

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
**ПРОБЛЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В ТЕХНОСФЕРЕ**
PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT
№ 2 (42) – 2017

Редакционный совет

Заместитель председателя – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Баскин Юрий Григорьевич**, профессор кафедры пожарной аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства.

Заместитель председателя (ответственный за выпуск) – доктор технических наук, доцент подполковник внутренней службы **Терехин Сергей Николаевич**, начальник кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения, руководитель учебно-научного комплекса – 5 «Государственный надзор и судебная экспертиза».

Члены редакционного совета:

доктор политических наук, кандидат исторических наук **Мусиенко Тамара Викторовна**, заместитель начальника университета по научной работе;

доктор технических наук, профессор **Минкин Денис Юрьевич**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения;

доктор технических наук, профессор полковник внутренней службы **Шарапов Сергей Владимирович**, начальник Научно-исследовательского института перспективных исследований и научных технологий в области безопасности жизнедеятельности;

доктор педагогических наук, профессор **Пашута Валерий Лукич**, заведующий кафедрой психолого-педагогических и правовых основ служебно-прикладной физической подготовки Военного института физической культуры;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Галишев Михаил Алексеевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Ложкин Владимир Николаевич**, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства;

доктор технических наук, профессор **Малыгин Игорь Геннадьевич**, директор Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

доктор технических наук, профессор **Моторыгин Юрий Дмитриевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Маслаков Михаил Дмитриевич**, профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

доктор технических наук, профессор генерал-майор внутренней службы **Смирнов Алексей Сергеевич**, первый заместитель начальника Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России;

доктор технических наук, профессор **Чешко Илья Данилович**, профессор кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований;

доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации **Алексанин Сергей Сергеевич**, директор Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Щербаков Олег Вячеславович**, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

доктор химических наук, профессор **Сиротинкин Николай Васильевич**, декан факультета химической и биотехнологии Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета);

доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Российской Федерации **Уткин Николай Иванович**, профессор кафедры теории и истории государства и права;

доктор технических наук, профессор **Синешук Юрий Иванович**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения;

доктор психологических наук, профессор **Шленков Алексей Владимирович**, начальник кафедры психологии и педагогики;

доктор психологических наук, доцент **Иванова Светлана Петровна**, профессор кафедры психологического консультирования Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы;

доктор технических наук **Николич Божо**, профессор Высшей технической школы Нови Сад (Республика Сербия).

Секретарь совета:

кандидат педагогических наук капитан внутренней службы **Балабанов Марк Александрович**, ответственный секретарь редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.



Редакционная коллегия

Председатель – подполковник внутренней службы **Стёпкин Сергей Михайлович**, начальник редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;

Заместитель председателя – майор внутренней службы **Алексеева Людмила Викторовна**, начальник отделения – главный редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Члены редакционной коллегии:

кандидат военных наук, доцент подполковник внутренней службы **Горбунов Алексей Александрович**, заместитель начальника университета – начальник института заочного и дистанционного обучения;

кандидат юридических наук **Доильницын Алексей Борисович**, заместитель начальника университета по работе с личным составом;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Пелех Михаил Теодозиевич**, заместитель начальника университета;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, инженер отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;

кандидат технических наук, профессор **Фомин Александр Викторович**, профессор кафедры надзорной деятельности;

кандидат юридических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грешных Антонина Адольфовна**, начальник факультета подготовки кадров высшей квалификации;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Шидловский Александр Леонидович**, начальник кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований;

кандидат технических наук, доцент **Маловечко Владимир Александрович**, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

кандидат экономических наук, профессор полковник внутренней службы **Бардулин Евгений Николаевич**, начальник кафедры управления и интегрированных маркетинговых коммуникаций.

Секретарь коллегии:

капитан внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, редактор редакционного отделения центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» включен в Реферативный журнал и базы данных ВИНТИ РАН.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Uberich's Periodicals Directory». Решением ВАК журнал включен в перечень периодических научных и научно-технических изданий, в которых рекомендуется публикация материалов, учитывающихся при защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Периодичность издания журнала – ежеквартальная

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Воронов С.И., Седнев В.А., Смулов А.В. Оценка опасности и ущерба от объектов энергетики 6

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС

Тиличко Ю.Н., Спесивцев А.В., Вагин А.В. Оценка воздействия природных и антропогенных рисков на криолитозону для строительства зданий и сооружений в Арктическом регионе 14

Проходимова Е.М., Савочкин Д.В., Филкова А.П. Использование рейтинга угроз техногенного и социального характера в обеспечении безопасности территории 21

Савчук О.Н., Сильников М.В. Пути совершенствования выявления последствий чрезвычайных ситуаций с помощью беспилотных летательных аппаратов 26

Горбунов А.А., Шангин В.Н., Пономорчук А.Ю. Решение задачи оптимизации местоположения элементов группировки сил ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций РСЧС 31

Степанов Р.А., Белкин Д.С., Перевалов А.С. Перспективы развития и применения беспилотных воздушных судов в МЧС России 36

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Маслаков М.Д., Тарима С.В., Родионов В.А. К вопросу о повышении пожарной и экологической безопасности технологического крупнотоннажного автотранспорта угольных разрезов и карьеров 44

Минкин Д.Ю., Мироньчев А.В., Турсенев С.А. Обеспечение пожарной безопасности нефтегазодобывающих платформ Арктического шельфа 50

Коннова Л.А., Папырин В.В., Щербаков О.В. О проблемных вопросах безопасности в нефтегазовой отрасли и пути их решения 58

Микушов А.В., Крейтор В.П. Методика определения категории по взрывопожарной и пожарной опасности контейнерных площадок 65

Горшкова Е.Е., Дехтерева В.В., Крутолапов А.С. Обеспечение пожарной безопасности образовательных организаций – объектов категорий высокого и значительного рисков 71

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Широухов А.В., Родионов В.А., Иванов А.Ю. Механика колебаний подвески пожарно-спасательного автомобиля и рекомендации по улучшению ее виброустойчивости при выезде на ликвидацию чрезвычайной ситуации 80

Андрюшкин А.Ю., Пелех М.Т., Кадочникова Е.Н. Исследование и разработка средств и методов, обеспечивающих снижение пожарной опасности нефтеперерабатывающего оборудования 89

Боева А.А., Пророк В.Я., Трофимец В.Я. Исследование эксплуатационных характеристик модифицированных вспучивающихся огнезащитных составов в условиях горения углеводородов 96

Федоров А.В., Кузьмин А.А., Кузьмина Т.А. Влияние опасных физико-химических воздействий на огнезащитные свойства пористых материалов при чрезвычайных ситуациях на объектах нефтегазового комплекса 103

Скрипник И.Л., Воронин С.В. Технические решения задачи согласования критериев безопасности в электрических сетях 110

Скодтаев С.В., Копкин Е.В., Бардулин Е.Н. Анализ практики исследования пожаров автомобилей судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России 117

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Нерубенко А.С., Моторыгин Ю.Д., Архипов М.И. Система моделирования и прогнозирования аварийных разливов нефтепродуктов на объектах транспорта 125

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Выголова Е.Н., Головин С.А., Ивахнюк Г.К. Организационная структура управления гармонизацией систем оборота опасных химических веществ в Европейском союзе и Российской Федерации 133

**ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА
И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ**

Маловечко В.А., Алексеев С.Н., Кукуца Д.А. Концепция нормативно-правового регулирования безопасности при обращении с опасными грузами в Российской Федерации .. 139

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС
РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Иванова С.П. Рефлексия как основа психологической подготовки психологов МЧС России 148

Медведева Л.В., Калинина Е.С. Совершенствование системы оценки качества педагогической деятельности в вузах МЧС России средствами нечеткого моделирования 154

Собченко А.М. Разработка опросника нервно-психической устойчивости с высокими психометрическими показателями в целях улучшения качественного профессионального отбора пилотов гражданской авиации 160

Иванов К.С., Тищенко И.В. Анализ общеобразовательных компетенций обучающихся по инженерной графике через применение различных методик контроля знаний 167

Земскова А.А., Кравцова Н.А., Лукьянова Е.Л. Психофизиологические реакции и копинг-стратегии курсантов в условиях моделирования профессиональной деятельности 172

Елесина И.Г., Яхонтова О.Н. Конфликты и их классификация в деятельности сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России 179

Сведения об авторах 187

Информационная справка. 191

Авторам журнала «Проблемы управления рисками в техносфере». 199

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Проблемы управления рисками в техносфере», без письменного разрешения редакции не допускается.
Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

ББК 84.7Р

УДК 614.84+614.842.84

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149. Редакция журнала «Проблемы управления рисками в техносфере»; тел. (812) 645-20-35. E-mail: redakziaotdel@yandex.ru. Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISSN 1998-8990

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2017

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ И УЩЕРБА ОТ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

С.И. Воронов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.А. Седнев; А.В. Смулов.

Академия ГПС МЧС России

На основе исследования данных по крупным авариям в энергетике оценены опасность и возможный ущерб от объектов энергетики.

Ключевые слова: энергетика, авария, последствия, экологическая безопасность, загрязнение окружающей среды, риск, ущерб

HAZARD ASSESSMENT AND DAMAGE OF ENERGY FACILITIES

S.I. Voronov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

V.A. Sednev, A.V. Smurov. Academy of State fire service of EMERCOM of Russia

Based on the study data on major accidents in the energy sector assessed the danger and possible damage from power facilities.

Keywords: energy, accident, aftermath, environmental safety, environmental pollution, risk and damage

Крупнейшая в мире авария на объекте энергетики произошла в 1975 г. в результате прорыва плотины Банкао/Шимантан – ее жертвами стало около 28 тыс. человек, после затопления утонуло еще 140 тыс. [1]. В результате аварии на атомном энергетическом объекте – Чернобыльской АЭС – непосредственно погиб 31 человек, а от отдаленных последствий – не более 200.

Серьезным затруднением в развитии атомной энергетики выступает негативное восприятие общественным мнением этой отрасли как связанной с угрозой радиационного облучения населения и заражением среды обитания. Авария на Чернобыльской АЭС нанесла огромный экономический ущерб и породила в сознании людей представление: в случае аварии на АЭС человек теряет все – здоровье, работу, имущество.

К причинам создания негативного образа «мирного атома» можно отнести и то, что атомная энергетика – продукт военных технологий, которые привели к атомной бомбардировке японских городов, длительному ведению ядерной гонки вооружений и опасности крупномасштабной войны с применением ядерного оружия. Поэтому только в отдельных государствах были построены новые АЭС, в-первую очередь в Китае и Индии, по причинам наличия огромного населения и высоких темпов роста экономики.

Причем зачастую степень опасности атомных станций преувеличивается, а работающих на органическом топливе и возобновляемых источниках – преуменьшается и идеализируется. К 2005 г. происходит резкий поворот в отношении к атомной энергетике. Ведущие страны заявляют о масштабных программах ее развития. Россия заявила о программе строительства до трех блоков в год. Соединенные Штаты заявили о строительстве 150 блоков АЭС.

При этом при оценке риска в энергетике важно рассматривать всю энергетическую цепочку, так как для ископаемого топлива аварии на электростанциях составляют малую часть аварий других звеньев цепочки и оценки, основанные только на данных по электростанциям, ведут к искажению существующей ситуации. В общем, энергетическая цепочка включает разведку, извлечение, транспортировку, хранение, выработку электроэнергии или тепла, передачу, распределение, обращение с отходами и захоронение, хотя не все эти этапы присутствуют в конкретной энергетической цепочке.

В энергетических цепочках, использующих ископаемое топливо, наибольшее число жертв связано с угольной энергетикой, за которой следуют нефть, сжиженный нефтяной газ (СНГ) и природный газ. В табл. 1 сведены данные по крупным (более пяти жертв) авариям в энергетике. Данные для отдельных энергетических цепочек существенно отличаются, например, в угольной энергетике имеются данные по 1 221 тяжелой аварии не менее чем с пятью жертвами, в то время как в атомной энергетике такая была лишь одна (Чернобыль).

Таблица 1. Сводные данные по крупным авариям в энергетике в 1969–2000 гг.

Энергетическая цепочка	Страны, входящие в Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)			Страны, не входящие в ОЭСР		
	аварии	жертвы	жертвы/ГВт	аварии	жертвы	жертвы/ГВт
Уголь	75	2259	0,157	1044	18017	0,597
Нефть	165	3713	0,132	232	16505	0,897
Природный газ	90	1043	0,085	45	1000	0,111
СНГ	59	1905	1,957	46	2016	14,896
Гидроэнергетика	1	14	0,003	10	29924	10,285
Атомная	0	0	–	1	31	0,048
Итого	390	8934	–	1480	72324	–

Для чернобыльской аварии число непосредственно погибших меньше по сравнению с числом погибших в последующие годы из-за ущерба для здоровья от выброшенного радиоактивного материала. По результатам исследований Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), Всемирной организации здравоохранения и др. сформирована база оценок количества погибших в результате чернобыльской аварии. Это количество оценивается в пределах от 9 000 (на основе отсечки дозы) до 33 000 (все северное полушарие без учета отсечки дозы) за следующие 70 лет, что соответствует значениям от 13,9 до 51,2 смертельных случаев на ГВт. Однако экстраполяция такого риска атомной энергетики на сегодня некорректна, так как сейчас электростанции используют более безопасные технологии. Указанные оценки для чернобыльской аварии имеют тот же порядок, что и для крупнейшей аварии, связанной с прорывом плотины. Кроме того, оценки носят гипотетический характер, реально же выявленные последствия ниже (табл. 2, 3).

Таблица 2. **Выявленные эффекты от трех аварий со значительным выходом радиоактивности**

Регион	Период наблюдения, численность когорты	Выявленные эффекты
р. Теча Южный Урал 1949–1956 гг.	С 1951 г. 50 971 чел. (31 234 облученных и 19 737 потомков)	66 верифицированных случаев хронической лучевой болезни при дозах на красном костном мозге около 1 Зв; 30 избыточных случаев солидных раков; 20 радиационно-индуцированных лейкозов
Восточно-Уральский радиационный след (ВУРС) Южный Урал 1957 г.	С 1957 г. 30 417 чел.	Увеличение (статистически не достоверно) коэффициентов смертности у облученных (от 590 до 950 мЗв) в первое пятилетие после аварии
Чернобыль 1986 г.	С 1989 г. 550 076 чел. (включая 179 923 ликвидаторов)	28 чел. умерли от острой лучевой болезни; 50 радиационно-индуцированных лейкозов у ликвидаторов; 12 радиационно-индуцированных раков щитовидной железы у ликвидаторов и 55 радиационно-индуцированных раков щитовидной железы у детей (на момент аварии) в Брянской области

Таблица 3. **Последствия радиационных инцидентов и аварий в мире**

Аварии	Общее число аварий	Количество погибших	Количество случаев радиационного поражения
Предприятия ядерного топливного цикла (1945–2007 гг.)	39	60	202
Промышленные установки для облучения и ускорители	85	25	164
Безнадзорные источники	29	33	249
Радиационная медицина (с 1967 г.)	29	45	613

В качестве другой сравнительной цифры может быть использовано рассмотрение отложенных эффектов воздействия сжигания ископаемого топлива, которое является основой энергетики. Загрязнение воздуха мелкодисперсными частицами (менее 10 микрон) вызвало поражение приблизительно 960 тыс. чел. только в 2000 г. и привело к потере приблизительно 9 600 000 лет жизни населения в мире. Такое загрязнение связано с энергетикой на 30 %. Таким образом, итоги чернобыльской аварии малы по сравнению с данными для других источников энергии, в основном, сжигания ископаемого топлива. В итоге, число погибших в результате аварий в энергетике значительно ниже, чем результаты воздействия на здоровье выбросов от сжигания ископаемого топлива.

Реальные угрозы исходят от загрязнения окружающей среды выбросами автотранспорта и химических предприятий. Однако общество не собирается отказываться от продукции нефтехимической промышленности и автомобилизации. И только по отношению к атомной промышленности общество требует ужесточения нормативов. Этот процесс связан с общественным мнением и теми представлениями, в которых живет общество.

При нормальной работе атомных станций и предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) их доля в общей величине облучения населения незначительна (рис. 1) [1]. Приведенные в табл. 4 данные по структуре облучения населения дают основания сделать вывод: радиационное воздействие при нормальной эксплуатации объектов атомной энергетики и в результате воздействия крупнейших аварий (Кыштымская, Чернобыльская) не дает

значимого вклада в общую структуру риска и в структуру радиационного риска. Даже в районах расположения предприятий ЯТЦ, в том числе производственного объединения «Маяк», где в результате аварии 1957 г. были загрязнены значительные территории, годовые дозы техногенного происхождения для населения в 1993–2000 гг. дают менее 2 % вклада в суммарную дозу. Еще ниже техногенные дозы вблизи современных предприятий, таких как Горно-химический комбинат (г. Красноярск) и Сибирский химический комбинат (СХК) (г. Томск). Напротив, на всех стадиях угольного топливного цикла, начиная от добычи, хранения, подготовки топлива, сжигании его в топках, порядка единиц процентов топлива даже при применении современных технологий выбрасывается в окружающую среду. Например, Рефтинская гидрорециркуляционная электростанция (ГРЭС) (табл. 5) выбрасывает на золоотвалы около 6 млн т золы и шлака ежегодно. При этом количество радиации, выбрасываемое угольными станциями, на два порядка превышает радиоактивность, которая выбрасывается атомными станциями.

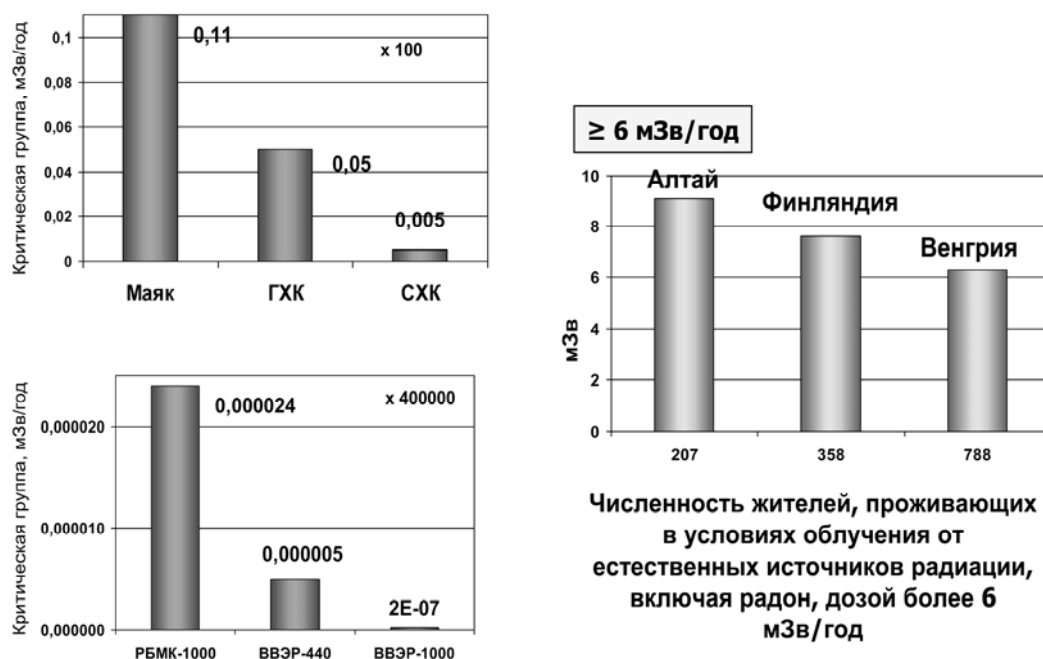


Рис. 1. Дополнительные дозы облучения от ядерно опасных объектов в сравнении с дозами облучения населения некоторых территорий от естественных источников радиации

Результаты исследований по сравнительной оценке риска воздействия ионизирующего излучения и химических факторов окружающей среды на здоровье населения, проживающего в зоне влияния СХК – в близлежащих г. Северске и Томске, показан на рис. 2.

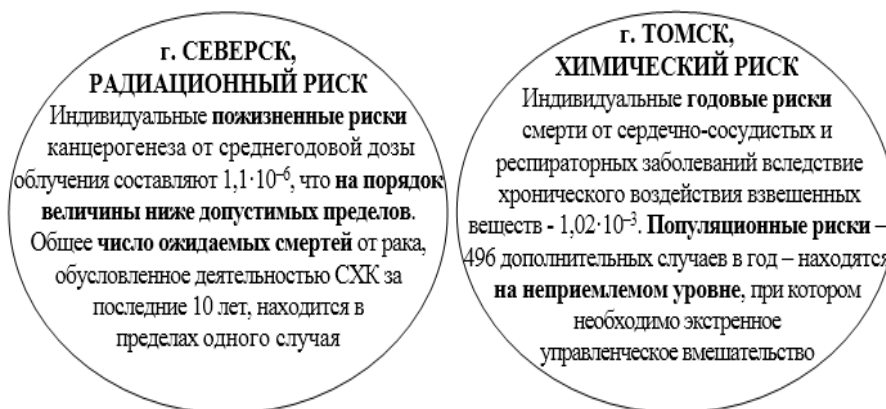


Рис. 2. Результаты оценки риска воздействия ионизирующего излучения и химических факторов на здоровье населения

Таблица 4. Структура облучения населения некоторых субъектов Российской Федерации в 1998 г.

Область	Облучение от природных источников ионизирующего излучения, %	Медицинское облучение, %	Облучение от глобальных выпадений радиоактивных веществ и прошлых радиационных аварий, %	Техногенное облучение от предприятий, использующих источники ионизирующего излучения, %
Зона влияния аварии на Чернобыльской АЭС				
Брянская	51,9	37,3	10,8	0,01
Калужская	74,9	24	0,9	0,18
Орловская	64	32,7	3,3	0,03
Зона ПО «Маяк», включая последствия Кыштымской аварии 1957 г.				
Свердловская	58,7	39,5	1,7	0,14
Челябинская	74,5	24,7	0,6	0,24
Зона влияния испытаний ядерного оружия				
Алтайский край	81,9	17,8	0,29	0,01
Действующие АЭС				
Воронежская	62,4	36,9	0,6	0,11
Мурманская	73,6	25,5	0,6	0,26
Смоленская	58,5	39,8	1,7	0,04

Таблица 5. Концентрации взвешенных веществ в воздухе городов с крупными угольными электростанциями и обусловленный им риск для населения

Города	Среднегодовая концентрация, в долях предельно допустимой концентрации	Индивидуальный годовой риск	Численность населения, тыс. чел.	Популяционный годовой риск, чел.
Асбест (Рефтинская ГРЭС)	2,0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	117,9	117
Назарово (Назаровская ГРЭС)	0,5	$1,08 \cdot 10^{-4}$	64,2	7
Улан-Удэ	1,2	$5,1 \cdot 10^{-4}$	371,4	190
Черемхово	3,6	$1,9 \cdot 10^{-3}$	50,0	96
Чита	1,8	$8,8 \cdot 10^{-4}$	316,7	278
Новочеркасск (Ростовская ГРЭС)	0,8	$3,2 \cdot 10^{-4}$	188,7	60
Уссурийск	2,0	$1,0 \cdot 10^{-3}$	158,4	158

Следует отметить, что риск, который допустим на уровне принятых предельно допустимых концентраций содержания в воздухе, воде, почве химически опасных веществ гораздо выше, чем для радиации (рис. 3). Расчеты показывают, что допустимое нормативами воздействие от работы одной ГРЭС приводит к преждевременной смерти десятков и сотен людей в год.

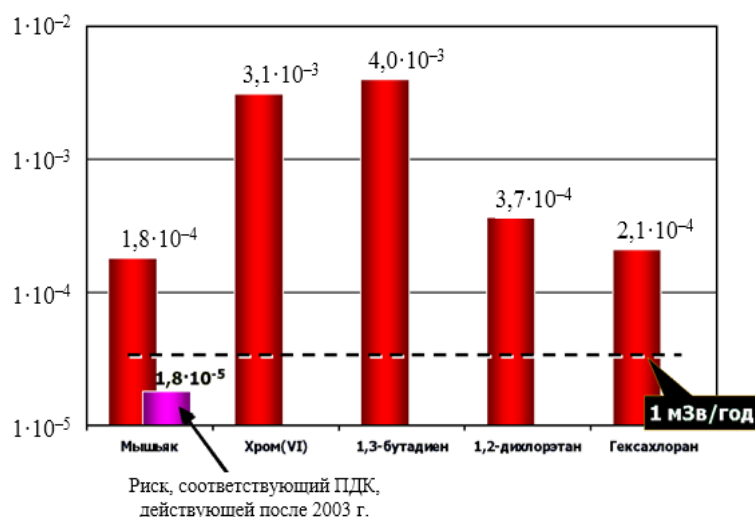


Рис. 3. Индивидуальный канцерогенный риск от годовой допустимой дозы облучения населения (1 мЗв/год) и годовой экспозиции некоторых химических веществ на уровне предельно допустимых концентраций в воздухе населенных мест

Сегодня относительное благополучие в вопросах энергоснабжения связано с запасами органического ископаемого топлива. Конечно, резервы ископаемого топлива еще имеются. Например, совершенствуются технологии по добыче сланцевого газа, большие запасы которого имеются во многих регионах. Также существуют возможности для рационального использования попутного газа. Однако эти резервы не решают проблему. Они лишь дают некоторую отсрочку, тем более что население планеты будет расти, возрастут и потребности в энергии. Хотя природные запасы урана тоже ограничены, при замыкании ядерного топливного цикла, строительстве АЭС с реакторами на быстрых нейтронах запасы ядерного топлива увеличиваются на порядок.

Определенные надежды связываются с использованием возобновляемых источников энергии, к которым относятся гидроэнергия, геотермальная, ветровая, солнечная и др. Наиболее развито использование гидравлической энергии. Но тезис о безопасности и экологической чистоте гидроэнергетики сомнителен. Только в СССР в ходе реализации программы освоения гидроэнергетических ресурсов потери земель составили около 100 000 км², а переселение людей с обжитых территорий превысило эвакуацию населения из чернобыльской зоны.

Подъем грунтовых вод, вызванный водохранилищами, приводит к подтапливанию и заболачиванию близлежащих территорий и изъятию сельскохозяйственных угодий. Серьезную опасность представляют плотины при их разрушении. Кроме аварии в г. Банкиао, нарушившей жизнедеятельность 11 млн чел., можно вспомнить аварии 1979 г. в Индии, жертвами которой стало более 2 000 чел., и на Саяно-Шушенской ГЭС, в результате которой погибло 75 чел. Другие виды возобновляемых источников энергии имеют серьезный и трудноустраняемый недостаток – низкую концентрацию исходной энергии. Закономерным следствием является множество проблем, которые могут казаться частными, но имеют глубокие и общие корни. Использование альтернативной энергии влечет гигантское увеличение потребности в материалах и трудовых ресурсах для добычи сырья, его обогащения, получения материалов, изготовления различной аппаратуры и их перевозки. Так, для производства «солнечного» электричества требуется затрат времени и людских ресурсов в 40 раз больше, чем в традиционной энергетике. Использование энергии солнца и ветра подразумевает изъятие огромных площадей, например, получение 1 МВт электроэнергии ветровой турбиной требует до 15 га земли. Для замены одной АЭС мощностью 4 ГВт потребовалось бы соорудить около 4 000 таких турбин.

Труднопреодолимые препятствия на пути развития многих альтернативных источников – низкий коэффициент готовности и уязвимость к различным природным (погодным) условиям. Коэффициент готовности солнечной и ветровой энергетики

составляет 20–40 %, а для атомной энергетики – 80–90 %. В определенных случаях использование нетрадиционных источников энергии обоснованно, но в качестве основы энергосистем их рассматривать нельзя.

Производимая АЭС энергия наиболее дешева (табл. 6). Различные энерготехнологии традиционно не включают в тариф на производимую электроэнергию затраты на экологические мероприятия (рекультивацию карьеров, нефтяных и газовых скважин, восстановление природных ландшафтов в местах добычи ископаемых, утилизацию отходов производства и т.п.) и перекладывают эти затраты на другие предприятия или на общество в целом (табл. 7).

Таблица 6. Приведенная стоимость электроэнергии (цент/кВтч) для различных энерготехнологий и стран

Страна	АЭС	ТЭС, уголь	ТЭС, газ	Ветер	СЭС (на фотоэлементах)
Франция	5,6	–	–	9,0	29,0
Германия	5,0	7,4	8,5	10,6	35,0
Япония	5,0	8,8	10,5	–	45,0
Южная Корея	3,1	6,7	9,1	–	–
США	4,9	7,3	7,7	4,8	–
Китай	3,3	5,5	4,9	7,0	–
Россия	4,3	7,5	7,1	6,3	46

Таблица 7. Внешние затраты на сохранение окружающей среды при производстве электроэнергии в странах ЕС

Источник (технология)	Затраты, евро/МВт
Уголь	20–150
Нефть	30–110
Газ	10–40
Биомасса	30
ГЭС	10
Атомная энергия	2–7
Солнечная энергия	6
Ветер	3

Прежде всего это касается энергетики на углеводородном топливе. Обращают на себя внимание низкие внешние затраты ядерной энергетики. Это связано с тем, что ядерная энергетика – единственная энерготехнология, которая в тарифе на производимую электроэнергию учитывает затраты на обращение с отработанным топливом и другие задачи экологической безопасности.

Основными препятствиями в принятии обществом преимуществ и необходимости развития атомной энергетики являются:

- непоследовательные, научно-противоречивые методологии, критерии и оценки риска и ущерба от радиационных факторов, реализовавшихся в критериях, нормах и законодательстве;

- далекие от фактических данных представления общества в целом о последствиях радиационных аварий и серьезные опасения в возможности обеспечения безопасности.

Важнейшая задача национального и международного уровня, решение которой обуславливает реализацию глобальных преимуществ применения атомной энергетики в устойчивом долгосрочном обеспечении человечества энергией, – это формирование системы [2–6], обеспечивающей адекватное объективным научным данным восприятие обществом радиационного риска.

Литература

1. Обеспечение радиационной безопасности населения и территорий. Ч. I: Основы организации и обеспечения радиационной безопасности населения и территорий: учеб. / Р.В. Арутюнян [и др.]. М.: Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, Акад. ГПС МЧС России, 2012. 401 с.
2. Седнев В.А. Организация обеспечения радиационной безопасности населения // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2017. Вып. 2 (72). 11 с.
3. Седнев В.А. Планирование мероприятий по обеспечению безопасности населения при радиационных авариях // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. 2017. Вып. 2 (72). 11 с.
4. Воронов С.И., Седнев В.А. Основные направления и задачи в области преодоления последствий радиоактивного загрязнения территорий в результате аварии на Чернобыльской атомной станции // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 1. С. 30–37.
5. Воронов С.И., Седнев В.А. Риск возникновения чрезвычайных ситуаций радиационного и нерадиационного характера и проблемы развития атомной энергетики // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. № 2. С. 40–48.
6. Воронов С.И. Обеспечение безопасности проживания населения на радиоактивно загрязненных территориях // Радиационная гигиена. 2016. Т. 9. № 2. С. 20–25.



СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧС

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ РИСКОВ НА КРИОЛИТОЗОНУ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Ю.Н. Тиличко;

А.В. Спесивцев, кандидат технических наук, доцент.

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского.

А.В. Вагин, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены различные природные и антропогенные риски как переменные факторного пространства, что позволяет проводить количественную оценку их воздействия на криолитозону, необходимую при выборе оснований для строительства зданий и сооружений в Арктическом регионе.

Ключевые слова: природные и антропогенные риски, криолитозона, логико-лингвистическая модель, экспертные знания

ESTIMATION OF THE IMPACT OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC RISKS ON THE CRYOLITHOZONE FOR CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS IN THE ARCTIC REGION

Yu.N. Tilichko; A.V. Spesivtsev. Alexander Mozhaisky military space academy.

A.V. Vagin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Various natural and anthropogenic risks are considered as variables of the factor space, which makes it possible to carry out a quantitative assessment of their impact on the permafrost zone, which is necessary for selecting the grounds for the construction of buildings and constructions in the Arctic region.

Keywords: natural and anthropogenic risks, cryolithozone, logic-linguistic model, expert knowledge

В связи с новым этапом развития Арктического региона планируется строительство большого количества объектов различного назначения, в том числе и военного. Программа действий базируется на подписанной Президентом Российской Федерации в феврале 2014 г. Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации. Значительное внимание

уделено особенностям инфраструктуры объектов, позволяющим обеспечить надежное и качественное функционирование технических систем и комплексов в суровых климатических условиях и комфортное пребывание человека, задействованного в будущем на обслуживании и эксплуатации перспективных объектов.

Однако необходимо учитывать не только внешние воздействия на объект, например климатические, геофизические и другие, но и те, которые направлены на окружающую среду со стороны объекта посредством технологии его функционирования и жизнедеятельности обслуживающего персонала [1–3].

Одним из основных компонентов окружающей среды, подверженным воздействию в криолитозоне, является многолетнемерзлый грунт («вечная мерзлота»). При этом возникают риски неблагоприятных событий, степень которых существенно разнится в зависимости от того или иного места возникновения события. Естественно, что риски должны достоверно оцениваться по своим масштабам в количественном выражении и быть минимизированы по частоте событий. Поскольку натурные эксперименты в данной области недопустимы, то необходимо построение математических моделей. Как отмечается некоторыми авторами [2, 3], на настоящий момент не существуют модели, позволяющие дать количественную оценку рисков и способные спрогнозировать масштабы возможного воздействия. Такие сложившиеся обстоятельства вполне объяснимы – функционирующие в криолитозоне объекты во взаимодействии с внешней средой представляют собой с математической точки зрения сложную и плохообусловленную систему [4]. Тем не менее, существует многолетний накопленный опыт строительства и эксплуатации объектов в условиях Крайнего Севера.

Успешное размещение объектов различного назначения в Арктической зоне страны – это многоплановая задача, основной составляющей которой является грамотный выбор участка местности под создание инфраструктуры объекта с учетом свойств этой местности (среды) по компенсации и локализации возможных негативных воздействий извне.

Основными формами воздействия на грунты в указанных условиях являются компонентные (различные разливы жидкостей, особенно углеводородов) и тепловые. Для полного понимания условий взаимодействия в системе «объект-среда» необходимо определить рейтинг среди доминирующих факторов воздействия на мерзлые грунты.

На фоне существующих разнообразных подходов и методов оценивания степени негативного изменения свойств и состояний среды, находящейся под каким-либо воздействием, для арктических и к ним приравненных регионов введем понятие «уровня экологической уязвимости» как обобщенный показатель состояния многолетнемерзлого грунта. Введенный показатель зависит от свойств грунтов, внешних характеристик местности, объединенных в единое информационное поле (факторное пространство) и позволяющих оценить потенциальный уровень уязвимости окружающей среды от величины различных по физической сути факторов воздействия. Важно отметить, что каждый из таких факторов следует рассматривать как рисковый в смысле воздействия на литосреду криолитозоны.

На основании анализа опубликованных статистических материалов и содержательных бесед с экспертами в факторное пространство включены следующие переменные:

– X_1 – глубинный фактор, м.

Параметр, характеризующий аккумулярующие свойства литосреды. Для регионов с вечномерзлыми породами это глубина сезонно-талого слоя (СТС). Для различных районов глубина протаивания разнится довольно существенно. Так, согласно принятому категорированию районов по глубине сезонного протаивания [1], к категории I относятся регионы с глубиной протаивания свыше 10 м, к категории II – от 3 до 8 м, к категории III – менее 3 м. Из этого следует, что площади поражения от воздействия загрязнителем, например жидкими углеводородами, будут большими в районах с меньшими глубинами протаивания.

– X_2 – удельный накопительный фактор, мм.

Отражает накопительные возможности грунта СТС. Эти возможности хорошо выражаются через зернистость среды, выраженной в размерности частиц грунта, мм. Чем крупнее частицы грунта, тем менее плотна их упаковка и тем больше суммарный объем пор-накопителей предполагаемого загрязнителя. Так, уровень уязвимости будет ниже при высоких накопительных свойствах грунта, характеризующихся крупностью частиц 4 мм и более (мелкий и средний гравий, дресва).

– X_3 – трансграничный фактор, выражается через угол уклона местности в градусах или долях единицы.

Характеристика, отражающая особенности участка местности и внешние условия на нем, способствующие усилению или ограничению процесса переноса компонентов загрязнения в окружающей среде во внешние области (трансграничность накопления). В своем оценочном выражении она должна учитывать целый ряд взаимодополняющих регулирующих факторов и внешних условий рассматриваемого пространства: рельефный фактор, характер распространения растительности, разнообразие условий геометрической неоднородности поверхности по характеру и направлению, условие режима и количество осадков, гидрографические условия и др.

За основу оценочного выражения трансграничного фактора взят рельефный фактор как наиболее значимый. Все иные особенности могут быть учтены при вербальном категорировании условий непосредственно экспертом в некотором разумном и объективном диапазоне принятия решения. Строго подходу, данную характеристику следует рассматривать как самостоятельный комплексный фактор с подробным разложением на частные факторы, влияющие на него. В этом случае он сам будет рассматриваться как обобщенный показатель, например «уровень пространственной уязвимости местности», учитывающий влияние всех вышеперечисленных факторов-компонентов.

