального и ведомственного управления страной.

В состав каждого из этих уровней входят руководящие органы, органы оперативного управления, силы наблюдения и контроля за состоянием потенциально опасных объектов и ликвидации последствий ЧС, системы связи и информационного обеспечения, а также резервы материально-технических средств. Руководящим органом ГСЧС и ОПБ является Государственная комиссия Правительства Российской Федерации по чрезвычайным ситуациям и обеспечению противопожарной безопасности. В её подчинении находятся комиссии по чрезвычайным ситуациям областных, районных и городских администраций, ведомств и объектов народного хозяйства, а

также Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Особо необходимо отметить, что данная система, помимо функционирования в режимах повышенной готовности и ЧС, когда происходит выдвижение сил и средств и проведение спасательных и других неотложных работ, осуществляет свою деятельность ещё и в режиме повседневной деятельности. Именно в этот относительно незаметный период производится основная работа по обеспечению безопасности. И не только та, которая касается подготовки специальных формирований, но та главная, которая связана с деятельностью по совершенствованию управления в ЧС, проведению инженерных мероприятий, созданию запасов, обеспечению действия экономического механизма. Именно в это время проводятся работы по прогнозированию возникновения бедствий и их экономических последствий, разрабатываются и планируются мероприятия по снижению уязвимости населения и экономики.

Следует подчеркнуть, что прогнозирование в данном периоде должно рассматриваться как ключевое мероприятие. Оно обеспечивает обоснованность всех остальных реализуемых в этом периоде мероприятий (создание и подготовка специальных формирований, создание централизованных и децентрализованных резервов, создание сооружений по инженерной защите и другие), а также служит стимулом для их осуществления.

Ещё одной немаловажной характеристикой работ по прогнозированию ЧС является то, что прогнозы могут рассматриваться как самостоятельный интеллектуальный продукт и, помимо вопросов совершенствования управления, они могут служить решению задач общего перевода отечественной экономики на инновационные пути развития[3].

В целом, касаясь современного уровня прогнозирования последствий ЧС в регионах России, можно отметить целый ряд как положительных, так и отрицательных сторон. В состав положительных можно включить то, что в регионах (как видно из примера с паспортизацией) работа по выявлению потенциально опасных зон и объектов ведется систематически.

Однако, анализ, с позиций современных возможностей, показывает, что качество этих прогнозов имеет ряд существенных недостатков:

- выполнение прогнозов без использования возможностей вычислительной техники;
- низкая степень агрегирования, отсутствие детализации информации по пострадавшим объектам;
- одновариантность прогнозов и невозможность рассмотрения альтернативных сценариев, в том числе и в зависимости от изменения масштабов воздействия;
- отсутствие детализации видов пострадавших (высокой, средней, низкой тяжести);

- определение суммы ущерба без расшифровки видов потерь и убытков; – отсутствие карт зон бедствия и прилегающих территорий; – отсутствие прогнозирования потребностей в медицинских, пожарных и других специальных формированиях централизованного характера;
- отсутствие математического моделирования влияния ЧС на экономические процессы;
- отсутствие интеграции в единый мониторинг, как, впрочем, и самого мониторинга;
- отсутствие прогноза возникновения самих бедствий, вероятности наступления ЧС. Можно добавить, что данные прогнозы выполнены на уровне начала 70-х годов, не используются современные информационные и технические возможности, не используются возможности научных организаций[3].

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

- важным фактором современного социально-экономического развития во все большей степени выступают разнообразные ЧС. Это особенно характерно для России, отличающейся сложными природно-климатическими и хозяйственными условиями;
- основу управления составляет Государственная система по ЧС, которая пронизывает всю отраслевую и территориальную структуру нашей страны;
- главной характеристикой управления столь масштабной и разноплановой системой является стратегия, основанная на стремлении достижения «нулевого риска», важнейшим условием чего является наличие прогнозов возникновения ЧС и их последствий;
- современные прогнозы далеки от передового уровня и в целом соответствуют возможностям ещё 70-х гг.;
- современный уровень развития вычислительной техники, разработки математических алгоритмов и методов моделирования создает условия для того, чтобы поднять вопросы прогнозирования возможности возникновения ЧС и их экономических последствий на принципиально новый уровень.

Настало время принятия масштабных целевых программ, как в целом по совершенствованию Государственной системы по ЧС, так и по развитию прогнозирования. В целом развитие прогнозирования поднимет управление в ЧС на передовой уровень и может стать важным стимулом активизации и повышения эффективности общего социально-экономического развития, как отдельных регионов России, так и всей страны в целом.

### **Литература:**

1. Дмитриев И. Хакеры против спецслужб. Хроники интернет-войн // Версия. 2005. №25 (348). С.11.

2. Дикунов С.А., Дикунова М.С. Актуальные тенденции развития военной безопасности России в современных условиях. Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. 2016. № 2 (38). С. 27-30.
3. Пляхотко И.И., Золотарев В.В., Дикунова М.С. Обеспечение безопасности программных продуктов с применением фаззинга. В сборнике: Стратегии устойчивого развития современного общества: экономические, социальные, философские, политические, правовые, тенденции и закономерности материалы международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2016. С. 134-136.
4. Основы моделирования чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие/ В.Г.Шаптала, В.Ю. Робдолуцкий; под общ. Ред. В.Г. Шапталы. - Белгород: издательство БГТУ, 2010. 166 с.



# **ЭМОЦИОНАЛЬНО-ВОЛЕВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

*М. Т. Лобжа*

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

В профессиональной деятельности специалистов пожарно-спасательного профиля чрезвычайные ситуации (ЧС) являются непреложным атрибутом. Поэтому существенное место в подготовке этих специалистов занимают вопросы формирования устойчивости к неблагоприятному воздействию различных факторов ЧС. По существу влияние этих факторов сказывается на функционировании организма и психики человека, тесно связано с нарушением всех его психофизических стереотипов привычного уклада повседневной жизни (службы) и проявляется во всех ипостасях безопасности жизнедеятельности.

Методология проблем безопасности жизнедеятельности включает такие фундаментальные понятия как среда профессиональной деятельности, факторы опасности и риска, процесс и результат деятельности, стрессоустойчивость, гомеостатические реакции, функциональные резервы и адаптационный потенциал.

Понятие опасности представляется центральным определением в технологии безопасности жизнедеятельности. Осуществляя профессиональную деятельность в таких условиях, человек испытывает сильные, подчас предельные, физические нагрузки и нервно-психические напряжения. Именно поэтому необходимо проводить пропедевтические мероприятия, которые в существенной мере обеспечивают снижение негативных последствий ЧС.

В теории и практике медико-биологических и психолого-педагогических отраслей науки накоплен достаточно большой социокультурный опыт использования учебно-тренировочных и тренировочных форм и средств формирования различных видов устойчивости человека к негативному воздействию факторов среды обитания. Если развитие биологической устойчивости в существенной мере ограничено наследственно-генетическими факторами и в процессе онтогенеза ими лимитировано, то психическую и социальную устойчивость можно успешно воспитывать (тренировать).

Экстраполируя дефиниции устойчивости на деятельность человека вообще и обеспечение безопасности его жизнедеятельности в частности, можно выделить три её разновидности: биологическую, психическую, социальную. Иначе говоря, конкретной опасности, представляющей угрозу, человек противопоставляет тот или иной вид устойчивости. В процессе филогенеза он в определённой степени приобрёл генетическую устойчивость к воздействию факторов, снижающих уровень безопасности жизнедеятельности. В

наибольшей степени это относится к устойчивости биологической. Два других её вида (психическая и социальная) в существенной мере формируются, воспитываются в процессе онтогенетического развития индивида. Поэтому социокультурная компонента взаимоотношений в системе «Человек – среда обитания», зародившись как антитеза цивилизации (т.е. способа выживания при помощи изменения мира «под себя»), в современных условиях играет важнейшую роль методологической основы обеспечения безопасности жизнедеятельности в психической и социальной устойчивости. Их можно и нужно воспитывать во всех формах и уровнях общего профессионального образования.

Дидактико-воспитательная концепция (система) обеспечения безопасности жизнедеятельности может быть представлена цепью детерминированных подсистем: деятельность → опасность → устойчивость → тренировка → безопасность.

На рисунке 1 представлена концептуальная схема подготовки к деятельности в условиях ЧС, разработанная на основе социокультурной парадигмы взаимосвязи человека и среды обитания.

Основная идея дидактико-воспитательной концепции заключается в активном использовании достижений культуры, в первую очередь в её духовной сфере – науке, искусстве, просвещении, образовании, для развития и формирования устойчивости человека к воздействию факторов опасности естественного и антропогенного генеза путём целенаправленных пропедевтических мероприятий в образовательных учреждениях.



Рис. 1. Концептуальная модель подготовки к деятельности в условиях ЧС

Для реализации представленной концептуальной модели необходимо спроектировать педагогическую технологию, обеспечивающую эффективный процесс подготовки специалистов силовых структур к деятельности в условиях ЧС.

Понятие «технология» в педагогике ещё не является общепринятым и трактуется в различных смыслах, вариантах. Прежде всего следует отметить терминологическую разногласию в концептуально-педагогическом смысле. Так, Б.Т. Лихачёв под педагогической технологией понимает «совокупность педагогических установок» [1].

В.П. Беспалько считает, что педагогическая технология «это совокупность средств и методов воспроизведения теоретически обоснованных процессов обучения и воспитания...» [2]. В.М. Монахов пишет, что педагогическая технология «это продуманная во всех деталях модель... педагогической деятельности...» [3].

В библиографии по педагогическим технологиям последняя трактуется и как «направление в педагогике», и как «технология продуктивного обучения», и как «системный метод создания, применения и определения процесса преподавания», и т.д. и т.п.

Представляется, что педагогическая технология обязательно должна включать компоненты, представленные на рисунке 2.

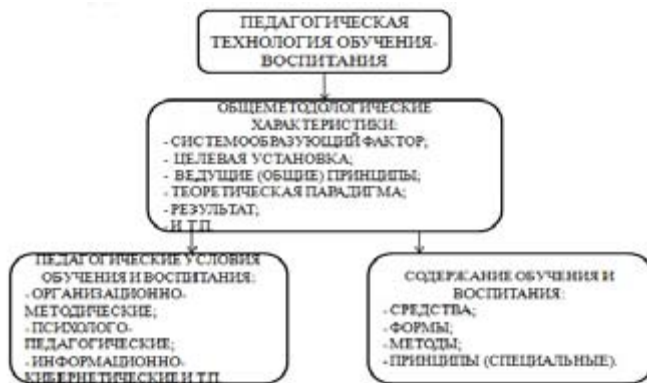


Рис. 2. Структурно-компонентная схема педагогической технологии

В теоретико-методологической литературе психологическая подготовка (в том числе и устойчивость) характеризуется отсутствием единой понятийно-терминологической позиции учёных и практиков. Говорят об устойчивости психической, эмоциональной, эмоционально-волевой, морально-психологической подготовке, волевой регуляции и т.п. [4; 5; 6; и др.].

Анализ позиций различных групп авторов, исследующих проблему психической устойчивости, выявил некоторые различия в их концептуальных

подходах. Позитивные моменты в определениях исследуемого феномена психики заключаются в признании наличия эмоциогенного фактора и необходимости проявления волевых усилий. Поэтому психическая устойчивость, по сути, является эмоционально-волевой устойчивостью (ЭВУ).

Таким образом, *под эмоционально-волевой устойчивостью целесообразно понимать психологический феномен, обеспечивающий безопасность жизнедеятельности человека в опасной среде обитания за счёт волевой регуляции психофизиологического состояния и поведения в эмоциогенных условиях ЧС.*

Теоретический анализ и обобщение научных исследований позволили констатировать, что воспитание ЭВУ целесообразно осуществлять по трём путям: во время учебной работы; в процессе служебной деятельности; в ходе самовоспитания [7].

Формирование ЭВУ целесообразно осуществлять по направлениям: первое – предусматривает обеспечение духовной, идейной основы и теоретической базы у воспитываемых в области психолого-педагогических наук; второе – формирует эмпирическую готовность курсантов к действиям в экстремальных ситуациях.

Проблема воспитания социальной устойчивости в настоящее время ещё недостаточно изучена. Здесь также нет терминологического согласия и общепринятых и классически устоявшихся методик (технологий) её воспитания. Одна из причин этого, видимо, кроется в многообразии детерминант, обуславливающих структурно-компонентный состав социальной устойчивости: сюда включают и эмоционально-волевые компоненты, и когнитивно-ориентировочные, и ценностно-регулируемые, и операционно-процессуальные[8; 9; и др.].

Е.М. Ефимова под социальной устойчивостью понимает комплексную личностную характеристику, представляющую собой устойчивую систему внутренних взглядов, убеждений, принципов, социально-нравственных качеств, базирующихся на освоенных культурных нормах и ценностях, позволяющая личности сохранять свои личностные позиции и интересы, проявлять гибкость в принятии решений, развиваться и адаптироваться к изменяющимся социальным условиям. Она разработала и апробировала теоретическую модель формирования социальной устойчивости, её реализация подтверждена результатами, полученными в процессе экспериментальной работы [10].

Определяя сущность социальной устойчивости, целесообразно оценивать способность человека противостоять негативным социально-психологическим воздействиям.

В исследованиях М.Т. Лобжа, Е.Г. Тыщенко под социальной устойчивостью личности понимает процесс вхождения индивида в социальную среду, его владение навыками практической и теоретической деятельности, преобразование реально существующих отношений в качества личности.

Разработаны методологические подходы изучения социальной устойчивости и её воспитания в системе профессионально-прикладной физической подготовки у курсантов вузов ГПС МЧС и специалистов поисковых подразделений МЧС в системе профессионально-прикладной физической подготовки [11; 12].

Таким образом, внедрение в практику профессиональной подготовки специалистов пожарно-спасательного профиля теоретико-методологических разработок, связанных с обоснованием развития и воспитания различных видов устойчивости к неблагоприятным факторам среды обитания, позволяет повысить уровень обеспеченности безопасности жизнедеятельности человека и существенно снизить негативные последствия ЧС.

### **Литература:**

1. Лихачёв Б.Т. Педагогика. Курс лекций. – М., 2001. – 607 с.
2. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М., 1989.
3. Монахов В.М. Введение в теорию педагогической технологии. Волгоград, 2006.
4. Бойков Н. О формировании психологической устойчивости у курсантов// Вестник ПВО. – 1983. – № 6. – С. 59-62.
5. Демьянов А. Морально-психологическая подготовка офицера к бою// Вест. ПВО. – 1983. – № 5. – С.12-15.
6. Милерян Е.А. Эмоционально-волевые компоненты надёжности оператора/Очерки психологии труда оператора.–М., 1974. – С.5-82.
7. Лобжа М.Т., Цечоев Х.И. Психолого-педагогические проблемы воспитания эмоционально-волевой устойчивости курсантов вузов ГПС МЧС России / Актуальные вопросы естествознания. Матер. I межвуз. научн.-практич. конф. Иваново, 2016. С. 113-116.
8. Гиллер Ю. Социология самостоятельной личности.–М.,2006.–224 с.
9. Сироткин Л.Ю. Формирование личности: проблема устойчивости. – Казань., 1992. – 175 с.
10. Ефимова Е.М. Модель системы формирования социальной устойчивости личности в условиях высшего профессионального образования // Вестник ТГПУ., 2014, № 3(144). – С. 110-116.
11. Лобжа М.Т., Тыщенко Е.Г. Особенности методики поэтапного совершенствования уровня социальной устойчивости курсантов вуза Государственной противопожарной службы МЧС России в процессе физической подготовки // Проблемы управления рисками в техносфере. – СПб Ун-т ГПС МЧС России. – 2014. – №3 (31). – С. 147-156.
12. Лобжа М.Т., Тыщенко Е.Г. Особенности методики формирования социальной устойчивости спасателей поисковых подразделений МЧС России в процессе физической подготовки // Теория и практика физической культуры. 2017. №7.

# **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩИХ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ**

***В.А. Михайлов, В.В. Михайлова***

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

По мнению специалистов в области психолого-педагогического обеспечения профессиональной деятельности поведение сотрудника в критические моменты может определяться, прежде всего, его представлением о своём статусе и роли. Однако, в профессиональном общении любому сотруднику МЧС России, а тем более руководителю структурного подразделения требуется исходить из конституционных норм и положений о том, что человек, его права и свободы являются высшей ценностью. Любой гражданин имеет право на неприкосновенность частной жизни, защиту чести, достоинства и своего доброго имени, личную, профессиональную и семейную тайну. Подобное положение прописано и в приказе МЧС России, утверждающем кодекс этики и служебного поведения сотрудников [1]. Однако утверждать, что все выпускники вуза МЧС России, направляемые по распределению на руководящую работу, знают и умеют решать управленческие задачи, обладают должной профессиональной компетенцией, в том числе в вопросах служебной этики и поведения не представляется возможным. Работа, проводимая на кафедре психологии и педагогики, показала, что в этом вопросе далеко не все проблемы нашли рациональное решение, существует необходимость вернуться к актуальным аспектам организации профессиональной подготовки в вузе.

Следует отметить, что в образовательных учреждениях МЧС России обучающиеся в процессе профессиональной подготовки приобретают два вида знаний, необходимых для решения актуальных служебных задач: знания о действительности (что же это такое?), а также о процессах и способах деятельности (как это сделать?). Второе знание продуктивнее, так как о человеке судят по его делам. Как утверждает А.Г. Смирнов [2, С. 180], человека считают способным, если он, во-первых, быстро и успешно овладевает какой-либо деятельностью, легко, по сравнению с другими людьми, приобретает соответствующие умения и навыки и, во-вторых, добивается достижений, значительно превосходящих средний уровень.

Анализ результатов сдачи государственных экзаменов и защиты выпускных квалификационных работ, но, в первую очередь, отзывов руководителей структурных подразделений МЧС России о первых шагах выпускников показывает, что до 10% молодых офицеров не достигают необходимого уровня функциональной грамотности [7]. На наш взгляд, это может быть следствием когнитивной беспомощности, закрепившейся в форме выученной беспомощности сотрудника. Дело в том, что не все

преподаватели, руководители курсантских подразделений и, далеко не всегда, обращают внимание на курсантов, постепенно осуществляющих переход от постоянного «не знаю» к закрепившемуся в сознании «не могу». Этот переход от когнитивной беспомощности к функциональной не должен был стать неожиданным для преподавателя, воспитателя, командира, наделенного эмпатией, умеющего не только смотреть, но и видеть. Здесь на первый план выступает профессионализм руководителя курсантского подразделения, а точнее не достаточный его уровень.

Отметим, что когнитивная беспомощность руководителей, наряду с когнитивными искажениями не так часто рассматривается в психолого-педагогических исследованиях служебной деятельности МЧС России, тогда как их колебания и отчаяние в процессе принятия решения играют более существенную роль, чем поиск выхода из тупиковой ситуации в частной жизни индивида. Решения, принимаемые руководителем, задевают судьбы многих людей в зависимости от уровня влияния.

Остановимся на ключевых понятиях данного материала. Прежде всего, когнитивная беспомощность – это психическое состояние или ситуация, при которых индивид, имея необходимые условия и навыки для решения задачи, в силу ряда причин когнитивного характера не может справиться с ней [3, С. 324]. Несколько иную трактовку данного понятия предложил Р.С. Немов [4, С. 275]. В частности, он рассматривает когнитивную беспомощность как особое психологическое состояние человека, возникающее в жизненной ситуации, где он, имея объективные и достаточные возможности для благоприятного решения проблем, не пользуется ими из-за того, что неправильно оценивает их и сложившуюся обстановку, боится действовать или не уверен в себе.

В свою очередь, выученная беспомощность, по утверждению А.В. Карпова, это – психическое состояние, а также фиксированная форма поведения человека, в основе которых лежит стойкое в предопределенности результатов поведения внешними факторами, а не своими усилиями и действиями [5]. Стоит заметить, что уверенность, что с задачей не смог бы справиться ни кто, препятствует развитию выученной беспомощности. Способствует предотвращению её генерализации также и представление о том, что не удаётся решить задачу только здесь и сейчас, к тому же не по своей вине.

Обращаясь к понятию когнитивного искажения, обратим внимание на трактовку этого феномена Г. Саймоном [6]. Автор утверждал, что когнитивные искажения – это систематические отклонения в поведении, восприятии мышлении, как следствие субъективных предубеждений и стереотипов, морально-нравственных, социально-психологических причин, сбоев в обработке информации, а иногда и физических ограничений. Человек склонен создавать собственную социальную реальность, зависящую от его восприятия событий, и его субъективная реальность часто определяет поведение в обществе.