При рассмотрении уклона рельефа как трансграничного фактора его определение необходимо производить по картам масштаба не мельче 1:50 000. Максимальная плотность горизонталей (изолиний) при изображении на топооснове (топокарта, топоплан) в плане должна быть через 1 мм, что соответствует уклону в 18° или в долях единицы значению 0,4. Этим значениям соответствует низкий уровень уязвимости.

– X_4 – консервационный фактор, определяется температурой грунта в СТС.

Параметр температуры грунта как среды накопления, например влаги или загрязнителя, важен, так как определяет степень инфильтрационной способности жидкой субстанции в среде грунта СТС с его реакцией от «фильтрующей» до «кольматирующей». Так, изменение свойств загрязнителя, проходящего через дисперсную среду в диапазоне положительных фоновых температур, должно учитываться при прогнозном оценивании уровня уязвимости окружающей среды. Наименее низкие температуры СТС обеспечивают максимальные кольматирующие свойства жидких углеводородов ввиду повышения значения их вязкости. Максимально текучее состояние загрязнителя соответствует наивысшим приповерхностным температурам в СТС около 20°C , которые наблюдаются по районам распространения «вечной мерзлоты» в первой половине августа. Такое состояние консервационного фактора соответствует высокому уровню уязвимости окружающей среды.

– X_5 – транзитный фактор, определяется количеством выпавших осадков, мм.

Статистические или измеренные значения среднегодового уровня осадков необходимо учитывать как фактор, регулирующий характер и масштабы негативного воздействия жидких загрязнителей, например углеводородов, на грунтовую среду. Регулирующая роль заключается в том, что осадки при своем накоплении и движении по естественным понижениям форм рельефа способствуют разбавлению и трансляционному выносу загрязнителя в направлении водоемов, водотоков и отрицательных форм рельефа, тем самым подвергая большие площади (суши и водных объектов) загрязнению. Очевидно, что этот процесс более активен при большем количестве осадков.

– Y – обобщенный показатель уровня уязвимости талой зоны литосреды при компонентном воздействии жидкими загрязнителями (углеводородами), определяется экспертом вербально на основании факторов воздействия.

Как лингвистическая переменная Y представлен на рис. 1.

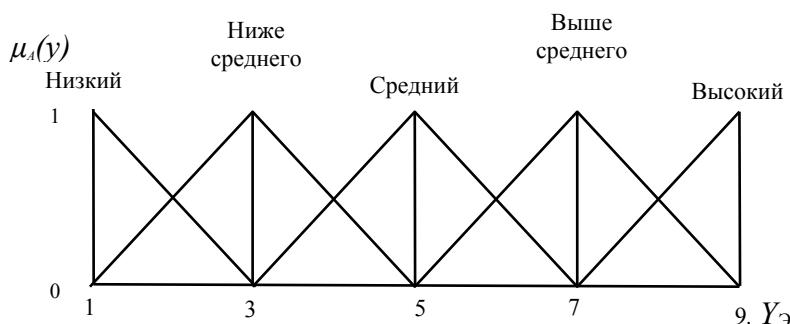


Рис. 1. Обобщенный показатель Y как лингвистическая переменная

Вербальные характеристики обобщенного показателя уровня уязвимости талой зоны литосреды представлены в табл. 1.

Таблица 1. Обобщенный показатель уровня уязвимости талой зоны литосреды при компонентном воздействии жидкими углеводородами

Названия термов	Вербальные характеристики термов	Числовые значения
Н низкий	Для низкого уровня уязвимости характерны следующие исходные данные: глубина СТС более 5 м; грунт представлен средними частицами ($d=0,5$ мм), мелкой, средней галькой или дресвой; угол уклона поверхности оцениваемой местности более 9° (или более 2 мм интервал между изолиниями на топокарте 1:50 000); температура верхних слоев СТС менее 4°C , количество внешних осадков менее 200 мм	1
С средний	Для среднего уровня уязвимости исходные данные (ориентиры оценки факторов воздействия): глубина СТС 2–5 м; грунт представлен тонкими, мелкими и средними частицами (d от 0,25 мм), мелкой, средней галькой или дресвой; угол уклона поверхности оцениваемой местности более 5° (или более 4 мм интервал между изолиниями на топокарте 1:50 000); температура верхних слоев СТС менее 8°C , количество внешних осадков до 400 мм/рт.ст	5
В высокий	Для высокого уровня уязвимости исходные данные (ориентиры оценки факторов воздействия): глубина СТС менее 1 м; грунт представлен пылеватыми частицами (d до 0,05 мм), тонкими, мелкими и средними частицами (d от 0,25 мм), мелкой, средней галькой или дресвой; угол уклона поверхности оцениваемой местности менее 2° (или более 10 мм интервал между изолиниями на топокарте 1:50 000); температура верхних слоев СТС менее 16°C , количество внешних осадков более 600 мм	9

Анализ факторного пространства указывает на разнообразие факторов по физическому воздействию на грунт. Следует отметить достаточно высокую степень изученности воздействия каждого из них на участок местности в криолитозоне. Однако получить достоверную оценку качества участка местности, используя столь разнообразные и в значительной степени взаимозависимые и влияющие друг на друга сведения, крайне тяжело. Следовательно, оценка экологической обстановки в районе любого объекта во многом зависит от методического

аппарата обработки полученных данных. Наиболее эффективным методическим аппаратом обработки информации является построение математической модели. При этом наиболее эффективной сверткой такой разнородной информации выступает метод построения логико-лингвистических моделей (ЛЛМ), основанный на использовании экспертных знаний [4–6].

Как показывает опыт применения ЛЛМ в различных областях науки и техники, существенной особенностью работы с информационным полем решаемой задачи является выявление скрытых, слабо выражаемых каким-либо образом знаний компетентного эксперта, которые численно выражаются посредством применения данного метода.

Согласно разработанной методике построения ЛЛМ [4–6] для выбранного факторного пространства строится опросная матрица по теории планирования экспериментов, фрагмент которой представлен в табл. 2.

Каждая строка матрицы представляет собой импликацию типа «Если..., То ...». Например, строка 31 матрицы читается так: «Если глубинный фактор X_1 низкий и удельный накопительный фактор X_2 высокий, и трансграничный фактор X_3 высокий, и консервационный фактор X_4 высокий, и транзитный фактор X_5 высокий, То обобщенный показатель уровня уязвимости талой зоны литосреды находится между значениями «Ниже среднего – Средний». Согласно табл. 1 такому значению $Y_{ЭВ}$ соответствует в оцифрованном виде численное значение $Y_Э=4$.

Для построения ЛЛМ была построена специальная опросная матрица, фрагмент которой с вербальными $Y_{ЭВ}$, числовыми $Y_Э$ экспертными оценками и расчетными значениями Y по модели представлен в табл. 2.

Таблица 2. Фрагмент опросной матрицы с вербальными $Y_{ЭВ}$, числовыми $Y_Э$ экспертными оценками и расчетными значениями Y по модели

№ строки	Глубинный фактор	Удельный накопительный фактор	Трансграничный фактор	Консервационный фактор	Транзитный фактор	Обобщенный показатель уровня уязвимости талой зоны литосреды		
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	$Y_{ЭВ}$	$Y_Э$	Y
1	-1	-1	-1	-1	-1	В	9	8,59
2	1	-1	-1	-1	-1	НС–С	4	5,03
3	-1	1	-1	-1	-1	НС–С	4	4,84
...
30	1	-1	1	1	1	НС	3	3,34
31	-1	1	1	1	1	НС–С	4	4,03
32	1	1	1	1	1	Н	1	1,09

Результирующее аналитическое выражение после обработки данных табл. 2 по разработанной методике [4] приняло вид:

$$Y=4,97-0,91x_1-0,97x_2-1,41x_3+0,41x_5+0,16x_1x_2+0,22x_2x_5-0,84x_3x_5+0,34x_4x_5-0,22x_1x_2x_3-0,16x_1x_2x_5-0,34x_1x_3x_5-0,16x_2x_3x_5. \quad (1)$$

В модели (1) все переменные представлены в стандартизованном масштабе по формуле:

$$x_i = \frac{x_i - x_i^{cp}}{\Delta x_i},$$

где x_i – измеренная оценка соответствующего признака; x_i^{cp} – среднее значение интервала измерения признака; Δx_i – интервал варьирования признака.

Стандартизованный масштаб дает возможность сравнения коэффициентов модели между собой. При этом каждый коэффициент отражает знания и опыт эксперта о влиянии соответствующего фактора на изменение величины обобщенного показателя уровня уязвимости талой зоны литосреды.

Присутствие в модели нелинейности отражает протекание сложных процессов в криолитозоне под действием взаимовлияющих и взаимодействующих факторов.

Оценка адекватности выражения (1) экспертным знаниям подтверждается высоким коэффициентом корреляции между расчетными и экспертными оценками $r=0,89$, а точность вычисления – величиной остаточного среднего квадратического отклонения $s_{ост}=0,3 < 1,0$, где 1,0 – величина начальной нечеткости экспертной информации (по рис. 1).

Дополнительно адекватность расчетов по (1) проверялась на конкретных районах криолитозоны, предварительно оцененных экспертом. Расчеты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнение значений расчетных по (1) и оценкам эксперта

Населенный пункт	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Уэ	Термы	$Y_{расч}$	Термы
Амдерма	6	2	6	2	9	5	С	3,70	НС-С
Якутск	8	8	9	7	2	7	ВС	8,34	ВС
Норильск	7	5	7	4	7	6	С-ВС	5,72	С-ВС

Совпадение расчетных и фактических экспертных значений подтверждают адекватность аналитического выражения (1) изучаемому явлению, что дает возможность проведения дальнейших исследований полученной математической модели.

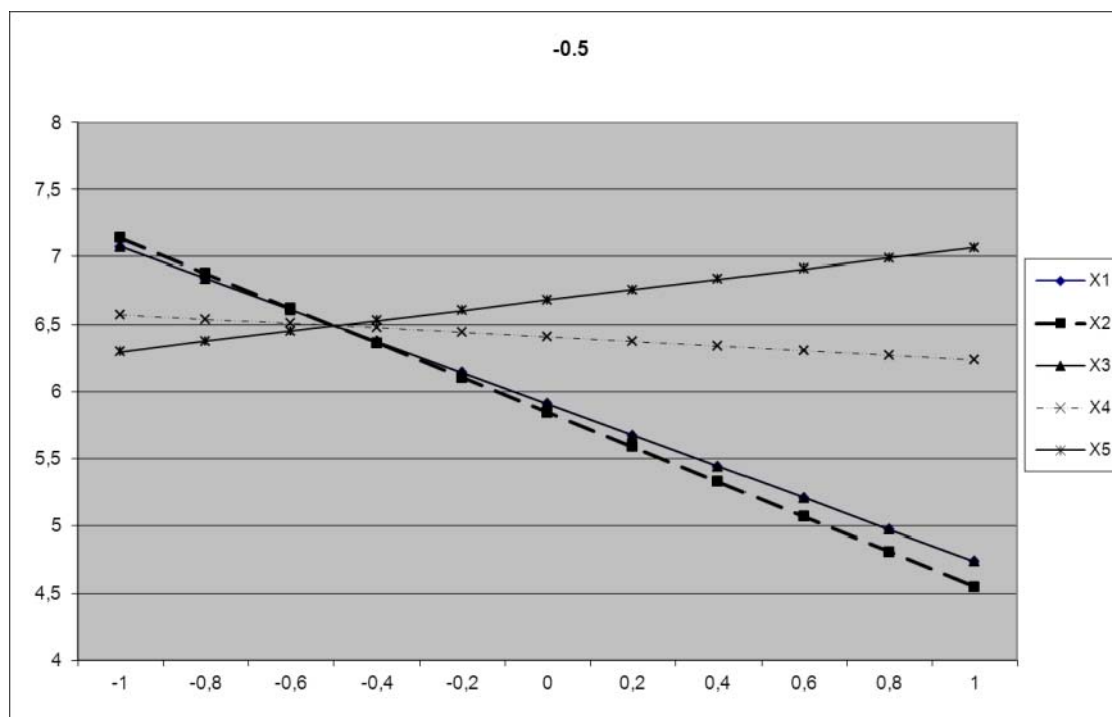
Расчеты по модели (1) дают возможность оценить степень влияния переменных факторного пространства на обобщенный показатель уровня уязвимости в различных состояниях талой зоны литосреды. Для этого был проведен численный эксперимент, суть которого заключалась в построении линейных графиков изменения Y от одной из каждой переменных во всем диапазоне изменения независимых переменных в кодированном виде при остальных, закрепленных на постоянных уровнях. Так, на рис. 2 приведены графики изменения переменных в гипотетической ситуации, когда все переменные зафиксированы на своих стандартизованных значениях «ниже средних» (рис. 2 а) и «выше средних» (рис. 2 б).

На основании анализа поведения графиков можно сделать следующие выводы:

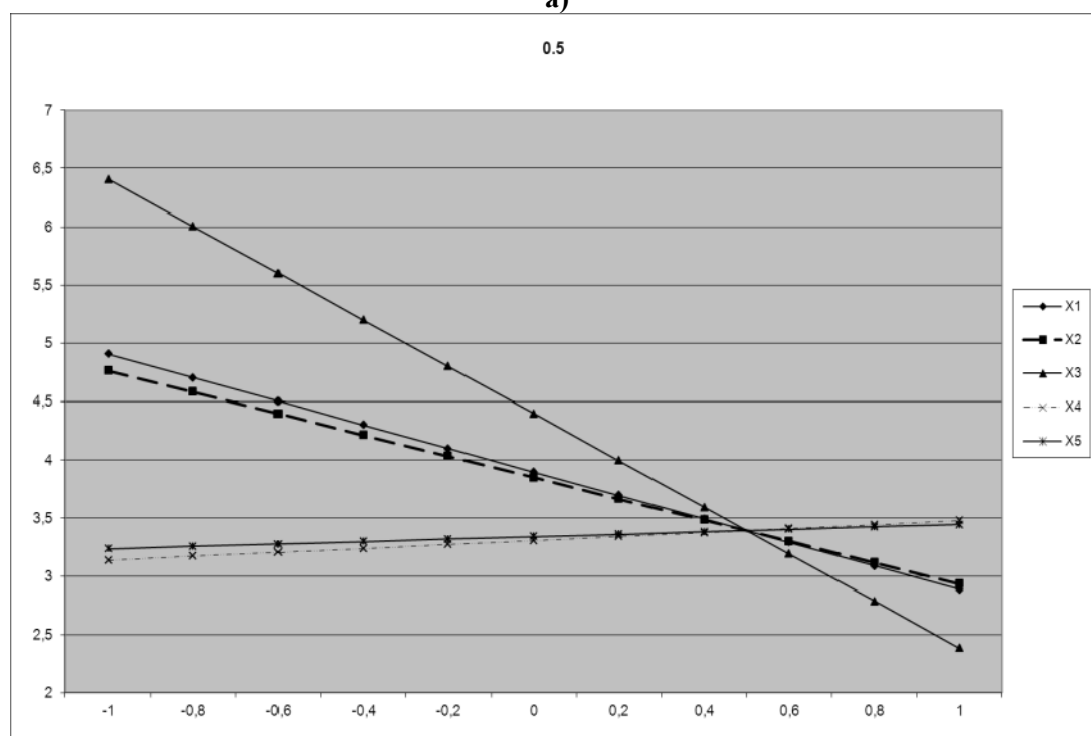
- по силе влияния наиболее существенное влияние оказывает x_3 – трансграничный фактор как характеристика условий местности по процессу переноса компонентов загрязнения окружающей среды, причем в благоприятных условиях (рис. 2 б) примерно в два раза выше, чем в неблагоприятных условиях (рис. 2 а), что видно по углу наклона графика;

- при различном состоянии талой зоны литосреды факторы по-разному оказывают влияние на Y , так, например, x_5 в неблагоприятных условиях (рис. 2 а) оказывает существенное влияние на ухудшение обстановки, в то время как в благоприятных условиях (рис. 2 б) практически не влияет;

- обращает на себя внимание разнонаправленное поведение графиков по факторам x_4 и x_5 как отражение сложности изучаемого явления загрязнения литосреды криолитозоны, так, например, фактор x_5 , прежде усиливавший влияние других факторов (интервал изменения от -1 до 0), переходит в область компенсации их влияния на процесс загрязнения (интервал изменения от 0 до +1), такова же, но менее выражена, роль фактора x_4 .



а)



б)

Рис. 2. Влияние изменения переменных на Y в различных состояниях талой зоны литосреды:
а) высокий уровень уязвимости; б) низкий уровень уязвимости

Выводы

1. Количественно выражаемые сведения в виде значений факторов находятся в условиях нестационарности во времени и неопределенности в пространстве, так даже квалифицированная обработка множества статистических данных одного региона криолитозоны не принесет положительных результатов для изучения явления в целом. Наиболее полное представление об уровне уязвимости талой зоны литосреды можно получить только на основе знаний и опыта экспертов, формализованных по предлагаемой методике в виде адекватных математических моделей.

2. Некоторые факторы влияют на процесс загрязнения неоднозначно, что, с одной стороны, объясняется сложностью явления – процесса миграции компонентного загрязнителя в литосфере, а с другой, требует досконального изучения этого явления в своей эмпирической составляющей. Необходимы прикладные количественные сведения по оценке степени уязвимости рассматриваемых участков местности.

3. Рассматривая переменные выбранного факторного пространства как природные и антропогенные риски, можно проводить количественную оценку воздействия их на криолитозону при строительстве объектов в Арктическом регионе.

Литература

1. Чеверев В.Г. Природа криогенных свойств грунтов. М.: Научный мир, 2004. 234 с.
2. Оценка влияния гранулометрического состава на тепло-физические характеристики мерзлых дисперсных пород, загрязненных нефтью / Э.Д. Ершов [и др.] // Геокриология России: материалы II конференции. М.: Изд-во МГУ, 2001. Кн. 1. С. 88–95.
3. Экспериментальные исследования взаимодействия нефти с криогенными породами // Геокриология России: материалы I конференции. М.: Изд-во МГУ, 1996. Кн. 2. С. 154–159.
4. Спесивцев А.В. Управление рисками чрезвычайных ситуаций на основе формализации экспертной информации. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2004. 238 с.
5. Скориков Д.В., Спесивцев А.В., Вагин А.В. Исследование влияния метрологических характеристик средств измерения на оценку риска эксплуатации сложных технических комплексов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 4 (16). С. 48–53.
6. Астанков А.М., Спесивцев А.В., Вагин А.В. Снижение рисков возникновения опасных последствий при эксплуатации насосных агрегатов заправочного оборудования ракетно-космических комплексов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 1 (37). С. 6–14.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЙТИНГА УГРОЗ ТЕХНОГЕННОГО И СОЦИАЛЬНОГО ХАРАКТЕРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Е.М. Проходимова, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Д.В. Савочкин, кандидат социологических наук;

А.П. Филкова.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

В системе МЧС России управление информацией всегда рассматривалось как одно из основных направлений деятельности, от которого зависит безопасность людей, минимизация рисков, повышение эффективности системы предупреждения и действий в условиях чрезвычайных ситуаций. Наличие рейтинга реальных и потенциальных угроз техногенного и социального характера, присутствующих на территории закрытого административно-территориального образования г. Железногорск, выступает важным источником информации для принятия решений в сфере управления безопасностью территории.

Ключевые слова: рейтинг угроз, управление безопасностью территории, мнение респондентов об угрозах техногенного и социального характера

USING THE RATING OF TECHNOLOGICAL AND SOCIAL THREATS TO PROVIDE AREA SECURITY

E.M. Prokhodimova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

D.V. Savochkin; A.P. Filkova.

Siberian fire-rescue academy of State fire service of EMERCOM of Russia

The information management is always regarded as one of the main activities in EMERCOM of Russia. The safety of people, the risks minimization, the increase of the efficiency of warning systems and actions in emergency situations depend on the information management. That rating of real and potential, technological and social threats on the territory of Zheleznogorsk is an important source of information for decision-making in the field of security area management.

Keywords: rating of threats, security area management, respondents' opinion about technological and social threats

Один из важнейших принципов современного цивилизованного общества – это создание условий для сохранения жизни и здоровья человека. Поэтому важнейшей задачей МЧС России является обеспечение безопасных условий жизнедеятельности человека. Повышая культуру безопасности жизнедеятельности среди населения, удастся снизить количество техногенных и социальных угроз, минимизировать количество пострадавших в чрезвычайных ситуациях (ЧС).

В системе МЧС России управление информацией всегда рассматривалось как одно из основных направлений деятельности, от которого зависит безопасность людей, минимизация рисков, повышение эффективности системы предупреждения и действий в условиях ЧС. Одним из важных направлений формирования культуры безопасного поведения населения является выявление рейтинга потенциальных угроз [1–3].

В феврале–марте 2016 г. на территории закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) г. Железнодорожск Красноярского края силами курсантов Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России был проведен социологический опрос, основной целью которого было определение рейтинга угроз техногенного характера с позиции различных групп городской общественности. Всего в ходе опроса методом случайной выборки с учетом признаков пола и возраста респондентов было опрошено около 400 жителей г. Железнодорожска [4–6].

Респондентам был задан вопрос: «Как Вы считаете, насколько представленные явления техногенного характера угрожают населению г. Железнодорожска на сегодняшний день?». Составленный на основании ответов горожан рейтинг угроз техногенного характера выглядит следующим образом, допускалось отмечать несколько вариантов ответа (рис. 1):

1. Транспортные аварии – наибольшее количество выборов респондентов (на ту или иную степень актуальности данной угрозы указали 85 % опрошенных).

2. Аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения (аварии на тепловых сетях (система горячего водоснабжения) в холодное время, аварии в системах снабжения населения питьевой водой и т.д. – 74 % опрошенных отметили потенциальную актуальность данного типа аварий, столько же указали на вероятность таких угроз как пожары и взрывы (также отметили 74 % респондентов).

3. Аварии с выбросом радиоактивных веществ (аварии с ядерными отходами в местах их хранения и т.д.) – 70 % опрошенных в той или иной степени отметили актуальность угрозы данного типа.

4. Аварии на электроэнергетических системах – отметили две трети опрошенных (67 %), столько же респондентов (67 %) обозначили вероятность аварий с выбросом химически опасных веществ (хлора, аммиака и т.д.).

5. Внезапное обрушение зданий, сооружений – отметили в той или иной степени 63 % респондентов.

6. На вероятность возникновения гидродинамических аварий (прорыв плотин, дамб, шлюзов и т.д.) – указал каждый второй респондент (54 %), практически столько же (52 %) отметили аварии с выбросом биологически опасных веществ (болезнетворные бактерии, возбудители инфекционных заболеваний).

Учитывая, что мнения респондентов относительно уровня актуальности каждого из перечисленных выше типов угроз давались по шкале «сильная угроза», «слабая угроза», «угроза отсутствует», рассмотрим ответы респондентов только по шкале «сильная угроза». Среди них, по оценкам жителей г. Железнодорожска, первое ранговое место занимают транспортные аварии (54 %). На втором ранговом месте находятся аварии с выбросом радиоактивных веществ (37 %) и аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения (36 %).

Третье ранговое место поделили аварии с выбросом химически опасных веществ (28 %) и пожары, взрывы (27 %).

На четвертом ранговом месте – аварии на электроэнергетических системах (23 %) и внезапное обрушение зданий, сооружений (22 %). Пятое ранговое место занимают гидродинамические аварии (17 %) и аварии с выбросом биологически опасных веществ (17 %).

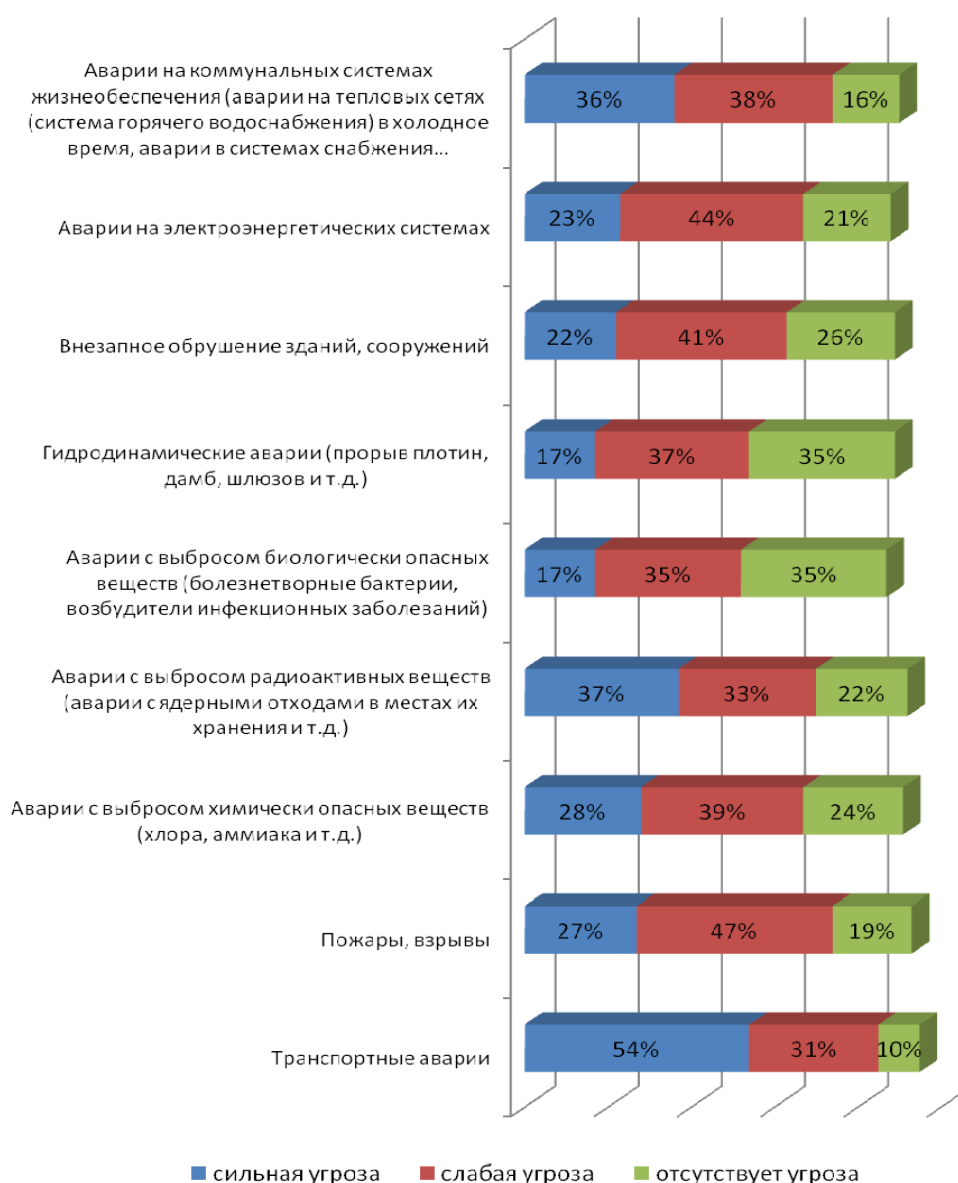


Рис. 1. Распределение ответов респондентов на вопрос «Как Вы считаете, насколько представленные явления техногенного характера угрожают населению г. Железнодорожска на сегодняшний день?»

Таким образом, жители г. Железнодорожска чувствуют себя лучше всего защищенными от гидродинамических аварий (состояние гидродинамических сооружений в городе не вызывает беспокойства горожан) и аварий, связанных с выбросом биологически опасных веществ (в городе отсутствуют крупные производства, использующие биологически опасные вещества). Напротив, максимальное беспокойство жителей вызывает ситуация, связанная с аварийностью движения транспорта, который является актуальным источником возникновения угроз техногенного характера.

Респондентам также был задан вопрос: «Как Вы считаете, насколько представленные явления социального характера угрожают населению г. Железнодорожска на сегодняшний день?»

Среди угроз социального характера на первых местах в массовом сознании жителей г. Железнодорожска представлены следующие угрозы (рис. 2).

1. На первом месте угрозы, связанные с падением уровня жизни – массовая безработица, финансовый и банковские кризисы, рост цен, обнищание (84 %).

2. На втором – угрозы, связанные с безопасностью социума, в частности: рост краж, мошенничества (81 %), рост распространения наркомании, проституции, порнографии и т.д. (80 %), рост убийств, насилия (70 %), террористические акты (65 %).

3. На третьем месте угрозы глобального характера: массовые эпидемии, распространение серьезных, смертельных заболеваний (64 %), межнациональные и межэтнические конфликты (на ту или иную степень актуальности данной угрозы указали 50 % опрошенных), военные действия (49 %), а также революции, войны, политические беспорядки (47 %).



Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос «Как Вы считаете, насколько представленные явления социального характера угрожают населению г. Железнодорожска на сегодняшний день?»

Приведенное ранговое распределение показывает, что с точки зрения социальных угроз наибольшую незащищенность горожане чувствуют от угрозы финансового кризиса, падения уровня жизни, а также роста уровня асоциальных проявлений в обществе (проституция, наркомания) и преступности.

При этом возникновения масштабных социальных конфликтов в г. Железногорске, связанных с военными действиями, межэтническими конфликтами, политическими беспорядками и т.п., горожане опасаются в значительно меньшей степени. Данная оценка свидетельствует об относительной стабильности социальной ситуации в городе, отсутствии непосредственной угрозы социального взрыва.

Одной из составляющих угроз социального характера являются угрозы информационного характера. В массовом сознании жителей ЗАТО г. Железногорск их рейтинг представлен следующим образом:

1. Финансовое мошенничество в сети интернет – в качестве сильной угрозы рассматривают 48 % респондентов.

2. Незапрашиваемая рассылка рекламы и других видов коммерческих сообщений (спам) – в качестве сильной угрозы отметили 45 %.

3. Информационные войны, терроризм, воздействие на массовое сознание посредством средств массовой информации (СМИ), манипулирование информацией (дезинформация, сокрытие или искажение информации) и т.д. – отметили как сильную угрозу 37 %.

4. Вредоносное программное обеспечение (компьютерный вирус) – отметили как сильную угрозу 33 %. Столько же респондентов отметили хищение и перехват информации, прослушивание (33 %).

Таким образом, первое ранговое место занимает угроза финансового мошенничества в сети интернет (48 %), далее, в порядке снижения значимости, следуют угроза незапрашиваемой спам-рассылки (45 %), угроза информационных войн, терроризма, воздействия на СМИ, манипулирования информацией и т.д. (37 %), угрозы хищения, перехвата, прослушивания информации и распространения вредоносного программного обеспечения (по 33 % соответственно).

В современном мире процесс управления информационными потоками является частью системы управления, как правило, его важнейшей составляющей [1]. Темп развития информационных технологий и потенциальные угрозы жизни и здоровью населения обуславливают необходимость предоставления новых возможностей, направленных на достижение основных целей, стоящих перед МЧС России, и решение задач, обеспечивающих их достижение [7, 8].

Процесс информирования и оповещения населения при правильно выстроенной работе со СМИ и в социальных сетях, грамотно использованные ресурсы и технологии МЧС России позволили смягчить и минимизировать последствия ЧС и стихийных бедствий [9].

Литература

1. Хайруллин Д.С. Муниципальное управление безопасностью жизнедеятельности территории муниципального образования // Актуальные проблемы муниципальной экономики управления местным развитием. Казань: Познание, ИЭУП, 2009. С. 150–163.

2. Кириллов Г.Н. Управление процессом социализации военнослужащих кадрового состава МЧС России (Социологический анализ): дис. ... канд. социол. наук. М., 2003. 171 с.

3. Белоусов В.Н., Редкин Б.М. Алтайцы об МЧС // Социологические исследования. 2008. №3. С. 139–140.

4. Киткин К.Н. Имидж офицера МЧС в общественном мнении. Автореферат дис. ... канд. социол. наук : 22.00.06: Екатеринбург, 2008. 22 с.

5. Социология: курс лекций / Д.Д. Невирко [и др.]. Красноярск: Сиб. юрид. ин-т МВД России, 2001.

6. Шубин В.А. Факторы профессиональной социализации курсантов вузов государственной противопожарной службы МЧС России // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2010. № 3 (15). С. 85–93.

7. О результатах социологических исследований в системе МЧС России в 2011 году // МЧС России. URL: http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document_file/FE5OmUMvcH.pdf (дата обращения: 13.02.2014).

8. Теоретико-методологические основы мониторинговых исследований социальных явлений: зарубежный и отечественный подходы к изучению наркоситуации: отчет о научно-исслед. работе (заключ.) (научн. рук-ль Д.Д. Невирко, исп. В.Е. Шинкевич, Т.В. Куприянчик). Красноярск, 2013.

9. Основы сервиса безопасности: учеб. пособие / Д.В. Савочкин [и др.]. Красноярск, 2016.

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
М.В. Сильников, доктор технических наук,
кандидат физико-математических наук,
профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены пути совершенствования выявления последствий чрезвычайных ситуаций с привлечением беспилотных летательных аппаратов при определении исходных данных по размерам разгерметизации (пробоины) резервуаров с аварийно химически опасными веществами, перевозимых автомобильным и железнодорожным транспортом.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, аварийно химически опасное вещество, дрон-квадрокоптер

WAYS OF IMPROVING THE DETECTION OF IMPACTS EMERGENCY BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

O.N. Savchuk; M.V. Silnikov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Considered ways to improve identification of emergencies involving unmanned aerial vehicle in determining baseline data on size of depressurization (holes) with rescue tanks chemically dangerous substances transported by road and rail.

Keywords: unmanned aerial vehicle, chemically hazardous substance, drone-kvadrokopter

Выявление последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) является одним из важных мероприятий защиты, проводимых в системе МЧС России в целях предотвращения и ликвидации последствий опасностей и тем самым обеспечения безопасности населения. Выявление последствий ЧС включает и оценку обстановки. Проблемы получения своевременной и достоверной информации об обстановке на обширных пространствах нашей страны требуют поиска и совершенствования способов и средств разведки.

Поэтому для мониторинга потенциально опасных территорий, массивов леса, зон промышленных объектов уже широко используются в системе МЧС России роботизированные системы, способные в режиме «онлайн» передавать органам управления информацию об их состоянии для принятия оперативных мер предотвращающих опасности либо снижения их последствий до минимума.

Поступление на вооружение МЧС России беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является одним из актуальных направлений совершенствования обеспечения безопасности населения и сотрудников МЧС России в ЧС.

БПЛА начинают играть все более важную роль в предотвращении ЧС, позволяют уточнять информацию, полученную со спутников и самолетов.

В настоящее время эксплуатируется в МЧС России 64 БПЛА [1]. Только в Северо-Западном региональном центре МЧС России имеются 39 БПЛА, из них:

- БПЛА вертолетного типа Phantom 3 Advanced – 29 ед; ZALA421 – 3 ед;
- БПЛА самолетного типа «Орион-10» – 2 ед; ZALA421 – 3 ед;
- БПЛА экспериментального типа – 2 ед.

В основном все они используются для решения следующих задач:

- мониторинг потенциально опасных территорий;
- обнаружение очагов возгорания на ранних стадиях лесных пожаров;
- обнаружение и мониторинг ледовых заторов и разлива рек;
- мониторинг состояния транспортных магистралей, нефте- и газопроводов, трубопроводов с аварийно химически опасными веществами (АХОВ), линий электропередач;
- проведение поисковых мероприятий и координация действий наземных сил МЧС России по ликвидации ЧС.

Приказом МЧС России от 27 апреля 2015 г. № 264 утвержден план, предусматривающий комплекс мероприятий по дальнейшему внедрению беспилотной авиации в систему МЧС России.

Согласно плану предусматривается создание нормативной базы, системы управления комплексами БПЛА, организация подготовки специалистов по обслуживанию и применению БПЛА, оснащение подразделений МЧС России БПЛА. В связи с этим в соответствии с Директивой МЧС России от 11 марта 2015 г. № 47-29-3 во всех региональных центрах МЧС России созданы на базе отделов авиации центры по применению БПЛА [1]. В настоящее время создано 85 таких центров, в том числе в главных управлениях МЧС России на базе центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) ГУ МЧС России.

Основной задачей этих центров является руководство практическим применением БПЛА, состоящих на вооружении спасательных воинских формирований МЧС России, авиационно-спасательных центров, специалистов пожарно-спасательных частей (ПСЧ), региональных поисково-спасательных отрядов и главных управлений МЧС России.

Планируется создать 162 подразделения, на вооружении которых будет 656 БПЛА в основном малого веса (до 30 кг) самолетного и вертолетного типа [1]. Министр МЧС России В.А. Пучков поставил задачу по закупке БПЛА и оснащению ими всех ПСЧ в 2016 г. Цена одного БПЛА не должна превышать 600 тыс. руб.

Огромное значение в предупреждении и обеспечении безопасности играет оперативное выявление последствий ЧС. От этого зависит своевременное принятие решений на спасение и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР). Достоверное получение исходной информации по данным разведки с помощью БПЛА позволяет уточнить данные предварительного прогноза и оперативно принять решение по составу привлекаемых сил и средств. Особенно важно определение зон заражения (поражения).