Когнитивные искажения сотрудников-руководителей приводят к нелогичным интерпретациям, неточным ассоциациям и суждениям, а также к иррациональности в поведении и поступках. Но не всё так однозначно. В практике служебной деятельности МЧС России опытные руководители замечали, что некоторые когнитивные искажения способствовали мгновенному принятию решения в случаях, когда гораздо важнее скорость мысли, нежели её точность. Такое принятие решения очень похоже на инсайт, однако скорость мышления является самой главной характеристикой, что в экстремальных условиях деятельности является оптимальным решением.

Однако, гораздо чаще когнитивные искажения являются следствием ограниченных возможностей сотрудника по анализу поступающей к нему информации или проблем с рациональностью мышления, а значит и поведения. Упомянутый уже нами выше Герберт Саймон в книге «Модели моей жизни» предлагает концепцию ограниченной рациональности, где адекватные люди, по сути, не могут быть гиперрациональными из-за ограниченности ресурсов для принятия оптимальных решений. Существует ограничение по тому, какого рода является функция полезности, сколько стоит сбор и обработка информации.

Руководитель структурного подразделения МЧС России более других сориентирован на внешние обстоятельства служебной деятельности. Иногда исследователи его представляют как «проводника» текстов внутренних элементов системы во внешние и наоборот. Он обязан знать внешний и внутренний «языки». Согласование внутренних и внешних требований создаёт проблемное поле при принятии решения, особенно в период кризиса или чрезвычайных обстоятельств. Балансируя между решением и отсутствием такового, руководитель может всё дальше и дальше увлечь коллектив в путь кризиса, пренебечь кодексом этики и служебного поведения сотрудников МЧС России. Причиной данного исхода может стать и когнитивный диссонанс, исследование которого представляется очень интересным, но не входит в рамки проблематики данного материала.

Как сделать так, что бы когнитивная беспомощность как можно реже встречалась в практике выполнения служебных задач офицерами МЧС России, а выученная беспомощность и вовсе канула в лета? В настоящее время нами готовится материал, освещающий результаты исследования данной проблемы. «Забегая вперед» только отметим, что акцент делается на включенность обучающихся в процесс взаимодействия, сотрудничества при принятии сложных, ответственных решений на различных уровнях управления.

Резюмируя вышесказанное, отметим, что для выполнения сложных задач по защите населения и территорий в чрезвычайных ситуациях различного характера особенно востребованы сотрудники-руководители, принимающие адекватные решения, лишённые таких состояний и фиксированных форм поведения, как когнитивная беспомощность и когнитивные искажения. В Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России на смену системе



«поддерживающего обучения», где главной задачей считали подготовить выпускника к решению повседневных проблем, приходит иной тип обучения – инновационный. Обучение предвидению, основанное на генерализации знаний, устремленных на будущее, в отличие от знаний, основанных на прошлом опыте и постижении настоящего. Основные методы обучения: прогнозирование, моделирование и проектирование профессиональных ситуаций. Акцент делается на развитие воображения, на поиск альтернативных способов решения проблемных задач и, главное, на включенность выпускника в процесс взаимодействия, сотрудничества при принятии сложных ответственных решений. Вместе с тем нельзя не отметить, что по отношению к когнитивной беспомощности упомянутый нами тип обучения не может стать психолого-педагогической панацеей. В реальной жизни и служебной деятельности требуется комбинация форм, средств и методов психолого-педагогического обеспечения, исключающих факторы и условия проявления когнитивной беспомощности сотрудника МЧС России.

#### **Литература:**

1. Приказ МЧС РФ от 24 марта 2011 г. № 141 «Об утверждении Кодекса этики и служебного поведения государственных служащих МЧС России»
2. Смирнов А.Г. Практикум по общей психологии. 3-е изд. М.: Изд-во Института психотерапии, 2005. 224 с.
3. Глоссарий по психологии профессионального развития. Сост. А.Н. Павлова; О.А. Рудей; Н.О. Садовникова. Под общей ред. Э.Ф. Зеера, 2006.
4. Немов Р.С. Практическая психология. М.: Владос, 2001.
5. Карпов А.В. Психология менеджмента: Словарь основных терминов. М.: Гардарики, 2005. 584 с.
6. Саймон Г. Рациональность как процесс и продукт мышления // THESIS. Вып.3. 1993.
7. Психолого-педагогические проблемы формирования профессионально-важных качеств обучающихся в ВУЗах ГПС МЧС России на основе требований ФГОС ВПО нового поколения. НИР. № госрегистрации 115031110061 / Михайлов В.А., Михайлова В.В., Лобжа М.Т.; СПб.: СПб университет ГПС МЧС России, 2016.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОТКРЫТЫХ АВТОСТОЯНОК СТОХАСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*Ю.Д. Моторыгин, И.О. Литовченко*

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

С ростом автомобильного парка в больших городах России встала проблема по созданию безопасных мест их хранения (автостоянок). Автомобиль, находящийся на автостоянке, с учётом подъездных путей, занимает более 25 м<sup>2</sup>.

Принимая во внимание то, что средняя загрузка автомобиля 2 - 4 человек, а в городе с миллионным населением в центре одновременно может находиться до 15 – 20 % человек, то искать парковку будут около 150 тысяч автомобилей, что потребует около 3750 тысяч м<sup>2</sup> или 375 гектаров территории.

Сами автостоянки являются местом сосредоточения мощной пожарной нагрузки, к которой относятся автомобили. Современный автомобиль представляет собой передвижную концентрированную пожарную нагрузку, состоящую из ЛВЖ, ГЖ, электрических проводов с горючей изоляцией, пластмассы, ткани, полипропилена, резиновых изделий и так далее. Время горения транспортного средства среднего класса очень мало и обычно не превышает 30 минут [1]. Поэтому время развития пожара связано со значениями показателей пожарной опасности веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку транспортного средства.

Анализ возникновения и развития пожаров на открытых автостоянках показывает, что можно выделить три основные стадии, показанные на рисунке 1. На первой стадии (I) происходит концентрация (сосредоточение) опасных факторов, способных привести к возникновению пожарной ситуации. При этом создается обстановка повышенного риска возникновения возгорания. К таким факторам относится человеческий фактор (конфликты между водителями, криминальные ситуации, классовое расслоение водителей...). Если проводить постоянный мониторинг и на этой стадии принять соответствующие меры, то чрезвычайную ситуацию можно предотвратить. В противном случае наступает вторая стадия (II), возникновение пожара. Процесс возникновения горения может дальше развиваться резким скачком (функция 1) или медленно нарастать (функция 2). Если на данном этапе не произвести локализацию и принять меры к ликвидации горения, то наступает третья стадия (III) – катастрофа (охват пламенем всей автостоянки).

Процесс возникновения и развития пожара на открытой автостоянке ситуаций можно описать логистической (сигмоидной) функцией [2, 3, 4]. В статистике логистическая функция - модель, используется для предсказания вероятности возникновения события «подгоном» данных к логистической кривой. При этом используют дополнительные переменные, которые могут быть или числовыми или категориальными. Другие названия для логистической регрессии, используемые в различных прикладных областях,

включают логистическую модель и классификатор максимальной энтропии.

Логистическая функция или логистическая кривая - самая общая сигмоидальная (S-образная) кривая. Она моделирует кривую роста вероятности некоего события, по мере изменения управляющих параметров. В докладе исследовании логистическая функция использована для моделирования вероятности развития ЧС. Управляющими параметрами являются факторы риска, которые могут принимать положительные и отрицательные значения. Отрицательные значения факторов риска способствуют снижению вероятности возникновения ЧС, положительные – увеличивают эту вероятность.

### моделирование развития пожара на открытой автостоянке

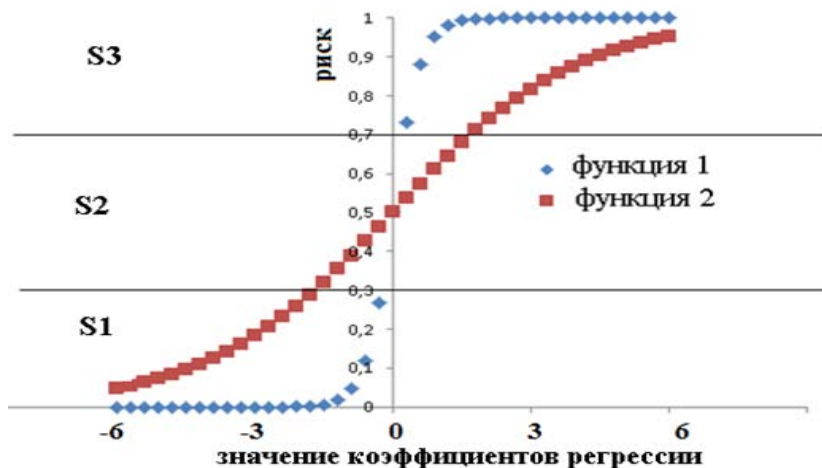


Рис. 1 Моделирование процесса возникновения и развития пожара на открытых автостоянках

Простейшая логистическая функция может быть описана формулой [2,5]:

$$f(r) = \frac{1}{1 + e^{-r}}$$

Переменная  $r$  отражает подверженность некоторому набору факторов риска, в то время как  $f(r)$  представляет вероятность конкретного исхода, при заданном наборе рисков. Переменная  $r$  является мерой полного вклада всех факторов риска, используемых в модели, и известна как *logit*.

$$r = k_0 + k_1 r_1 + k_2 r_2 + \dots + k_n r_n$$

где  $k_0$  называют «точкой пересечения», а  $k_1, k_2 \dots k_n$  - некоторые коэффициенты, требующие подбора (обычно, методом наибольшего правдоподобия), факторов риска  $r_1, r_2, \dots r_n$  - соответственно. Ясно, что при  $r=0$ , риск становится равным 0,5, и в этой точке наблюдается перегиб функции. С позиций теории перколяции эту точку можно считать порогом перколяции. Каждый из коэффициентов регрессии описывает размер вклада соответствующего фактора риска (Рис. 2).

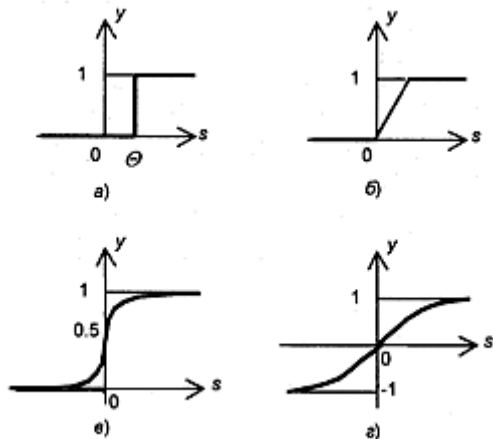


Рис. 2 – Моделирование процесса возникновения и развития чрезвычайных ситуаций в зависимости от коэффициентов регрессии.

Положительный коэффициент регрессии означает, что данный фактор увеличивает общий риск (т.е. повышает вероятность анализируемого исхода), в то время как отрицательный коэффициент означает, что этот фактор уменьшает риск; большой коэффициент регрессии означает, что данный фактор существенно влияет на совокупный риск, в то время как почти нулевой коэффициент регрессии означает, что этот фактор имеет небольшое влияние на вероятность результата. Логистическая регрессия - удобный способ описать влияние одного или нескольких факторов риска на результат (Рис. 3).

Необходимо оценивать способности системы продолжать нормальное функционирование в условиях постоянно действующих деструктивных влияний и противостоять им, адаптировать алгоритмы функционирования к новым условиям и организовывать функциональное восстановление или обеспечить функционирование при постепенном процессе восстановления.

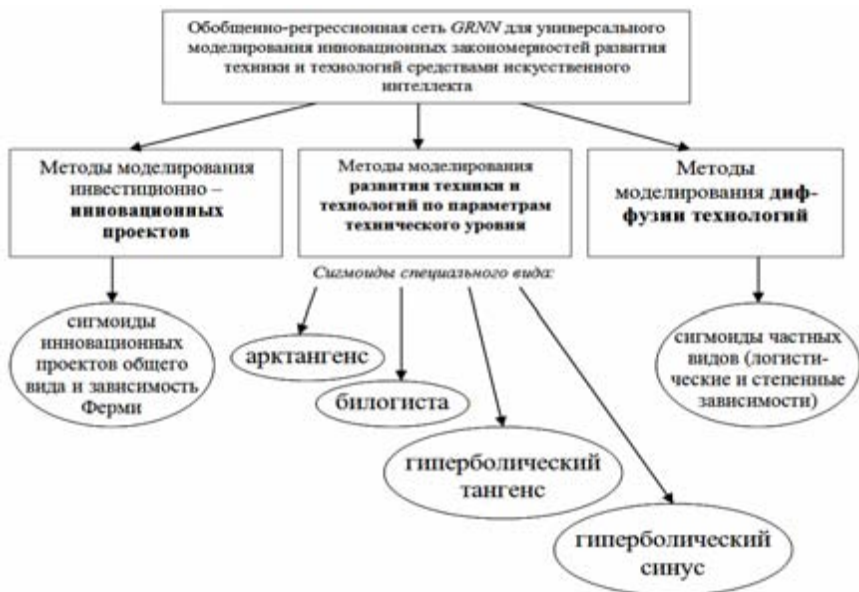


Рис. 3. Методы моделирование процесса возникновения и развития пожара на открытых автостоянках с помощью сигмоидальной зависимости.

При использовании перколяционных моделей для управления и принятия решения в условиях чрезвычайных ситуаций следует рассмотреть влияние окружающей среды на процессы развития пожара. Проведенный анализ показывает, что на развитие пожара на открытых автостоянках оказывают влияние следующие факторы:

1. Размерность покрывающих решеток степень связности узлов.
2. Фазовые переходы.

Существующие математические модели такого поведения сетевых структур (распространение разливов нефти, горение лесных массивов и т.п.) при деструктивном воздействии приводятся к перколяционной задаче [6, 7, 8]. Как правило, в рамках этой задачи рассматривается решетка из  $N$  проводящих элементов, после чего рассчитывается проводимость всей решетки при удалении отдельных ее элементов. Порог проводимости рассматривается как аналог порога живучести.

### Литература:

1. Оценка эффективности принятия решений по повышению пожарной безопасности на открытых автостоянках / Моторыгин Ю.Д., Литовченко И.О., Максимов А.В., Черных А.К. // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 1. С. 25-31.

2. Галишев М.А., Моторыгин Ю.Д. Стохастические методы принятия решений для уменьшения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций // Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». 2013. № 4 (28). С.59-64.
3. Мирясов Е.Ю., Аманбаев М.Т., Моторыгин Ю.Д. Перколяционная модель описания процессов развития чрезвычайных ситуаций // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2013. № 3. С. 74-81.
4. Бельшина Ю.Н., Мирясов Е.Ю., Павлова А.С. Вероятностный анализ природного и техногенного рисков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2014. Т. 1. № 1 (5). С. 89-91.
5. Мирясов Е.Ю. Системный анализ перколяционных моделей развития чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах // диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.01 / Санкт-Петербургский государственный университет Государственной противопожарной службы МЧС России. Санкт-Петербург, 2014.
6. Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Шарапов С.В. Использование системного подхода при экспертной идентификации нефтяных загрязнений в объектах окружающей среды. // Проблемы управления рисками в техносфере. 2008. Т. 8. № 4. С. 29-35.
7. Моторыгин Ю.Д. Системный анализ моделей описания процессов возникновения и развития пожара. Диссертация доктора технических наук : 05.13.01 / Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС РФ. Санкт-Петербург, 2011.
8. Моторыгин Ю.Д. Моделирование пожароопасных режимов в электросети автомобилей для принятия решения при проведении пожарно-технической экспертизы. // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 9. С. 45-51.

# **ПРИМЕНЕНИЕ БОСТОНСКОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ И СРЕДНЕСРОЧНОГО ПРОГНОЗА КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

*Г.В. Талалаева, Н.Л. Симаков*

*ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России*

Мониторинг, моделирование и прогнозирование социально-экономической стабильности регионов является объективной основой реализации концепции дифференцированного подхода к обеспечению комплексной безопасности населения и территорий страны; они позволят решить основные задачи Государственной программ Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» до

2020 г., в том числе сократить отставание существующих возможностей гражданской обороны от реальных угроз и опасностей XXI века; эффективно использовать средства бюджетов различного уровня и хозяйствующих субъектов для решения приоритетных задач по обеспечению защиты населения и территорий в условиях мирного и военного времени; создать системы комплексной безопасности межрегионального, регионального и объектового уровней от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1].

Разработка методологии дифференцированного подхода к защите территорий и населения актуализировалась в последние годы, когда возрос интерес специалистов в области безопасности к анализу технологий ведения гибридных войн [2-4], в структуре которых фазовый переход социально-экономической сферы региона из устойчивого состояния в состояние неустойчивого равновесия, а затем на программу саморазрушения является ключевым механизмом [5]. Известно, что единого критерия устойчивости сложных социально-экономических систем до сих пор не разработано. Наиболее простым с математической точки зрения и унифицированным является расчет технического риска, когда возможный ущерб для территории рассчитывается как произведение случаев аварий на ущерб от одного аварийного случая. Более сложным является оценка экологической безопасности территории и населения, при которой учитывается совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающих защищенность жизненно важных интересов личности, общества, природы, государства и всего человечества от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду [6]. При комплексном подходе к оценке экологической безопасности принимают во внимание полипараметрические критерии, позволяющие охарактеризовать природоёмкость производства территории, степень напряжения экологической обстановки, полную экологическую техноёмкость территории, степень антропогенного воздействия на структуры общества.

При этом исходят из того положения, что совокупная техногенная нагрузка не должна превышать самовосстановительного потенциала природных систем территории, а степень ухудшения качества среды определяют по уровню загрязнения воды, почвы, воздуха, продуктов питания химическими веществами и радионуклидами, а также по их негативному воздействию на медицинские и демографические показатели.

Еще более сложными для проведения мониторинга являются показатели социально-экономической безопасности региона [7-9]. Осуществление мониторинга в данном случае предусматривает многоступенчатый процесс. Это не только идентификация опасностей, но также изучение зависимостей «экспозиция-ответ», установление количественных соотношений между уровнями воздействия, частотой и тяжестью неблагоприятных эффектов, расчет рисков для популяций и целевых групп населения, ранжирование различных рисков по степени их статистической значимости, установление медицинских приоритетов и тех социально-экономических рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня. При обеспечении комплексной социально-экономической безопасности реализация требуемых корректирующих мероприятий также представляет собой сложный процесс, многоуровневый, иерархически выстроенный процесс. Это многоплановое (порой синергетическое, но порой и антагонистическое) взаимодействие волонтеров, активного гражданского населения с собственниками предприятий, представителями органов местного самоуправления, государственного и муниципального управления; учет разнообразных административных, законодательных и экономических норм, регулирующих вопросы безопасности в конкретной сфере жизнедеятельности.

Даже краткий перечень критериев комплексной безопасности убедительно показывает сложность и трудоемкость мониторинга, моделирования и прогнозирования социально-экономической стабильности регионов. Для оперативного слежения за динамикой социально-экономической стабильности регионов и территорий специалисты Института экономики УрО РАН применяют матричный метод, одним из вариантов которого является Бостонская матрица. Мы применили этот подход к анализу социально-экономической безопасности Удмуртской Республики. Стимулом для такого исследования стали выборы губернатора Удмуртии, которые прошли в сентябре 2017 г., а также их отражение в формате Бостонской матрицы, представленное в печати [10]. Как известно, Бостонская матрица четырехпольное разделение сложных систем с учетом их масштабов и темпов роста и позволяет не только оценить текущее состояние сложных систем, но и обозначить их среднесрочные перспективы, при этом разграничиваются четыре типа сложных систем:

- Находящиеся в начале своего жизненного цикла, подающие надежды, но еще не определившиеся в темпах и успехах своего дальнейшего развития системы, обозначаемые как «знак вопроса» или как их еще иначе называют «темные лошадки»;
- Находящиеся на гребне своего развития, быстро прогрессирующие и



максимально успешные «звезды»;

- Вышедшие на плато своего развития, занимающие устойчивое положение, но не сулящее дополнительного прироста дохода системы, которые называются «дойными коровами»;
- И завершающие свой жизненный цикл, находящиеся на нисходящей стадии своего развития «собаки».