В практике применения БПЛА в системе МЧС России оправданно находят в большинстве своем летательные аппараты, осуществляющие мониторинг паводковых наводнений, пожаров в лесах, поиск пропавших альпинистов, рыбаков с помощью в основном БПЛА самолетного типа.

В то же время в случае аварий на радиационно-опасных и химически опасных объектах целесообразно применение малогабаритных и маневренных БПЛА вертолетного типа с установкой на них приборов по измерению мощности дозы излучения или газоанализаторов АХОВ для получения исходных данных при проведении прогнозирования и оценки обстановки. Это оправданно в целях обеспечения безопасности сотрудников ПСЧ

при проведении радиационной и химической разведки в труднодоступных местах и в зонах повышенного риска от воздействия радиационного и химического заражения.

Для оснащения ПСЧ, специализированных ПСЧ (СПСЧ), оперативных групп ЦУКС характерно будет использование БПЛА малых размеров и веса вертолетного типа, способных осуществлять наблюдение и передачу данных в зонах повышенной опасности от поражающих факторов источника ЧС в малодоступных местах и местах ограниченного пространства. Для этих целей могут быть использованы дроны-квадрокоптеры с установкой на них чувствительных датчиков (приборов) измерения параметров поражающих факторов, высокой разрешающей способности видеоаппаратуры с системой передачи данных в режиме онлайн на пульт управления. В настоящее время разработаны и нашли широкое применение различного типа дроны-квадрокоптеры, которые при небольших сравнительно размерах, возможностях маневра, зависания в воздухе, видеонаблюдения, оборудованные системой GPS, могут быть широко использованы в этих целях.

Анализ тактико-технических данных дронов-квадрокоптеров, выпускаемых различными фирмами, показывает, что наиболее подходящие для оснащения ПСЧ, СПСЧ и оперативных групп ЦУКС по размерам, удобству управления, цене будут дроны-квадрокоптеры, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Основные тактико-технические характеристики дронов-квадрокоптеров

Тип	Syma x5c (5SW)	Syma x8w (5SC)	Phanton 3 Advanced (Phanton 3 Standart)	Phanton 5.8 G
Линейные размеры, см	32 (39)	50 (37)	60	50
Дальность полета, м	80 (120)	120	2 000 (1 000)	300
Время полета, мин	10–12	до 15 (10–12)	до 23 (25)	до 15
Время зарядки аккумулят., мин	60	45	–	60
Угол обзора, град	–	–	94	–
Камера	Видеокамера HD	Камера HD	Камера Pull HD (Камера 27к)	Крепление для камеры GoPro
Цена, руб.	4 800 (6 000)	9 500 (5 000)	80 000 (58 000)	33 500
Особенности	Имеется карта памяти, может летать ночью	Видео передается на смартфон или планшет	Система GPS, оптическая стабилизация, позволяющая летать внутри помещений (способен висеть в воздухе)	Система GPS, способен зависать, имеет функцию автовозврата
Тип	Hubsan H107 (4H107G)	Cheerson Cx30W	ZALA 421-21(22)	Blade Chroma
Линейные размеры, см	19 (13x13)	26	60	40
Дальность полета, м	120 (100)	80	2000 H=10-1000	600 H=250

Время полета, мин	до 12 (7)	9–12	35 (25)	30
Время зарядки аккумулятора, мин	40 (40)	–	–	–
Угол обзора, град	–	–	–	–
Камера	Камера HD	Камера HD	Камера HD	Камера HD-2к
Цена, руб.	10 500	6 500	–	66 000–77 000
Особенности	Строго горизонтальное расположение объектива, управление с пульта или моб. телефона	Передача видео по Wi-Fi	Система GPS, видеокамера, тепловизор	Система GPS, видеокамера

Особую актуальность приобретает применение такого типа БПЛА подразделениями ПСЧ при ликвидации аварий (разрушений) и террористических актов подвижных химически опасных объектов (ХОО), резервуаров с АХОВ, перевозимых автомобильным и железнодорожным транспортом [2, 3]. В практике прогнозирования аварий такого рода объектов рассматривают полное разрушение и пролив всего содержимого АХОВ. На самом деле чаще могут быть случаи разгерметизации с небольшими размерами отверстий и пробоин при террористических актах (рис.).

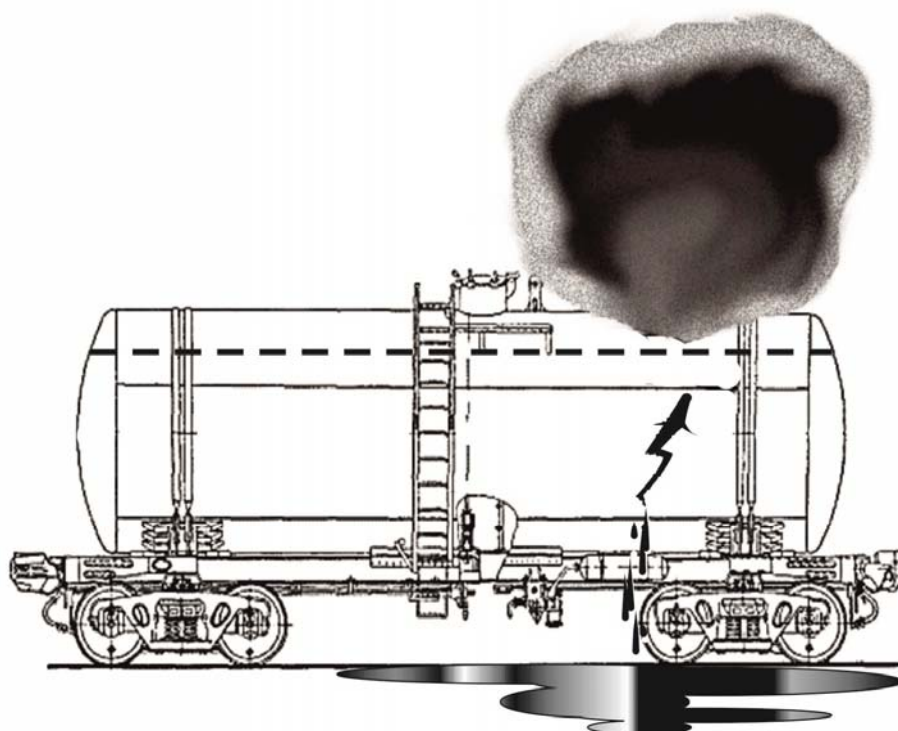


Рис. Разгерметизация емкости с жидкой фазой (железнодорожной цистерны с АХОВ) ниже уровня жидкости

В работе [4] предлагается определение глубины химического заражения осуществлять по формулам:

$$\tilde{A}_i = 0,95 \sqrt[1+b+d]{\frac{m^* \cdot d^*}{0,13(2\pi)^{\frac{3}{2}} \cdot a \cdot c \cdot C_i}} \cdot \hat{E}^a \cdot K^t;$$

$$H_{\Pi} = \tilde{n} \cdot \tilde{A}_i^d \frac{\rho_a}{\rho_{\hat{a}}} \sqrt[2 \ln \frac{m^* \cdot d^*}{0,13 \cdot (2\pi)^{\frac{3}{2}} C_i \cdot a \cdot c \cdot \tilde{A}_i^{1+b+d}}]{},$$

где m^* – количество пролитого АХОВ на участке торможения m_1 либо в районе аварийной остановки m_2 ; C_n – значения концентраций порогового поражения рассматриваемого типа АХОВ; $\rho_a, \rho_{\hat{a}}$ – плотность воздуха и плотность газа определенного типа АХОВ соответственно; d^* – доля испарившегося АХОВ при проливе на основную площадку при различном времени локализации, определяемая по табл. 1 [4]; a, b, c, d – коэффициенты степенных моделей дисперсии, определяемые согласно стратификации; поправочные коэффициенты на изменение ветра K^s и изменения температуры окружающего воздуха K^t , определяемые по табл. [4].

Для расчета глубины химического заражения в этих случаях в районе аварийной остановки требуется определение массы пролитого АХОВ, определяемой по формуле [2]:

$$m_2 = \mu \cdot \rho_{ж} \cdot F \cdot \sqrt{2g(h_0 - h_{омв})} \cdot t_{np} - \frac{\rho_{ж} \cdot g \cdot \mu^2 \cdot F^2 \cdot t_{омв}^2}{2S_{ем}} \cdot t_{np}^2 - m_1,$$

где μ – коэффициент истечения, принимаемый равный 0,6–0,8; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости АХОВ, кг/м³; h_0 – начальная высота столба жидкости в емкости, м; $h_{омв}$ – высота расположения отверстия, м; F – площадь разгерметизации, м²; t_{np} – время пролива, определяемое от момента разгерметизации емкости до герметизации отверстия емкости, мин; m_1 – количество АХОВ, образующее первичное облако химического заражения, кг.

Таким образом, прогнозирование последствий таких аварий связано с получением исходных данных, таких как размеры разгерметизации (пробоины) резервуаров F и их расположение относительно нижнего края резервуара (цистерны) $h_{омв}$ [4]. Чем точнее будут получены эти данные, тем достовернее будут просчитаны результаты выявленной химической обстановки.

В настоящее время получение таких данных возможно довольно грубо путем ориентировочного визуального определения их с безопасного расстояния либо путем непосредственных замеров их личным составом ПСЧ при проведении химической разведки. Применение БПЛА в этих случаях обеспечивает оперативность и высокую достоверность определения исходных данных для передачи в ЦУКС. В то же время оперативные группы ЦУКС, прибывшие на место таких аварий, могут также воспользоваться этими исходными данными для прогнозирования последствий с помощью экспресс-методики [2], закладываемой в базу программ компьютера-ноутбука. Это позволит более оперативно и достоверно принять решение по обеспечению безопасности населения (временной эвакуации из опасных зон), определить границы проведения химической разведки.

В целом применение таких БПЛА не исчерпывается только получением исходных данных для прогнозирования последствий такого рода аварий, в случаях небольшого размера разгерметизации резервуаров с АХОВ возможно будет их использование для устранения течи с помощью малогабаритных бандажей.

Литература

1. Зеленков А. Воздушный патруль идет в дозор // Спасатель. 2015. № 37.
2. Савчук О.Н. Особенности прогнозирования выявления последствий при авариях (разрушениях) резервуаров с аварийно химически опасными веществами при транспортировке автомобильным транспортом // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 1 (17). С. 40–51.
3. Савчук О.Н., Антонов С.Ю., Егоров П.А. Химическая безопасность. Выявление и организация ликвидации последствий при авариях (разрушениях) подвижных химически опасных объектов: монография. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2015.
4. Савчук О.Н., Иванов А.Ю. Особенности оценки рисков при разгерметизации железнодорожных цистерн с аварийно химически опасными веществами при транспортировке // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 2 (30). С. 6–12.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУППИРОВКИ СИЛ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ РСЧС

А.А. Горбунов, кандидат военных наук, доцент;

В.Н. Шангин;

А.Ю. Пономорчук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Раскрываются вопросы, связанные с порядком решения задач оптимизации при принятии управленческих решений при планировании применения сил и средств Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Проводится анализ существующих методов для решения нелинейных оптимизационных задач, рассматриваются их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: задача выбора местоположения, методы решения, нелинейные оптимизационные задачи, переборный метод, метод градиентного спуска, генетический алгоритм

SOLUTION OF THE TASK OF OPTIMIZING THE LOCATION OF THE ELEMENTS OF THE GROUPING OF THE FORCES FOR THE LIQUIDATION OF THE CONSEQUENCES OF EMERGENCIES OF THE RSES

A.A. Gorbunov; V.N. Shangin; A.Yu. Ponomorchuk.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The article reveals the issues related to the order of solving optimization problems when making managerial decisions when planning the use of forces and assets of the RSES. The analysis of existing methods for solving nonlinear optimization problems is carried out, their merits and demerits are considered.

Keywords: location selection problem, solution methods, nonlinear optimization problems, exhaustive method, gradient descent method, genetic algorithm

Известно, что одной из трудоемких задач при планировании проведения аварийно-спасательных работ является задача поиска и выбора рационального района размещения элементов группировки ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЛПЧС) [1].

Районы расположения элементов группировки ЛПЧС должны обеспечивать: рассредоточение, размещение подразделений; возможность их быстрого сбора и проведения маневра в нужном направлении; удобство размещения и отдыха личного состава; благоприятные условия в санитарно-эпидемическом отношении; наличие достаточного количества источников воды, дорог и подъездных путей, пригодных для движения техники.

Задача выбора местоположения отдельного элемента группировки сил ЛПЧС по своей сути является задачей условной многокритериальной оптимизации. Формальная постановка данной задачи имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} F(P_3(X, Y), P_4(X, Y)) &\Rightarrow \max, \\ G(P_1(X, Y), P_2(X, Y)) &> 0 \end{aligned} \quad (1)$$

где F – функция эффективности, аргументами которой в конечном счете выступают координаты (X, Y) выбранного объекта; G – функция, определяющая ограничения задачи и также определенная на множестве координат (X, Y) .

Учитывая, что параметры P_1, P_2, P_3 и P_4 зависят от координат (X, Y) , выражения (1) можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} F(X, Y) &\Rightarrow \max, \\ G(X, Y) &> 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Условиям (1), (2) удовлетворяет, например, задача выбора местоположения элемента группировки ЛПЧС как точечного объекта.

В случае, когда необходимо выбрать местоположение нескольких взаимосвязанных элементов системы, образующих линейный объект, постановка задачи (2) преобразуется к следующему виду:

$$\begin{aligned} F((X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_i, Y_i), \dots, (X_N, Y_N)) &\Rightarrow \max, \\ G((X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_i, Y_i), \dots, (X_N, Y_N)) &> 0 \end{aligned} \quad (3)$$

В постановке (3) под $(X_i, Y_i), i = 1, \dots, N$ понимаются координаты N элементов.

Так как функции F и G в общем случае имеют нелинейный вид, задачи (1–3) относятся к классу задач нелинейного математического программирования. Обоснуем выбор метода решения данных задач.

Для решения нелинейных оптимизационных задач возможно применение следующих методов:

- переборного;
- локально-градиентного;
- генетических алгоритмов.

Переборный метод. Для поиска оптимального решения (точки максимума целевой функции) необходимо последовательно вычислить значения целевой функции во всех возможных точках, фиксируя максимальное из значений.

Вариант переборного метода представлен на рис. 1.

Достоинства данного метода заключается в простоте и удобстве программной реализации. Недостатком являются повышенные требования к вычислительным ресурсам при большой размерности задачи, в силу чего он редко используется на практике.

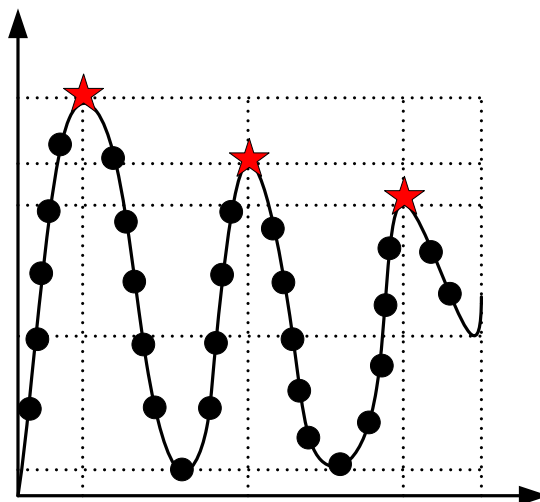


Рис. 1. Переборный метод поиска оптимального решения

В данном случае мощность пространства перебора $M_{\text{переб}}$ может быть оценена следующим выражением:

$$M_{\text{переб}} = \frac{X_2 - X_1}{\Delta X} \cdot \frac{Y_2 - Y_1}{\Delta Y}, \quad (4)$$

где X_1 и X_2 – начальная и конечная, соответственно, граничные координаты района по оси X ; Y_1 и Y_2 – начальная и конечная, соответственно, граничные координаты района по оси Y ; ΔX и ΔY – шаги дискретизации соответственно по оси X и оси Y . Для различных масштабов карт значение $M_{\text{переб}}$ может быть оценено диапазоном $[10^6; 10^{10}]$. Несмотря на то, что производительность вычислительных средств в настоящее время значительно возросла и по-прежнему имеет тенденцию к дальнейшему увеличению, метод полного перебора нельзя считать полностью приемлемым для решения задачи выбора местоположения элементов группировки ЛПЧС.

Метод градиентного спуска. В данном методе выбираются некоторые случайные значения параметров, после чего эти значения изменяют, добиваясь наибольшей скорости роста целевой функции. Достигнув локального максимума, такой алгоритм останавливается, следовательно, для поиска глобального оптимума потребуются дополнительные усилия.

Вариант градиентного метода представлен на рис. 2.

Достоинством данного метода является быстрый поиск оптимального решения в задачах с единственным локальным максимумом.

Существенным недостатком является сложность в решении мультимодальных и многомерных задач. Так как задача (1) относится как раз к такому классу задач, метод градиентного спуска, как и предыдущий, нельзя считать приемлемым для ее решения.

Наиболее приемлемым методом целесообразно считать метод генетического алгоритма оптимизации (ГАО) [2–4].

Генетический алгоритм – это способ решения задач оптимизации, использующий для поиска оптимального решения принципы эволюционного развития. Генетические алгоритмы –

новая область исследований, которая появилась в результате работ Д. Холланда и других ученых [3]. Генетические алгоритмы, описанные в этих работах, заимствуют многое из естественной генетики. Впервые они были применены к решению задач в области распознавания образов и оптимизации.

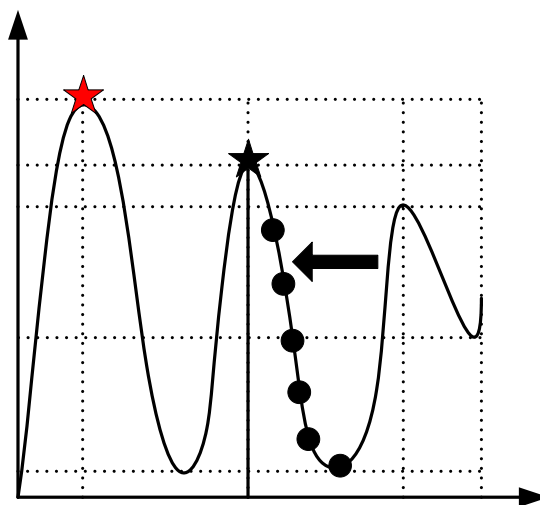


Рис. 2. Градиентный метод поиска оптимального решения

Генетический алгоритм оптимизации представляет собой комбинированный метод, находящий все более широкое применение во многих прикладных областях, где приходится решать задачи многокритериальной оптимизации.

Как известно, основной механизм эволюции обладает двумя наиболее характерными чертами. Во-первых, новые особи, появляющиеся в некоторой популяции, наследуют свойства своих родителей, причем в равных долях (механизм генетического скрещивания и наследования). Во-вторых, с некоторой вероятностью в течение своей жизни особи могут изменять свои свойства (гены), то есть мутировать. Эти черты положены в основу генетических алгоритмов оптимизации.

Эволюционный поиск оптимального решения с точки зрения преобразования информации является последовательным преобразованием одного конечного нечеткого множества промежуточных решений в другое. Данное преобразование получает название генетического алгоритма поиска.

Целью генетического алгоритма является, во-первых, формализация процессов поиска в искусственной системе на основании применения законов развития естественных систем. Во-вторых, генетический алгоритм призван смоделировать естественные эволюционные процессы для эффективного решения оптимизационных задач в искусственной системе.

Генетические алгоритмы оптимизации отличаются от других оптимизационных и поисковых алгоритмов следующими аспектами:

- они работают не с непосредственными параметрами оптимизационной задачи, а с закодированными множествами параметров;
- они осуществляют поиск не путем улучшения одного решения, а путем использования сразу нескольких альтернатив на заданном множестве решений;
- они используют для поиска сразу всю целевую функцию, а не ее различные приращения, что затем применяется для оценки качества принятия решений;
- алгоритмы применяют не детерминированные, а вероятностные правила анализа задач оптимизации.

В процессе поиска оптимального решения при использовании ГАО применяются три основные операции преобразования хромосом текущей популяции: отбор (селекция), кроссинговер (скрещивание) и мутация (случайное изменение) [4].

Оператор отбора предназначен для выбора из текущей популяции заданного числа хромосом с наибольшими значениями функции пригодности и реализует одну из схем генетического отбора.

Оператор кроссинговера обеспечивает обмен генетической информацией (генами) между наиболее перспективными хромосомами и получение новых членов популяции.

Оператор мутации производит случайное изменение содержимого генов хромосом, обеспечивая тем самым разнообразие генотипов в популяции, что при решении задач по оптимизации приводит к исследованию новых областей пространства решений и позволяет преодолеть проблему сходимости алгоритма к локальному экстремуму.

Количество M индивидуумов в популяции влияет на широту поиска и задается следующим образом:

$$n \leq M \leq 2n, \quad (5)$$

где n – длина хромосомы.

Каждый бит хромосомы называется геном.

Для практических расчетов следует использовать нормированное представление функции пригодности $\bar{f}: \Omega \rightarrow [0,1]$, получаемое из исходной функции $f(s)$ путем линейного преобразования (масштабирования):

$$\bar{f} = \frac{f(s) - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}}, \quad (6)$$

где f_{\max} и f_{\min} – максимальное и минимальное значения функции f .

Используя начальную популяцию $S(0)$, можно перейти к вычислению последующих популяций $S(1)$, $S(2)$, $S(3)$ и т.д., применяя три генетических оператора скрещивания, мутации, отбора [5].

Для начала процедуры поиска (блок 1) создается начальная популяция $S(0)$ из M двоичных хромосом: $S(0) = \{L_1, L_2, \dots, L_m\} \subset \Omega$, каждая из которых содержит n бит. Такая популяция создается случайным образом, так как не известно, где в Ω находится оптимальное решение. Каждая особь характеризуется хромосомой, представляющей собой L -битную строку, где L – длина хромосомы особи. Данная величина является фиксированной и одинаковой для всех особей. Длина хромосомы зависит от требуемой точности нахождения оптимальной величины параметра $V = P_b$ и должна удовлетворять условию:

$$n \geq \log_2 \left(\frac{V_{\max} - V_{\min}}{\Delta} \right), \quad (7)$$

где V_{\max} и V_{\min} – максимальное и минимальное значение параметра V ; Δ – заданная погрешность определения оптимального значения параметра V .

Применение ГАО в качестве базового метода решения задачи оптимизации местоположения элементов группировки сил ЛПЧС обеспечивает следующие преимущества по сравнению с классическими методами направленного перебора:

- универсальность формального описания задач по оптимизации различных классов;

- возможность автоматического ранжирования исследованных в процессе поиска решений и связанная с этим возможность оценки устойчивости процесса поиска;
- возможность решения задач с высокой размерностью, в частности NP -полных задач, при относительно небольших затратах вычислительных ресурсов;
- возможность приближения к значению глобального оптимума с точностью, определяемой разрядностью кодирования решений;
- гарантированность получения доминирующего решения в любой момент останова, то есть результативность решения при ограниченном времени;
- устойчивость к ошибкам в процессе вычисления;
- отсутствие проблем снижения эффективности поиска при наличии «овражных» областей;
- возможность решения задач по многокритериальной оптимизации, и, в частности, задачи по построению области Парето;
- отсутствие ограничений на вид целевой функции (гладкости, непрерывности, унимодальности).

К числу недостатков ГАО следует отнести отсутствие математического доказательства сходимости решения к глобальному экстремуму и необходимость адаптивной настройки ряда параметров алгоритма.

Таким образом, метод ГАО представляется наиболее приемлемым методом решения задачи оптимизации местоположения элементов группировки сил ликвидации последствий ЧС.

Литература

1. Горбунов А.А., Степанов С.В. Организация выполнения принятых решений по действиям сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 1 (33). С. 104–108.
2. Батищев Д.И. Генетические алгоритмы решения экстремальных задач: учеб. пособие. Н. Новгород, 2007.
3. Скурихин А.Н. Генетические алгоритмы // Новости искусственного интеллекта. 1995. № 4.
4. Koza J.R. Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection, The MIT Press, Cambridge. Massachusetts, London, England, 1992.
5. Гужва Д.Ю. Модель воздействия нарушителя на автоматизированные информационно-управляющие системы МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 2 (18). С. 73–76.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В МЧС РОССИИ

Р.А. Степанов, кандидат педагогических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
Д.С. Белкин;

А.С. Перевалов, кандидат технических наук.
Уральский институт ГПС МЧС России

Рассмотрены имеющиеся на вооружении МЧС России беспилотные воздушные суда самолетного типа и вертолетного типа, задачи, решаемые с использованием беспилотных воздушных судов. Отмечены проблемы и даны рекомендации по вопросам развития

нормативной правовой базы в части касающейся применения беспилотных воздушных судов и обучения внешнего пилота.

Ключевые слова: беспилотные воздушные суда, работы, связанные с поиском людей, оповещение населения при чрезвычайных ситуациях, работа в зоне заражения, мониторинг лесных пожаров, мониторинг района наводнения

PROSPECTS OF DEVELOPMENT AND USE OF UNMANNED AIRCRAFT IN THE MINISTRY OF EMERGENCIES OF RUSSIA

R.A. Stepanov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
D.S. Belkin; A.S. Perevalov. Ural institute of State fire service of EMERCOM of Russia

The unmanned aircraft of the airplane and helicopter type that the Russian Emergencies Ministry is armed with are considered. Revised are issues solved with the use of the unmanned aircraft. Problems and recommendations are pointed of the development of the regulatory framework in the part relating to use of the unmanned aircraft and training of the external pilot.

Keywords: unmanned aircraft, the work related to the search of people, warning the population in emergencies, work in the area of infection, monitoring of forest fires, monitoring of flood area

Бурное распространение беспилотных воздушных судов (БВС) в последнее десятилетие получило широкое применение в различных областях человеческой деятельности: от детских игрушек, до военных беспилотников. Данная особенность обусловлена рядом факторов, среди которых отмечаются минимально возможные риски для внешнего пилота, большая продолжительность и дальность полета, сравнительно небольшая цена на БВС, незначительные денежные затраты на эксплуатацию в сравнении с пилотируемой авиацией, возможность выполнения маневров с перегрузкой, превышающей физические возможности человека.

Не обошло применение беспилотной авиации и МЧС России.

Развитие авиационно-спасательных технологий для решения задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) и обеспечению пожарной безопасности Российской Федерации является приоритетным направлением деятельности МЧС России, направленным на обеспечение реализации государственной программы Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах», выполнением мероприятий Плана строительства и развития сил и средств МЧС России на 2016–2020 гг., а также решений Совета Безопасности от 22 сентября 2015 г. «О мерах по совершенствованию государственной политики в Российской Федерации в области гражданской обороны», от 30 октября 2015 г. «О состоянии и перспективах развития радиационной, химической и биологической защиты Российской Федерации» и от 1 марта 2016 г. «О дополнительных мерах по повышению пожарной безопасности и снижению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций в паводкоопасный период на территории Российской Федерации» [1–3].

На ежегодном Дне инноваций и передовых технологий, проходящем на базе Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России, В.В. Пучков отметил: «Сегодня система применения беспилотных летательных аппаратов динамично развивается. Мы констатируем развитие на качественно новом уровне уже не только беспилотных аппаратов, но и всех технологий считывания информации, мониторинга обстановки, комплексной оценки опасностей и угроз дистанционного радиационного химического и биологического мониторинга. Где существует угроза жизни человека, должны работать беспилотники и роботы» [4].

Парк БВС МЧС России по состоянию на 1 марта 2016 г. насчитывал в своем составе 285 БВС ближнего действия малого класса, из них самолетного – 38 и вертолетного (мультироторного) – 247 единиц, более десяти различных модификаций отечественных и зарубежных производителей. БВС самолетного типа представлены летательными аппаратами: Zala 421-04М, Zala 421-08, Zala 421-16ЕМ (рис. 1), Иркут-10, Supercam S-250, Орлан-10. БВС вертолетного типа представлены летательными аппаратами: НЕ-60, Zala 421-21, Zala 421-22, Гранад ВА-1000, Supercam X6, Supercam X8, DJI Phantom 2, DJI Phantom 3 (рис. 2).



Рис. 1. Zala 421-16ЕМ



Рис. 2. Разведка пожара

Сведения о распределении БВС по подразделениям МЧС России представлены в таблице.

Таблица. Сведения о количестве БВС, имеющихся в МЧС России
(по состоянию на 1 марта 2016 г.)

Подразделение МЧС России	Количество БС	
	самолетного типа	вертолетного типа
ЦСООР «Лидер»	—	3
Отряд «Центроспас»	6	4
ЦРЦ	13	33
СЗРЦ	5	33
ЮРЦ	1	26
СКРЦ	2	19
ПРЦ	1	32
УРЦ	2	22
СРЦ	5	39
ДВРЦ	3	36
Итого по типам	38	247
Всего БС	285	

Использование БВС позволяет решить следующие задачи:

- ведение всех видов воздушной разведки, мониторинг ЧС;
- поиск людей в труднодоступной местности, водной поверхности, а также в высотных зданиях и сооружениях;
- ведение строительно-монтажных и демонтажных работ крупногабаритных конструкций при расчистке завалов и разрушений;
- разведка и ликвидация ледовых заторов;
- ретрансляция связи между поисково-спасательными группами и пунктами управления;
- тушение пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры, природных (лесных, торфяных и др.) пожаров;
- ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов;
- обработка заданных районов (объектов) химическими и биохимическими препаратами;
- доставка грузов, материально-технических ресурсов в зоны ЧС [5].

Остановимся более подробно на задачах, связанных с мониторингом окружающей обстановки.

Работы, связанные с поиском людей

Одним из основных аспектов проведения аварийно-спасательных операций является поиск людей. Традиционный метод поиска людей под завалами состоит в использовании специально обученных собак, но это не всегда эффективно. В современных же условиях наиболее оптимальным методом будут являться наземные роботы, либо беспилотные летательные аппараты со встроенным радаром. Примером такого радара может служить аппарат Rescue Radar, который успешно используется нашими спасателями, но стандартным способом, без применения роботов и БВС. На обширных же территориях, в лесах, в степи или же для поиска пострадавших, попавших под лавину, можно применять беспилотники с камерой и тепловизором, в данном случае главным будет являться тепловизор, так как человека под кронами деревьев, в частности, если он одет в темные цвета, практически не реально найти с помощью обычной камеры. Аналогичная ситуация, если человек попадает в лавину, но с помощью тепловизора с хорошим разрешением можно найти человека даже в условиях с плохой видимостью (рис. 3).



Рис. 3. Разведка с помощью тепловизора

Оповещение населения при ЧС

Система оповещения населения предназначена для доведения до населения информации в случае природных и техногенных катастроф, применения ядерного оружия, а также аварий на промышленных предприятиях. Главной задачей оповещения населения является быстрое и качественное информирование населения о случившейся ЧС. Одной

из перспектив развития является система воздушного оповещения населения «Тревога» с применением БВС. На сегодняшний день она прошла успешные испытания и в настоящее время активно внедряется МЧС России в Удмуртской Республике, Республике Саха Якутия и в г. Ханты-Мансийске. БВС осуществляют не только мониторинг ситуации места происшествия в ЧС, но и реально информируют население и оказывают помощь жителям (рис. 4).



Рис. 4. Оповещение населения при ЧС

Работа в зоне заражения

В современном мире большую опасность представляют катастрофы и аварии на объектах с химическим, биологическим и радиационным заражением. Немаловажное значение имеет уменьшение степени участия людей при проведении работ в опасных условиях. При проведении спасательных работ БВС являются наиболее достоверным и безопасным источником информирования наземных групп. БВС проводят оперативную разведку обстановки и детальное обследование местности, что позволяет руководителям своевременно и качественно оценивать обстановку и принимать управленческие решения по координации. В свою очередь, наземные робототехнические средства (РТС) предназначены для наземной разведки в очагах поражения при ликвидации последствий ЧС. В частности, мобильные роботизированные комплексы тяжелого (Ель-10) и среднего (Ель-4) классов – для проведения аварийно-спасательных операций и работ, связанных с тушением пожара в условиях техногенных аварий (рис. 5).



Рис. 5. Ель-10

Мониторинг лесных пожаров

В пожароопасный период наиболее эффективным средством для ведения воздушной разведки являются БВС. Они используются наземными отрядами МЧС России для ведения воздушной разведки местности. В силу усовершенствованным целевым нагрузкам БЛА допускают фиксировать даже незначительные очаги возгораний, к тому же выявлять горение торфяных разработок. Для оперативной разведки местности на удалении до 5 км используется БЛА вертолетного типа ZALA 421-21 или ZALA 421-22, на расстоянии до 15 км – БЛА ZALA 421-08М, для ведения воздушной разведки на удалении до 70 км с целью получения аналитических данных используются БЛА самолетного типа ZALA 421-16Е или ZALA 421-16ЕМ (рис. 6).



Рис. 6. Мониторинг лесных пожаров

Мониторинг района наводнения

В паводковый период БВС являются особенно безопасным и эффективным источником информации. БВС осуществляют воздушный мониторинг местности, а так же передают видеоизображение в режиме реального времени, определяют границы разливов, позволяют координировать действия поисково-спасательных отрядов, выявляют зоны затоплений (рис. 7). Для ведения воздушного мониторинга на удалении до 50 км применяются БВС самолетного типа – ZALA 421-16Е, ZALA 421-21 или ZALA-421-22.



Рис. 7. Мониторинг района наводнения

Фото и видеоданные, получаемые при помощи беспилотных летательных аппаратов, позволяют отрядам МЧС России не только оценивать и анализировать сложившуюся ситуацию, но и принимать оперативные управленческие решения, имеющие немаловажное значение при ликвидации ЧС. Благодаря этому наземные группы аварийно-спасательных подразделений в кратчайшие сроки ликвидируют негативные последствия ЧС либо, если это возможно, предотвращают ее.

Таким образом, при современном техническом прогрессе, при развитии оружия массового поражения Министерство МЧС России просто обязано решать задачи в своей компетенции, качественно справляться с ликвидацией ЧС, мониторингом территории и прогнозированием опасных ситуаций. Оптимальным решением этой задачи является применение беспилотных летательных аппаратов МЧС России при мониторинге наводнений, лесных пожаров, поиске людей и в других ситуациях экстренного характера. БВС используются при проведении работ по поиску и спасению пострадавших, в том числе заблудившихся в лесах либо ставших жертвами ЧС. Для осуществления воздушного мониторинга на удалении до 70 км использовать БВС самолетного типа, для оперативной разведки местности на удалении до 5 км – вертолетного типа [6].

В связи с этим на одном из совещаний по вопросу дальнейшего развития авиации чрезвычайного ведомства, прошедшем 1 ноября 2016 г. в г. Симферополе, глава МЧС России Владимир Пучков поставил задачу, что до конца года МЧС России закупит и поставит на вооружение более 750 беспилотных летательных аппаратов: 650 аппаратов Phantom 3 Advanced с видеокамерой и 107 беспилотных летательных систем Арнега-ДСТИ с видеокамерой и тепловизором. Первая партия беспилотных авиационных систем численностью 250 единиц уже поступила и распределяется по подразделениям МЧС России. Всего к концу года на оснащении чрезвычайного ведомства будет находиться более 1 000 беспилотных летательных аппаратов.

«Это позволит на ранних стадиях выявлять очаги лесных пожаров, угрозы и риски возникновения чрезвычайных ситуаций, мониторить обстановку в режиме реального времени и моделировать дальнейшее развитие ситуации. Благодаря использованию беспилотников удастся исключить нахождение человека в опасной зоне и минимизировать затраты на привлечение дополнительных материальных ресурсов», – сказал министр [7].

В настоящее время идет развитие нормативной правовой базы в части, касающейся применения БВС, нормативно не определен порядок обучения внешнего пилота. До сих пор нет единого мнения по массе БВС, когда игрушка становится беспилотником. Только выработка единых положений ведущими специалистами беспилотной авиации позволит решить существующие проблемные вопросы.

Литература

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1994. № 35. Ст. 3 648.
2. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2004. № 2. Ст. 121.
3. О государственной программе Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах: Постановление Правительства Рос. Федерации от 15 апр. 2014 г. № 300 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2014. № 18 (Ч. I). Ст. 2 149.
4. Ежегодный День инноваций и передовых технологий // МЧС России. URL: <http://mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/410118> (дата обращения: 27.12.2016).
5. Тушение пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов: учеб. пособие / С.И. Осипенко [и др.]. Екатеринбург: Уральский ин-т ГПС МЧС России, 2016. 40 с.

6. Об использовании в подразделениях МЧС России робототехнических комплексов, беспилотных летательных аппаратов и дальнейшем развитии робототехники и технологий ее применения: Решение коллегии МЧС России // МЧС России. URL: http://mchs.gov.ru/ministry/comissions/Kollegija_MCHS_Rossii/2014_god/Zasedanie_kollegii_12.11.2014 (дата обращения: 27.12.2016).

7. МЧС России. URL: <http://mchs.gov.ru/dop/info/smi/news/item/32953840> (дата обращения: 27.12.2016).



ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КРУПНОТОННАЖНОГО АВТОТРАНСПОРТА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ И КАРЬЕРОВ

**М.Д. Маслаков, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;**

С.В. Тарима;

**В.А. Родионов, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Приведен обзор наиболее распространенных в нашей стране карьерных самосвалов и проанализированы с точки зрения пожарной и экологической безопасности их характеристики. Представлены предварительные результаты научно-исследовательской работы по анализу инженерно-технических решений, направленных на снижение пожарной и экологической опасности крупнотоннажного грузового автотранспорта, эксплуатируемого на угольных разрезах и карьерах.

Ключевые слова: карьерные самосвалы, угольные разрезы, карьеры, пожарная опасность, технические решения, карьерный крупнотоннажный транспорт, эксплуатация машин

TO THE QUESTION OF INCREASE IN FIRE AND ECOLOGICAL SAFETY OF TECHNOLOGICAL LARGE-CAPACITY MOTOR TRANSPORT OF COAL MINES AND QUARRIES

M.D. Maslakov; S.V. Tarima; V.A. Rodionov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The review of the dump trucks, most widespread in our country, is provided in the present article and are analysed from the point of view of fire and ecological safety of their characteristic. Preliminary results of research work on the analysis of the technical decisions directed to decrease in fire and ecological danger of the large-capacity freight vehicles operated on coal mines and pits are presented.

Keywords: dump trucks, coal mines, quarries, fire danger, career large-capacity transport, technical solutions, operation of cars

Крупнотоннажный грузовой автотранспорт является основным видом транспорта, используемым для доставки твердых натуральных топлив, горно-химического сырья, рудных и нерудных ископаемых с открытых разработок месторождений полезных ископаемых до мест перегрузки. В России открытым способом добывается 91 % железных руд, более 70 % руд цветных металлов, более 60 % угля [1, 2].

Автотранспорт данного типа запрещен к эксплуатации на дорогах общего пользования и используется в основном на участках открытой добычи недр в условиях экстремальных нагрузок на основные узлы и агрегаты. Карьерная техника отличается способностью перевозить грузы крупным тоннажем (37–450 т), что значительно облегчает технологический процесс угледобывающих предприятий.

Карьерные самосвалы обладают не только внушительными габаритами, но и имеют нестандартные технические решения как в самой конструкции, так и в силовых узлах, которые позволяют технике демонстрировать повышенную грузоподъемность и выносливость, необходимые для решения повседневных задач.

Срок службы карьерных самосвалов напрямую зависит от интенсивности эксплуатации машин (часовая производительность, объем грузоперевозок) условий эксплуатации (плечо перевозки, профиль дороги, качество дорожного полотна), климатических условий, своевременности технического обслуживания и других факторов.

Основными причинами возгорания на карьерных самосвалах являются:

- перегрев агрегатов в результате работы в тяжелых условиях (превышение допустимой нагрузки, работа на больших уклонах) [2];
- взаимодействие скопления угольной пыли на узлах и агрегатах с горюче-смазочными и иными «рабочими» при повышенной температуре;
- неисправности в электрооборудовании карьерных самосвалов (электронная дуга, замыкание);
- неисправности в системе топливоподачи;
- разрыв гидропривода;
- перегрев тормозного механизма [3];
- нарушение требований эксплуатации.

Кроме вышеприведенных причин возгорания грузовозов существуют и производственные причины, например, на рис. 1 показан «нормальный» режим работы по отгрузке и доставке на спецплощадку для тушения угольного сырья из очага самовозгорания.

На рис. 1, 2 показаны различные варианты аварийных ситуаций.



Рис. 1. Выемка на опережение участка самовозгоревшегося угля и транспортировка горящего угля на спецплощадку [4]



Рис. 2. Внешний вид загоревшегося карьерного крупнотоннажного грузовоза [5]

К аварийной ситуации, приведенной на рис. 2, привел комплекс причин, одной из которых, как можно предположить, явилось неудовлетворительное действие системы комплексного пожаротушения либо ее полное отсутствие, что является грубым нарушением условий безопасной эксплуатации карьерного транспорта. Аварии, показанные на рис. 1 и рис. 2, не единичны и более подробно представлены в видеообзоре [5].

Обзор технического парка карьерных самосвалов, используемых на угольных карьерах, показывает, что угольные предприятия отдают предпочтение технике производства таких мировых лидеров, как Komatsu, Terex, Caterpillar, Hitachi, Liebherr, ПО «БелАЗ» (табл.) [6–8].

Таблица. Технические характеристики и пожарная нагрузка рассматриваемых карьерных самосвалов

Наименование концернов производителей	Количество новых моделей	Мощность двигателя, кВт	Грузоподъемность, т	Объем топливного бака, л
Komatsu	9	371–1902	36,5–291	484–4524
Hitachi	3	1491–2125	181–296	2040–5100
Caterpillar	7	1005–2983	136–363	1893–3785
Liebherr	3	895–3000	100–363	3028–5351
БелАЗ	8	783–3430	90–450	1400–5600

Одним из основных направлений инженерных разработок производителей карьерной техники является совершенствование надежности используемых узлов и агрегатов, повышение требований к мощности, грузоподъемности и увеличению срока службы выпускаемой продукции, повышение безопасности при эксплуатации тяжелого транспорта, а также расширение возможностей его применения (температурные режимы, особенности климата, условия эксплуатации).

Далее будут рассмотрены инженерно-технические решения предприятий производителей карьерных самосвалов, обеспечивающих снижение пожарной опасности.

Komatsu – японское машиностроительное предприятие, специализирующееся на производстве специальной техники, в том числе и для горнодобывающей отрасли.

В последней линейке грузовых самосвалов Komatsu, реализуемых на территории Российской Федерации, насчитывается девять моделей с диапазоном грузоподъемности от 36,5 т до 291 т, полной эксплуатационной массой машины – 63,6–502 т и полезной мощностью двигателя – 371–1 902 кВт.

Особенность исполнения V-образных двигателей грузовой техники Komatsu является наличие турбонагнетателя и вторичного охлаждения. Контроль над показателями и рабочими характеристиками основных узлов и агрегатов возложен на систему управления Quantum, элементом которой является система предварительной смазки Cummins Sense. Впрыск топлива осуществляется под высоким давлением, что позволяет создать оптимальные условия для сгорания топливовоздушной смеси, а поршневая группа, произведенная из ковального чугуна, снижает потери на трение. Впускные каналы спирального исполнения позволяют создать вихревое движение топливовоздушной смеси, благодаря которому смесь быстро и эффективно сгорает. Также двигатели оборудованы автоматической системой установки холостых оборотов.

Карьерная техника Komatsu оборудована системой AISS, задачей которой является контроль над температурными характеристиками двигателя посредством управления потоками системы охлаждения. AISS корректирует работу двигателя на основании данных о температуре охлаждающей жидкости. При температуре рабочей жидкости системы охлаждения 30 °C и ниже AISS устанавливает скорость вращения коленчатого вала в районе 1 000 об/мин при работе двигателя без нагрузки. При повышении температуры рабочей жидкости системы охлаждения свыше 30 °C AISS снижает скорость вращения коленчатого вала до 650 об/мин.

В модельном ряду карьерных самосвалов Komatsu применяются разные виды трансмиссий. На технике грузоподъемность до 145 т используется гидромеханическая трансмиссия. В автомобилях грузоподъемностью более 145 т используется электромеханическая трансмиссия.

Стояночный тормоз на самосвалах Komatsu выполнен в виде многодискового сухого фрикциона пружинного действия с гидравлическим отключением. Стояночный тормоз рассчитан на удержание максимального веса груженого самосвала под уклоном 15 %. Рабочий тормоз самосвала выполнен в виде маслоохлаждаемого многодискового тормоза с пружинным включением и гидравлическим отключением.

Рабочий и стояночный тормоза карьерной техники Komatsu изолированы от других гидравлических систем автомобиля в целях повышения их надежности.

Консоль оператора карьерного самосвала оснащена дополнительной кнопкой принудительного торможения, нажатием на которую срабатывают все тормоза «мокрого» типа. Эта система также принудительно включает в работу тормоза при снижении давления гидравлической жидкости в тормозной системе.

Система ARSC принудительно устанавливает скоростной режим самосвала на подъемах и спусках и подбирает оптимальную скорость. Помимо контроля движения самосвала под уклон система ARSC ведет мониторинг температурного режима рабочих жидкостей тормозной системы. При превышении допустимой температуры скорость карьерного самосвала падает вплоть до полной остановки.

В целях исключения случаев блокирования колес в карьерных самосвалах Komatsu применяется антиблокировочная система (ABS), позволяющая избежать возможные аварийные ситуации на скользких уклонах при использовании рабочего тормоза. А система автоматической регулировки вращения колесной базы (ASR) позволяет снизить случаи пробуксовки на рыхлой поверхности, обеспечивая более эффективное сцепление.

Финансово-промышленная группа Hitachi, один из крупнейших конгломератов в мире, также занимается выпуском карьерной техники. Hitachi Construction Truck Manufacturing Ltd работает над производством и продажей самосвалов серии EH. Последняя линейка техники

сокращена и представляет три варианта самосвалов с жесткой рамой и разбросом грузоподъемности от 181 до 296 т и двигателями мощностью от 1 491 кВт до 2 125 кВт.

Все самосвалы оснащены двигателями фирмы Cummins с V-образной схемой расположения 16 цилиндров, с рабочим объемом от 50,3 до 60 л. В серии EN3500AC, EN4000AC под заказ предусмотрена возможность установки двигателей фирмы MTU (Германия).

В качестве тягового элемента в модельном ряду Hitachi используется электропривод переменного тока. Основным отличием электропривода мотор-колес Hitachi является уход от щеточно-коллекторных элементов, что улучшило эксплуатационные характеристики.

Тормозная система самосвалов Hitachi состоит из рабочей тормозной системы, стояночного тормоза, погрузочно-разгрузочного тормоза и электродинамического торможения. Рабочий тормоз включает гидравлические тормоза и систему электродинамического торможения. Стояночный тормоз обеспечивает неподвижность самосвала на месте парковки при помощи тормозного суппорта с пружинным включением и гидравлическим растормаживанием. Погрузочно-разгрузочный тормоз создает максимальное давление на задние дисковые тормоза сухого типа.

Система управления электродинамическим торможением Statex III от компании General Electric повышает эффективность применения тормозов при помощи контроллера скорости притормаживания, который обеспечивает плавное замедление техники и не допускает увеличения скорости мотор-колес. Число оборотов мотор-колес управляется системой контроля тягового усилия (АТС), предотвращающей буксование колес.

Скорость движения самосвала контролируется при помощи микропроцессора, который в автоматическом режиме выбирает передачу в соответствии со скоростью движения, грузовой нагрузкой и дорожными условиями.

На консоль карьерных самосвалов Hitachi выводится диагностические данные и основная информация о работе узлов и агрегатов. Система контроля Hitachi позволяет получать информацию о всех отклонениях в работе самосвала, начиная от работы двигателя и заканчивая параметрами электропривода переменного тока.

Американский концерн Caterpillar представляет широкую линейку карьерной техники, используемой на недродобывающих площадках регионов России. Обновленный модельный ряд карьерных самосвалов, предлагаемых концерном, состоит из восьми автомобилей, с интервалом грузоподъемности – 136–363 т, полной эксплуатационной массы самосвала – 249,4–623,6 т, полезной мощности двигателя – 1 005–2 983 кВт.

Автосамосвалы Caterpillar оснащены двигателями с V-образным расположением цилиндров. Вся линейка двигателей оснащена турбокомпрессором. Система топливоподачи характеризуется электронным управлением, общей топливораспределительной рампой (Cat Common Rail) и наличием интеркулера.

Максимальные показатели в работе самосвала достигаются благодаря электронному блоку управления (ЭБУ), который координирует работу двигателя, топливоподачу, угол опережения впрыска. В процессе торможения или снижения скорости карьерного самосвала ЭБУ снижает топливоподачу.

Автосамосвалы Caterpillar оснащаются гидромеханической трансмиссией. Причиной такого решения является больший КПД относительно электроприводных трансмиссий 0,82–0,85 против 0,76–0,79 и более стабильной эксплуатации на уклонах до 14 %.

При помощи канала передачи данных Cat Data Link осуществляется взаимодействие силовой передачи и двигателя. При этом формируется единый поток оперативной информации, позволяющий оптимизировать основные характеристики машины: регулирование скорости оборотов вращения двигателя обеспечивает плавное переключение передач, что позволяет увеличить ресурс работы трансмиссии, исключает возможность повышения скоростной передачи и включения задней передачи до момента полного опускания кузова.

Тормозная система карьерных автосамосвалов Caterpillar характеризуется использованием принудительной системы охлаждения многодисковых тормозов. Система распределения тормозных усилий, управления замедлением (IBC, ARC) повышает эффективность работы многодисковых тормозов, охлаждаемых маслом.

Немецкая машиностроительная компания Liebherr на российском рынке представлена не очень широко. Новый модельный ряд выпускаемой техники состоит из трех автосамосвалов с характеристиками по грузоподъемности от 100 до 363 т и полной мощностью двигателя от 895 до 3 000 кВт.

В карьерных самосвалах Liebherr используется дизель-электрическая трансмиссия на постоянном и переменном токе. Компания предоставляет покупателю право выбора двигателя Cummins или MTU в зависимости от предпочтений и предъявляемых требований.

Характерной чертой самосвалов Liebherr является модульность компонентов. Двигатель, генератор и радиатор смонтированы таким образом, что позволяют использовать различные модификации рабочих узлов, производя их замену.

В мотор-колесах техники Liebherr используются пакетные электродвигатели собственного производства.

Дизель-электрическая трансмиссия Liebherr с системой управления Litronic Plus позволяет рационально использовать мощность дизельного двигателя и увеличивает эффективность тормозного усилия и управляемость тормозов. При скорости ниже 0,8 км/ч на смену электрической тормозной системы приходит торможение гидравлическим приводом.

Рабочая консоль позволяет оператору получать информацию о работе узлов и агрегатов автосамосвала при помощи контрольно-измерительных приборов (КИП), выдающих информацию на цифровом табло, а также оснащена системой звукового предупреждения об аварийной опасности при превышении допустимых пределов КИП [4, 5].

Компании Terex также занимала лидирующие позиции по производству карьерных самосвалов и проводила технические изыскания по совершенствованию техники. Но с 2011 г. линейка самосвалов Unit Rig, принадлежащая до 2010 г. компании Terex, была выкуплена концерном «Caterpillar Inc».

Одной из самых распространенных марок карьерных самосвалов, применяемых на угольных карьерах, является продукция ПО «БелАЗ». В качестве новинок представлены восемь самосвалов грузоподъемностью от 90 до 450 т и полезной мощностью двигателя от 783 кВт до 3430 кВт. В автосамосвалах БелАЗ также применяются варианты с гидромеханической и электрической трансмиссией. Отличительной особенностью техники БелАЗ является ее ориентированность на работу в условиях низких температур (до -50 °С). Что влечет установку дополнительных узлов: предпусковой подогреватель жидкости двигателя, который обеспечивает подогрев дизельного топлива и охлаждающей жидкости.

В данное время карьерные самосвалы могут оснащаться дополнительными системами автоматического обнаружения и тушения пожара, основной задачей которых является предупреждение оператора о возникшей опасности и подача огнетушащих средств в защищаемый отсек. Принцип реагирования строится на установке тепловых извещателей в отсеках самосвала. При увеличении температуры в защищаемом отсеке выше предельно допустимой в кабину оператора поступает сигнал об опасности, после чего в защищаемый отсек автоматически подается огнетушащее вещество. Помимо автоматического пожаротушения, подача огнетушащего вещества может осуществляться и принудительно, в ручном режиме оператора.

Несмотря на принимаемые меры и внедряемые технические решения, пожары на карьерных самосвалах продолжают возникать. Техника, используемая на карьерах по открытой добыче полезных ископаемых, отличается сложностью исполнения узлов и агрегатов и, как следствие, увеличением стоимости самого грузового автотранспорта. Соответственно, пожары на автотранспорте влекут за собой большие материальные убытки угледобывающих предприятий.

Помимо материального ущерба, пожары на карьерных самосвалах приносят большой экологический ущерб (продукты горения, разлив топлива).

Литература

1. Бахтурин Ю.А. Современные тенденции развития карьерного транспорта // ГИАБ. 2009. № 7.
2. Хорешок А.А., Стенин Д.В., Стенина Н.А. Влияние условий эксплуатации на тепловое состояние редукторов мотор-колес автосамосвалов БелАЗ // Вестник КузГТУ. 2012. № 2 (90).
3. Тарасик В.П., Поляков А.А. Определение тепловых и механических нагрузок дисковых тормозных механизмов самосвалов БелАЗ // Вестник Белорусско-Российского университета. 2008. № 1.
4. Аварии. URL: <http://mgsupgs.dreamwidth.org/259903.html> (дата обращения: 10.02.2017).
5. URL: <http://dumbdam.net/watch?v=JDNA3iEcxw> (дата обращения: 02.02.2017).
6. Причины аварийности на технологическом автотранспорте карьеров и пути ее снижения / В.Л. Яковлев [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 1. С. 194–200.
7. Карьерные самосвалы мировых производителей // Горная промышленность. URL: <http://mining-media.ru/ru/archiv/2014/72-stati/transportt/982-karernye-samosvaly-mirovykh-proizvoditelej> (дата обращения: 30.01.2017).
8. Обзор карьерной техники // Спецтехника. URL: <http://spectehnika-info.ru/obzor-karernoj-texniki> (дата обращения: 02.02.2017).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

**Д.Ю. Минкин, доктор технических наук, профессор;
А.В. Мироньев, кандидат технических наук;
С.А. Турсенев, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведен обзор аварий и катастроф, а также выявлены основные причины, способствующие возникновению пожаров на морских нефтегазодобывающих платформах. Предложены противопожарные мероприятия как технического, так и организационного характера, направленные на снижение пожарной опасности, защиту персонала и обеспечение живучести нефтегазодобывающих платформ. В работе использованы методы, основанные на теоретическом анализе прикладных научных исследований в области обеспечения пожарной безопасности объектов добычи нефти и газа на морском Арктическом шельфе.

Ключевые слова: Арктический шельф, пожарная опасность, нефтегазодобывающие платформы, авария, взрыв

FIRE HAZARD ANALYSIS OF MARINE OIL AND GAS PLATFORMS

D.Yu. Minkin; A.V. Mironchev; S.A. Tursenev.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

A review of accidents and disasters, as well as identified the main causes contributing to the occurrence of fires in the offshore oil and gas platforms. Proposed prevention measures, both

technical and organizational measures aimed at reducing the level of fire danger, the protection of personnel and ensuring the survivability of oil and gas platforms. We used methods based on a theoretical analysis of applied research in the field of fire safety facilities of oil and gas on the sea shelf of the Arctic.

Keywords: Arctic shelf, fire hazard, oil and gas platforms, accident, explosion

Освоение континентального шельфа Арктических морей, разведка, а также разработка нефтегазовых месторождений относится к сфере производственной деятельности человека, характеризующейся повышенной опасностью.

Основные приоритеты по проведению государственной политики в сфере изучения, разведки и освоения ресурсов недр континентального шельфа Российской Федерации на современном этапе определены в проекте Стратегии изучения и освоения нефтегазового потенциала континентального шельфа Российской Федерации на период до 2020 г. (Стратегия) [1].

Согласно Стратегии суммарная площадь континентального шельфа Российской Федерации составляет 6,2 млн км² (наибольшая часть приходится на континентальный шельф Арктических морей). Из них 4 млн км² представляют интерес с точки зрения перспектив добычи нефти и газа. Следует отметить, что порядка 100 млрд т углеводородного сырья ежегодно извлекается из морских месторождений, в том числе около 13,5 млрд т нефти и 73 трлн м³ газа.

Согласно энергетической стратегии Российской Федерации до 2030 г. освоение месторождений топливно-энергетических ресурсов на шельфах арктических, дальневосточных и южных морей является наиболее перспективным направлением [2].

Анализируя последствия аварий и катастроф, возникающих на объектах обустройства морских нефтегазовых месторождений, а именно нефтегазодобывающих платформах (полупогружных, погружных, передвижных, стационарных), представляется возможным выявить их отличительную особенность, обусловленную стремительным темпом протекания процессов в условиях выброса и горения углеводородов, а также высокой плотности размещения коммуникаций и технологического оборудования.

Из истории освоения морских месторождений нефти и газа можно привести множество примеров крупномасштабных инцидентов, происходивших в результате совокупности обстоятельств и ошибок, обусловленных недостаточным вниманием к мерам противопожарной защиты.

Характерные примеры наиболее крупных аварий на нефтегазовых платформах и анализ причин их возникновения приведены в таблице.

Таблица. Характерные примеры наиболее крупных аварий на нефтегазовых платформах и анализ причин их возникновения

Дата и место события	Вид события	Краткое описание события и его причины	Нанесенный ущерб, наличие пострадавших
2 октября 1980 г. Акватория Красного моря (Саудовская Аравия)	Неконтролируемый нефтяной выброс с последующим взрывом и пожаром	Во время бурения разведочной скважины на нефтяной платформе «Рон-Таппмейер» произошел неконтролируемый нефтяной выброс. Основная причина – несвоевременное принятие мер по противопожарной защите и неэффективное тушение пожара	Загрязнение моря порядка 150 тыс. т нефти, а также химическими реагентами. Экологический ущерб оценивается 800 тыс. долл. В результате возникновения инцидента при взрыве погибло 19 чел.

Дата и место события	Вид события	Краткое описание события и его причины	Нанесенный ущерб, наличие пострадавших
27 марта 1980 г. Акватория Северного моря (Норвегия)	Разрушение одной из опор платформы с последующим затоплением	В условиях шторма произошло разрушение одной из опор платформы «Александр Киелланд», в результате чего платформа перевернулась, и произошло ее затопление. Основная причина: усталость металла, отсутствие контроля за динамическими параметрами платформы. Причина гибели людей: отсутствие надлежащей системы командования на платформе	Погибло 123 человека. Ущерб оценивается в стоимость нефтедобывающей платформы
6 июля 1988 г. Акватория Северного моря	Утечка газа с последующим взрывом, пожаром и затоплением платформы	На нефтяной платформе «Piper Alpha» в результате утечки газа произошла серия взрывов. Возник пожар. Платформа полностью уничтожена. Причина: непродуманные и нерешительные действия персонала, отсутствие контроля за состоянием технологических систем	Погибло 164 человека. Материальный ущерб оценивается в 3,4 млрд долл.
15 марта 2001 г. Восточное побережье Бразилии, Атлантический океан	Взрывы, разрушение платформы с последующим затоплением	В результате трех мощных взрывов произошло повреждение одной из опорных колонн нефтедобывающей полупогружной платформы P-36, принадлежащей компании «Petrobras». Основная причина связана с утечкой газа	Загрязнение океана (примерно 125 тыс. т нефти). Погибло 10 человек. Материальный ущерб более 1 млрд долл.
27 июля 2005 г. Аравийское море (Индийский океан)	Столкновение с платформой вспомогательного судна с последующим развитием пожара и затоплением платформы	В результате удара волны произошел навал судна носовой вертолетной площадкой на кран нефтедобывающей платформы комплекса Mumbai High North. При этом был поврежден райзер, по которому осуществлялась подача газа из скважины. Вспыхнул пожар. Платформа полностью уничтожена огнем. Основная причина – опасное и бесконтрольное маневрирование плавсредств в непосредственной близости от платформы	Погибло 49 человек. Материальный ущерб оценивается стоимостью нефтедобывающей платформы
15 июня 2008 г. Акватория Северного моря	Пожар на нефтедобывающей платформе	На норвежской нефтедобывающей платформе «Озеберг А» произошел пожар. Сразу же после возгорания четыре вертолета эвакуировали с платформы 311 нефтяников. Пожар удалось локализовать	—

Дата и место события	Вид события	Краткое описание события и его причины	Нанесенный ущерб, наличие пострадавших
1 ноября 2009 г. Акватория Тиморского моря	Пожар на нефтедобывающей платформе	У Северо-Западного побережья Австралии произошел пожар на нефтяной платформе таиландской компании РТТ Exploration & Production. Пожар начался во время работ по ликвидации утечки нефти. Никто из рабочих на платформе не пострадал	Загрязнение моря порядка 28 тыс. баррелей сырой нефти. Материальный ущерб около 162 млн долл.
20 апреля 2010 г. Мексиканский залив	Взрыв с последующим пожаром и затоплением платформы	Взрыв на платформе DeepWater Horizon произошел в результате резкого скачка давления в буровой колонне. В результате взрыва на платформе развился сильнейший пожар. Через 36 ч платформа затонула. Причина возникновения взрыва и пожара: халатность персонала	Самая крупная по масштабам в истории авария. Погибло 11 человек. В залив вылилось около 5 млн баррелей нефти. Материальный ущерб превышает 56 млрд долл.
16 ноября 2012 г. Мексиканский залив	Взрыв и пожар на нефтеперерабатывающей платформе	Платформа компании Black Elk Energy. Причины взрыва не установлены	2 человека погибли, 2 пропало без вести
23 июля 2013 г. Мексиканский залив	Пожар газового конденсата	Платформа компании Hercules Offshore. В результате аварии произошла утечка газа из готовящейся к запуску скважины	Были эвакуированы 44 человека, никто не пострадал. Буровая платформа частично обрушилась
23 октября 2014 г. Каспийское море, ПО «Азнефть»	Возгорание	Стоявший на платформе вагон-домик («бытовка») свалился в море, повредив трубопровод диаметром 700 мм, что привело к возгоранию	4 человека погибли, 8 получили травмы
21 ноября 2014 г. Мексиканский залив	Взрыв	Взрыв на платформе техасской компании Fieldwood Energy. Во время взрыва на платформе не проводилось буровых или добывающих работ, повреждения объекта носили ограниченный характер, загрязнения окружающей среды не зафиксировано	1 рабочий погиб и 3 получили ранения
11 февраля 2015 г. у берегов Бразилии у г. Виктория	Взрыв с последующим пожаром на нефтяной платформе	Взрыв на платформе энергетической компании Petrobras	5 человек погибли, 4 пропало без вести
1 апреля 2015 г. Залив Кампече (Мексика)	Взрыв с последующим пожаром на нефтяной платформе	Взрыв произошел в той части, где располагалась станция по откачке нефти. В результате взрыва на буровой платформе Abkatun Alfa возник пожар. Основная причина нарушение техники безопасности	Погибло 4 человека

Дата и место события	Вид события	Краткое описание события и его причины	Нанесенный ущерб, наличие пострадавших
4 декабря 2015 г. Акватория Каспийского моря (Азербайджан)	Пожар на нефтяной платформе Гюнешли	Пожар возник после повреждения подводного газопровода высокого давления из-за шторма	В результате инцидента погибло 7 человек, еще 23 пропало без вести
5 января 2017 г. Мексиканский залив	Пожар на платформе Гранд-Айл	Пожар на платформе, принадлежащей Renaissance Offshore LLC	Обслуживающий персонал эвакуирован

Сведения, приведенные в таблице, далеко не исчерпывают список аварий. За последние 10 лет в среднем в год происходит по три аварии связанные со взрывами и пожарами. Преимущественно основная доля инцидентов происходит на платформах в Мексиканском заливе.

Самой крупной аварией по продолжительности и нанесенному экологическому ущербу является авария на платформе Deerpwater Horizon в 2010 г. в Мексиканском заливе. После возникновения взрыва и последующего пожара платформа затонула, а из скважины, находящейся на глубине более 1,5 км, на протяжении 152 дней в морскую воду поступала сырая нефть. В результате выброса нефти было загрязнено 1 770 км побережья, фиксируемая площадь нефтяного пятна на поверхности составила более 75 тыс. км². Изменение доли спектра отражения солнечного излучения и замедление испарительного процесса воды с поверхности океана из-за радужной пленки повлияло на климатообразующее течение Гольфстрим и усилило колебание «маятника» изменения климата на планете [3]. На дне океана до настоящего времени остаются отложения алифатических и ароматических нефтяных углеводородов [4].

Учитывая высокую плотность компоновки технологического оборудования, автономность и удаленность нефтегазодобывающих платформ, любой незначительный инцидент может перейти в крупномасштабную катастрофу. Особенно это относится к платформам Арктического шельфа, учитывая сложнейшие природно-климатические условия, отсутствие отработанных технологий, в том числе в области пожарной безопасности.

Для обеспечения нормальной работы людей и оборудования в условиях низких температур Арктического шельфа нефтегазодобывающие платформы устраивают по закрытой модели. Оборудование при таком исполнении платформ размещается не на открытых технологических площадках, а в помещениях, выделенных противопожарными преградами. Большинство производственных помещений платформ относится к взрывопожароопасным. В соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности основным способом противовзрывной защиты для помещений нефтегазодобывающих платформ считается применение легкосбрасываемых конструкций. Тем не менее использование легкосбрасываемых конструкций в противопожарных преградах не всегда представляется возможным, вследствие высокой плотности и локальности размещения технологического оборудования, особенностей протекания технологических процессов, а также ограниченности площадей на платформах. В качестве способа обеспечения пожарной безопасности и взрывозащиты данных помещений могут служить установки, создающие постоянную концентрацию флегматизирующего газа, предотвращая возможность возникновения взрыва [5].

В основе работы данных установок лежит принцип разбавления, который достигается путем введения в помещение флегматизатора, вытесняющего кислород из помещения, понижая его концентрацию. Таким образом, в результате применения флегматизирующих установок оказывается влияние на такие показатели пожарной опасности, как минимальная флегматизирующая концентрация газообразного флегматизатора и минимальное взрывоопасное

содержание кислорода (МВСК) в атмосфере (помещении). Так, для метана, выделяющегося как попутный нефтяной газ при добыче нефти, МВСК составляет 11 % об. [6].

В зависимости от применяемого для защиты взрывоопасных помещений флегматизатора, флегматизирующие установки классифицируют на несколько видов. В качестве флегматизатора может быть использован любой газовый огнетушащий состав. Тем не менее следует учитывать, что применение газовых огнетушащих составов в большинстве случаев при тушении пожаров на платформах ограничено вследствие отсутствия возможности присутствия людей при его выпуске в защищаемое помещение. В этой ситуации в целях предотвращения возникновения горения и взрыва наиболее целесообразно использование в качестве флегматизатора азота. Схема установки азотного пожаротушения представлена на рисунке.

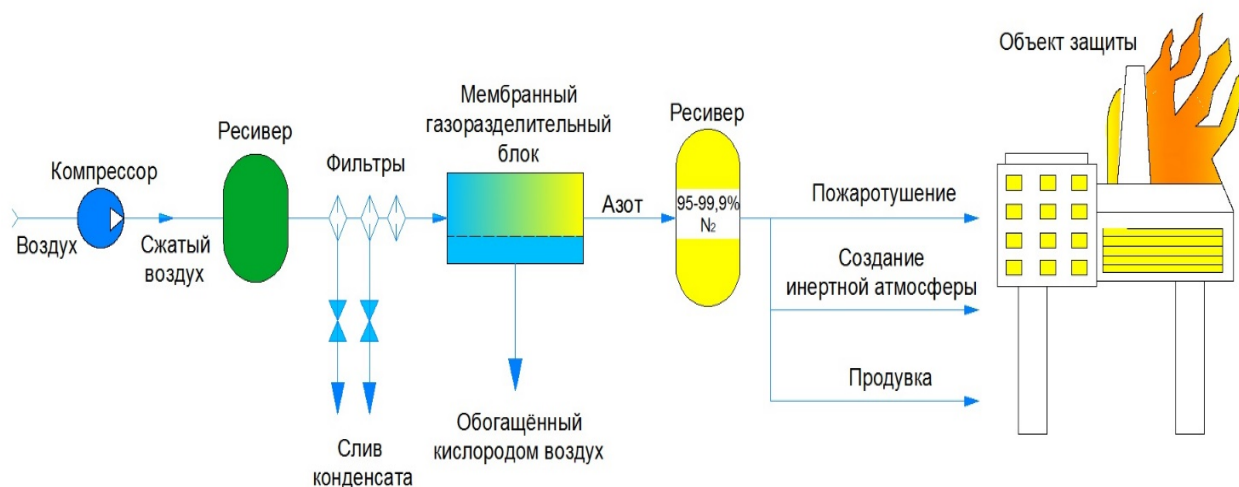


Рис. Схема установки азотного пожаротушения

В основе противопожарной защиты помещений азотными установками пожаротушения лежит принцип понижения и поддержания концентрации кислорода на первом этапе на отметке 15–16 % об. Понижение концентрации кислорода в воздухе достигается путем введения в ограниченный объем помещения азота. На втором этапе, при срабатывании газоанализаторов и регистрации утечек взрывоопасных газов, система работает как классическая установка газового пожаротушения: происходит срабатывание системы оповещения, эвакуация людей, и по истечению времени задержки подается дополнительное количество азота, понижая концентрацию кислорода до 10–11 % об. В создавшихся условиях возникновение пожара и взрыва, даже при наличии взрывоопасных газов в ограниченном объеме помещения, невозможно.

Использование азотных установок пожаротушения открывает ряд преимуществ: во-первых, это простота используемого оборудования, во-вторых, экологическая безопасность газового огнетушащего состава, в-третьих, возможность получения азота непосредственно из воздуха по месту использования. Более того, применение азота в целях пожаротушения и поддержание постоянной концентрации кислорода на уровне 15–16 % об. в помещении допускает присутствие людей, что также является неоспоримым преимуществом данной установки.

Работоспособность человека в условиях пониженной концентрации кислорода в воздухе ухудшается и сопоставима по свойствам работе на отметке 2 500–3 000 м над уровнем моря. В обычной жизни человек так же сталкивается с кислородным голоданием, возникающим вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, например при полетах на самолете, где концентрация кислорода составляет примерно 16–17 % об. В соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения, рекомендуемая продолжительность работы в помещениях с концентрацией кислорода 15–17 % об. не должна превышать 4 ч, а при концентрации – 13–15 % об. до 2 ч [7].

Исходя из особенностей технологических процессов на нефтегазовых платформах, их высокой автоматизации, постоянное присутствие обслуживающего персонала в большинстве производственных помещений не требуется, что позволяет использовать автоматические установки пожаротушения на основе применения флегматизирующих газов.

В целях автоматического пожаротушения на платформах эффективными могут также являться установки парового тушения. Пар относится к локальному по объему средству. Для создания пара требуется небольшое количество воды и, следовательно, при работе установки отсутствует необходимость сбора и утилизации воды, применяемой для пожаротушения в условиях низких температур.

Важную роль в снижении пожарных рисков для персонала имеет их удаленность от основных производственных процессов. Наибольшими показателями безопасности обладает конструктивная схема, где территориально разнесены производственный и жилой модули на разные платформы. Такая схема широко применяется на континентальной шельфе Каспия и в других регионах с относительно малыми глубинами. В случае возникновения аварии в производственном модуле жилой модуль будет выступать зоной безопасности. Анализ вероятности безопасной эвакуации людей с помощью общего логико-вероятностного метода показывает, что вероятность спасения всего персонала при достаточном количестве путей эвакуации в данной схеме компоновки составляет до 0,98. А для арктической платформы при наложении чрезвычайной ситуации, связанной с масштабным пожаром на платформе и снежной бурей в полярную ночь, разнесение производственного и жилого модуля по разным площадкам является практически единственным средством для спасения людей [8].

Так же можно выделить следующие уже известные технологии, позволяющие уменьшить величину пожарных рисков:

1. Использование противопожарных преград для отделения производственных помещений от помещений иного назначения.
2. Использование способа прокладки трубопроводов по принципу «труба в трубе».
3. Понижение концентрации кислорода в производственных помещениях.
4. Автоматизация технологических процессов.
5. Деление на отсеки, секции и ограничение емкости хранения добытого сырья.
6. Применение автоматических систем пожаротушения и сверххранного обнаружения возгорания.
7. Комплексная система противопожарной защиты на основе барьеров безопасности [9].
8. Применение судов снабжения и обслуживания, оборудованных средствами спасания и системами подачи огнетушащих веществ [10].

При проектировании морских нефтяных платформ должны быть использованы самые прогрессивные методы и технологии обеспечения пожарной безопасности в целях снижения уровня пожарного риска.

Существующая принятая парадигма безопасности опасных производственных объектов и сложных инженерных сооружений основывается на так называемом риск-ориентированном подходе или оценке рисков при различных расчетных сценариях. Современный подход к оценке рисков базируется на том, что любая чрезвычайная ситуация произойти может и оценивается, соответственно, вероятность возникновения данного события. Из множества методов оценки пожарных рисков нефтегазодобывающих платформ наибольшее применение находят методы

анализа дерева неисправностей (отказов) и анализа дерева событий [11]. Активно внедряется общий логико-вероятностный метод структурно-сложных систем [12]. На величину пожарных рисков влияют проектные инженерные решения, вклад каждого из решений может быть различен.

В жизненном цикле зданий и сооружений нефтегазовой отрасли до настоящего времени не применялось такое важное свойство объекта, как живучесть. Применительно к нефтегазовой платформе живучесть – это ликвидация угрозы эскалации инцидента, восстановление основных функций объекта и создание условий для полного восстановления технологического процесса за максимально короткий срок, используя минимальные силы и средства. Живучесть является следующей ступенью развития устойчивого функционирования объектов защиты. Постепенный переход от понятий и применения надежности, оценки и управления риском, обоснования безопасности приводит к дальнейшему эволюционному развитию терминологического и методологического аппарата оценки безопасности.