В соответствии с данными, опубликованными журналом «Эксперт» [], на момент губернаторских выборов 2017 г. в Удмуртской Республике темпы роста внутреннего регионального продукта (ВРП) и величина ВРП, приходящаяся на душу населения, были ниже, чем в среднем по субъектам Российской Федерации, в которых за период с 2015 по 2017 гг. произошли пере выборы губернаторов. Согласно методологическому подходу, используемому в Бостонской матрице, данный факт означает, что в момент смены губернаторской власти 2017 г. Удмуртия находилась на нисходящей ветви своего жизненного цикла, относясь по классификации Бостонской матрицы к категории «собаки».

На наш взгляд, характеризуя данную ситуацию с позиций комплексного безопасности, можно заключить, что текущее состояние социально-экономического развития Удмуртской Республики соответствует состоянию неустойчивого равновесия и является привлекательным для потенциальных оппонентов как возможная мишень для применения технологий гибридной войны. Вполне вероятно, что новый глава Удмуртской Республики А.В. Бречалов, пользующийся доверием Президента Российской Федерации В.В. Путина, и получивший кредит доверия от проголосовавших за него граждан, сумеет улучшить социально-экономическое положение региона и перевести его в разряд «дойные коровы», или, что лучше, в категорию восходящие «звезды». Вместе с этим, следует заметить, что при высоком проценте лиц, проголосовавших за нового главу региона, в голосовании 10 сентября 2017 г. приняла участие лишь треть граждан республики, имеющих право голоса. Согласно официальным данным за нового главу республики проголосовало 78,16 % избирателей при явке 34,55 % [11]. Данное обстоятельство свидетельствует об отсутствии политического единодушия среди населения Удмуртской Республики граждан и наличии скрытых угроз социально-экономической стабильности региона.

Описанные факты побудили нас проанализировать экономическую структуру республики, применив для этой цели модель Бостонской матрицы. Для проведения матричного анализа использованы открытые данные, представленные на интернет сайтах.

Установлено, что после устойчивого роста внутреннего регионального продукта (ВРП), который наблюдался с 2009 по 2014 гг., в 2015 г. зафиксировано сокращение показателя на 2,6 % по отношению к уровню предыдущего года, что связано экспертами с двумя обстоятельствами: снижением темпов роста промышленного производства и сокращением потребительского спроса

[12]. Данные факты подтверждают наше гипотезу о зарождающихся внутри экономики региона деструктивных процессов, которые в последующем, при отсутствии их своевременной коррекции, могут стать критическим звеном в нарушении социально-экономической стабильности республики. Данный тезис согласуется с мнением специалистов Центра анализа и уровня жизни НИУ Высшей школы экономики, которые пришли к выводу о фактическом дефолте или неспособности обслуживать свои долговые обязательства в 20 регионах России и к их числу отнесли Удмуртскую Республику с дефицитом более 20% при долге свыше 80% [13].

В результате авторского анализа статистических данных, представленных в интернете, нами в форме Бостонской матрицы представлена неравномерность развития отдельных отраслей народного хозяйства республики. В категорию «звезд» вошла военная промышленность; «знак вопроса» («темные лошади») – сельское хозяйство; «дойные коровы» – нефтедобыча, металлургия, машиностроение, наука; «собаки» – лесная и деревообрабатывающая промышленность, медицина, образование.

Сформированная матрица дает основания для следующего вывода. В горизонте среднесрочных событий социально-экономическая структура региона демонстрирует тренд к переходу от устойчивого состояния к состоянию неустойчивого равновесия. На этом общем фоне военная промышленность республики представляет собой автономную подсистему, динамично развивающуюся и не связанную сильными обратными связями с другими социально-экономическими подсистемами региона. Отсутствие внутренних резервов ограничивает возможности руководства республики осуществлять эффективный менеджмент тех сфер экономики, которые демонстрируют стратегии «собак» и «дойных коров» и лимитирует шансы сбалансировать экономику региона и обеспечить ее комплексную безопасность. Это означает, что текущая ситуация в республике является рискоопасной с точки зрения внедрения в регион технологий гибридных войн, ставящих своей целью установление внешнего контроля за успешными сферами экономики при одновременной депрессии ее социальной составляющей. Для предотвращения подобного сценария целесообразно предусмотреть в среднесрочной программе развития региона меры, направленные на усиление ее комплексной безопасности.

### **Литература:**

1. Государственная программа Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» [Электронный ресурс] URL: [http://www.mchs.gov.ru/activities/fcp/Gosudarstvennaja\\_programma\\_Rossijskoj\\_Fe](http://www.mchs.gov.ru/activities/fcp/Gosudarstvennaja_programma_Rossijskoj_Fe) (дата обращения: 07.10.2017).
2. Чураков Д.О. Новейшая историография противодействия современным локальным гибридным войнам со стороны России // Преподаватель XXI

- век. – 2017. – № 2-2. – С. 277-286.
3. Герасимов Н.Н. Современная эпоха войн гибридного типа // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2016. – № S10. – С. 120-125.
  4. Мокшанов М.Г. Актуальные вопросы противостояния гибридным войнам в условиях современной действительности // Наука. Мысль. – 2015. – № 3. – С. 60-63.
  5. Указ Президента РФ от 31 декабря 2015 г. N 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс] URL: <http://base.garant.ru/71296054/> (дата обращения: 07.10.2017).
  6. Селютин В. И. Человек и экосфера: Мы угрожаем сами себе // Основы безопасности жизнедеятельности. – 2017. – С. 25 – 29.
  7. Воробьев Ю.Л. Государственная политика в области регулирования природной и техногенной безопасности // Проблемы анализа риска. – 2005. – Т.2. – № 2. – С. 104 – 113.
  8. Быков А.А. К проблеме оценки социально-экономического ущерба с использованием показателя цены риска // Проблемы анализа риска. – 2005. – Т.2. – № 2. – С. 100 – 103.
  9. Мельник А.А., Батура А.Н., Иванов Д.В., Гуляева Е.В., Калюжина Ж.С. Мониторинг моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций // Сб. статей по мат-лам VI Всеросс. науч.-практ. конф. – Железногорск, 2016. – 108 с.
  10. Джанашия В., Скоробогатый П. 22 кадра // Эксперт. – 4-10 сентября 2017. – № 36 (1042). – С. 15 – 21.
  11. Выборы глав регионов России 2017 [Электронный ресурс] URL: [http://www.mchs.gov.ru/activities/fcp/Gosudarstvennaja\\_programma\\_Rossijskoj\\_Fe](http://www.mchs.gov.ru/activities/fcp/Gosudarstvennaja_programma_Rossijskoj_Fe) (дата обращения: 07.10.2017).
  12. Сокращение ВРП Удмуртии в 2015 г. составит 2,6% [Электронный ресурс] URL: <https://udm-info.ru/news/economy/29-12-2015/sokraschenie-vrp-udmurtii-v-2015-g-sostavit-2-6?type=NewsItem> (дата обращения: 07.10.2017).
  13. Высшая школа экономики: 20 российских регионов фактически в дефолте [Электронный ресурс] URL: <http://www.vedomosti.ru/economics/articles/2015/05/19/visshaya-shkola-ekonomiki-20-rossiiskih-regionov-fakticheski-v-defolte> (дата обращения: 07.10.2017).

# **ДИАГНОСТИКА НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАПЕЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ**

*Н.В. Елфимов <sup>1</sup>, Ф.А. Дементьев <sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

*<sup>2</sup> ФГБОУ Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

Сегодня область развития инструментальных методов происходит поразительно быстрыми темпами, они приобретают все более сложное оснащение, что значительно расширяет их перспективы использования. Появление новых технологий в сферах получения и обработки аналитической информации, требует постоянного совершенствования методов и методик, в том числе, используемых при исследовании нефтяных загрязнений [1-3]. Многие методы в настоящее время могут быть реализованы непосредственно на месте нахождения подлежащего исследованию образца, а результат анализа выдается в реальном времени. Можно говорить о тенденции к переходу на методы измерения, действующие в реальном масштабе времени. Внедрение современных портативных аналитических приборов взамен существующих лабораторных – одно из основных направлений совершенствования существующих методик, применяемых при исследовании пожаров. С другой стороны, остается неоспоримым факт, что основные ошибки определения совершаются аналитиками на стадии отбора пробы и подготовки ее к анализу. Разработка новых подходов к отбору и сохранению проб, а также упрощению пробоподготовки к аналитическому определению – важнейшее направление развития методического обеспечения различного вида экспертных исследований. В этой связи представляется весьма интересной возможность сочетания отбора проб для анализа и предварительного экспресс-анализа проб [2,3]. В работе был проведен анализ возможности использования для отбора и предварительного исследования образцов нефтепродуктов, привнесенных в почву, одного из полевых способов исследования нефтепродуктов, а именно капельно-люминесцентный метод, который был разработан в 60-х годах и применялся в геологии [2].

В качестве объектов исследования выбраны бензин марки АИ-95 фирмы «Газпром» и дизельное топливо универсальное. В качестве объекта-носителя была рассмотрена почва, отобранная в Кировском районе Ленинградской области, предварительно высушенная и просеянная через сито диаметром 1 мм для отчистки от различного рода включений. Всего в работе было рассмотрено 10 образцов почвы. Образцы загрязнялись путем занесения на их поверхность 3 мл нефтепродукта. Исследования проводились через 5-6 дней после загрязнения. Капельно-люминесцентный анализ проводился путем прижатия к поверхности образца фильтровальной бумаги с помощью стеклянной палочки, и последующего нанесения в ее центр с помощью шприца (по каплям) гексана объемом 3 мл. Затем изучалась люминесценция

поверхности фильтровальной бумаги в ультрафиолетовом свете, анализ проводился как до, так и после полного испарения гексана.

Предварительный анализ незагрязненных нефтепродуктами почв показал, что в них фиксируются органические компоненты, характеризующиеся свечением в УФ-области, при этом граница фиксируемых пятен и интенсивность люминесценции значительно отличаются от результатов полученных при исследовании почв с привнесением бензина и дизельного топлива.

Исследование загрязненных бензином почв показало, что для них наблюдается яркое свечение в виде кольца. Разброс значений диаметра пятен не превышает 10%, что говорит о достаточной воспроизводимости получаемых результатов. Данные отклонения обусловлены несоблюдением идентичных условий при проведении параллельных исследований аналогичных образцов (ошибка оператора). Для исключения подобных ошибок необходимо при разработке методики четко оговаривать не только объем используемого экстрагента, но и скорость его дозирования, по возможности можно рекомендовать использования специальных технических средств, обеспечивающих равномерность поступления растворителя.

Проведенные исследования показали, что наблюдается зависимость между диаметром образующегося пятна и количеством привнесенного нефтепродукта. При этом существенного увеличения интенсивности свечения в УФ не наблюдается, это можно объяснить концентрационным тушением люминесценции. Визуальные признаки пятен для образцов с привнесением бензина в объеме 3 мл и 5 мл характеризуются голубым свечением в центре и ярко-голубым по краям, что говорит о хроматографическом разделении компонентов бензина АИ-95, наблюдаемом в почве.

Сравнивая визуальные особенности пятен дизельного топлива и бензина нужно отметить, что в случае дизельного топлива пятна на фильтровальной бумаге характеризуются более ярким свечением люминесценции с широким ярко-голубым ореолом по краю. Чем больше дизельного топлива внесено в почву, тем ярче наблюдается свечение и большее по диаметру пятно образуется на фильтровальной бумаге. Таким образом, с помощью визуальных признаков по характерным особенностям свечения можно диагностировать тип нефтепродукта, а по размеру образующихся пятен оценить его количество в образце. Это можно использовать как при расследовании пожаров при предварительном исследовании очага на предмет наличия следов горючих жидкостей, так и рамках экологических экспертиз при исследовании ЧС связанных с разливом товарных нефтепродуктов.

Проведенные исследования показали, что капельно-люминесцентный метод можно применять для предварительного исследования привнесений нефтепродуктов в почву в рамках экспертных исследований. Качественной характеристикой привнесения могут являться визуальные характеристики образующихся на фильтровальной бумаге пятен, такие как цвет и яркость свечения, его равномерность. Так признаком бензинового загрязнения может являться образования неярких пятен, люминесцирующих с тонкой

светящейся полосой по краю, признаком дизельного топлива являются пятна с широкой кольцевой областью яркого свечения в УФ-свете. Количественной характеристикой привнесения может служить диаметр образующихся пятен. Нужно отметить, что при исследовании реальных образцов почв разброс средних значений диаметров пятен может быть существенным, что связано с уровнем изначального загрязнения почвы. Также степень загрязнения исходных образцов почвы оказывает влияние и на особенности свечения в УФ-свете. Компоненты сильно загрязненных образцов могут тушить люминесценции компонентов привнесенного нефтепродукта, кроме того, они могут вносить свои особенности в общую картину люминесценции. Тем не менее, все пятна имеют признаки характерные для пятен, образуемых привнесением бензина или дизельного топлива, следовательно, данный метод эффективен для предварительного установления природы нефтепродукта, распределенного в почве. Полученные результаты могут применяться в экспертной практике, как скрининговый, оперативный метод обнаружения наличия привнесений товарных нефтепродуктов.

#### **Литература:**

1. Другов Ю.С., Родин А.А., Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов. Практическое руководство / Под ред. Почкаева Т.И. 2-е изд., перераб. И доп./ Москва: «Бином. Лаборатория знаний», 2009- 270 с.
2. Галишев М.А. Научные принципы экспертного исследования сложных смесей нефтяного типа, содержащихся в малых количествах в различных объектах материальной обстановки /Жизнь и безопасность, № 1-2а, 2004. С. 69-74.
3. Количественная оценка содержания нефтяных углеводородов в почвенных отложениях методом молекулярной люминесценции //Ю.Н. Бельшина, М.А. Телегин, С.В. Шарпов / Вестник. - 2009. - №1.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСТРАКТОВ ОТЛОЖЕНИЙ КОПОТИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВИДА ИСХОДНОЙ ПОЖАРНОЙ НАГРУЗКИ

*А.Ю. Медведев , Ю.Н. Бельшина , М.А. Галишев*

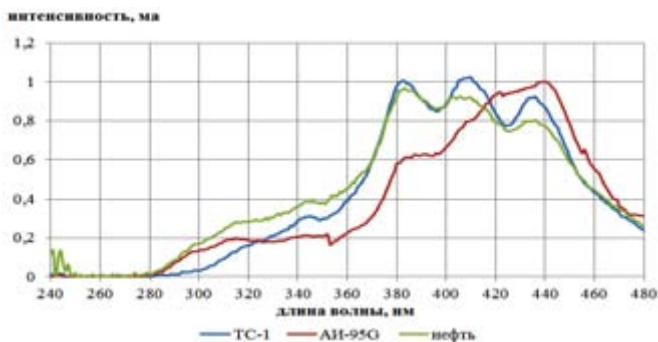
*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*

Исследованию отложений копоти, оседающей на различные поверхности в условиях пожара, посвящено очень незначительное количество работ [1,2]. Между тем, наслоения копоти можно встретить практически на любом месте пожара. Важную задачу пожарно-технических исследований составляет установление по составу копоти типа исходной горючей нагрузки. В работе проведено исследование экстрагированных компонентов копоти, полученной после горения различных материалов и горючих жидкостей.

В работе принята следующая терминология. Сажа - углеродистый продукт неполного сгорания или термического разложения органических компонентов в неконтролируемых условиях пожара. Содержит как чистый аморфный углерод, так и битуминозные компоненты. Копоть – сажевые частицы, осевшие на какую-либо поверхность.

Отложения копоти получали путем ее осаждения на холодную поверхность стекла. Затем снятые со стекол сажевые частицы экстрагировались гексаном и анализировались методом молекулярной люминесценции. Спектры снимались в режиме синхронного сканирования в диапазоне длин волн 240 – 480 нм (ультрафиолетовая и видимая части спектра) [3]. Для удобства сравнения все спектры были нормированы по максимальному значению.

На рисунке 1 представлены спектры люминесценции экстрактов отложений копоти, полученной при сгорании некоторых нефтепродуктов, помещенных в фарфоровую чашку.



*Рис. 1. Спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания нефтепродуктов*

Основные максимумы люминесценции наблюдаются при 380, 410 и 440 нм. Имеются также слабо выраженные максимумы люминесценции в диапазоне 310-350 нм. По характеру спектров люминесценции изученные нефтепродукты различаются друг от друга.

Экстракты копоти от сгорания автомобильного бензина и нефти имеют относительно более высокую люминесценцию в области 310-350 нм, по сравнению с авиационным керосином (ТС-1). Данная область связана с люминесценцией моноароматических соединений. Этот признак можно считать характерным для нефтепродуктов, содержащих легкие фракции. Все же наибольшую интенсивность люминесценции все изученные экстракты копоти имеют в диапазоне 380-440 нм. Данная область люминесценции характерна для полициклических ароматических соединений, а люминесценция в области выше 410 нм, связана также и со смолистыми компонентами и окисленными соединениями. В этой наиболее длинноволновой области спектра особенно интенсивно люминесцирует экстракт копоти от сгорания бензина АИ-95G (G drive). Бензины этой серии отличаются очень высоким содержанием ароматических углеводородов (часто выше 60-70 %), и кислородсодержащих соединений (МТБЭ).

На рисунке 2 приведены спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания автомобильного бензина АИ-92 и двух видов органических материалов – древесины и резины.

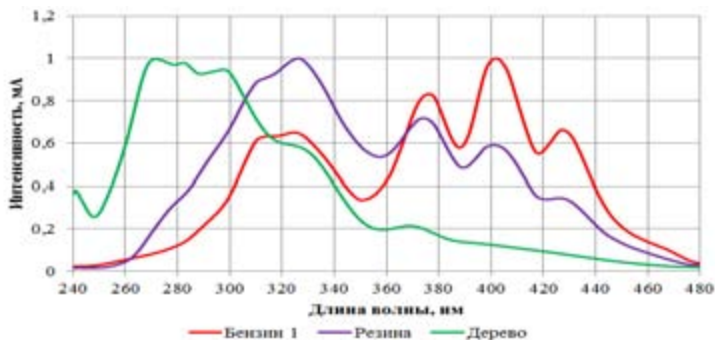


Рис. 2. Спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания бензина АИ-92, древесины и резины.

Экстракт копоти от сгорания автомобильного бензина АИ-92 заметно отличается по характеру люминесценции от бензина АИ-95G. В данном спектре высокую интенсивность имеет люминесценция вблизи 320 нм. В диапазоне 380-440 нм спектр люминесценции экстракта копоти от сгорания АИ-92 практически совпадает со спектрами авиационного керосина и нефти. Доминирования люминесценции при 440 нм здесь не наблюдается.

Экстракт копоти от сгорания древесины люминесцирует практически только в ультрафиолетовой области спектра. Максимальная люминесценция



фиксируется при длинах волн 270-300 нм, а затем постепенно снижается в области 300-380 нм. Спектр экстракта копоти от сгорания резины имеет смешанный характер с наиболее интенсивным максимумом вблизи 330 нм и характерными для нефтепродуктов максимумами в диапазоне 380-440 нм, постепенно убывающими по интенсивности к длинноволновой области спектра. Такую особенность люминесценции экстракта копоти от сгорания резины можно объяснить наличием в составе резин жидких компонентов нефте- и углепереработки, используемых в качестве пластификаторов и мягчителей резиновых смесей.

На рисунке 3 приведены спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания древесины, пропитанной бензином АИ-92, и для сравнения повторены спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания чистой древесины и исходного бензина.

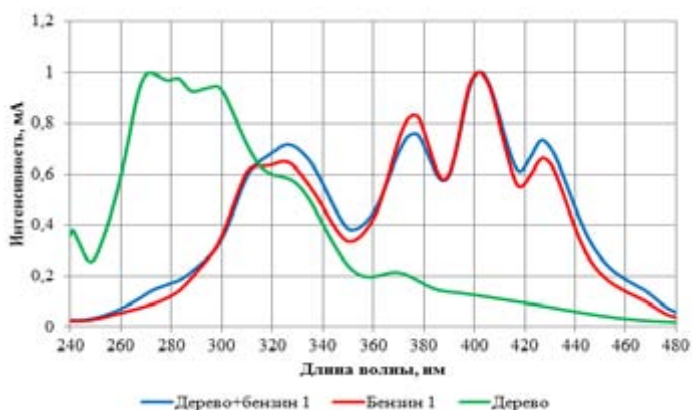


Рис. 3. Спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания древесины, пропитанной бензином АИ-92.