Литература

1. Стратегия изучения и освоения нефтегазового потенциала континентального шельфа Российской Федерации на период до 2020 г. (проект) // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=20321> (дата обращения: 27.03.2017).
2. Энергетическая стратегия Российской Федерации до 2030 г. // Министерство энергетики Российской Федерации. URL: <http://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 27.03.2017).
3. Першин С.М. Механизм аномального смещения Гольфстрима в 2011 г. // Оптика атмосферы и океана. 2016. Т. 29. № 3. С. 192–199.
4. Persistence and biodegradation of oil at the ocean floor following Deepwater Horizon. Sarah C. Bagby, Christopher M. Reddy, Christoph Aeppli, G. Burch Fishere, and David L. Valentine. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. URL: <http://www.pnas.org/content/114/1/E9.full> (дата обращения: 29.03.2017).
5. Мироньчев А.В. Взрывобезопасность нефтегазовых платформ Арктического шельфа // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 7. С. 768–771.
6. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. 2-е изд. М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. Ч. II. 774 с.
7. Временные методические рекомендации. Медицинские мероприятия по обеспечению безопасности персонала при эксплуатации противопожарной защиты объектов на основе использования газового огнетушащего вещества. М.: НИИ ВМ МО РФ, 2006. 50 с.
8. Мироньчев А.В. Снижение пожарных рисков при создании нефтегазодобывающих платформ Арктического шельфа: сб. статей и материалов XII Междунар. конф. и выставки по освоению ресурсов нефти и газа Российской Арктики и континентального шельфа стран СНГ. СПб., 2015.
9. Пожарная безопасность морских стационарных платформ для добычи нефти и газа на континентальном шельфе / А.В. Мордвинова [и др.] // Инженерная защита. 2015. № 4 (9). С. 64–72.
10. Любимов Е.В., Трифонов И.В., Цинян Кун. Пожарные суда как элемент системы обеспечения безопасности при морской добыче углеводородного сырья // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2013. № 4. С. 11–15.
11. Барьеры безопасности в управлении пожарным риском для морских стационарных нефтегазодобывающих платформ / А.В. Мордвинова [и др.] // Пожарная безопасность. 2014. № 1. С. 27–36.
12. Нозик А.А., Струков А.В., Можаяева И.А. Особенности программной реализации методов количественного анализа риска аварий ОПО на основе логико-вероятностного моделирования // Промышленность и безопасность. 2016. № 8 (106). С. 34–37.

О ПРОБЛЕМНЫХ ВОПРОСАХ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**Л.А. Коннова, доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации;
В.В. Папырин, кандидат юридических наук;
О.В. Щербаков, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Приведен материал о проблемах безопасности и чрезвычайных ситуациях в нефтегазовой отрасли, истории ликвидации последствий наиболее крупных мировых катастроф, связанных с добычей нефти и газа. Обсуждаются приоритетные задачи решения проблемы безопасности разработки месторождений в Арктике, способы ликвидации разливов нефти и эффективность их применения в условиях Арктического региона. Рассматриваются вопросы организации деятельности пожарно-спасательных подразделений в арктических условиях и пути совершенствования.

Ключевые слова: нефть, нефтегазовая отрасль, техногенные и природные риски, добыча нефти в Арктике, ликвидация нефтяных разливов, опыт ликвидации чрезвычайных ситуаций, аварийно-спасательные формирования в Арктике

ABOUT PROBLEMS OF EMERGENCIES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY AND THE WAYS OF THEIR SOLUTIONS

L.A. Konnova; V.V. Papyrin; O.V. Shcherbakov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the article the material about the problems of safety and emergency situations in the oil and gas industry is given. The history of liquidation of the consequences of the largest world disasters associated with oil and gas production is given. The priority tasks of solving the problem of the safety of development of deposits in the Arctic, ways to eliminate oil spills and the effectiveness of their application in the Arctic region are discussed. The questions of the organization of the activities of fire-rescue units in the Arctic conditions and ways of accomplishing are considered.

Keywords: oil, oil and gas industry, man-caused and natural risks, oil production in the Arctic, liquidation of oil spills, experience in the liquidation of emergencies, emergency rescue teams in the Arctic

В современном мире нефть является важнейшим полезным ископаемым – черным золотом, главным товаром и объектом всеобщего интереса. Ежедневная добыча нефти в мире составляет 80 млн баррелей, а ежегодное потребление – 34 млрд баррелей. За цифрами стоят тысячи буровых установок, танкеров, десятки тысяч трубопроводов и миллионы нефтяников-профессионалов. Нефтегазовая отрасль включает целый комплекс взаимосвязанных сложных процессов: геологическую разведку, бурение скважин, обеспечение их ремонта, очистку нефти, нефте- и газопроводы, нефтегазовые платформы, подземные хранилища, нефтехимические заводы и т.д. Без продукции нефтегазовой отрасли невозможно представить жизнь и деятельность современного общества, потребление нефти и газа в мире каждый год растет на 3–4 % [1].

Первое место по добыче нефти сегодня занимает Россия – 10 252 900 баррелей в день. Наиболее ценную нефть (более легкую с меньшим содержанием серы) добывают в Западной Сибири – в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком округе. Активно идет поиск и освоение новых месторождений нефти и газа, уникальную нефть уже добывают на Арктическом

шельфе. В Арктике находится 25 % мировых запасов нефти и газа, 87 % мировой добычи на Арктическом побережье принадлежит России, далее – США (Аляска), Норвегия и Канада [1, 2]. Но существует целый ряд особенностей освоения арктических месторождений, связанных с суровым климатом, обширными ледовыми условиями, глубоким промерзанием пород, с решением проблем экологической и промышленной безопасности и необходимостью высокого уровня реагирования аварийно-спасательных служб [3].

Среди производственных отраслей нефтегазовая промышленность выделяется особой спецификой, сопряженной с большим риском как для производства, так и для здоровья людей. Открытие новых месторождений, возрастание объемов транспортировки нефти и нефтепродуктов повышают риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), среди которых особую опасность для жизнедеятельности представляют разливы нефти, взрывы и пожары. Особенно опасны разливы нефти в Арктической зоне, что объясняется спецификой природных условий, влияющих как на вероятность таких разливов, так и на их последствия [4, 5]. Отсутствие естественного освещения, предельно низкие температуры, дрейф льда, сильные ветры и плохая видимость крайне затрудняют работы по ликвидации разливов нефти или же делают их неэффективными. Результативность мер по ликвидации последствий зависит как от эффективности имеющихся технологий, так и от проблем обеспечения безопасности. Для снижения риска разливов и решения проблем задержки реагирования следует разрабатывать конкретные меры до начала разработки месторождений, при этом следует принимать во внимание и факт изменения климата. Согласно данным Ростехнадзора большая часть ЧС, аварий и несчастных случаев на объектах нефтяной и газовой отрасли (две трети) возникает по техническим причинам, остальные относятся к организационным [6].

В последние десятилетия широко обсуждается проблема уязвимости Арктики к изменениям климата [7–10]. Для северных регионов России, на территории которых расположено более 60 % объектов, осуществляющих разведку, добычу, переработку, транспортировку, хранение нефти и нефтепродуктов, проблему представляет деградация вечной мерзлоты. Протаивание вечно мерзлых грунтов изменяет их прочность, что может вызвать деформацию и нарушение устойчивости объектов, несущих опасность разливов нефти и нефтепродуктов. Только на нефтяных месторождениях Западной Сибири происходит в среднем до 3 500 аварий, причиной которых является протаивание вечной мерзлоты и неравномерная просадка грунта либо выдавливание опор и фундаментов. Об интенсивности подобных процессов говорит такой пример: вблизи Уренгоя в течение одного года был зафиксирован подъем секции трубопровода на 1,5 м.

Риски возникновения ЧС требуют создания надежной системы предотвращения и быстрого реагирования на ЧС. Особенно сложная задача – очистка разливов нефти на водных объектах, а в условиях Арктики – просто невыполнимая: по прогнозам ученых, при ликвидации аварийных разливов в арктических условиях удастся собрать лишь 10–15 % от разлитой нефти. Для решения проблем, связанных с потенциальными крупными разливами нефти на море, разработаны системы предотвращения разливов нефти и планы мероприятий по ликвидации последствий аварий в ходе осуществления деятельности по разведке, добыче, хранению и транспортировке нефти в арктических районах.

Современные системы ликвидации разливов нефти основаны на сочетании методов механического сбора и двух основных немеханических технологий для очистки или обработки разлитой нефти: сжигания на месте и применения диспергирующих веществ. В табл. 1 приведены методы ликвидации разливов нефти. Однако суровые природные условия Арктики ограничивают их применение или делают невозможным. Данные технологии требуют использования воздушных и морских средств и специально подготовленного персонала. Удаленное местонахождение и отсутствие инфраструктуры может в значительной степени осложнять работу систем реагирования, о чем свидетельствует практика [5].

**Таблица 1. Способы ликвидации разливов нефти на воде
(по материалам публикаций)**

Способ	Технология	Оборудование	Персонал
Механический	Удержание (боновое заграждение);	Боновое заграждение – сброс с судов;	В Арктике насыщение пленки нефти водой менее интенсивно
	Сбор	Скиммеры: пороговые, вихревые, вакуумные; сорбционные – щелочные, ленточные, (барабанные).	Специально обученный персонал, быстрая мобилизация и развертывание, организация безопасного доступа
	Откачка Перекачка Хранение Утилизация	Гибкие трубопроводы и насосы; По нормативным требованиям	
Сжигание на месте	При определенной толщине пленки, минимальном волнении моря и ветра и не слишком смешанной с водой (эмульгированной) нефтью	Несгораемое боновое ограждение (глыбы льда); С вертолета выброс желатинообразного топлива; Выброс запального устройства с судна	В России отсутствуют нормативные документы по сжиганию нефти на месте разлива
Химический	Деспиргаторы – химические вещества, способствуют разложению нефти	С самолета или с судна распыляются с помощью насадок к распылителям, насосам и гибким трубопроводам	Имеют ограниченный срок действия, зависят от погодных условий и типа нефти
Ручной	–	–	–

Краткое описание средств, применяемых для ликвидации разливов нефти в Арктике, и ссылки на документы, посвященные этой теме (включая материалы конференций и публикации организаций, занимающихся исследованием этих вопросов), приведены в книге, опубликованной группой авторов – Stephen Potter, Ian Buist, Ken Trudel, David Dickins, Ed Owens под редакцией Debra Scholz и переведенной на русский язык компанией ExxonMobil, изданной компанией Shell Exploration and Production Services (RF) B.V. [11]. Из всех методов ликвидации разливов на море реально очищает, удаляя загрязнение, только локализация разлива, а затем механическая и сорбционная уборка на воде. Использование диспергентов и сжигание лишь переводят загрязнение в другую форму.

В период с 1997 по 2011 гг. произошло 25 случаев разлива нефти, среди которых экстремально большими разливами были: авария на платформе Монтара Австралия, 2009 г. (30 тыс. т) и авария на платформе Deepwater Horizon США, Мексиканский залив, 2010 г. (500–600 тыс. т). Несмотря на идеальные погодные условия в Мексиканском заливе (теплая погода, развитая инфраструктура, неограниченные ресурсы), успехи механической сборки

оказались скромными: собрано 35 %, сожжено 5 %, диспергировано 8 %. Испарилось, растворилось или диспергировалось естественными способами 41 %, осталось загрязнять море и побережье США 25 %. При разливе Godafoss в 50 км от г. Осло подошли сразу два норвежских буксира, судно-уборщик нефти и два судна береговой охраны. Со стороны Швеции – три уборщика нефти, оснащенных современным оборудованием. Работы проводились активно, были использованы все ресурсы Норвегии и Швеции. Судам-нефтеборщикам удалось собрать 60 м³ мазута из разлившихся 110 м³. Оставшиеся 50 м³ загрязнили 50 км побережья Южной Норвегии и воды морских парков стран-соседей. Мировой опыт ликвидации последствий разливов нефти на воде свидетельствует об однозначном приоритете превентивных мер в плане борьбы с разливами. В отношении Арктического региона, по мнению специалистов, риски техногенных аварий в регионе должны быть полностью исключены и при освоении Арктики должен соблюдаться принцип – не навреди. Примером самых современных безопасных технологий добычи нефти является уникальная ледостойкая платформа гравитационного типа «Приразломная» [12].

Добыча нефти с буровых платформ началась в 1987 г. Первыми такой способ добычи наладили США на шельфе Аляски. Нефтяные и буровые платформы представляют собой очень сложные инженерные конструкции, которые подвергаются различным рискам: стихийным бедствиям – ураганам, штормам, ошибкам персонала, пожарам и взрывам. В табл. 2 приведены наиболее крупные катастрофы, каждая из которых развивалась по собственному сценарию. Кроме гибели людей, такие катастрофы наносят колоссальный экономический и экологический ущерб.

Таблица 2. Наиболее крупные катастрофы (по материалам интернета)

Дата	Страна и место катастрофы	Платформа	Погибли
25.11.1979 г.	Китай	«Бохай II»	72 чел.
03.1980 г.	Норвегия, Северное море	Alexander Keilland	123 чел.
11.1982 г.	США, у берегов Канады	Ocean Ranger	84 чел.
06.1988 г.	Недалеко от Англии	Occidental Petroleum's Piper Alpha	167 чел.
16.03.2001 г.	У берегов Бразилии	P-56. Фирма Petrobras	10 чел.
20.04.2010 г.**	Мексиканский залив, Бразилия	Deepwater Horizon	11 чел.
18.11.2011 г.	Охотское море	«Кольская»	53 чел.

**За 152 дня борьбы с последствиями аварии в Мексиканский залив вылилось около 5 млн баррелей нефти, нефтяное пятно достигло 75 тыс. км²

В 2003 г. началась разработка российского месторождения Юрхаровское в Карском море, но к 2005 г. Россия стала первой в шельфовой добыче углеводородов Арктики. Первое и пока единственное месторождение на российском шельфе Арктики, где ведется добыча нефти – «Приразломное». Это месторождение было открыто в 1989 г. и является одним из наиболее крупных нефтяных месторождений на Арктическом шельфе. Спустя 20 лет, благодаря развитию и совершенствованию технологий добычи нефти с буровых платформ, на первой в мире стационарной арктической нефтяной платформе, установленной на дно на глубину 20 м, стали добывать уникальную нефть сорта ARGO – эффективно, безопасно и экологично [13]. Платформа «Приразломная» принадлежит компании «Газпром нефть», она установлена непосредственно на дне моря, буровая вышка способна выдержать нагрузку ветра до 51 м/с (по шкале Бофорта), поэтому бурение можно вести в любую погоду (рис.). Рассчитана платформа на максимальные ледовые нагрузки, линия по перекачке нефти на танкер имеет систему аварийной остановки и закрытия, которая срабатывает за несколько

секунд. На платформе применяется технология «нулевого сброса», а «мокрый» способ хранения нефти исключает образование взрывоопасной среды. Конструкция платформы обеспечивает максимальную безопасность нефтедобычи в условиях Арктики [12, 13]. Несмотря на высокую степень защиты платформы «Приразломная», предусмотрен детальный комплекс мер для дополнительной защиты людей, окружающей среды и самой платформы. В соответствии с требованиями российского законодательства утвержден и согласован со всеми заинтересованными ведомствами План по предупреждению и ликвидации разливов нефти. Недалеко от платформы дежурят специализированные ледокольные суда, в поселке Варандей размещен аварийный комплекс. Предусмотрены специальные средства для немедленного сбора нефти в случае разлива – боновые заграждения, скиммеры, навесные системы сбора нефти из-под льда, ледовый ковшовый нефтесборщик. В регионе ведется мониторинг наземных и морских экосистем, организовано восстановление биоресурсов за счет выпуска разведенной рыбы.



Рис. Местонахождение платформы «Приразломная» [12]

Согласно российскому законодательству, важнейшим условием обеспечения безопасности в нефтяной промышленности является создание и обеспечение постоянной готовности профессиональных аварийно-спасательных формирований (Постановление Правительства Российской Федерации от 21 августа 2000 г. № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов»; Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2002 г. № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации»). В 2010 г. утверждены Методические рекомендации по проведению проверки готовности аварийно-спасательных служб (формирований) к выполнению аварийно-спасательных и других неотложных работ по ликвидации (локализации) разливов нефти и нефтепродуктов, на основе которых разработаны ФГБУ ВНИИ ГОЧС и РГУ нефти газа им. И.М. Губкина «Нормы минимальной оснащенности аварийно-спасательных формирований силами и средствами для проведения работ по локализации и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов». На сегодняшний день аттестованы на ликвидацию разливов нефти более 400 профессиональных и 300 нештатных аварийно-спасательных формирований.

Готовность к предупреждению и минимизации последствий экологических катастроф, связанных со случаями морских нефтяных разливов и борьбу с ними, можно отнести к одной из приоритетных задач МЧС России, относящихся к обозначенному направлению освоения Арктики. Об этом свидетельствует соглашение МЧС России с Роснефтью, подписанное на Санкт-Петербургском экономическом форуме, о сотрудничестве в области защиты населения и территорий при освоении углеводородных ресурсов в территориальном море и на континентальном шельфе России в Арктике. В целях предупреждения и ликвидации аварийных нефтеразливов МЧС России осуществляет тесное сотрудничество с крупнейшими компаниями, работающими в Арктике. В то же время планирование действий по ликвидации ЧС в Арктике, в том числе и связанных с разливами нефти, как обсуждалось выше, осложняют особые арктические условия, которые усугубляют уровень рисков, влияют как на вероятность их возникновения, так и на возможные последствия.

Важная роль отводится специальной подготовке спасателей для готовности в реальных условиях к эффективной ликвидации разлива нефти и принятия правильных решений. Для этого предложены имитационные модели разливов с учетом оперативных данных гидрометеорологической службы. Один из программных комплексов для решения научно-практических задач разработан норвежскими специалистами – информационная система для имитационного моделирования разливов OSCAR (The Oil Spill Contingency And Response model) [14].

Существующая сегодня в России национальная система реагирования на разливы нефти и нефтепродуктов складывается из двух систем: государственной и частной. Поскольку пока в мире не существует эффективных средств ликвидации разливов нефти в тяжелых арктических льдах, крупные компании осуществляют ряд проектов по созданию таких средств. Нефтяные компании «Лукойл» и «Газпромнефтьшельф», например, выделили значительные средства на приобретение нефтесборных систем и специализированных судов, оснащенных скиммерами и бонами, способных работать в ледовых условиях. Проводятся и научные исследования по поиску эффективных средств в рамках ФЦП «Морская техника». По мнению генерального директора ЭКОСПАСА, проблемы проведения аварийно-спасательных работ в Арктике требуют и законодательного решения [15]. Из-за стремления сэкономить на мерах по предупреждению ЧС ряд компаний, занимающихся добычей, хранением, транспортировкой и переработкой нефти и нефтепродуктов, заключают договора на «Поддержание в постоянной готовности сил и средств к реагированию и локализации ЧС, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов» с непрофессиональными аварийно-спасательными формированиями (АСФ), подготовка и оснащение которых не соответствуют современным требованиям. Такое же мнение высказал член Высшего экологического совета Государственной Думы Российской Федерации, действительный член Академии геополитических проблем, доктор технических наук В.В. Куценко [16].

Для обеспечения готовности к ликвидации ЧС с разливами нефти очень важным является координация деятельности организаций разной ведомственной принадлежности, особенно при разливах нефти в прибрежных зонах, где проживает значительная часть населения и находятся природоохраняемые объекты. Работы по ликвидации разлива нефти в данном случае требуют не только специальной техники, но большого количества техники общего предназначения – автоцистерн, погрузчиков, самосвалов и т.д., которой ни одно АСФ иметь не может. При этом техника должна быть проходимой и в условиях бездорожья. В этом случае привлекается большое число людей для зачистки территории, что часто производится вручную. Существует предложение модели реагирования, построенной по принципу эшелонирования: первый эшелон – профессиональные АСФ(П), которые имеют специальное оснащение и опыт, второй эшелон – неспециализированные АСФ(Н), которые должны работать под руководством первых. Такие формирования есть в каждом субъекте и ряде муниципалитетов. В третий эшелон комиссия по ЧС может привлечь служащих, военных и добровольцев и обеспечивать их техникой для сбора и вывоза к месту утилизации загрязненного грунта [17]. Однако для мест малонаселенных и труднодоступных особое значение имеют превентивные меры по снижению рисков и ограничению хозяйственной деятельности.

В решение проблем комплексной безопасности в Арктической зоне активно включилось МЧС России, аварийно-спасательные службы МЧС России определены частью комплекса развивающейся арктической инфраструктуры [18]. Сегодня создаются и уже функционируют спасательные центры МЧС России, в частности в г. Нарьян-Маре, г. Архангельске, г. Дудинке и т.д. Кроме того, в регионе работают два морских спасательно-координационных центра (г. Мурманск, г. Диксон), морские спасательных подцентры (г. Архангельск, г. Тикси, г. Певек), а также пункты базирования аварийно-спасательного имущества и оборудования для ликвидации разливов нефти, которые находятся в г. Диксоне, г. Тикси, г. Певеке и поселке Провидения.

Кроме ЧС, связанных с нефтью, существует риск и освоения месторождений газа. Примером особо крупной катастрофы является трагедия Кумжи, которая признана одним из самых драматичных событий в истории освоения Арктики [19, 20]. 36 лет назад в ноябре 1980 г. в северной части месторождения вблизи от Печорского моря произошел мощный неконтролируемый выброс газоконденсатной смеси (ГКС) (скважина К-9), продолжавшийся шесть с половиной лет. Последствия экологической катастрофы до сих пор не преодолены. Для гашения фонтана был применен подземный ядерный взрыв в специальной наклонной скважине. До 1981 г. атомные взрывы применялись для гашения фонтанов четырежды, три раза успешно (на скважинах Урта-Булак-11 в Узбекистане в 1966 г., Памук-2 в 1968 г. и Майское-14 в Туркмении в 1972 г.) и один раз неудачно (Западно-Крестищенское ГКМ в Украине в 1972 г.). Несмотря на приостановку катастрофического выброса ГКС, остановку пожара и сокращение фонтанов у других скважин, задача осталась нерешенной. Взрыв вызвал значительное техногенное землетрясение магнитудой 5,4, что могло активизировать пассивные разломы и субвертикальные трещины и вызвать вертикальную миграцию газа и его выделение в виде сипов [21].

Таким образом, приведенный материал свидетельствует о том, что к приоритетным задачам проблем безопасности в нефтегазовой отрасли относится разработка и совершенствование:

- технологий добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов,
- специальной подготовки АСФ для ликвидации последствий разливов нефти на воде;
- способов ликвидации разливов нефти в условиях Арктики;
- уровня готовности арктических пожарно-спасательных подразделений МЧС России

к ЧС, связанных с авариями, пожарами и разливами нефти как путем подготовки в условиях, приближенных к реальным, так и путем их оснащения современной техникой, приспособленной для использования в сложных территориальных и климатических условиях.

Литература

1. Сергеев А. Черная вертикаль // Вокруг света. 2016. № 11. С. 88–89.
2. 25 % мировых запасов нефти и газа // Нефть России. URL: <http://www.oilru.com/news/537436/> (дата обращения: 12.03.2017).
3. Некоторые проблемы экологической и промышленной безопасности природно-техногенных морских объектов при освоении шельфа Арктики / В.М. Максимов [и др.] // Арктика: экология и экономика. 2014. № 4 (16). С. 60–67.
4. Болсуновская Ю.А., Боярко Г.Ю. Особые экологические риски в системе обеспечения экологической безопасности Арктического региона РФ // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–12. С. 2 725–2 728.
5. Разливы нефти. Проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях // WWF отчет. 2-е изд., доп. 2011.
6. Основные причины аварий и чрезвычайных ситуаций в нефтяной и газовой промышленности. URL: <https://1cert.ru/stati/osnovnye-prichiny-avariy-i-chrezvychaynykh-situatsiy-v-neftyanoy-i-gazovoy-promyshlennosti> (дата обращения: 09.03.2017).
7. Богоявленский В.И. Природные и техногенные угрозы при освоении месторождений нефти и газа в Арктике // Достижения науки как основа научно-технического

прогресса в устойчивом перспективном развитии газовой отрасли: сб. материалов конф. // Ноосфера. 2016. № 1. С. 48–67.

8. Bekryaev R.V., Polyakov I.V., Alexeev V.A. Role of Polar Amplification in Long-Term Surface Air Temperature Variations and Modern Arctic Warming // J. Climate. 2010. Vol. 23. PP. 3 888–3 906.

9. Variability and trends of air temperature and pressure in the maritime Arctic, 1875-2000 / I.V. Polyakov [et al.] // J. Climate. 2003. Vol. 16. PP. 2 067–2 077.

10. Long-term ice variability in Arctic marginal seas / I.V. Polyakov [et al.] // J. Climate. 2003. Vol. 16. PP. 2 078–2 085.

11. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе. URL: <http://s03.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/country/rus/.../osr-book-rus.pdf> (дата обращения: 15.03.2017).

12. Как добывают нефть в Арктике. URL: <http://loveopium.ru/rossiya/platforma-prirazlomnaya.html> (дата обращения: 25.03.2017).

13. Сидоров К., Морозов Г. Своя Арктика // Вокруг света. 2016. № 11. С. 80–87.

14. Reed M., Aamo O.M., Daling P.S. Quantitative analysis of alternate oil spill response strategies using OSCAR // Spill Science and Technology, Pergamon Press. 1995. 2 (1). P. 67–74.

15. Апреленко А. Проблемы проведения аварийно-спасательных работ в Арктике. URL: <http://bellona.ru/2015/02/19/problemu-provedeniya-avarijno-spasat/> (дата обращения: 18.03.2017).

16. Решение проблем обеспечения экологической безопасности в нефтяной отрасли страны станет значительным вкладом в снижение общей деградации экосистем. URL: <http://www.ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/1953-reshenie-problem-obespecheniya-ekologicheskoy-bezopasnosti-v-neftyanoj-otrasli-strany-stanet-znachitelnym-vkladom-v-snizhenie-obshchej-degradatsii-ekosistem>. (дата обращения: 16.03.2017).

17. Глазов А. Координация деятельности при ликвидации аварийных разливов нефти // Инженерная защита. 2015. № 4 (9). С. 22–30.

18. Лукин Ю. Десять центров МЧС прикроют Российскую Арктику и Севморпуть. URL: http://www.narfu.ru/aan/news.php?ELEMENT_ID=71149 (дата обращения: 17.03.2017).

19. Юшкин Н.П. Трагедия Кумжи и укрощение нефтегазовых катастроф // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2010. № 6. С. 2–5.

20. Катастрофа Кумжи / В.И. Богоявленский [и др.] // Бурение и нефть. 2017. № 1.

21. Богоявленский В.И. Арктика и Мировой океан: современное состояние, перспективы и проблемы освоения ресурсов углеводородов: монография. М.: ВЭО, 2014. С. 11–175.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАТЕГОРИИ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЛОЩАДОК

А.В. Микушов;

**В.П. Крейтор, кандидат технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведен анализ положений нормативно-технической документации в части категорирования по взрывопожарной и пожарной опасности зданий, сооружений и наружных установок и действующих требований пожарной безопасности к складским объектам. Выделены признаки пожароопасных наружных установок. На основании анализа представлено определение контейнерной площадки и приводится обоснование контейнерной площадки как наружной установки складского назначения. Проведен расчет опасных факторов пожара при возможном пожаре контейнерной площадки, по результатам которого предложена методика определения категорий контейнерных площадок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Ключевые слова: контейнерная площадка, наружная установка, взрывопожарная и пожарная опасность, объект складского назначения, контейнер, контейнер-цистерна, категория наружной установки

TECHNIQUE OF DETERMINATION OF CATEGORY ON FIRE AND EXPLOSION AND FIRE DANGER OF CARGO CONTAINER AREA

A.V. Mikushov; V.P. Kreytor.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The analysis of regulations of the specifications and technical documentation in a part categorization on a fire and explosion and fire risk of buildings, constructions and external installations and the existing requirements of fire safety to warehouse objects is carried out. Signs of fire-dangerous external installations are allocated. Based on the analysis determination of the container area is provided and reasons for the container area as external installation of warehouse appointment are given. Calculation of dangerous factors of the fire in case of the possible fire of the container area by results of which the technique of determination of categories of container areas on a fire and explosion and fire risk is offered is carried out.

Keywords: container area, external installation, fire and explosion and fire danger, subject to warehouse appointment, container, container tank, category of external installation

Пожары на складских объектах, где используются грузовые контейнеры, составляют до 0,71 % всех пожаров в год, а это в среднем 1 109 пожаров по стране [1]. Ухудшают статистические данные – пожары на транспорте, перевозящие контейнеры, так, например, пожары судов-контейнеровозов, где очагом пожара являлся контейнер, составляют 15–20 пожаров на судах мирового флота в год. Пожары в контейнерах приводят к групповым пожарам, сопровождающимся крупным материальным ущербом, ущербом биосфере и риском гибели людей.

Вместе с тем в нормативных документах МЧС России мало внимания уделено объектам, обрабатывающим грузовые контейнеры.

В соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] для установления требований пожарной безопасности к зданиям, сооружениям, помещениям и наружным установкам производственного и складского назначения необходимо определение их категории по взрывопожарной и пожарной опасности.

Методы определения классификационных признаков отнесения зданий, помещений и наружных установок к категориям по пожарной и взрывопожарной опасности изложены в своде правил [3]. Одной из наиболее важных особенностей данного свода правил, в отличие от ранее действующих нормативных документов, является определение классификационных признаков отнесения к классу пожарной опасности наружных установок как самостоятельных объектов, хотя еще в ОСТ 90015-39 «Общесоюзные противопожарные нормы строительного проектирования промышленных предприятий» и последующих нормативных документах до 1986 г. наружные установки не категоризовались [4]. С одной стороны, такая классификация позволяет определить перечень требований пожарной безопасности к конкретному объекту (как к зданию, так и к наружной установке), а также выполнить требования положений нормативных правовых актов, в частности, по содержанию проектной документации на производственный объект [5]. С другой стороны, существует проблема, связанная с особенностью компоновки некоторых производственных объектов. Эта особенность выражается в неоднозначном классифицировании объекта, содержащего как здания, так и наружное технологическое оборудование. К таким объектам можно справедливо

отнести, в частности, открытые складские площадки для хранения контейнер-цистерн и прочих грузовых контейнеров (контейнеров).

Площадка для хранения контейнеров является специализированной открытой площадкой, предназначенной для временного хранения универсальных и специализированных грузовых контейнеров, что позволяет отнести ее к объекту складского назначения.

По своему исполнению склады классифицируются на:

- складские помещения (закрытые склады);
- складские объекты, имеющие только крышу или крышу и/или одну, две, три стены (полузакрытые склады);
- открытые склады.

В контейнерах хранится широкая номенклатура грузов – от горючих газов до твердых веществ и материалов. Хранение вне зданий в контейнерах газов и легковоспламеняющихся жидкостей является признаком наружной установки, такой, например, как промышленный резервуар. На контейнерной площадке, помимо универсальных контейнеров, могут располагаться специализированные контейнер-цистерны.

Согласно закону [2] наружная установка – комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий. Несколько иначе определение было представлено в противопожарных нормах [6], согласно которым наружная установка – комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий, с несущими и обслуживающими конструкциями. Требуется внимание в данном определении понятие «технологическое оборудование». Стандарт [7] дает представление, что такое технологическое оборудование, но конкретное определение в нем отсутствует. Технологическое оборудование – это и средства технологического оснащения, в котором для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, и устройства, производящие промышленную продукцию и осуществляющие автоматическое управление технологическими процессами.

Наружной установкой в соответствии с вышеизложенным может являться множество различных технических устройств, требования пожарной безопасности к которым ранее не установлены в нормативных документах по пожарной безопасности. Другой проблемой в понятии наружной установки является отсутствие детальных классификационных признаков отнесения аппаратов и технологического оборудования к наружной установке. Определенный перечень наружных установок представлен в Приказе МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 [8]. В табл. П.1.1 данного документа представлены частоты реализации инициирующих пожароопасные ситуации событий для некоторых типов оборудования объектов. Анализируя табл. П.1.1, можно выделить следующие признаки пожароопасной или взрывопожароопасной наружной установки:

- наличие в ней горючей среды;
- проведение технологического процесса (транспортировка, обработка, хранение);
- вид оборудования, в котором находится горючая среда.

Для внесения четкости в нормирование требований к контейнерным площадкам предлагается рассматривать контейнерные площадки как наружные установки, имеющие категории АН, БН, ВН и ДН (категория ГН не применима в силу своей специфики).

Данный подход может быть также обусловлен положениями свода правил [3], в котором вводится понятие наружная установка складского назначения. По смыслу к таким установкам может быть отнесено технологическое оборудование, обрабатывающее складываемые грузы, например рампы, платформы, эстакады, сами площадки – резервуарные парки, контейнерные площадки [9].

Можно отметить, что подход, изложенный в своде правил [3] для наружных установок, в полной мере применим для контейнерных площадок.

Стоит уделить внимание и положениям документа [5] о составе разделов проектной документации. Проектируя контейнерный терминал, было бы большим упущением указать

в разделе пожарной безопасности сведения по признаку взрывопожарной и пожарной опасности для всех зданий, помещений и сооружений, но не для основной зоны, занимающей 60–80 % всего терминала – площадкам для хранения контейнеров.

С учетом представленных классификационных признаков, указывающих на принадлежность площадок для хранения контейнеров к наружным установкам, предлагается вначале провести расчет, позволяющий осуществить классификацию наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности для площадок условно, с одним контейнером.

Для апробации подхода по отнесению контейнерных площадок к наружным установкам был проведен расчет категорий по методикам для наружных установок, изложенным в своде правил [3]. В качестве объемов аппаратов, были приняты следующие величины: объем контейнеров-цистерн равный $24,7 \text{ м}^3$ (95 % всего объема контейнер), объем бочки при размещении в универсальном контейнере, равный $0,22 \text{ м}^3$. Площадь обвалования была принята $100\,000 \text{ м}^2$ для контейнер-цистерн. Для универсальных контейнеров за площадь обвалования и площадь поверхности горючей нагрузки была принята площадь контейнера, равная $21,8 \text{ м}^2$ (контейнер типа 1В). В качестве веществ для расчета были выбраны сжиженные горючие газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, твердые горючие вещества. Для упрощения расчетов определялись детерминированные критерии, позволяющие классифицировать наружную установку. Типичные результаты расчета представлены в таблице.

При проведении расчетов для проверки возможности отнесения контейнеров к категории ВН задавались параметры различных твердых горючих веществ помимо представленных в таблице, однако интенсивность теплового излучения на расстоянии 30 м ни в одном из вариантов не превысила значение 4 кВт/м^2 . Однако в случае размещения в контейнере емкости с горючей жидкостью (например с гептиловым спиртом) объемом более чем стандартная бочка (объем 216 л) площадь пролива для катастрофического разрушения которой будет более 100 м^2 , получены следующие результаты. Интенсивность теплового излучения на расстоянии 30 м составила 5 кВт/м^2 .

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Контейнеры не могут быть категории ГН, так как в них не перевозятся вещества в том состоянии, каким характеризуются наружные установки категории ГН.

2. Так как конструкции контейнера являются преградой для распространения горения твердых горючих веществ, то какое бы твердое горючее вещество не было бы помещено в контейнер, максимальная площадь пожара будет равна площади контейнера, и интенсивность излучения на расстоянии 30 м от контейнера не превысит значение в 4 кВт/м^2 , единственный контейнер с твердыми горючими веществами не может быть отнесен к категории ВН, а, соответственно, имеет категорию ДН.

3. Контейнер-цистерны с легковоспламеняющимися (ЛВЖ) с температурой вспышки менее 28°C или горючими газами имеют категорию АН.

4. Контейнер-цистерны могут относиться к категории БН, если в них хранятся горючие жидкости (ГЖ) либо ЛВЖ с температурой вспышки более 28°C .

5. Контейнер-цистерны могут быть категории ДН при перевозке в них негорючих жидкостей.

6. Универсальные контейнеры с бочками, содержащими ЛВЖ, могут относиться к категориям АН, БН или ДН.

7. Универсальные контейнеры с бочками и иными емкостями, содержащими ГЖ, могут относиться к категории ВН или ДН.

**Таблица. Классификация контейнерных площадок
по взрывопожарной и пожарной опасности**

№ п/п	Тип кон- тей- нера	Вещество	Интенсивность излучения q , кВт/м ²		Горизонтальные размеры зоны, ограничивающей область концентраций, превышающих нижний концен- трационный предел распространения пламени R , м		Избыточное давление ΔP , кПа		Катего- рия на- ружной уста- новки, состоя- щей из одного контей- нера
			Значе- ние	Превы- шение допусти- мого, да/нет	Значе- ние	Превы- шение допусти- мого, да/нет	Значе- ние	Превы- шение допусти- мого, да/нет	
1	Контейнер-цистерна	пропан	—	—	43,7	да	60,38	да	АН
2		эфир диме- тиловый	—	—	36,35	да	32,2	да	АН
3		винилхлорид	0	нет	27,07	да	28,3	да	АН
4		ацетон	—	—	—	—	50,92	да	АН
5		аллиловый спирт			64,4	да	133,49	да	АН
6		бензол			208	да	254,84	да	АН
7		фенилбензол	—	—	—	—	7,42	да	БН
8		гептиловый спирт	—	—	—	—	8,31	да	БН
9	Универсальный контейнер	масло транс- форматорное в бочках	1,5	нет	—	—	0,16	нет	ДН
10		ундеци- ловый спирт в бочках	1,2	нет	—	—	0,56	нет	ДН
11		лауриновый спирт в бочках	1,3	нет	—	—	0,49	нет	ДН
12		керосин в бочках	1,4	нет	—	—	3,33	нет	ДН
13		толуол в бочках	1,4	нет	17,5	нет	8,39	да	АН
14		стирол в бочках	1,4	нет	6,9	нет	5,3	да	БН
15		уксусная кислота	1,2	нет	5,1	нет	4,7	нет	ДН
16		хлопок в тюках	0,3	нет	—	—	—	—	ДН
17		ДВП	0,4	нет	—	—	—	—	ДН
18		мебель	0,5	нет	—	—	—	—	ДН

Определив классификационные признаки пожарной опасности контейнеров, можно, по аналогии с методом определения категории опасности для зданий, оценить долю суммированной площади занимаемой контейнерами той или иной категории опасности на этой площадке. В результате чего получаем:

1. Контейнерная площадка относится к категории АН, если на ней могут размещаться контейнеры категории АН, суммарная площадь которых, занятая ими в штабеле контейнеров, превышает 5 % всей расчетной площади под контейнеры или 200 м².

2. Контейнерная площадка относится к категории БН, если одновременно выполнены следующие условия: контейнерная площадка не относится к категории АН и суммарная площадь, занимаемая контейнерами категории АН и БН в штабеле контейнеров, превышает 5 % всей расчетной площади под контейнеры или 200 м².

3. Контейнерная площадка относится к категории ВН, если одновременно выполнены следующие условия: контейнерная площадка не относится к категории АН и БН и суммарная площадь, занимаемая контейнерами АН, БН и ВН в штабеле контейнеров, превышает 25 % всей расчетной площади под контейнерами или 1 000 м².

4. Контейнерная площадка относится к категории ДН, если она не относится к категориям АН, БН или ВН.

Блок-схема к предложенной методике показана на рисунке.

Предметом дальнейшего исследования могут являться технические мероприятия, которые могут обеспечить снижение пожарной опасности контейнерных площадок, благодаря чему появиться возможность увеличения количества более опасных контейнеров и занимаемой ими площади в пределах одной площадки.

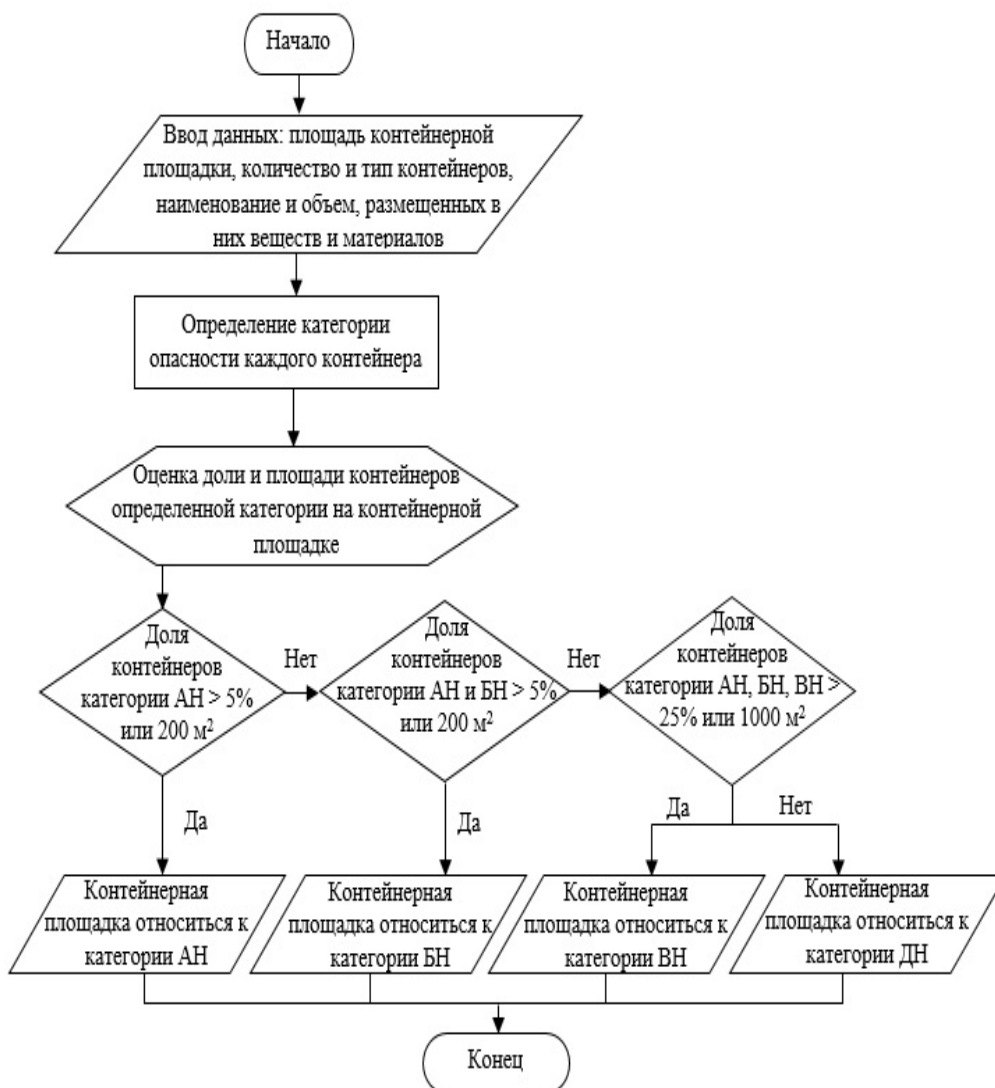


Рис. Блок-схема определения категории по пожарной и взрывопожарной опасности контейнерной площадки

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: стат. сборник / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2016.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 28.09.2016).
3. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 28.09.2016).
4. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. URL: [www.http://standartGOST.ru](http://standartGOST.ru) (дата обращения: 08.11.2016).
5. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: Постановление Правительства Рос. Федерации от 16 февр. 2008 г. № 87. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
6. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: [www.http://docs.cntd.ru](http://docs.cntd.ru) (дата обращения: 28.09.2016).
7. ГОСТ 24444–87. Оборудование технологическое. Общие требования монтажной технологичности. URL: [www.http://standartGOST.ru](http://standartGOST.ru) (дата обращения: 08.11.2016).
8. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404.
9. Иванов Е.Н. Пожарная защита открытых технологических установок. Химия. М.: Стройиздат, 1975. 210 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ – ОБЪЕКТОВ КАТЕГОРИЙ ВЫСОКОГО И ЗНАЧИТЕЛЬНОГО РИСКОВ

**Е.Е. Горшкова, кандидат педагогических наук;
В.В. Дехтерёва;
А.С. Крутолапов, доктор технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены вопросы нормативно-правового обеспечения пожарной безопасности образовательных организаций. Исследуется действующее нормативно-правовое обеспечение пожарной безопасности при проектировании образовательных организаций с учетом их специфики.

Ключевые слова: образование, образовательные организации, проектирование, степень огнестойкости, пожарный отсек, риск, эвакуация, зона безопасности

FIRE SAFETY EDUCATIONAL ORGANIZATIONS – CATEGORIES OF HIGH AND SIGNIFICANT RISKS

E.E. Gorshkova; V.V. Dekhtereva; A.S. Krutolapov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Examines the issues of legal provision of fire safety education organization. An existing legal provision of fire safety in the design of education organization.

Keywords: education, education organization, design, fire resistance rating, fire compartment, risk, evacuation, security zone

В Послании Федеральному собранию Президент Российской Федерации В.В. Путин уделил большое внимание внутренней политике государства. Владимир Владимирович напомнил, что образование – одна из важнейших сфер жизни общества. Обеспечение пожарной безопасности образовательных учреждений является одной из важнейших задач органов Государственной противопожарной службы МЧС России.

На основании ст. 43 Конституции Российской Федерации [1] гражданин Российской Федерации имеет право на образование. Конституцией гарантируются общедоступность и бесплатность общего основного, дошкольного, среднего профессионального образования. Каждый вправе на конкурсной основе бесплатно получить высшее образование в государственном или муниципальном образовательном учреждении и на предприятии.

На основании Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [2] образовательную деятельность могут осуществлять:

- образовательные некоммерческие организации, для которых образовательная деятельность является основным видом деятельности (образовательные организации);
- организации, которые помимо основного вида деятельности осуществляют обучение как дополнительный вид деятельности (организации, осуществляющие обучение);
- индивидуальные предприниматели, самостоятельно или используя приглашенных педагогических работников.

В Федеральном законе от 13 июля 2015 г. № 246-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» ст. 8.1 определено [3], что «Федеральный государственный пожарный надзор осуществляется органами государственного пожарного надзора с применением риск-ориентированного подхода» [4].

Правила «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора)», утвержденные Постановлением Правительства от 17 августа 2016 г. № 806 [5], выделяют шесть категорий рисков (шесть классов опасности).

Определяя категорию риска объекта защиты, используются следующие понятия и положения нормативно-правовых документов:

а) Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ № 123-ФЗ) – классификация зданий и сооружений по функциональной пожарной опасности, пожарной и взрывопожарной опасности, а также наружных установок по пожарной опасности [6];

б) Согласно Федеральному закону от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» – классификация опасных производственных объектов;

в) Согласно ст. 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации – классификация особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.

Для образовательных организаций установлены, согласно вышеуказанным правилам, следующие категории риска: высокая и значительная.

К категории высокого риска относятся объекты класса Ф1.1 и Ф 4.1 функциональной пожарной опасности, в том числе:

- начального общего и дошкольного образования;
- общего основного и среднего (полного) образования;
- объекты, используемые как детские лагеря во время каникул.

К категории значительного риска относятся образовательные организации класса функциональной пожарной опасности Ф 4.1 и Ф 4.2:

- Ф 4.1 внешкольные учреждения (кроме объектов высокого риска);
- Ф 4.2 учреждения высшего и последипломного образования, специализированные учреждения (аэроклубы, автошколы, оборонные учебные заведения и т.п.).

Обратимся к статистике и примерам пожаров, которые произошли в образовательных учреждениях в 2016 г. [7]:

- 8 марта в Санкт-Петербурге – пожар на территории Государственного технологического университета;
- 25 марта в г. Екатеринбурге – пожар в детском саду, пострадало восемь человек, из которых четверо дети;
- 20 мая в Москве – из детского сада эвакуировали 40 детей;
- 16 июня в г. Новосибирске – из здания детского сада были эвакуированы 75 детей и десять человек персонала;
- 19 июля в г. Владикавказе – пожар в начальной школе.

Рассмотрим особенности пожарной опасности образовательных организаций. Согласно приложению А 2 СП118.13330.20122 [8] к учебно-воспитательным учреждениям относятся следующие здания и помещения (табл. 1).

Таблица 1. Учебно-воспитательные учреждения

1. Здания и помещения учебно-воспитательного назначения	
1.1. Организации образования и подготовки кадров:	
1.1.1. Дошкольные образовательные организации	Ф1.1
1.1.2. Общеобразовательные организации (школы, гимназии, лицеи, колледжи, школы-интернаты и т.п.)	Ф4.1
1.1.3. Организации профессионального образования: – среднего, высшего и дополнительного; – высшего и последипломного	Ф4.1 Ф4.2
1.2. Внешкольные организации учреждения (школьников и молодежи)	Ф4.1
1.3. Специализированные организации учреждения (аэроклубы, автошколы, оборонные учебные заведения и т.п.)	Ф4.2

Как видно из табл. 1 (ст. 32 ФЗ № 123-ФЗ) [6], здания предназначены для постоянного или временного пребывания людей, различных возрастных групп, физического состояния.

Наличие спальных помещений характерно для зданий класса Ф1.1.

В зданиях класса Ф4 рис. 1 в течение суток отдельные помещения используются для людей определенного возраста и физического состояния, находящиеся там люди в основном знакомы с планировкой здания. Кроме того, в зданиях могут размещаться помещения других классов функциональной пожарной опасности, в том числе мастерские, лаборатории, кладовые, столовые и т.д. и помещения с массовым пребыванием людей – это актовые залы, учебные аудитории, обеденные залы, рекреации.



Рис. 1. Республиканская национальная гимназия г. Элиста
Республика Калмыкия

Следует напомнить, что к помещениям «с массовым пребыванием людей» относятся помещения с количеством людей более 1 чел. на 1 м² помещения площадью 50 м² и более», данная формулировка приведена в СП5.13130.20092 [9] и СП118.13330.2012 [8], однако «Правила противопожарного режима» (ППР) [10] в п. 5 определяют здание массового пребывания, если в нем находится более 50 человек. В связи с таким разногласием в определениях можно считать любую образовательную организацию с числом находящихся там более 50 человек как здание с массовым пребыванием людей.

Наличие отдельных помещений с массовым пребыванием людей (столовые, классы, спортивные залы и т.д.) имеет свою дополнительную особенность при возникновении пожара, а именно:

- сосредоточение в одном помещении значительного количества людей создает возможность возникновения паники при возгорании;

- при нарушении требований норм пожарной безопасности к помещениям, путям эвакуации – происходит задержка при движении, скопление людей, давка, травмы.

Следует принимать во внимание, что наряду с обычными образовательными организациями имеются и коррекционные учреждения для детей с пониженным слухом, зрением, замедленным умственным развитием и нарушениями опорно-двигательной системы, что затрудняет процесс эвакуации при возможном пожаре.

Пожарная опасность зданий образовательных организаций обусловливается наличием большого количества горючих материалов, разнообразных источников зажигания и путей распространения пожара.

В учебных корпусах расположены кабинеты физики, химии, электротехники, мастерские, где сосредоточены горючие вещества как в твердом, так и жидком и газообразном состоянии, проводятся опыты, в том числе и с использованием огня.

Кроме наличия достаточно большого количества сгораемых материалов и использования открытого огня, учебные здания в основном имеют коридорную систему планировки, которая способствует быстрому задымлению и высокой скорости распространения огня при пожаре. Отличительной чертой зданий учебных учреждений является сложность эвакуации при пожаре большого количества людей. А в некоторых образовательных организациях дети могут находиться в состоянии сна (детские сады, спальные корпуса школ-интернатов), кроме того в зданиях находятся люди разного возраста от 1,5 лет до 7 (в детских садах) и от 7 до 15–17 лет (в школах).

В связи с тем, что для образовательных организаций установлены категории риска высокая и значительная, то требования по обеспечению пожарной безопасности к таким зданиям как по объемно-планировочным решениям, так и особенно по организации путей эвакуации предъявляются нормами более жесткие, чем для других зданий.

Образовательные учреждения классов Ф1.1, Ф4.1, Ф4.2 должны размещаться в отдельно стоящих зданиях (рис. 2) (при выполнении определенных требований пожарной безопасности допускается размещение в зданиях класса Ф1.3) [11].



Рис. 2. Территория школы ГБОУ № 690 Невского района Санкт-Петербурга

Подъезды к зданиям классов Ф1.1 и Ф4.1 независимо от их ширины должны быть выполнены со всех сторон – п. 8.1 [11].

При высоте здания свыше 10 м должен быть лифт для перевозки пожарных подразделений [11].

Требуемая степень огнестойкости определяется числом мест в здании и ограничивается этажностью не выше трех этажей класса С0 для I и II степеней огнестойкости. Максимальное число мест при этом не должно превышать 350 человек (табл. 2) [12]. Здания в три этажа детских дошкольных организаций допускается, согласно п. 6.7.12 [12], проектировать в крупных и крупнейших городах, кроме расположенных в сейсмических районах, при условии их оборудования автоматической пожарной сигнализацией с дополнительной автоматической передачей сигнала о пожаре непосредственно в структурные подразделения Государственной противопожарной службы по линиям связи.

С 13 июля 2014 г. вступила в силу ч. 7 ст. 83 [6] о необходимости автоматического аппаратного дублирования информации о пожаре системы пожарной сигнализации на пульт структурных подразделений Государственной противопожарной службы без участия работников объекта или транслирующей этот сигнал организацией для зданий Ф1.1, Ф1.2, Ф4.1 и Ф4.2.

В трехэтажных дошкольных зданиях (рис. 3) групповые ячейки для детей ясельного возраста следует располагать на первом этаже. На третьем этаже допускается располагать следующие помещения: групповые ячейки для детей старшего возраста, актовые, музыкальные и физкультурных залы, прогулочные веранды, служебно-бытовые помещения – п. 6.54 [8].



Рис. 3. Детский сад п. Шушары Санкт-Петербург

Класс конструктивной пожарной опасности, степень огнестойкости, максимальную высоту зданий школ (общеобразовательных, дополнительного образования), учебных зданий школ-интернатов, учреждений начального образования (Ф4.1), спальных корпусов школ-интернатов, интернатов (Ф1.1) необходимо принимать в зависимости от количества учащихся или наличия мест по табл. 2 [8].

Таблица 2.

Число учащихся или мест в здании	Класс конструктивной пожарной опасности	Степень огнестойкости, не ниже	Допустимая высота здания, м (этажность)
До 270	Не норм.	Не норм.	3 <*> (1)
	C1	III	3 <*> (1)
До 350	C0	III	7 (2)
	C1	II	7 (2)
До 600	C0	II	11 (3)
До 1 600	C1	I	11 (3)
Не норм.	C0	I	15 (4)
Спальные корпуса			
До 60	Не норм.	Не норм.	3 <*> (1)
	C1–C3	IV	
До 140	C0	IV	3 <*> (1)
До 200	C1	III	3 <*> (1)
До 280	C0	III	7 (2)
Не норм.	C0	I, II	15 (4)
Для указанных зданий должна быть предусмотрена возможность установки ручных выдвижных пожарных лестниц. В районах Крайнего Севера высота одноэтажного здания на свайном основании должна быть не более 5 м			

Как видно из табл. 2, этажность зданий школ не превышает четырех.

Учитывая специфику данных учреждений, вопросу обеспечения безопасной эвакуации должно быть уделено пристальное внимание.

ФЗ № 123-ФЗ установил требования к декоративно-отделочным, облицовочным материалам и покрытиям полов эвакуационных путей и помещений залов (ст. 134 и табл. 28, 29) [6].

Помещения с массовым пребыванием предпочтительно размещать на нижних этажах. Детей младшего возраста также размещают на нижних этажах. Принимается больших размеров (особенно для зданий Ф1.1) ширина эвакуационных выходов и путей эвакуации (коридоров, лестничных клеток), а протяженность – меньше по отношению к зданиям других классов функциональной пожарной опасности. Не менее 1,2 м (при числе эвакуирующихся более 15 чел.) должна быть ширина эвакуационных выходов из помещений – п. 5.2.14 [13].

Ширина горизонтальных отрезков п. 5.1.1 [13] эвакуационных путей и пандусов (в свету) должна быть не менее 1,2 м вместо 1 м – для общих коридоров (при эвакуации более 15 чел.) – п. 4.3.4 [13].

Отметим увеличение в свету ширины горизонтальных участков при довольно небольшом количестве числа эвакуируемых, при этом фактическая ширина горизонтальных участков будет возрастать в зависимости от направления открывания дверных полотен. Ширина лестничного марша должна быть не менее 1,35 м [13]. Протяженность путей эвакуации от дверей, наиболее удаленных помещений (кроме уборных, умывальных, душевых и других обслуживающих помещений), а в детских садах – от выхода из групповой ячейки до выхода наружу или на лестничную клетку должно быть не более, указанного в табл. 2. Длина тупиковых коридоров не превышает 10 м для зданий класса C0 и 5 м для классов C2, C3. Вместимость помещений, выходящих в тупиковый коридор или холл, должна быть не более 80 чел. – п. 5.2.23 и табл. 2 [12] (рис. 4).



Внутренний противопожарный водопровод, системы обнаружения и оповещения о пожаре, противоподымная защита относятся к инженерным системам противопожарной защиты зданий. Электроснабжение систем противопожарной защиты зданий класса Ф1.1 с круглосуточным пребыванием людей должно обеспечиваться от трех независимых взаимно резервирующих источников питания, один из которых использует автономные электрогенераторы п. 15.1 [9].

Необходимость устройства внутреннего противопожарного водопровода, а также минимальный расход воды на пожаротушение следует определять по табл. 1 и п. 4.1.1 как для общественных зданий [14], но при этом неясно, почему в зданиях школ не предусмотрено наличие внутреннего противопожарного водопровода.

77

образовательных организаций допускается надстраивать этажи, используемые в качестве технических этажей с вспомогательными помещениями; эксплуатируемых кровель с вспомогательными площадками, открытыми помещениями, в том числе совмещенными с вспомогательными помещениями технического этажа», то есть здание может быть и четырехэтажным. При этом следует учесть, что при наличии эксплуатируемой кровли высота здания п. 3.1 [13] определяется по максимальному значению разницы отметок поверхности проездов для пожарных машин и верхней границы ограждений покрытия и если она будет превышать 10 м, то это повлечет необходимость устройства лифтов для транспортирования пожарных подразделений. При разработке специальных технических условий нормы допускают (п. 7.1.4) возможность доступа детей на эксплуатируемую кровлю.

Согласно п. 7.1.18 в каждом пожарном отсеке зданий дошкольных образовательных организаций с числом этажей более одного выше или ниже основного входа в здание, требуется установка не менее одного (по расчету потоков посетителей) грузопассажирского лифта для транспортирования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и взрослых маломобильных и инвалидов с ограниченными возможностями передвижения в соответствии с требованиями доступности для инвалидов по СП 59.13330 [14], используемого также для транспортирования пожарных подразделений.

В обеспечении пожарной безопасности образовательных организаций большое значение составляют профилактические и организационные мероприятия включающие:

- исполнение требований нормативно-правовых актов в области пожарной безопасности, проведение противопожарных мероприятий;
- обеспечение в соответствии с нормами, установленными Правилами противопожарного режима в Российской Федерации [10], образовательных учреждений первичными средствами пожаротушения;
- устранение нарушений требований пожарной безопасности, выявленных в ходе проверок органами государственного пожарного надзора;
- техническое обслуживание и модернизация системы оповещения и эвакуации людей при пожаре;
- ремонт при падении давления или перезарядка огнетушителей в сроки, установленные в паспорте;
- эксплуатация и ремонт, в соответствии с требованиями пожарной безопасности, путей эвакуации и эвакуационных выходов;
- содержание в требуемом противопожарном состоянии подвальных и подсобных помещений.

Образовательные учреждения должны разрабатывать и неукоснительно исполнять локальные нормативно-правовые документы в области пожарной безопасности.

Литература

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12 дек. 1993 г.) (с учетом поправок, внесенных Законами Рос. Федерации о поправках к Конституции Рос. Федерации от 30 дек. 2008 г. № 6-ФКЗ; от 30 дек. 2008 г. № 7-ФКЗ, от 5 февр. 2014 г. № 2-ФКЗ; от 21 июля 2014 г. № 11-ФКЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Об образовании в Российской Федерации: Федер. закон от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»: Федер. закон от 13 июля 2015 г. № 246-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. Брагиш А.В., Дубровская Ю.А. Осуществление надзора в области пожарной безопасности на основе расчета риска // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 2 (34). С. 38–41.

5. Об утверждении «Правил отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности»: Постановление Правительства Рос. Федерации от 17 авг. 2016 г. № 806. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. с изм. (в ред. от 10 июля 2012 г. № 117; от 2 июля 2013 г. № 185-ФЗ; от 23 июня 2014 г. № 160-ФЗ; от 13 июля 2015 г. № 234-ФЗ; от 3 июля 2016 г. № 301-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Информационное агентство REGNUM. URL: <https://regnum.ru/> (дата обращения: 26.01.2017 г.), (8 марта 2016 г. <https://regnum.ru/news/accidents/2093137.html>; 25 марта 2016 г. <https://regnum.ru/russian/fd-ural/ural.html>; 20 мая 2016 г. <https://regnum.ru/news/2016-05-20.html>; 16 июня 2016 г. <https://regnum.ru/news/2016-06-16.html>; 19 июля 2016 г. <https://regnum.ru/russian/kavkaz/osetia.html>).

8. СП 118.13330.2012. «СНиП 31-06-2009» Общие здания и сооружения (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

10. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. Постановлением Правительства Рос. Федерации № 390 от 25 апр. 2012 г.). Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

11. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

12. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

13. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

14. СП 59.13330.2012 «СНиП 35-01-2001». Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения (с изм. № 1). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».



ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

МЕХАНИКА КОЛЕБАНИЙ ПОДВЕСКИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЕЕ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ВЫЕЗДЕ НА ЛИКВИДАЦИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

А.В. Широухов;

В.А. Родионов, кандидат технических наук, доцент;

А.Ю. Иванов, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представленное исследование посвящено анализу методик синтеза виброзащитных систем и существующих конструкций базовой спецтехники МЧС России с целью разработки практических рекомендаций, направленных на создание и совершенствование систем защиты элементов автомобильного базового шасси пожарно-спасательного автомобиля от динамических перегрузок. Полученные результаты позволят снизить динамические нагрузки на элементы автомобильного базового шасси. Также приведены данные о целесообразности размещения специализированного оборудования на пожарно-спасательных автомобилях, имеющих рамную, а не корпусную конструкцию.

Ключевые слова: базовое шасси, виброустойчивость автомобиля, автомобильная подвеска, динамические колебания

MECHANICS OF FLUCTUATIONS OF THE SUSPENDER OF THE RESCUE AND FIRE FIGHTING CAR AND THE RECOMMENDATION ABOUT IMPROVEMENT OF ITS VIBROSTABILITY AT THE CHECK-OUT FOR THE ELIMINATION OF EMERGENCIES

A.V. Shiroukhov; V.A. Rodionov; A.Yu. Ivanov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The presented probe is devoted to the analysis of techniques of synthesis of vibroprotective systems and the existing designs of basic special equipment of the EMERCOM of Russia for the purpose of development of the practical recommendations submitted on creation and improvement of safety systems of elements of the automobile basic chassis of the rescue and fire fighting car from dynamic overloads. The received results will allow to lower dynamic loads of the automotive basic chassis elements and data on expediency of seating of the specialized equipment on the fire fighting car with the frame, but not not cabinet design are provided.

Keywords: basic chassis, vibrostability of the car, automobile suspender, dynamic fluctuations

Пожарно-спасательный автомобиль (ПСА) представляет собой колебательную систему, состоящую из ряда подвижных (колеблющихся) элементов, каждый из которых обладает собственной массой и степенями свободы. В качестве элементов, обладающих подвижными массами, целесообразно рассматривать поддрессоренные и неподдрессоренные элементы, также следует отдельно выделить элементы монтируемого оборудования ПСА. К поддрессоренной части относят элементы автомобильного базового шасси (АБШ), вес которых воспринимается упругими элементами подвески. Таким образом, к поддрессоренной массе относят массы рамы, двигателя и кабины (кузова), связанные между собой посредством жестких или гибких связей. При расчетах поддрессоренных масс следует учитывать суммарную массу членов экипажа ПСА, а так же массу технических жидкостей заправленных в двигатель, и другие агрегаты, закрепленные на раме или кузове. Элементы АБШ, вес которых не воспринимается упругими элементами подвески, являются неподдрессоренными элементами АБШ. Таким образом, неподдрессоренными элементами АБШ являются колеса в сборе с осями (мостами) (рис. 1, 2).

При исследовании колебаний динамические системы ПСА удобно рассматривать как эквивалентные колебательные системы. Схема подобной системы представлена на рис. 1.

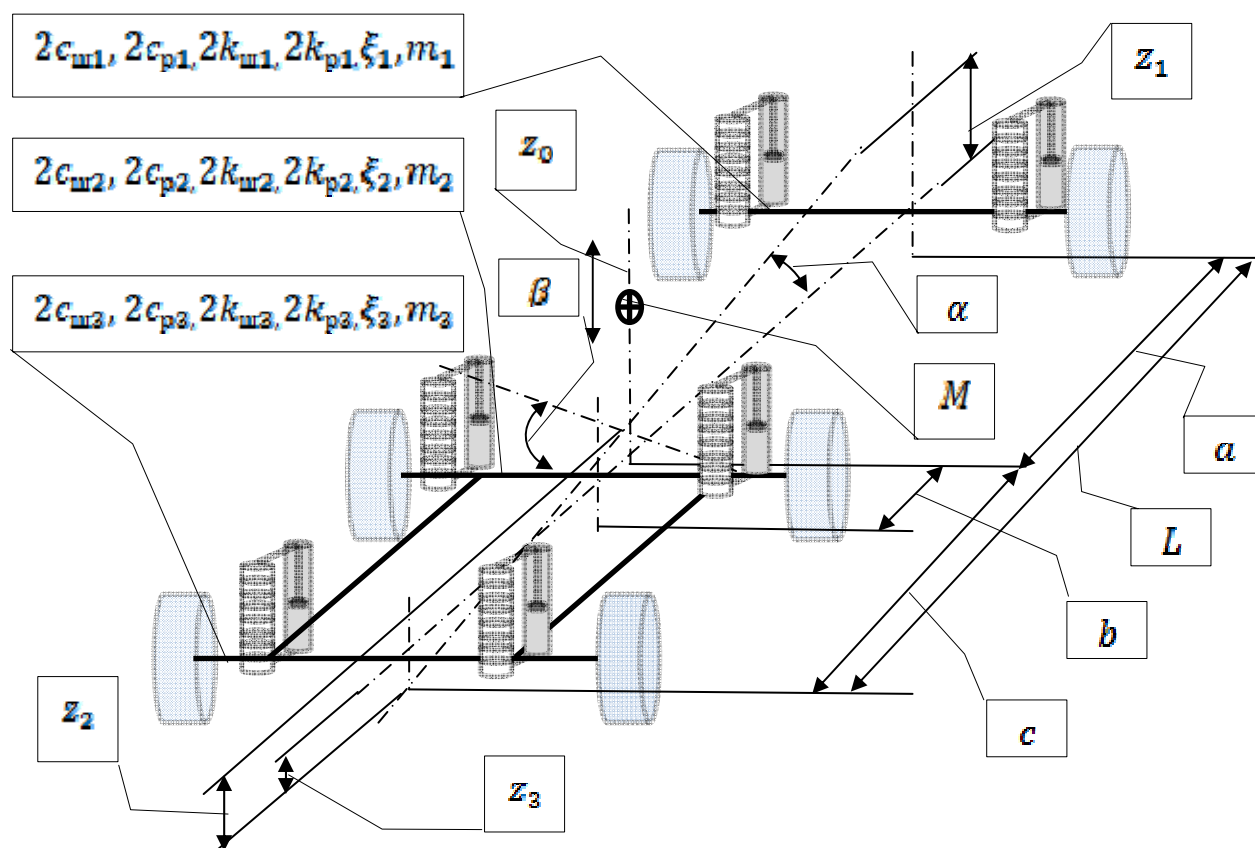


Рис. 1. Колебательная система, эквивалентная автомобильному базовому шасси пожарно-спасательного автомобиля:

M – поддрессоренная масса; m_1, m_2, m_3 – неподдрессоренные массы; a – расстояние от проекции центра масс ПСА до переднего моста; b – расстояние от проекции центра масс ПСА до среднего моста; c – расстояние от проекции центра масс ПСА до заднего моста; L – база АБШ ПСА; z_1, z_2, z_3 – вертикальные перемещения поддрессоренных масс; z_0 – вертикальное перемещение центра тяжести ПСА; α – продольный угол колебаний рамы шасси; β – поперечный угол колебаний рамы шасси; ξ_1, ξ_2, ξ_3 – вертикальные перемещения неподдрессоренных масс; $2k_{\pi 1}, 2k_{\pi 2}, 2k_{\pi 3}$ – коэффициенты сопротивления шин; $2c_{\pi 1}, 2c_{\pi 2}, 2c_{\pi 3}$ – коэффициент жесткости шин; $2k_{p1}, 2k_{p2}, 2k_{p3}$ – коэффициенты сопротивления упругих элементов подвески (рессор); $2c_{p1}, 2c_{p2}, 2c_{p3}$ – жесткостная характеристика упругих элементов подвески (рессор)

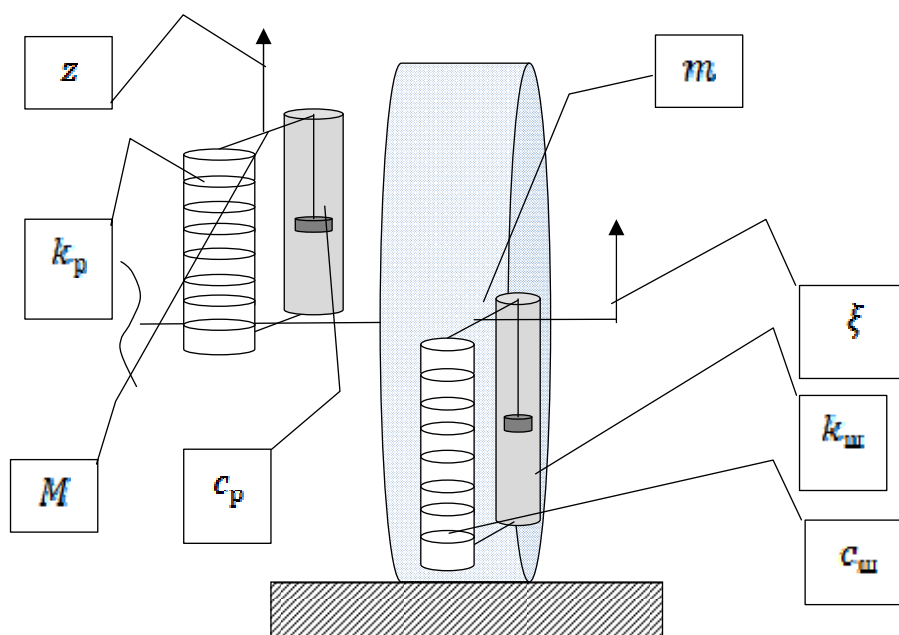


Рис. 2. Схема упруго закрепленного шасси пожарно-спасательного автомобиля:
 ξ – вертикальные перемещения неподрессоренных масс; $k_{\text{ш}}$ – коэффициенты сопротивления шин; $c_{\text{ш}}$ – жесткостная характеристика шин; k_p – коэффициенты сопротивления упругих элементов подвески (рессор); c_p – жесткостная характеристика упругих элементов подвески (рессор)

В общем случае колебательная система включает в себя несколько масс – поддрессоренных (M) и неподрессоренных частей (m_1, m_2, m_3), связанных между собой упругими и демпфирующими связями. Следовательно, ПСА является системой со многими степенями свободы, анализ колебаний подобных систем весьма сложен, так как системы уравнений, описывающие данные колебания, имеют высшие порядки. Однако, исходя из целей исследования и поставленных задач, а так же учитывая особенности колебаний ПСА, появляется возможность в расчетах преобразовать сложную систему в систему низших порядков (одну или несколько). Задачи, связанные с колебаниями ПСА, целесообразно рассматривать применительно к колебательной системе, состоящей из поддрессоренных и неподрессоренных масс, совершающих колебания в вертикальной продольной плоскости.

При движении по дорогам максимальные динамические нагрузки действуют на ПСА в вертикальной продольной плоскости, проходящей через центр тяжести поддрессоренных масс.

Массы упругих элементов, элементов конструкции направляющих подвески, демпфирующих элементов, элементов рулевого управления и приводных валов относят к массе поддрессоренных и неподрессоренных частей в соотношении 50:50 [1].

Анализ марочного состава парка подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России показывает, что большую часть АБШ ПСА представляют шасси повышенной проходимости с колесной формулой 6x6 (КамАЗ-4310, КраЗ-260, Урал-4320, ЗиЛ-131, ЗиЛ-133 и т.д.).

Структурный анализ конструкций подвески подобных автомобилей показывает, что подвеска задней части шасси (задний и средний мост) выполнены по общей схеме, которая конструктивно объединяет упругие и демпфирующие элементы заднего и среднего мостов в один узел – задняя тележка (рис. 3) с характеристиками упругого закрепления –

$2c_{2,3}, 2k_{2,3}, \xi_{2,3}, m_{2,3}, z_{2,3}$.

Также на основании проведенных исследований [2] можно сделать заключение о том, что при сравнительно небольших поперечных размерах мостов (колеи шасси), использовании шасси с неразрезными мостами (наличие единого картера моста), небольших коэффициентах корреляции амплитуд колебаний правого и левого колеса при большинстве режимов эксплуатации – поперечными колебаниями (β) – можно пренебречь. Также отпадает необходимость дифференцировать вертикальные перемещения левого и правого колеса одного моста и объединить их в перемещения соответствующих неподрессоренных масс ($\xi_1, \xi_{2,3}$). Жесткостные ($2c_{ш1}, 2c_{ш2}, 2c_{ш3}$) и демпфирующие ($2k_{ш1}, 2k_{ш2}, 2k_{ш3}$) характеристики левого и правого колеса так же можно объединить в группу по принадлежности к оси.