В спектре экстракта копоти от сгорания древесины в присутствии бензина характерных признаков спектра, выявленных в спектре чистой древесины, не наблюдается. Здесь, практически повторяется спектр экстракта копоти от сгорания исходного бензина. Иначе говоря, наличие бензина в смешанном образце полностью подавляет люминесценцию экстракта копоти от сгорания древесины. Поскольку мы рассматриваем нормированные спектры, то обсуждению подлежат только качественные характеристики, а именно положение длин волн максимумов люминесценции. Для сравнения интенсивностей люминесценции при соответствующих длинах волн необходимо проводить исследования на количественном уровне.

На рисунке 4 приводятся спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания некоторых нефтепродуктов, нанесенных на неорганический материал, минеральную вату «кнауф». Минеральная вата является негорючим материалом и не может вносить свой вклад в формирование состава копоти.

В приводимых спектрах проявляются характерные признаки, свойственные люминесценции экстрактов копоти от сгорания нефтепродуктов, выявленные при предыдущем рассмотрении.

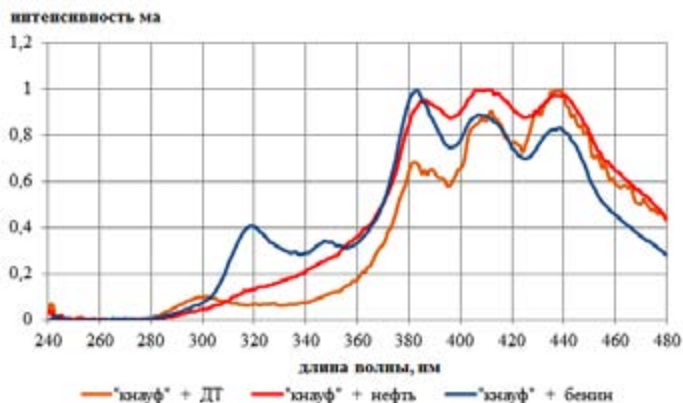


Рис. 4. Спектры люминесценции экстрактов копоти от сгорания нефтепродуктов, нанесенных на минеральную вату.

В итоге, можно уверенно констатировать, что при сгорании нефтепродуктов, образуется копоть, экстрактивные компоненты которой люминесцируют в диапазоне 380-440 нм с тремя ярко выраженными максимумами при 380, 410 и 440 нм. Автомобильный бензин АИ-92 дает копоть с довольно интенсивным максимумом 320 нм. Даная область люминесценции, хотя и в меньшей степени, характерна для экстрактов копоти всех нефтепродуктов, содержащих легкие фракции, в частности для нефти. Бензин АИ-95G, серии G drive, дает копоть, с наиболее интенсивным максимумом люминесценции при 440 нм. Это может быть характерным признаком отложений копоти от сгорания высокоароматичных нефтепродуктов, содержащих кислородные соединения. Образцы проанализированных органических материалов имеют существенные отличия от образцов нефтепродуктов. Копоть от сгорания древесины и резины люминесцирует в основном в ультрафиолетовой области. В то же время экстракт копоти от сгорания резины имеет в длинноволновой области спектра сходство с люминесценцией копоти нефтепродуктов.

В целом методом молекулярной люминесценции экстрактов отложений копоти, собранной на месте пожара, можно проводить диагностику материалов пожарной нагрузки.

### **Литература:**

1. Галишев М.А. Научные принципы экспертного исследования сложных смесей нефтяного типа, содержащихся в малых количествах в различных объектах материальной обстановки // Жизнь и безопасность, № 1-2а, 2004. С. 69-74.
2. Анализ экспертных версий возникновения пожара / Чешко И.Д. Плотников В.Г. В 2-х книгах. Книга 1. – СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2010. – 708 с. с илл.
3. Левшин Л.В., Салецкий А.М. Люминесценция и ее измерение: Молекулярная люминесценция. – М.: Издательство МГУ, 1989. – 272 с.

# ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЕ БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

*А.С. Симоненко*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Подготовка личного состава к применению БАС проводится **в четыре этапа:**

**на первом этапе** – проводится первоначальная подготовка к эксплуатации и техническому обслуживанию конкретного типа БАС на предприятиях промышленности-изготовителях БАС, в специализированных сертифицированных центрах и учебных заведениях, осуществляется подготовка личного состава в качестве инструкторов;

**на втором этапе** – осуществляется подготовка личного состава к применению БАС по программе дополнительного профессионального

образования «Подготовка и применение беспилотных авиационных систем» на базе ВУЗов МЧС России с учетом территориального принципа, подготовка внешних пилотов инструкторами в региональных центрах МЧС России, подготовка внешних пилотов в рамках освоения смежной специальности;

**на третьем этапе** – осуществляется подготовка личного состава к применению БАС в составе подразделений, оснащенных БАС, слаживание расчетов и подразделений, совершенствование подготовки личного состава при проведении специальных комплексных учений, в ходе выполнения задач по назначению;

**на четвертом этапе** – повышается квалификация личного состава на курсах ВУЗов МЧС России, в специализированных сертифицированных центрах.

В Академии по ДПО «Специалисты подразделений МЧС России, эксплуатирующие беспилотные авиационные системы» обучение проводится по заочной форме с применением дистанционных технологий

В 2016 году обучен 21 человек

В 2017 году запланировано обучить 133 человека по заочной форме обучения с применением дистанционных технологий.

по состоянию на 25.09.17 г. обучено - 88 человек, обучается - 44 человека;

1 человек не прибыл на обучение по вине комплектующего органа Республики Хакасия (не направлен на обучение).

В 2017 обучено 100 слушателей пятого курса ФИПБ Академии основам использования беспилотных авиационных систем.

## **Оснащение подразделений МЧС России беспилотными авиационными системами**

На сегодняшний день парк БАС МЧС России насчитывает в своем составе 1665 единиц БВС, из них самолетного 38 и 1627 вертолетного (мультироторного) типов ближнего действия (малого класса).

В соответствии с планами закупок и государственными контрактами на поставку беспилотных авиационных систем в подразделения поставлены более десяти модификаций различных (отечественных и зарубежных) производителей.

БВС самолетного типа представлены летательными аппаратами: Zala 421-04M, Zala 421-08, Zala 421-16EM, Supercam 250, Supercam 350, Орлан 10.

БВС вертолетного (мультироторного) типа представлены летательными аппаратами: HE-60, Zala 421-21, Zala 421-22, Гранад ВА-1000, Supercam X6, Supercam X8, DJI Phantom 2, DJI Phantom 3, DJI Inspire.

В период до 2020 года реагирующие подразделения МЧС России предполагается оснастить БАС ближнего действия (малого класса):

самолетного и вертолетного типов – ЦСООП «Лидер», отряд «Центроспас», спасательные воинские формирования, авиационно-спасательные центры, региональные поисково-спасательные отряды, арктические комплексные аварийно-спасательные центры, Главные управления МЧС России по субъектам РФ, специализированные пожарно-спасательные части и специальные подразделения ФПС ГПС МЧС России;

вертолетного типа (мультироторного) – пожарные отряды ФПС ГПС МЧС России.

В соответствии с приказом Министерства транспорта РФ от 4 августа 2015 года N 240 «Об утверждении Перечня специалистов авиационного персонала гражданской авиации Российской Федерации»

Специалисты, входящие в состав летного экипажа гражданской авиации:

- пилот;
- внешний пилот;
- штурман;
- бортрадист;
- бортинженер (бортмеханик);
- летчик-наблюдатель.

**Требования к обучению граждан на «Внешнего пилота» или что необходимо для обучения граждан:**

- Разработанная и утвержденная ДПП Министерством транспорта;
- сертификат авиационного учебного центра (АУЦ) выданного Федеральным агентством воздушного транспорта;
- обученный персонал (авиационная специальность), помещения, литература, технические средства обучения, тренажеры, БАС и.т.д.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ВИДА ЧС

*Р.М. Хисамутдинов*

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

Хочется начать доклад с цитаты министра РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Владимира Андреевича Пучкова.

*«Сегодня система применения беспилотных летательных аппаратов динамично развивается. Мы констатируем развитие на качественно новом уровне уже не только беспилотных аппаратов, но и всех технологий считывания информации, мониторинга обстановки, комплексной оценки опасностей и угроз дистанционного радиационного, химического и биологического мониторинга; где существует угроза жизни человека, должны работать «беспилотники»*

В последнее десятилетие человечество осознало, насколько опасным для его существования стал окружающий мир. Все виды существующих опасностей, вызывающих чрезвычайные ситуации – это результат деятельности человечества и природы.

На территории России, обладающей большим разнообразием геологических, климатических и ландшафтных условий, наблюдаются более 30 видов опасных природных явлений. Наиболее разрушительными из них являются: наводнения, землетрясения, оползни, сели, снежные лавины, ураганы. Кроме того, опасность обуславливается наличием в промышленности большого количества радиационных, химических, биологических, пожароопасных и взрывоопасных производств и технологий. Так же Россия обладает самыми обширными лесными богатствами, требующими постоянных мероприятий по охране и защите.

Ликвидация ЧС невозможна без применения авиации. Чрезвычайно важным становится поиск новых технологий. Одним из направлений является космический мониторинг. Но в силу технических особенностей космический мониторинг всегда останется лишь дополнительным инструментом при ликвидации ЧС природного характера.

Прогрессивное направление в технологии ликвидации ЧС - беспилотная авиация. В последние годы в области применения БВС произошел настоящий прорыв. Миниатюризация систем управления и развитие спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС) позволили создавать БВС с малыми габаритами и массой.

По оценкам специалистов, в ближайшее десятилетие самыми крупными рынками для беспилотной авиации будут МЧС, пограничная служба и лесное хозяйство – те виды деятельности, где требуется регулярный осмотр объектов.

БВС осуществляют сбор информации и ее передачу операторам в режиме реального времени с последующей обработкой данных, что значительно облегчает работу сотрудников МЧС.

**В настоящее время с помощью БВС осуществляется:**

- мониторинг границ пожаров;
- мониторинг и передача данных по радиоактивному и химическому заражению местности и воздушного пространства в заданном районе;
- инженерная разведка районов наводнений, землетрясений и других стихийных бедствий;
- обнаружении и мониторинг ледовых заторов и разлива рек;
- мониторинг состояния транспортных магистралей, нефте- и газопроводов, линий электропередач и других объектов;
- экологический мониторинг водных акваторий и береговой линии
- как ретранслятор для установления связи с оперативными группами, находящимися на удалении друг от друга;

И Т.Д.