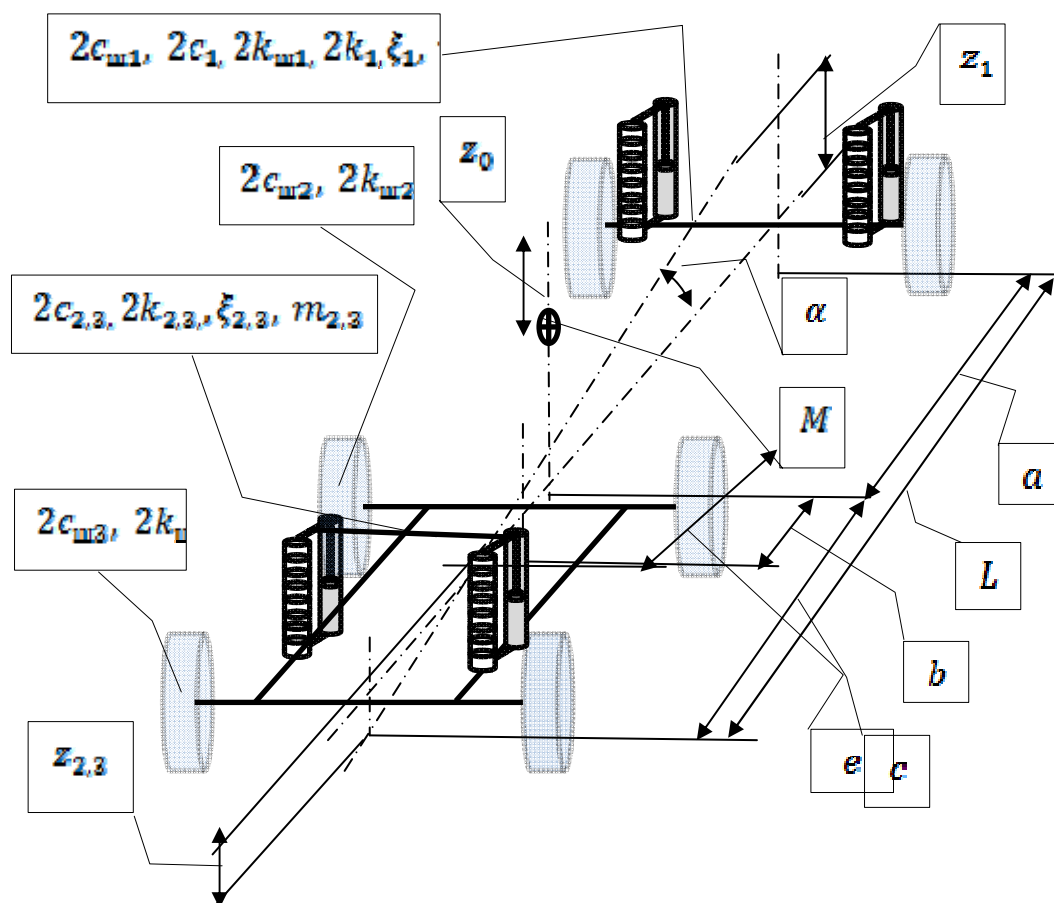


Рис. 3. Колебательная система, эквивалентная автомобильному базовому шасси пожарно-спасательного автомобиля с колесной формулой 6х6:

e – расстояние от проекции центра масс ПСА до проекции оси задней тележки;

$\xi_1, \xi_{2,3}$ – вертикальные перемещения неподрессоренных масс;

$2k_{ш1}, 2k_{ш2}, 2k_{ш3}$ – коэффициенты сопротивления шин; $2c_{ш1}, 2c_{ш2}, 2c_{ш3}$ – коэффициент жесткости шин; $2k_1, 2k_{2,3}$ – коэффициенты сопротивления упругих элементов подвески (рессор); $2c_1, 2c_{2,3}$ – жесткостная характеристика упругих элементов подвески (рессор)

Таким образом, расчетная схема колебательной системы ПСА, смонтированной на АБШ с колесной формулой 6х6, приобретает вид, показанный на рис. 3.

Неподрессоренные массы взаимодействуют с дорожным покрытием посредством шин, имеющих жесткость $2c_{ш}$ и коэффициент неупругого сопротивления $2k_{ш}$ (характеризующим затухание колебаний в шинах).

Жесткость подвески c – величина, приведенная к колее автомобиля, может отличаться от жесткости $\overline{c_p}$ рессоры (упругого элемента подвески), данное явление обусловлено конструктивными особенностями элементов подвески.

На рис. 4 представлены несколько схем подвесок. Для зависимой подвески при рассмотрении вертикальных колебаний (схема а) $c = \bar{c}_p$ такая схема характерная для передних мостов большинства рассматриваемых шасси, в которых значения d_p и d отличаются незначительно. Для независимой балансирной подвески (схема б) приведенная жесткость должна быть такой, чтобы момент от приведенного упругого элемента был равен моменту от истинного упругого элемента.

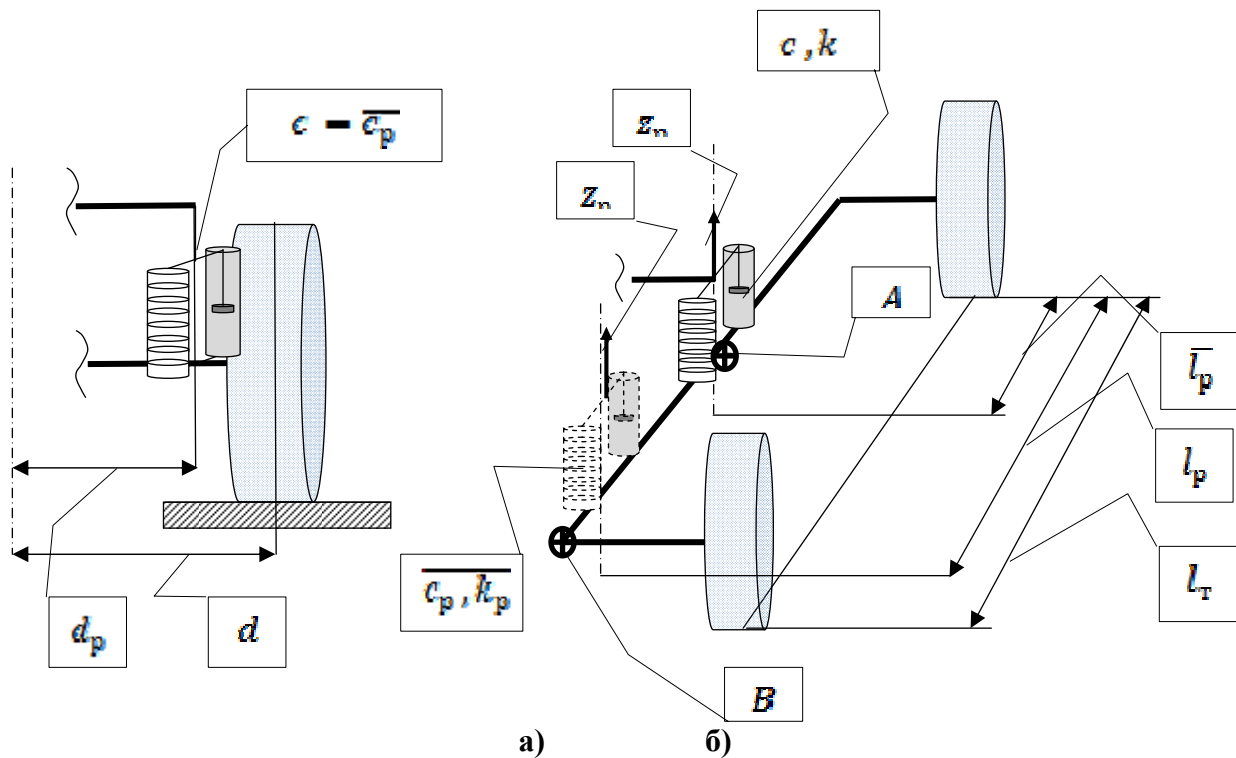


Рис. 4. Схемы подвесок с упругими элементами и амортизаторами

Между перемещениями z_p и \bar{z}_p точек A и B существует очевидная связь:

$$z_p = \bar{z}_p \frac{l_p}{\bar{l}_p},$$

кроме того

$$c z_p l_p = \bar{c}_p \bar{z}_p \bar{l}_p,$$

тогда

$$c = \bar{c}_p \left(\frac{l_p}{\bar{l}_p} \right)^2.$$

В общем случае величины \bar{l}_p и \bar{c}_p могут быть в зависимости от деформации упругих элементов переменными. Тогда:

$$\bar{c}_p = \frac{dz_p}{d\bar{f}_p}; \quad c = \frac{dz}{df},$$

где f_p и \bar{f}_p – деформации упругих элементов; z_p и \bar{z}_p – силы, деформирующие упругие элементы.

Жесткостные характеристики упругих элементов, как правило, линейны, в то же время характеристика балансирной (рычажной) подвески – нелинейная, что является следствием влияния кинематических рычажных связей. Поскольку нелинейность характеристик упругих элементов существенно усложняет расчеты, при этом не оказывает заметного влияния на результат [1, 2], целесообразно на этапе предварительного расчета \bar{l}_p и \bar{c}_p принимать постоянными.

Коэффициент сопротивления \bar{k}_p условного амортизатора, характеризующего затухание колебаний в подвеске, также может отличаться от коэффициента сопротивления k реального амортизатора в результате наличия рычажных кинематических связей, что так же обусловлено конструктивными особенностями исполнения элементов подвески. При переходе от k к \bar{k}_p происходит аналогично тому, как это делается при замене действительного упругого элемента приведенным. Например, для схемы, изображенной на рис. 4 б, будем иметь:

$$k = \bar{k}_p \left(\frac{l_p}{\bar{l}_p} \right)^2.$$

При рассмотрении влияний колебаний на плавность хода особое внимание следует уделять вертикальным продольным колебаниям, так как поперечные колебания в основных режимах эксплуатации ПСА оказывают несущественное влияние на исследуемые процессы, что было показано в проведенных исследованиях [2]. Колебательную систему ПСА целесообразно рассматривать через изменения обобщенных координат кузова. В качестве обобщенных координат целесообразно выбрать вертикальное поступательное перемещение центра масс z_0 и угловыми колебаниями α в продольной плоскости вокруг поперечной оси шасси. Обобщенные координаты, характеризующие положение поддрессоренных и неподдрессоренных масс при вертикальных колебаниях, могут быть определены в различных системах координат.

Рассмотрим две системы обобщенных координат (рис. 3). В первой системе координат колебания описываются через перемещения поддрессоренных ($z_1, z_{2,3}$) и неподдрессоренных масс ($\xi_1, \xi_{2,3}$), расположенных над передними колесами (индекс 1), и задней тележкой (индекс 2,3), во второй системе координат – через те же перемещения неподдрессоренных масс ($\xi_1, \xi_{2,3}$) и вертикальные перемещения центра тяжести ПСА (z_0) и угловые колебания вертикальной оси шасси (α).

Между координатами $z_1, z_{2,3}$ и z_0, α существует связь:

$$z_0 = \frac{az_{2,3} + ez_1}{(a+e)}; \quad \alpha = \frac{z_{2,3} - z_1}{(a+e)}, \quad (1)$$

где a и e – расстояния от проекции центра тяжести поддрессоренной части ПСА до переднего моста и проекции оси задней тележки (рис. 3).

Выражения (1) позволяют переходить от одной системы координат к другой. Используя первую систему координат, можно получить систему уравнений, определяющих линейные вертикальные колебания ПСА, при этом вторая система позволяет исследовать его продольные угловые колебания кузова [2].

Для составления дифференциального уравнения движения для колебательной системы, представленной на рис. 3, примем ряд ограничений: ПСА движется прямолинейно

и равномерно, колебания кузова и колес малы, характеристики всех элементов подвески линейны ($c_p, k_p, c_{\text{ш}}, k_{\text{ш}}$ – постоянны), колеса сохраняют постоянный контакт с поверхностью. При этом будем полагать, что возмущающие функции дорог, действующие на правые и левые колеса, одинаковы и симметричны.

Воспользуемся уравнением движения механической системы в обобщенных координатах [3]:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial R}{\partial q_i}, \quad (2)$$

где T – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная энергия системы; R – диссипативная функция, характеризующая рассеивание энергии при действии сил неупругих сопротивлений; q_i – обобщенная координата.

Кинетическая энергия системы является однородной квадратичной функцией обобщенных скоростей:

$$2T = M(\dot{z}_0^2 + (\rho \dot{\alpha})^2) + m_1 \dot{\xi}_1^2 + m_{2,3} \dot{\xi}_{2,3}^2,$$

где ρ – радиус инерции поддрессоренной массы относительно поперечной оси, проходящей через центр тяжести поддрессоренных частей.

Чтобы выразить кинетическую энергию через первую систему обобщенных координат, заменим переменные z_0 и α с учетом выражений (1).

Тогда получим:

$$2T = M_1 \dot{z}_1^2 + M_2 \dot{z}_{2,3}^2 + 2M_3 \dot{z}_1 \dot{z}_{2,3} + m_1 \dot{\xi}_1^2 + m_{2,3} \dot{\xi}_{2,3}^2,$$

где приведенные массы:

$$M_1 = M \frac{a^2 + \rho^2}{(a + \varepsilon)^2}; \quad M_2 = M \frac{\varepsilon^2 + \rho^2}{(a + \varepsilon)^2}; \quad M_3 = M \frac{a\varepsilon - \rho^2}{(a + \varepsilon)^2}. \quad (3)$$

Как показано в работе [1], соотношение между радиусом инерции ρ и координатами центра тяжести имеет существенное значение. Это соотношение оценивается величиной $\varepsilon = \rho^2 / a\varepsilon$, которая называется коэффициентом распределения масс ПСА. Величина ε может быть найдена не только для поддрессоренной части, как в данном случае, но и для автомобиля в целом.

Выражение для потенциальной энергии будет иметь вид:

$$2\Pi = 2c_1(z_1 - \xi_1)^2 + 2c_{2,3}(z_{2,3} - \xi_{2,3})^2 + 2c_{\text{ш1}}(\xi_1 - q_1)^2 + 4c_{\text{ш2}}(\xi_{2,3} - q_{2,3})^2, \quad (4)$$

при условии $c_{\text{ш2}} = c_{\text{ш3}}$.

Диссипативная функция может быть выражена следующим образом:

$$2R = 2k_1(\dot{z}_1 - \dot{\xi}_1)^2 + 2k_{2,3}(\dot{z}_{2,3} - \dot{\xi}_{2,3})^2 + 2k_{\text{ш1}}(\dot{\xi}_1 - \dot{q}_1)^2 + 4k_{\text{ш2}}(\dot{\xi}_{2,3} - \dot{q}_{2,3})^2, \quad (5)$$

при условии $k_{\text{ш2}} = k_{\text{ш3}}$.

В зависимостях (4) и (5) обозначения приняты в соответствии с рис. 3.

Подставляя выражения для T , Π , R в уравнение движения механической системы в обобщенных координатах (2) и учитывая соотношение (3), получим дифференциальные уравнения, описывающие колебания ПСА [1]:

$$\begin{aligned} M_1 \ddot{z}_1 + 2k_1 \dot{z}_1 + 2c_1 z_1 + M_3 \ddot{z}_1 - 2k_1 \dot{\xi}_1 - 2c_1 \xi_1 &= 0; \\ M_2 \ddot{z}_{2,3} + 2k_{2,3} \dot{z}_{2,3} + 2c_{2,3} z_{2,3} + M_3 \ddot{z}_{2,3} - 2k_{2,3} \dot{\xi}_{2,3} - 2c_{2,3} \xi_{2,3} &= 0; \\ m_1 \ddot{\xi}_1 + 2(k_1 + k_{\text{ш1}}) \dot{\xi}_1 + 2(c_1 + c_{\text{ш1}}) \xi_1 - 2k_1 \dot{z}_1 - 2c_1 z_1 &= 2k_{\text{ш1}} \dot{q}_1 + 2c_{\text{ш1}} q_1 \\ m_{2,3} \ddot{\xi}_{2,3} + 2(k_{2,3} + 2k_{\text{ш2}}) \dot{\xi}_{2,3} + 2(c_{2,3} + 2c_{\text{ш2}}) \xi_{2,3} &- 2k_{2,3} \dot{z}_{2,3} - 2c_{2,3} z_{2,3} = 4k_{\text{ш2}} \dot{q}_{2,3} + 4c_{\text{ш2}} q_{2,3}. \end{aligned} \quad (6)$$

Система дифференциальных уравнений (6) описывает колебания ПСА в продольной вертикальной плоскости по линейным координатам.

Чтобы получить уравнения колебаний для второй системы координат, следует перейти в выражениях для Π и R от координат z_1 и $z_{2,3}$ к координатам z_0 и α в соответствии с зависимостями:

$$z_1 = z_0 - \alpha \alpha, \quad z_{2,3} = z_0 + \varepsilon \alpha.$$

При этом вместо системы уравнений (6) получим:

$$\begin{aligned} M \ddot{z}_0 + 2(k_1 + k_{2,3}) \dot{z}_0 + 2(c_1 + c_{2,3}) z_0 - 2(k_1 \alpha - k_{2,3} \varepsilon) \dot{\alpha} - 2(c_1 \alpha + c_{2,3} \varepsilon) \alpha - 2k_1 - \\ - 2c_1 \xi_1 - 2k_{2,3} \dot{\xi}_{2,3} - 2c_{2,3} \xi_{2,3} &= 0 \\ M \rho \ddot{\alpha} + 2(k_1 \alpha^2 + k_{2,3} \varepsilon^2) \dot{\alpha} + 2(c_1 \alpha^2 + c_{2,3} \varepsilon^2) \alpha - 2(k_1 \alpha - k_{2,3} \varepsilon) \dot{z}_0 - \\ - 2(c_1 \alpha + c_{2,3} \varepsilon) z_0 + 2k_1 \alpha \dot{\xi}_1 + 2c_1 \alpha \xi_1 - 2k_{2,3} \varepsilon \dot{\xi}_{2,3} - 2c_{2,3} \varepsilon \xi_{2,3} &= 0 \\ m_1 \ddot{\xi}_1 + 2(k_1 + k_{\text{ш1}}) \dot{\xi}_1 + 2(c_1 + c_{\text{ш1}}) \xi_1 - 2k_1 \dot{z}_0 - 2c_1 z_0 + 2k_1 \alpha \dot{\alpha} + 2 \\ = 2k_{\text{ш1}} \dot{q}_1 + 2c_{\text{ш1}} q_1; \\ m_{2,3} \ddot{\xi}_{2,3} + 2(k_{2,3} + 2k_{\text{ш2}}) \dot{\xi}_{2,3} + 2(c_{2,3} + 2c_{\text{ш2}}) \xi_{2,3} - 2k_{2,3} \dot{z}_0 - 2c_{2,3} z_0 + 2k_{2,3} \varepsilon \dot{\alpha} + \\ 2c_{2,3} \varepsilon \alpha = 4k_{\text{ш2}} \dot{q}_{2,3} + 4c_{\text{ш2}} q_{2,3} \end{aligned}$$

В процессе эксплуатации ПСА возникает ситуация, при которой картер моста или балка оси, преодолевая сопротивление упругого элемента, ударяется о раму АБШ – происходит «пробой» подвески, то есть деформация упругого элемента достигает критического значения. В случае возникновения «пробоя» подвески динамические нагрузки, действующие на элементы ПСА, резко возрастают в 3...4 раза по сравнению со штатными режимами работы. Для описания условий возникновения «пробоев» необходимо уравнение, описывающее процесс изменения деформаций упругих элементов $f(t)$. Это уравнение может быть получено, в частности, на основе дифференциального уравнения:

$$\ddot{f} + 2h_0 \dot{f} + \omega_{0f}^2 f = \ddot{\xi},$$

где $f(t) = z(t) - \xi(t)$.

Уравнение позволяет определить динамические деформации подвески $f(t)_д$:

$$f(t)_д = f(t)_п - f_{ст},$$

где $f_{ст}$ – статический прогиб упругого элемента; $f_п$ – полный прогиб упругого элемента.

«Пробои» будут происходить при выполнении условия:

$$f(t)_d \geq f_n - f_{cr}.$$

В этом случае на раму ПСА будет действовать жесткий удар, что приведет к резкому возрастанию динамических нагрузок.

Таким образом, анализ динамических нагрузок, действующих на ПСА при движении, может производиться на основе систем дифференциальных уравнений вида (6). Системы дифференциальных уравнений, полученные на основе уравнения движения механической системы в обобщенных координатах, позволяют исследовать динамические нагрузки различных типов ПСА, смонтированных на двух и трехосных базовых шасси. На основе дифференциальных уравнений могут быть получены аналитические методики исследования динамических нагрузок ПСА с допустимыми погрешностями, которые могут использоваться на стадиях анализа различных конструктивных вариантов разрабатываемых виброзащитных систем (ВС). Используя разработанные методики синтеза [4, 5] ВС с оптимальными параметрами, возможно добиться значительного снижения динамических нагрузок, действующих на элементы АБШ при эксплуатации ПСА.

Наиболее эффективными с точки зрения виброзащиты ПСА являются регулируемые вторичные ВС. Для условий движения ПСА по дорогам лучшими являются линейные вторичные ВС, так как поиск оптимальных решений в области нелинейных характеристик упругих связей в этом случае не приводит к существенному улучшению критериев качества. Оптимальные параметры систем упругого закрепления элементов АБШ изменяются в зависимости от типа дорог, скоростей движения и веса ПСА. Регулируемые вторичные ВС должны разрабатываться на основе пневматических и пневмогидравлических упругих элементов и должны иметь системы, обеспечивающие изменения их параметров.

На основе анализа методик синтеза ВС и существующих конструкций в качестве практических шагов по созданию и совершенствованию систем защиты элементов АБШ ПСА от динамических перегрузок могут быть предложены следующие рекомендации:

1) Синтез первичных и вторичных ВС с целью снижения динамических нагрузок элементов АБШ, увеличения скоростей и дальностей движения ПСА, повышения надежности и продолжительности их эксплуатации может проводиться на основе методов оптимизации жесткостных и демпфирующих характеристик ВС.

2) Для снижения степени воздействия динамических нагрузок на элементы АБШ наиболее эффективным является применение регулируемых линейных вторичных ВС. Оптимальные параметры систем упругого закрепления элементов АБШ и МО должны изменяться в зависимости от типа дорог, скоростей движения и веса ПСА и при допустимых деформациях упругих элементов в пределах 0,2...0,3 м должны находиться в пределах: собственные частоты в интервале 7...11 Гц, коэффициент апериодичности – 0,3...1,2 и более.

3) Регулируемые ВС при деформациях упругих элементов в пределах до 0,1 м должны иметь небольшие собственные частоты до 5...10 Гц и близкое к нулю демпфирование. Конструктивно такие ВС могут быть выполнены на основе пневматических или пневмогидравлических упругих элементов с нелинейными прогрессивными или выпукло-вогнутыми характеристиками, имеющими сравнительно небольшую жесткость в статических положениях.

4) При величинах допустимых нагрузок, действующих на элементы АБШ до 2,5...3 g, целесообразно использовать нерегулируемые вторичные ВС, оптимальные параметры которых должны определяться на основе методики векторной оптимизации для наиболее тяжелых режимов движения ПСА. При этом снижение уровня воздействия низкочастотных составляющих динамических нагрузок могут быть уменьшены в 1,4...1,7 раза, высокочастотные – более чем в 6...8 раз.

5) Системы поддрессоривания АБШ должны иметь возможно большие допустимые прогибы подвесок, не менее 0,2...0,3 м. При этом динамические характеристики первичных

ВС как по вертикальным, так и по продольно-угловым колебаниям поддрессоренных частей должны находиться в пределах: парциальные собственные частоты в интервале 7...11 Гц, коэффициенты апериодичности – до 0,3...0,45.

6) В целях минимизации динамических нагрузок, действующих на движущийся ПСА, в качестве базовых шасси целесообразно использовать четырехосные полноподвесные шасси со схемой размещения мостов 1-2-1. На базовых машинах целесообразно использовать широкопрофильные или арочные шины соответствующей грузоподъемности с возможно меньшей жесткостью и повышенными демпфирующими качествами.

7) Для монтажа специального оборудования целесообразно использовать базовые машины, имеющие рамную, а не корпусную конструкцию. Компоновка монтируемого оборудования на АБШ должна выбираться таким образом, чтобы наиболее чувствительны к динамическим нагрузкам элементы располагались возможно ближе к средней части рамы. Опоры монтируемого оборудования также должны размещаться ближе к средней части рамы АБШ и дальше от транспортных и вспомогательных двигателей.

Литература

1. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля и его колебания. М.: Машгиз, 1960.
2. Иванов К.С. Методика статистического анализа динамических нагрузок, действующих на пожарные автомобили при движении по лесным дорогам: дис. канд. техн. наук. М., 2005. 118 с.
3. Яблонский А.А. Курс теоретической механики: учеб. СПб.: Лань, 2004. 768 с.
4. Широухов А.В., Иванов К.С. Оптимизационные задачи синтеза виброзащитных систем элементов автомобильных базовых шасси пожарно-спасательной техники // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 3 (35). С. 92–98.
5. Широухов А.В. Пути совершенствования конструкций элементов подвесок базовых шасси пожарно-спасательных автомобилей // Природные и техногенные риски (физико-математические прикладные аспекты). 2015. № 3. С. 17–24.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ И МЕТОДОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Ю. Андрюшкин, кандидат технических наук, доцент.

**Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.**

М.Т. Пелех, кандидат технических наук, доцент;

Е.Н. Кадочникова, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены определяющие работоспособность напыленного полимерного покрытия внутренние напряжения, возникшие при его формировании, и напряжения, возникающие от действия внешних нагрузок при эксплуатации. Приведены выражения для прогнозирования работоспособности полимерного покрытия. Рассмотрена взаимосвязь прочности полимерного покрытия, его химического строения и процесса формирования покрытия. Предложено послойное напыление высокодисперсными частицами компонентов полимерного покрытия, обеспечивающего его высокую работоспособность.

Ключевые слова: покрытие, напыление, работоспособность, прочность

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF TOOLS AND TECHNIQUES THAT REDUCE FIRE HAZARD OF OIL REFINING EQUIPMENT

A.Yu. Andryushkin. Baltic state technical university «VOENMEH» named after D.F. Ustinov.
M.T. Pelekh; E.N. Kadochnikova.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Considered defining capacity to work raised dust polymeric covering internal voltages, appeared under his(its) shaping, and voltages, appearing from action of the external loads at usages. The brought expressions for forecasting of capacity to work of the polymeric covering. Considered intercoupling to toughness of the polymeric covering, his(its) chemical construction and process of the shaping the covering. The offered evaporation layer and small particle component polymeric covering, providing his(its) high capacity to work.

Keywords: covering, evaporation, capacity to work, toughness

Нефтеперерабатывающее оборудование является потенциальным источником пожарной опасности, так как переработка и транспортировка углеводородов характеризуется высокими технологическими параметрами, в частности, давлением и температурой. Пожаровзрывобезопасность объектов нефтепереработки является основой обеспечения защищенности людей и окружающей среды от техногенных и экологических угроз и заключается в минимизации ущерба в случае нарушения их работоспособности. Поэтому проблема повышения надежности и остаточного ресурса нефтеперерабатывающего оборудования, его способности противостоять развитию дефектов и повреждений актуальна и требует поиска эффективных технических решений [1].

Снижению работоспособности нефтеперерабатывающего оборудования (трубопроводов, резервуаров, цистерн) способствуют механические и химические воздействия различных агрессивных сред, что приводит к возникновению коррозии и дефектов в его металлических конструктивных элементах, чаще всего, изготовленных из углеродистых сталей. С точки зрения возникновения взрывов и пожаров наиболее опасна разгерметизация нефтеперерабатывающего оборудования, вызванная коррозией и развитием трещин в металлоконструкциях. Кроме того, металлические конструкции хорошо проводят тепло, что увеличивает вероятность возгорания углеводородов.

Тепловую изоляцию и антикоррозионную защиту металлических конструктивных элементов нефтеперерабатывающего оборудования осуществляют различными полимерными покрытиями, работоспособность которых обусловлена технологией их нанесения. Напыление получило широкое распространение при нанесении полимерных покрытий из-за своей экономичности, производительности и относительной простоты технологического оборудования. Работоспособность напыленного полимерного покрытия обусловлена его качественными показателями: минимальной разнотолщинностью, однородностью состава, отсутствием дефектов (раковин, пор, трещин), адгезионной и когезионной прочностью, отсутствием внутренних напряжений, точностью размеров и форм. С течением времени возникновение и развитие дефектов в напыленном полимерном покрытии снижает его работоспособность, так как уменьшается его несущая способность и ухудшаются антикоррозионные свойства [2–4].

Полимерные покрытия металлических конструктивных элементов нефтеперерабатывающего оборудования подвергаются воздействию нагрузки, вызванной различными природными и техногенными факторами. В процессе эксплуатации величина нагрузки может существенно изменяться по величине и по продолжительности действия. По времени действия можно выделить следующие виды нагрузки: постоянные (масса (вес) оборудования); временные длительные (давление жидкости или газа; температурные воздействия); кратковременные (снеговая, ветровая, гололедная нагрузки; воздействия, возникающие при обслуживании; воздействия при испытаниях) [2–4].

Работоспособность покрытия определяется, прежде всего, его несущей способностью, то есть способностью противостоять приложенным к покрытию различным нагрузкам. Под действием внешних нагрузок в полимерном покрытии возникают напряжения и деформации, приводящие к возникновению и росту опасных дефектов – старение материала, обуславливающих его разрушение с течением времени. Опасны кратковременные термические напряжения в полимерном покрытии, возникающие при нагревании или охлаждении металлоконструкции, пропорциональные разности температурных коэффициентов линейного расширения (ТКЛР).

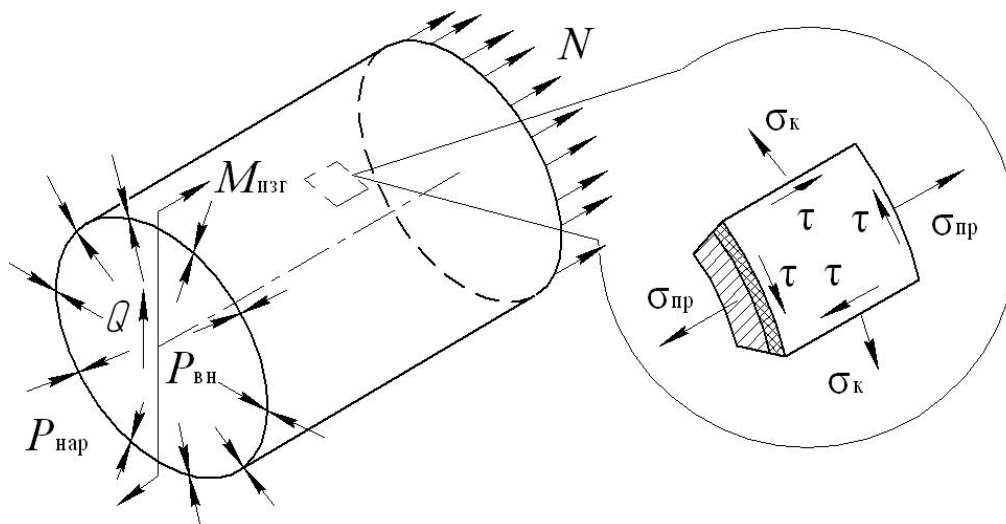


Рис. 1. Действующие в полимерном покрытии нагрузки и напряжения:
 $P_{вн}$ – внутреннее давление жидкости или газа; $P_{нар}$ – давление окружающей среды (воды, грунта); Q – перерезывающая сила; $M_{изг}$ – изгибающий момент; $\sigma_{пр}$ – продольные напряжения в покрытии; $\sigma_к$ – кольцевые напряжения в покрытии; τ – касательные напряжения в покрытии

Под действием внешней нагрузки напыленное полимерное покрытие находится в сложном напряженном состоянии, работая одновременно на сжатие, растяжение и сдвиг (рис. 1). Эквивалентные напряжения $\sigma_{эkv}$, возникающие в полимерном покрытии от действия различных нагрузок, определяют по формуле [5, 6]:

$$\sigma_{эkv} = \sqrt{\sigma_к^2 + \sigma_{пр}^2 - \sigma_к \cdot \sigma_{пр} + 3 \cdot \tau^2},$$

где $\sigma_{эkv}$ – эквивалентные напряжения в покрытии, Па; $\sigma_{пр}$ – продольные напряжения в покрытии, Па; $\sigma_к$ – кольцевые напряжения в покрытии, Па; τ – касательные напряжения в покрытии, Па.

Возникающие в напыленном полимерном покрытии напряжения складываются из напряжений от внешней нагрузки $\sigma_{эkv}$ и внутренних (остаточных) напряжений $\sigma_{вн}$, обусловленных природой полимерного покрытия и технологией его формирования. Если суммарные напряжения $\sigma_{пп}$ превысят допустимые напряжения для материала полимерного покрытия, то произойдет его разрушение [5, 6]:

$$\sigma_{пп} = \sigma_{эkv} + \sigma_{вн} \geq [\sigma_d],$$

где $\sigma_{пп}$ – суммарные напряжения в полимерном покрытии, Па; $\sigma_{вн}$ – внутренние или остаточные напряжения в полимерном покрытии, Па; $[\sigma_d]$ – допускаемые напряжения для материала полимерного покрытия, Па.

Совершенствование технологии напыления и формирования полимерных покрытий позволяет уменьшить значения внутренних напряжений и тем самым повысить его несущую способность. В напыляемом на металлическую основу полимерном покрытии возникают напряжения, обусловленные различием их физических свойств и наличием адгезионного контакта. Внутренние или остаточные напряжения в полимерном покрытии являются результатом усадки полимерной массы при отверждении (усадочные напряжения σ_y), а так же при изменениях температуры из-за различия ТКЛР металла и полимера (термические напряжения σ_T) [5, 6]:

$$\sigma_{\text{вн}} = \sigma_y + \sigma_T,$$

где σ_y – усадочные напряжения, Па; σ_T – термические напряжения, Па.

Внутренние напряжения отрицательно влияют на работоспособность, а именно, на долговечность полимерного покрытия, так как снижают когезионную и адгезионную прочность. При неправильных технологических режимах формирования полимерных покрытий внутренние напряжения могут достигать существенных значений, что является причиной появления трещин и расслоений уже на этапе отверждения покрытия. Поэтому задача уменьшения внутренних напряжений как при формировании полимерного покрытия, так и при его эксплуатации, является актуальной.

В зависимости от природы полимерной массы, нанесенной на поверхность металла, формирование из нее покрытия происходит в результате физических процессов (испарение растворителей, астабилизация и обезвоживание латексов, охлаждение расплавов, коагуляция из растворов) или в результате химических процессов (полимеризация, поликонденсация), возможно совместное одновременное или последовательное протекание физических и химических процессов.

Отверждение полимерной массы сопровождается уменьшением удельного объема и резким замедлением релаксационных процессов в полимерах. На определенной стадии отверждения, например при критическом содержании растворителя, полимерная масса начинает приобретать упругие свойства, то есть переходит из высокоэластического состояния в стеклообразное (аморфные полимеры) или кристаллическое (кристаллические полимеры). При этом в результате усадки полимера растут внутренние напряжения. Усадочные напряжения можно определить по выражению [5, 6]:

$$\sigma_y = \frac{\Delta\varepsilon \cdot E_{\text{п}}}{1 - \mu},$$

где $\Delta\varepsilon$ – относительная линейная усадка полимера; $E_{\text{п}}$ – среднее значение модуля упругости полимера в диапазоне температур отверждения, Па; μ – коэффициент Пуассона.

Относительная линейная усадка полимера определяется по выражению:

$$\Delta\varepsilon = \chi \cdot \Delta C = \frac{\Delta h}{h_{\text{пм}}},$$

где χ – коэффициент линейной усадки; ΔC – уменьшение концентрации растворителя; Δh – уменьшение толщины полимерного покрытия при отверждении, м; $h_{\text{пм}}$ – толщина полимерной массы до отверждения, м.

Термические напряжения в процессе формирования полимерного покрытия возникают при разнице температур полимерной массы и покрываемой ею металла, например

при формировании покрытия из расплава полимера. Термические напряжения при нагреве или охлаждении можно рассчитать по выражению [5, 6]:

$$\sigma_T = \frac{(\alpha_{\text{п}} \cdot \alpha_{\text{м}}) \cdot \Delta T \cdot E_{\text{п}}}{1 - \mu},$$

где $\alpha_{\text{п}}$ и $\alpha_{\text{м}}$ – ТКЛР полимера и металла, $^{\circ}\text{K}^{-1}$; ΔT – изменение температуры полимера при отверждении, $^{\circ}\text{K}$.

Для аморфных полимеров:

$$\Delta T = T_{\text{с}} - T_{\text{экс}},$$

где $T_{\text{экс}}$ – эксплуатационная температура, $^{\circ}\text{K}$; $T_{\text{с}}$ – температура стеклования аморфного полимера, $^{\circ}\text{K}$.