**Обнаружение с помощью полезной нагрузки БВС (приборов) различных предпосылок и факторов ЧС.**

Полезная целевая нагрузка также может быть различной:

- в основном, это видеокамеры оптического и инфракрасного диапазонов, фотоаппаратура;
- сканирующие устройства (радары, лидары, лазерные сканеры) различного назначения;
- системы определения координат наземных объектов и целеуказания;
- газоанализаторы, магнитные датчики, устройства ретрансляции сигналов радиосвязи, высокоскоростной передачи цифровых данных и прочее;
- системы оповещения населения.

*Обнаружение с помощью полезной нагрузки можно разбить на следующие направления:*

1. периодический осмотр оператором **БВС** состояния пожара, оценка его развития;
2. совместный просмотр поступающей информации с борта **БВС** руководителем и членами штаба пожаротушения или ликвидации ЧС, для принятия управленческого решения;
3. мониторинг опасных ситуаций на пожаре для обеспечения безопасности сил тушения;
4. наведение наземных команд тушения на пожаре или его критические участки;

5. мониторинг лесопожарной ситуации в оперативной зоне для обеспечения работы оперативных штабов;
6. координирования действия команд тушения на пожаре и обеспечение их взаимодействия с воздуха;
7. плановый мониторинг состояния контрольных участков схода лавин, вулканов, водных акваторий, федеральных дорог, газопроводов, нефтепроводов;
8. организация локального оповещения населения в зонах подтопления, возможных взрывов, схода лавин, землетрясений и т.д. Сбор информации о наличии людей, не успевших эвакуироваться из зон чрезвычайных ситуаций.

**С улучшением технических характеристик БАС, Безусловно открываются перспективы в применении БВС, это**

### **1. Поиск людей**

Для этого можно применять беспилотники с камерой и тепловизором, основным здесь является тепловизор, так как человека под кронами деревьев в особенности, если он в темно-монотонной одежде - практически не реально найти с помощью обычной камеры. А вот с помощью тепловизора с хорошим разрешением можно найти человека

БВС применяются службами спасения и отрядами МЧС России при проведении работ по поиску и спасению людей, в том числе заблудившихся в лесных массивах либо оказавшихся в бедственном положении в условиях ЧС.

Для осуществления воздушного мониторинга на удалении до 70 км применяются БВС самолетного типа, для оперативного обследования небольших участков на удалении до 5 км — БВС вертолетного типа.

### **2. Спасение людей на воде**

«Одна из самых больших проблем, с которыми сталкиваются спасатели на воде, это паника утопающих, можно с уверенностью сказать, что дроны смогут сыграть важную роль в спасении людей на воде, в результате мы увидим снижение количества фатальных исходов».

При спасении на воде критически важно быстро отреагировать на возникшую опасную ситуацию, поскольку взрослый человек может утонуть за считанные минуты, а ребенок за несколько десятков секунд. Существуют разные способы помочь человеку продержаться до прихода спасателей — например, бросить спасательный круг или другое вспомогательное средство. Однако этот метод не подходит, если человек тонет вдали от берега и в непосредственной близости нет никого, кто мог бы прийти на помощь.

### **3. Оповещение населения при ЧС**

Система воздушного оповещения с применением БВС необходимо внедрить в интересы МЧС РФ,



БВС осуществляют не только мониторинг ситуации места происшествия в чрезвычайных ситуациях, но и реально доводит информацию до населения, тем самым оказывает помощь жителям.

Система воздушного оповещения «Тревога» с применением БВС прошла необходимые этапы испытаний и в настоящее время внедряется в интересах МЧС РФ в Удмуртии, республике Саха-Якутия, Ханты-Мансийске.

Беспилотные летательные аппараты осуществляют не только мониторинг ситуации места происшествия в чрезвычайных ситуациях, но и реально доводить информацию до населения и оказывать помощь жителям.

При испытаниях БЛА с установленным на них дистанционным модулем голосового вещания «Тревога-1» подтверждена возможность воспроизводить записанные ранее голосовые сообщения над территорией радиусом в 500 метров и громкостью свыше 60 децибел. На сегодняшний день разрабатывается аналогичная по назначению, но значительно более совершенная система оповещения – «Тревога-2».

Разработанная система «Тревога-2» имеет более мощную громкоговорящую установку, а оператор имеет возможность передавать через беспилотный летательный аппарат порядка 20 различных сообщений, оповещений.

Система оповещения совмещена с курсовой видеокамерой, позволяющей оператору наблюдать за полетом БВС над заданными территориями.

При наличии полного комплекса с БВС самолетного и вертолетного типов (обладающих различным радиусом действия и продолжительностью полета) и модуля «Тревога» оповещение населения в условиях ЧС выполняется в течение нескольких минут.

#### **4. Доставка грузов в труднодоступные места –**

Идея использование беспилотников для доставки грузов уже давно витает в воздухе. Например доставка медицинских препаратов и небольшого полезного груза для людей отрезанных от внешнего мира природными катаклизмами. Тут очень важна функциональность БВС, который беспрепятственно может проникнуть в труднодоступные для человека места. И даже в будущем возможна и эвакуация пострадавшего!

#### **Проблемные вопросы при опытной эксплуатации БАС:**

- Получение видеосигнала в реальном времени требует надежного канала радиосвязи, у большинства БВС их радиус действия ограничен 10-50 км (в прямой видимости), увеличить который можно путем усложнения и удорожания антенного комплекса или запуска второго комплекса, используемого в качестве ретранслятора. На определенном этапе стоимость лётного часа БВС может превысить стоимость часа работы классического ВС;
- Ограничение веса полезной нагрузки и, как следствие, ухудшение качества видео- и фотофиксации. Ограниченные возможности

различного оборудования вследствие их миниатюрности, неспособность охвата значительной площади поверхности земли и, как следствие, отсутствие восприятия и анализа обстановки для дальнейшего прогноза. Решение проблемы лежит в использовании более мощных БВС, способных нести аппаратуру высокого разрешения или совместных действий с классической авиацией;

- Отсутствие нормативной базы для организации полетов БВС в воздушном пространстве России. Проблемный вопрос организации полетов является главной причиной, сдерживающей массовое внедрение беспилотных технологий в различные отрасли. ***Важно не допустить конфликтных ситуаций в воздушном пространстве***
- Отсутствие четкой технологии применения беспилотных воздушных судов для мониторинга потенциально опасных зон и ликвидации чрезвычайных ситуаций.
- Отсутствие специальных полигонов, пунктов, центров для подготовки высокопрофессиональных специалистов в области эксплуатации БАС. Безусловно, должны быть тренажеры. Использование тренажеров для подготовки операторов управления БАС позволит:

значительно сократить время и затраты на обучение, а также количество реальных полетов БВС;

проводить обучение в условиях, максимально приближенных к реальным действиям операторов БВС;

осуществлять контроль со стороны инструктора за правильностью обнаружения и опознавания цели в различных условиях обстановки;

проводить занятия независимо от условий погоды;

проводить тренировки при выполнении конкретного задания перед полетом, поддерживать необходимые навыки у операторов при отсутствии практических полетов БВС.

инструктор должен иметь возможность планировать тренировку максимально сложную и приближенную к реальным условиям, вмешиваться в действия обучаемого в процессе тренировки, давать вводные задания;

обеспечить возможность моделирования полета БВС днем и ночью;

возможность моделирования особых условий полета БВС, в том числе в условиях тумана, песчаных бурь, дождя, сильного ветра и т. д.;

моделировать действия в аварийных ситуациях и в случае выхода из строя отдельных систем БВС.

Требования к объектам БВС по обеспечению безопасности полетов включают требования федеральных законов, иных нормативных правовых актов и нормативных технических документов, устанавливающих состав и нормативные значения основных показателей и характеристик, которые должны иметь объекты малой авиации, и выполнение которых является необходимым условием обеспечения безопасности полетов.

## **Заключение.**

В настоящее время в МЧС России накапливает опыт согласования с региональным управлением воздушного движения зон и режимов выполнения полетов БВС. Использование БВС в европейской части страны, где имеется высокая активность воздушного движения, затруднено. Но в значительных количествах возможно применение БВС в восточной, северной и азиатской части страны. В любом случае данная проблема рано или поздно будет решена положительно.

Дальнейшее внедрение беспилотных воздушных судов при их практическом применении при разведке зон ЧС, особенно в труднодоступных местах (зонах радиационного заражения, заражения АХОВ, сильного задымления, шахтах и т.д.) могут значительно повысить эффективность территориальных органов МЧС России.

## **Литература:**

9. Воробьев Ю.Л., Лонтионов Н.И., Фалеев М.И., Шахраманьян М.А., Шойгу С.К., Шолох В.П.. Катастрофы и человек. Москва 1997г.
10. Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Указ Президента Рос. Федерации от 11 июля 2004 г. № 868. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
11. Научно-практический и методический журнал «Гражданская защита» №09 (481), сентябрь 2015г., статья «Нужен прорыв», «А им летать охота», «нам верху видно все».
12. Федеральные авиационные правила №138 (ФАП-138) утвержденные постановлением правительства РФ от 11.03.2010 года.
13. Приказ №80 «О создании и внедрении системы радиовещательного автоматически зависящего наблюдения (АЗН-В) в гражданской авиации России.
14. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработка научно-методических подходов и технологий использования БПЛА в лесном хозяйстве» В.В.Коносевиич 2010год - стр 20-25,40-45
15. Всероссийский информационно-аналитический журнал «01 Единая служба спасения» от 3 июня 2011 «Аэро-Принт».
16. Методические рекомендации по планированию действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также мероприятий гражданской обороны для территорий –/Под общей редакцией к.т.н. с.н.с. В.А.Пучкова. Москва 2004 стр. 114-118.
17. Методические рекомендации по использованию беспилотных комплексов при тушении крупных пожаров, проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ –/Под общей редакцией к.т.н. П.М.Фомина / авторы Г.А.Кудряшов, Ю.М.Белый, А.В.Захаров.-Ижевск- 2010г.

18. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (в редакции постановления правительства РФ от 05.09.2011 №74 п.47-114.
19. Официальный сайт МЧС России.
20. Официальный сайт Группа компаний ZALA AERO.