Для кристаллических полимеров:

$$\Delta T = T_{\text{кр}} - T_{\text{экс}},$$

где $T_{\text{кр}}$ – температура кристаллизации полимера, $^{\circ}\text{K}$.

Релаксация внутренних напряжений при отверждении обусловлена наличием у полимеров пластической и высокоэластической деформации, а так же перестройкой надмолекулярных структур. Внутренние напряжения максимальны в адгезионном слое и постепенно убывают по толщине полимерного покрытия к его поверхности. При значительных внутренних напряжениях их релаксация может сопровождаться появлением микротрещин и отслоением покрытия от металла. Условие возникновения микротрещин $\sigma_{\text{вн}} > \sigma_{\text{рас}}$, где $\sigma_{\text{рас}}$ – предел прочности полимера при растяжении, Па. Условие возникновения отслоения покрытия от металла $\tau_{\text{вн}} > \tau_{\text{адг}}$, где $\tau_{\text{вн}}$ – касательные напряжения в адгезионном слое, Па; $\tau_{\text{адг}}$ – адгезионная прочность на сдвиг между полимерным покрытием и металлом, Па.

Работоспособность (долговечность, прочность или текучесть, термостойкость) полимерных покрытий при эксплуатации существенно снижается. Хорошие результаты по оценке работоспособности полимеров дает кинетическая или термофлуктуационная концепция, разработанная С.Н. Журковым [6–8]. В этой концепции разрушение и деформирование полимеров является результатом теплового движения атомов, а внешняя нагрузка, приложенная к полимеру, и внутренние напряжения, возникающие в процессе формирования полимера, снижают энергию его химических и межмолекулярных связей. Таким образом, суммарное действие внешней нагрузки, внутренних напряжений и теплового движения атомов в течение времени приводит к разрушению химических и межмолекулярных связей в полимере, что является причиной возникновения и развития микротрещин.

Механические свойства полимера обусловлены его химическим строением, которое характеризуется гибкостью и плотностью упаковки макромолекулярных цепей. Варьируя при формировании полимера строение макромолекулярных цепей, их структуру и ориентацию, можно изменять прочностные свойства материала в несколько раз.

Формула долговечности С.Н. Журкова объединяет напряжение σ , долговечность t и температуру T [7, 8]:

$$t = t_0 \cdot \exp\left(\frac{U_0 - \gamma \cdot \sigma}{R \cdot T}\right), \quad (1)$$

где t – долговечность (время до разрушения), с; t_0 – период колебания атомов в твердом теле, с; U_0 – максимальная энергия активации разрушения химических и межмолекулярных связей, кДж/моль; γ – структурно-механическая константа, показывающая темп снижения энергии активации разрушения U_0 с увеличением напряжения σ , кДж/(моль·МПа); R – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль·К); T – температура, К; σ – напряжение, МПа.

Для полимерных покрытий существуют три взаимосвязанные границы работоспособности, полученные на базе выражения (1) [7, 8]:

– силовая граница (прочность или текучесть):

$$\sigma = \frac{1}{\gamma} \cdot \left(U_0 - \frac{2,3 \cdot R \cdot T}{1 - \frac{T}{T_m}} \cdot \lg \left(\frac{t}{t_m} \right) \right); \quad (2)$$

– временная граница (долговечность):

$$t = t_m \cdot \exp \left(\frac{U_0 - \gamma \cdot \sigma}{R \cdot T} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_m} \right) \right); \quad (3)$$

– температурная граница (термостойкость):

$$T = \left(\frac{1}{T_m} + \frac{2,3 \cdot R}{U_0 - \gamma \cdot \sigma} \cdot \lg \left(\frac{t}{t_m} \right) \right)^{-1}, \quad (4)$$

где t_m – минимальная долговечность (период колебания кинетических единиц – атомов, групп атомов, сегментов), с; T_m – предельная температура существования полимера (температура разложения), К.

Анализ выражений (2–4) показывает, что рост работоспособности полимера возможен при изменении характеризующих материал параметров T_m , t_m , U_0 , γ , а именно увеличении T_m , t_m , U_0 и снижении γ .

Прочность полимерного покрытия обусловлена силами когезии, то есть силами взаимодействия элементарных звеньев полимера между собой, которые определяют допускаемые напряжения для материала полимерного покрытия $[\sigma_d]$. У одних полимеров между частицами преобладают слабые взаимодействия, например силы Ван-дер-Ваальса, а у других сильные – химические валентные связи. Прочность полимера зависит от полноты химической реакции в полимерной массе, которую характеризуют степенью химического превращения – числом прореагировавших элементарных звеньев (функциональных групп). Для увеличения степени химического превращения необходимо при напылении обеспечить высокую однородность полимерной массы. Поэтому дисперсность напыляемых частиц, формирующих полимерную массу, должна быть достаточно высокой.

Реакции между функциональными группами приводят к изменению степени полимеризации. Прочность полимера возрастает с увеличением степени полимеризации (рис. 2) [6, 9]. Минимальная степень полимеризации (40–100) соответствует прочности низкомолекулярных полимеров глобулярной структуры. При средней степени полимеризации (150–400) отмечается увеличение прочности, а при высокой степени полимеризации (>500) прочность уже не зависит от длины молекул.

Прочность полимера также зависит от упорядоченности элементарных звеньев и их ориентации относительно друг друга. Такая упорядоченная структура наблюдается на границе раздела фаз, например на границе жидкой полимерной массы и металла или отвержденного полимера, что обуславливает возникновение сил адгезии. На поверхности раздела двух фаз молекулы или элементарные звенья полимера ориентируются к поверхности металла или отвержденного полимера и образуют на ней адсорбционный слой. Ориентирующее действие сил адгезии распространяется на слои полимерной массы, примыкающие к адсорбционному слою, ослабевая по мере удаления от него. Чем меньше толщина жидкого полимерного слоя, тем выше ориентация молекул или элементарных звеньев. Таким образом, прочность полимерного слоя возрастает с уменьшением его толщины [6, 9].

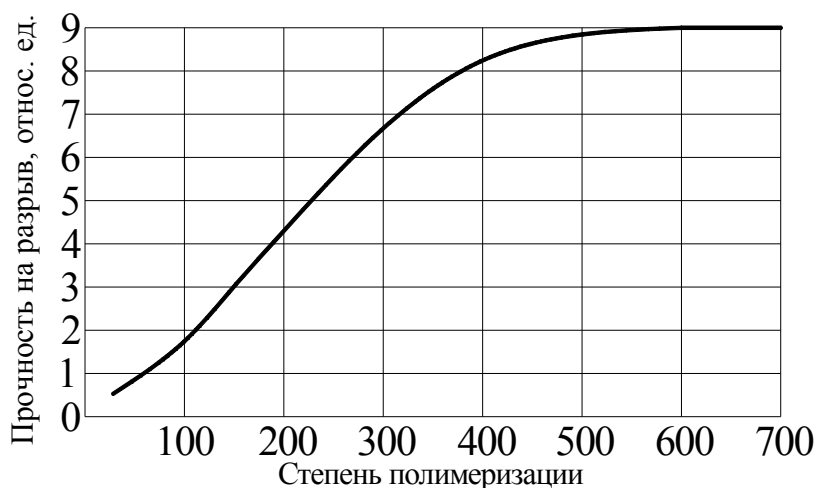


Рис. 2. Зависимость прочности на разрыв от степени полимеризации

Исходя из изложенного выше, для повышения механических свойств полимерного покрытия технологическую операцию его напыления желательно проводить в несколько переходов, то есть перейти к формированию многослойного полимерного покрытия. Послойное наращивание толщины полимерного покрытия до заданного значения имеет следующие особенности.

Послойное напыление полимерного покрытия позволяет уменьшить его разнотолщинность. Неотвержденный тонкий слой полимерной массы имеет малый запас потенциальной энергии, при этом действующие в нем силы вязкости и поверхностного натяжения препятствуют перемещению и стеканию полимерной массы под действием силы тяжести. В случаях возникновения технологических погрешностей, приводящих к уменьшению толщины полимерного покрытия ниже допустимого значения, толщина покрытия может быть увеличена путем напыления дополнительных слоев.

Значительную роль при формировании качественного полимерного покрытия играет дисперсность напыляемых частиц компонентов полимерного покрытия. Низкая дисперсность напыляемых частиц компонентов полимерного покрытия обуславливает большую разницу в соотношении компонентов по объему полимерной массы, что существенно снижает полноту реакций и взаимодействий в полимерной массе, а, следовательно, является причиной зарождения и развития дефектов полимерного покрытия, уменьшающего прочность. Из практики известно, что качественные полимерные покрытия образуются при диаметре напыляемых частиц $10^{-5} \dots 10^{-4}$ м [10].

Таким образом, послойное напыление высокодисперсными частицами компонентов полимерного покрытия обеспечивает высокие прочностные свойства полимерных покрытий. В свою очередь, высокие антикоррозионные и теплоизоляционные свойства напыленных полимерных покрытий обуславливают их широкое применение для защиты металлоконструкций нефтеперерабатывающего оборудования. Работоспособность напыленного полимерного покрытия определяется сочетанием внутренних напряжений,

возникших при его формировании, и напряжений, возникающих от действия внешних нагрузок при эксплуатации. Уровень внутренних напряжений полимерного покрытия определяется происходящими при отверждении усадочными и тепловыми процессами. Термофлуктуационная концепция С.Н. Журкова позволяет прогнозировать границы работоспособности полимерного покрытия. Высокая однородность полимерной массы обеспечивает значительную полноту взаимодействий и химических реакций в ней, что является залогом высокой прочности полимерного покрытия. Высокая дисперсность распыленных частиц компонентов полимерного покрытия обуславливает однородность полимерной массы. Послойное формирование полимерного покрытия увеличивает ориентацию молекул и функциональных групп, что приводит к росту его прочности.

Таким образом, послойное напыление высокодисперсными частицами компонентов полимерного покрытия обеспечивает его высокую работоспособность.

Литература

1. Демехин В.Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учеб. / В.Н. Демехин [и др.]. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2003. 656 с.
2. Борисов Б.И. Защитная способность изоляционных покрытий подземных трубопроводов. М.: Недра, 1987. 123 с.
3. Протасов В.Н. Полимерные покрытия в нефтяной промышленности. М.: Недра, 1985.
4. Филатов И.С. Климатическая устойчивость полимерных материалов. М.: Наука, 1983. 216 с.
5. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы // Актуализированная редакция СНиП 36.13330.2012. 2013.
6. Санжаровский А.Т. Физико-механические свойства полимерных и лакокрасочных покрытий. М.: Химия, 1975. 264 с.
7. Ратнер С.Б., Ярцев В.П. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? М.: Химия, 1992. 320 с.
8. Ярцев В.П. Прогнозирование поведения строительных материалов при неблагоприятных условиях эксплуатации: учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 124 с.
9. Яковлев А.Д., Киселева О.А. Химия и технология лакокрасочных покрытий: учеб. СПб.: Химиздат, 2008. 448 с.
10. Андрияшкин А.Ю. Перемешивание компонентов технологических смесей (Обзор) // Межотраслевой научно-технический журнал «Конструкции из композиционных материалов». 2011. № 4. С. 19–37.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВСПУЧИВАЮЩИХСЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ В УСЛОВИЯХ ГОРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

А.А. Боева;

В.Я. Пророк, доктор технических наук, доцент;

В.Я. Трофимец, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Исследованы эксплуатационные характеристики вспучивающихся огнезащитных покрытий модифицированных углеродных нанотрубок с целью улучшения их теплозащитных и адгезионных свойств. Приведены результаты исследования огнезащитной эффективности

модифицированных огнезащитных покрытий углеродными нанокompонентами в условиях углеводородного пожара.

Ключевые слова: вспучивающееся огнезащитное покрытие, наноматериалы, адгезия, углеводородный пожар

INVESTIGATION OF THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF MODIFIED INTUMESCENT FLAME RETARDANTS IN HYDROCARBON COMBUSTION CONDITIONS

A.A. Boyeva; V.Ya. Prorok; V.Ya. Trofimets.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In this paper, the operational characteristics of intumescent flame retardant coatings modified with carbon nanotubes have been investigated to improve their thermal and adhesion properties. The results of investigation of the flame retardant efficiency of modified flame retardant coatings by carbon nanocomponents in the conditions of a hydrocarbon fire are given.

Keywords: intumescent flame retardant coating, nanomaterials, adhesion, hydrocarbon fire

Горение углеводородов характеризуется высокой температурой газового потока, которая может достигать 1300 °C, а также высокой скоростью истечения (до 340 м/с). Высокотемпературные газовые потоки оказывают аэродинамическое и температурное воздействие на окружающие объекты. Действие высоких температур вызывает деформацию и обрушение металлических конструкций, приводит к возгоранию резервуаров и емкостей с углеводородами [1].

Одним из способов обеспечения требуемой огнестойкости металлоконструкций является применение вспучивающихся огнезащитных составов. Эффективность таких огнезащитных составов зависит от их способности переходить во вспученное состояние, что позволяет значительно снизить их теплопроводность. Критическими эксплуатационными характеристиками огнезащитных составов являются кратность вспучивания, устойчивость к эрозии, температура активации, изменение массы при термическом воздействии и др. [2].

Вспучивающиеся огнезащитные покрытия, применяющиеся для стальных конструкций, характеризуются своей теплоизоляционной способностью, основной характеристикой которых является коэффициент температуропроводности α , определяемый выражением:

$$\alpha = \frac{\lambda_t}{c_t \cdot \rho_a}, \quad (1)$$

где λ_t – теплопроводность; c_t – теплоемкость; ρ_a – плотность [3].

Важной характеристикой огнезащитного состава является коэффициент вспучивания. Наибольшая толщина вспученного покрытия позволяет уменьшить величину теплопроводности материала [2].

Коэффициент вспучивания определяется по формуле:

$$k_{BC} = \frac{h_{BCП}}{h_0}, \quad (2)$$

где $h_{BCП}$ – толщина вспученного покрытия; h_0 – начальная толщина.

Адгезия огнезащитных покрытий является одним из важнейших показателей, влияющих на огнезащитную эффективность вспучивающихся покрытий в условиях термического и эрозионного воздействия пламени. Основным агентом адгезионного взаимодействия является полимерное связующее, которое в условиях высоких температур подвергается деструкции. В результате происходит отслаивание пенококса и быстрый разогрев металлоконструкций [4].

Модификация полимеров и лакокрасочных покрытий наноструктурами позволяет получать материалы с улучшенными технологическими, адгезионными и физико-механическими характеристиками [5]. Депонирование многослойных углеродных нанотрубок (УНТ) (MWCNT) в небольших концентрациях (до 1,5 масс. %) в полимерные материалы значительно увеличивает их трещиностойкость, значения деформации разрушения [6], прочности при изгибе, модуля упругости [7].

Целью настоящего исследования было определение эксплуатационных характеристик вспучивающихся огнезащитных покрытий, модифицированных WCNT с целью улучшения их теплозащитных и адгезионных свойств.

В качестве объектов исследования были выбраны углеродные наноматериалы, содержащие MWCNT, которые были получены методом каталитического пиролиза на установке «CVDomna». Полученные MWCNT представляют собой протяженные цилиндрические и шаровидные структуры ($d=20\ldots30$ нм, $l=2\ldots5$ мкм) (рис. 1) [8].

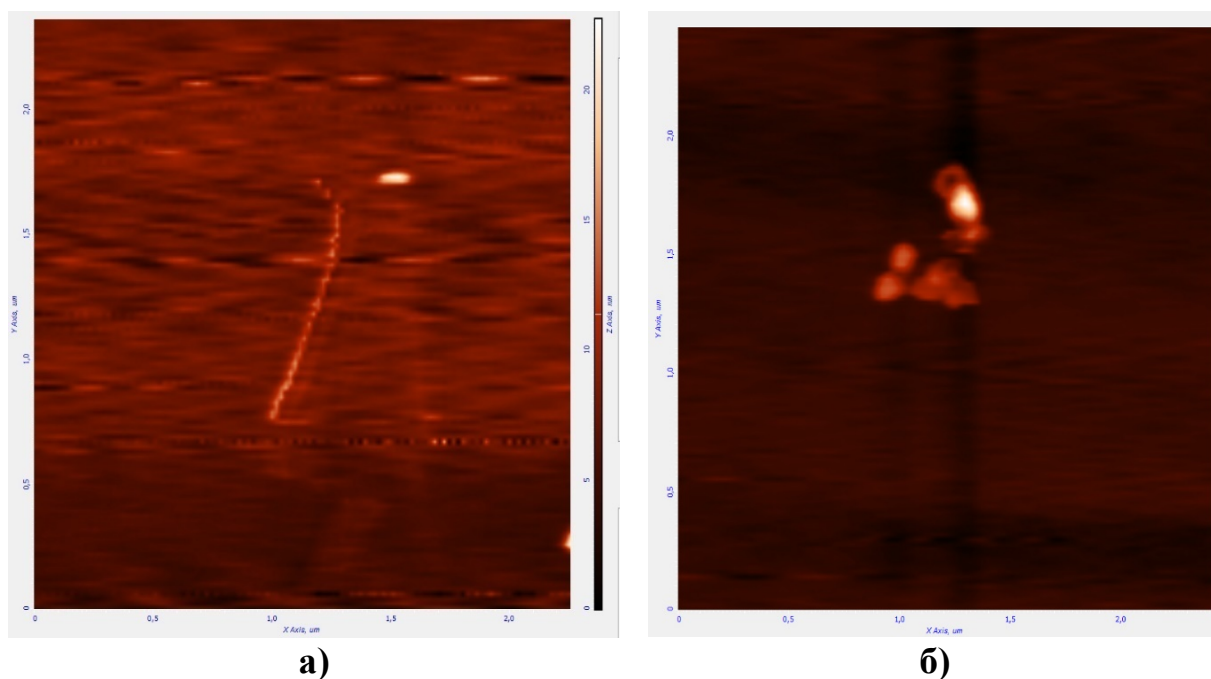


Рис. 1. Сканы атомно-силового микроскопа (АСМ) MWCNT на слюдяной подложке:
а) цилиндрические УНТ; б) шаровидные наноструктуры

Основой для модифицированного огнезащитного состава применялась огнезащитная вспучивающаяся краска для стальных конструкций «Термобарьер», выпускаемая по ТУ 2313-001-30642285-2011. Модификация огнезащитного состава проводилась с помощью депонирования функционализированных MWCNT в концентрации 0,5...1,0 масс. % в растворитель (ксилол) с дальнейшим перемешиванием в грунте ГФ-021 и в краске «Термобарьер». Были получены следующие образцы, представленные в таблице.

Таблица. Состав огнезащитного покрытия

Наименование образца	Концентрация MWCNT, масс. %	
	в грунте	в краске
Грунт 0 % Краска 0 %	0 %	0 %
Грунт 1 % Краска 0,5 %	1 %	0,5 %
Грунт 1 % Краска 1 %	1 %	1 %
Грунт 0 % Краска 0,5 %	0 %	0,5 %
Грунт 0 % Краска 1 %	0 %	1 %

Рамановский спектр MWCNT в растворителе ксилол представлен на рис. 2. Характерными для MWCNT являются пики в интервале $1\,200\text{--}1\,400\text{ см}^{-1}$. Наличие данных пиков в рамановском спектре растворителя свидетельствует о наличии нанокompозитов с MWCNT в поверхностном слое жидкости.

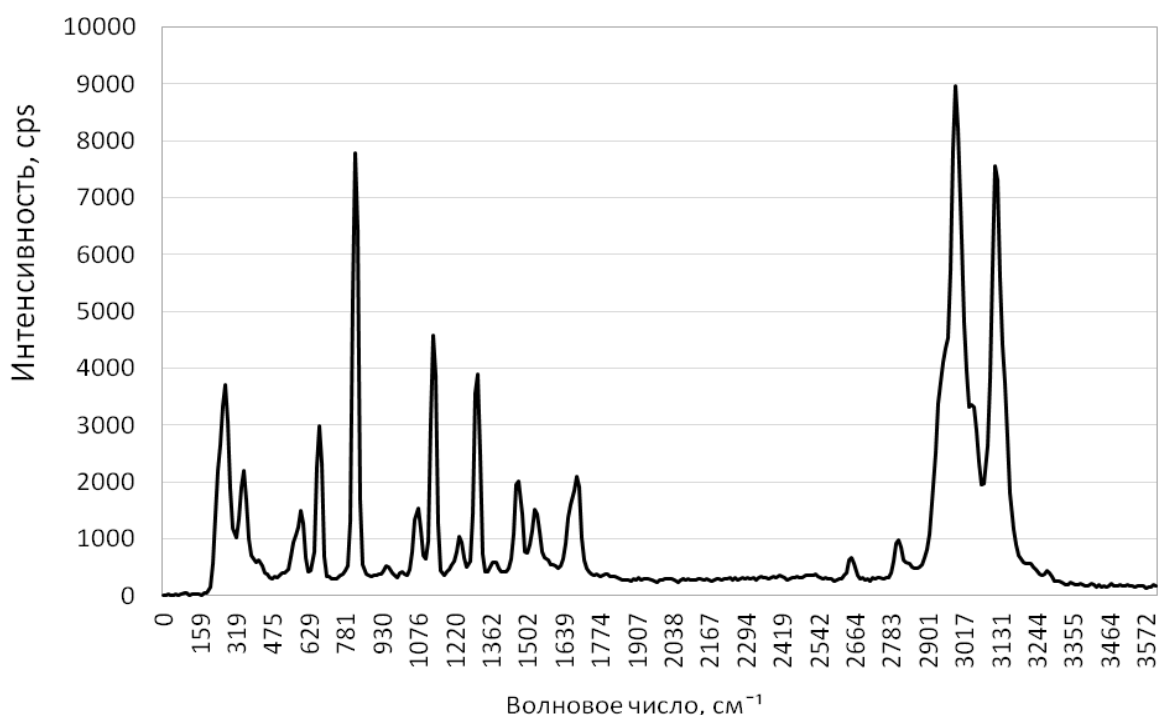


Рис. 2. Рамановский спектр MWCNT в растворителе (ксилол), лазер 532 нм, экспозиция 5 сек.

Исследование огнезащитной эффективности наномодифицированных вспучивающихся огнезащитных покрытий проводилось на лабораторной установке, моделирующей условия углеводородного горения (рис. 3) [1]. Образец пластины из углеродистой стали [8] помещался в испытательную камеру. Высокотемпературный газовый поток с давлением 0,1 МПа создавался пропан-бутановой горелкой с расходом горючего газа 50...60 г/час. Температура газового потока и тыльной стороны пластины контролировалась двумя термопарами. Время обогрева пластины составляло 25 мин. За предельное состояние принималось достижение металлической пластины температуры $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ [9].

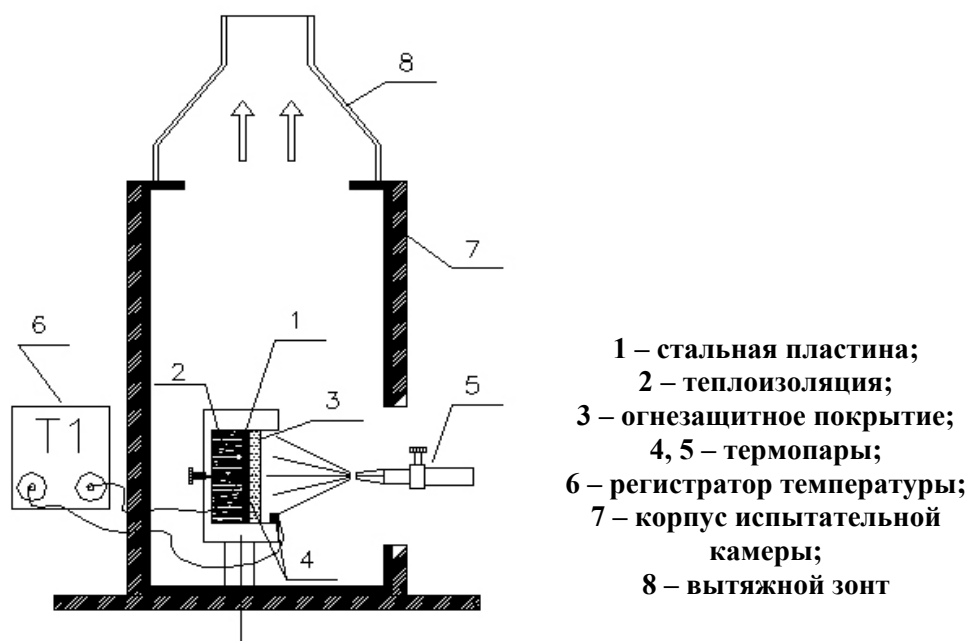


Рис. 3. Схема лабораторной установки для испытаний огнезащитных покрытий в условиях углеводородного горения

Кинетика прогрева пластин в зависимости от вида огнезащиты представлена на рис. 4. При анализе полученных результатов можно сделать вывод, что для модифицированных огнезащитных составов наблюдается более низкая температура нагрева металла в условиях горения углеводородных газов. Наилучший результат был получен для образца, содержащего материал с MWCNT в концентрации 0,5 масс. %. Образцы с более высокой концентрацией MWCNT в грунте «ГФ-021» и растворителе в течение периода испытаний также не достигли предельного состояния, однако имели более высокую температуру нагрева, что, очевидно, связано с высокой теплопроводностью наноматериалов с MWCNT [10].

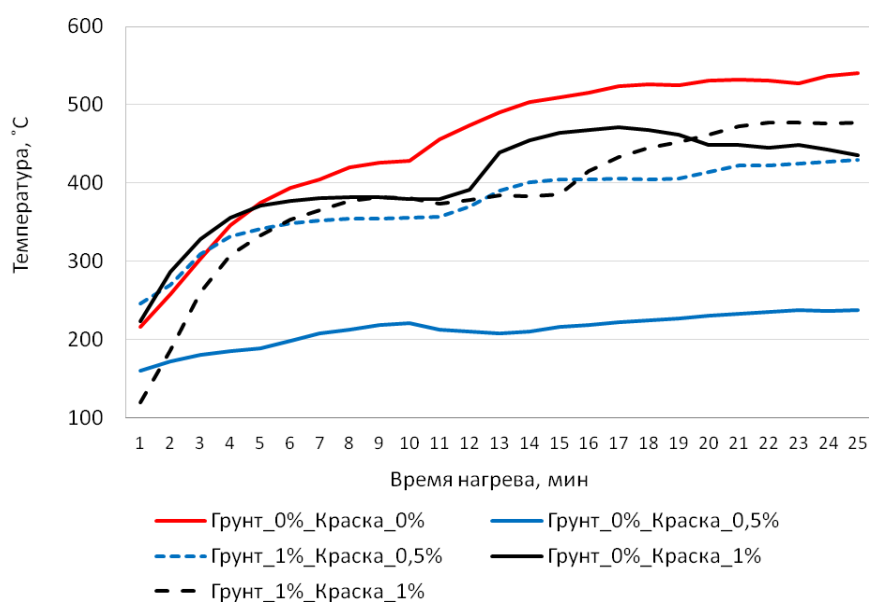


Рис. 4. Кинетика прогрева пластин в зависимости от вида огнезащиты

Сведения о коэффициенте вспучивания исследуемых огнезащитных покрытий приведены на рис. 5. Внедрение в базовый огнезащитный состав наноматериалов с MWCNT приводит к снижению коэффициента вспучивания, что может снизить эффективность огнезащитного покрытия. Вместе с тем полимерные структуры с MWCNT характеризуются более высокой термической стабильностью, что позволяет улучшить эксплуатационные характеристики модифицированных огнезащитных составов [10].

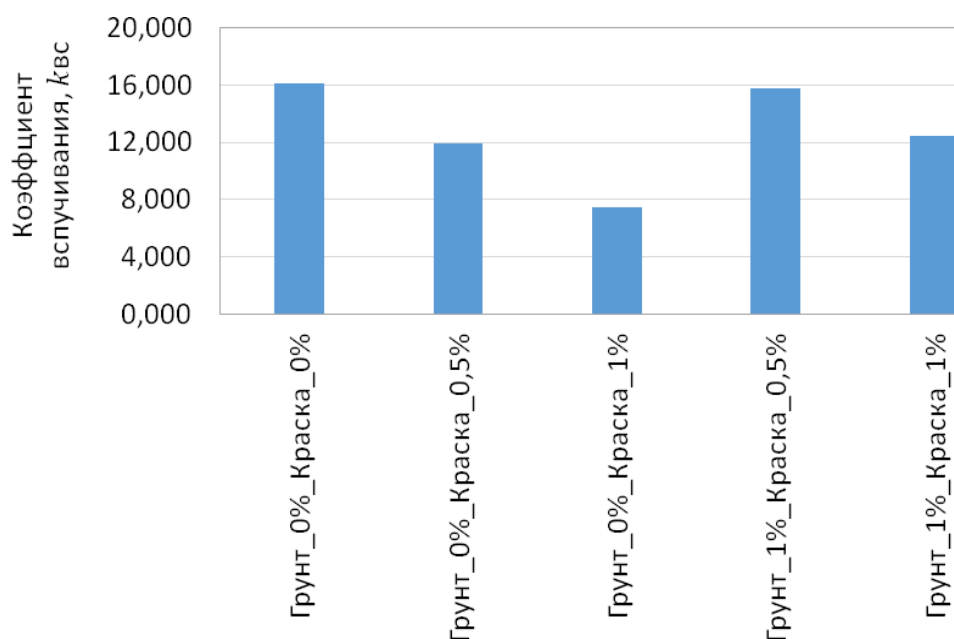


Рис. 5. Коэффициент вспучивания исследуемых огнезащитных составов

Исследование адгезии модифицированных вспучивающихся огнезащитных составов проводилось по ГОСТ 32299–2013 [11]. Метод отрыва позволяет определить количественные показатели адгезионной прочности и основан на определении усилия отрыва предварительно приклеенного к поверхности покрытия образцов стандартного размера («грибков»). После высыхания клея образцы отрывались от пластины специальным приспособлением, позволяющим определить усилие отрыва. Исходя из величины усилия отрыва и площади образца, определялась величина адгезионной прочности на отрыв. При обработке результатов учитывались как значение адгезионной прочности, так и характер разрушений, который может быть адгезионным (полный отрыв от металла или от слоя грунта), когезионным (разрыв по слою огнезащитного покрытия), отрыв по клеевому слою, и когезионно-адгезионным (смешанным) [4].

Результаты исследований адгезии модифицированных огнезащитных составов приведены на рис. 6. Внедрение MWCNT в базовый огнезащитный состав позволяет увеличить усилие отрыва на образцах огнезащитных покрытий до 20 %.

Полученные результаты исследования вспучивающихся огнезащитных покрытий с наноматериалом MWCNT позволяют говорить о более эффективной тепловой защите металлоконструкций в условиях горения углеводородных газов, а также более высокой адгезии модифицированных составов. Снижение коэффициента вспучиваемости модифицированных огнезащитных составов, обусловленных химическим строением наноструктур, не оказывает значительного влияния на снижение эффективности тепловой защиты.

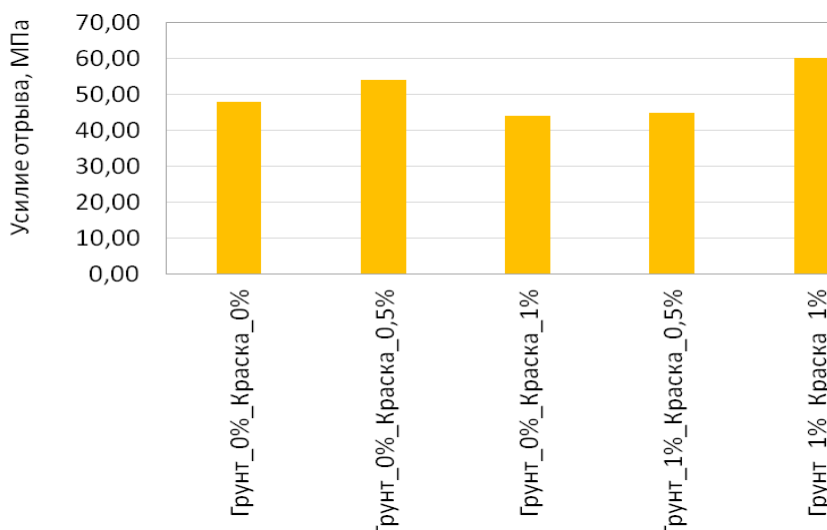


Рис. 6. Адгезия исследуемых огнезащитных составов

Литература

1. Андрияшкин А.Ю., Цой А.А. О методике определения эффективности огнезащитных покрытий для стальных конструкций в условиях факельного углеводородного горения // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. №. 2. С. 45–53.
2. Еремина Т.Ю. Моделирование и оценка огнезащитной эффективности вспучивающихся огнезащитных составов // Пожаровзрывобезопасность. 2003. №. 3. С. 22–29.
3. Голованов В.И. Прогнозирование огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой: дис. ... д-ра техн. наук. М., 2008.
4. Зыбина О.А. Теоретические принципы и технология огнезащитных вспучивающихся материалов.
5. Новые грунтовочные лакокрасочные материалы, содержащие углеродные нанотрубки / А.В. Николайчик [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 4: Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2010. Т. 1. №. 4.
6. Эффект загрузки и поверхностной модификации MWCNTs на поведении перелома нанокompозитов эпоксидной смолы / С. Гэнгули [и др.] // Журнал укрепленных пластмасс и соединений. 2006. Т. 25. №. 2. С. 175–188.
7. Использование углеродных нанотрубок для увеличения теплостойкости эпоксидных связующих / С.В. Кондрашов [и др.] // Перспективные материалы. 2013. №. 2. С. 17–23.
8. Иванов А.В., Ивахнюк Г.К., Медведева Л.В. Методы управления свойствами углеводородных жидкостей в задачах обеспечения пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 26. № 9. С. 30–37.
9. ГОСТ Р 53295–2009. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности (с изм. № 1). М.: Стандартинформ, 2009.
10. Роль укрепления различного аминопласта-мультиобнесла стеной углеродные нанотрубки в нанокompозитах эпоксидной смолы / Дж. Шен [и др.] // Наука и техника соединений. 2007. Т. 67. №. 15. С. 3 041–3 050.
11. ГОСТ 32299–2013. (ISO 4624:2002). Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва. М.: Стандартинформ, 2014.

ВЛИЯНИЕ ОПАСНЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

А.В. Федоров, доктор технических наук.

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики.

А.А. Кузьмин, кандидат педагогических наук, доцент.

Т.А. Кузьмина, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проанализировано воздействие опасных факторов пожара на теплопроводящие свойства огне-теплозащитных материалов. Представлены и проанализированы огнезащитные свойства пористых материалов на основе вспученного вермикулита и перлита, в том числе их поведение при повышенных температурах и влажности на основании результатов исследований, проведенных в отечественных и зарубежных научно-исследовательских и проектных организациях.

Ключевые слова: нефтегазовый комплекс, пожар, огнезащитные материалы, теплопроводность, конвекция, тепловое излучение, продукты горения, пористые материалы, вспученный вермикулит, перлит

INFLUENCE OF DANGEROUS PHYSICOCHEMICAL IMPACT ON FIRE PROTECTION PROPERTIES OF POROUS MATERIALS IN EMERGENCY SITUATIONS AT OBJECTS OF OIL AND GAS COMPLEX

A.V. Fedorov. Saint-Petersburg state university of information technologies, mechanics and optics.

A.A. Kuzmin; T.A. Kuzmina. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

We analyzed the impact of fire hazardous fire factors on heat-conducting properties of fire-heat-shielding materials. We demonstrated and analyzed fireproof properties of porous materials based on swelled out vermiculite and perlite, including their behavior at high temperatures and humidity on the basis of researches carried out in domestic and foreign research and design organizations.

Keywords: oil and gas complex, fire, fireproof materials, heat conductivity, convection, thermal radiation, combustion products, porous materials, swell out vermiculite, perlite

Современный уровень развития отечественного нефтегазового комплекса требует обеспечения соответствующего уровня безопасности, поскольку пожары на таких объектах являются чрезвычайными ситуациями (ЧС), сопровождающимися огромным ущербом – гибелью людей, их травматизмом, материальными потерями [1].

На объектах нефтегазового комплекса широко используются тонкостенные железобетонные, армоцементные, фибробетонные, металлические конструкции, предел огнестойкости которых не превышает 30÷40 мин [2, 3]. Для его повышения используются различные огнезащитные покрытия, для изготовления которых особенно эффективным представляется применение таких недорогих материалов, как вспученный вермикулит и перлит [3–7].

Наиболее опасным физико-химическим воздействием, которое и является причиной разрушений во время пожара, является быстрое повышение температуры продуктов горения в очаге, характер которого существенно отличается от температурного режима нормальной эксплуатации сооружений и открытых технологических установок. При возникновении возгорания в ограждениях температура в очаге пожара достигает $800\div 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ уже через $20\div 30$ мин после его начала. Открытые пожары, возникающие непосредственно на производственных объектах нефтегазового комплекса, также могут сопровождаться быстрым (в течение нескольких минут) повышением температуры продуктов горения до $1\ 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и более.

Процесс теплопереноса при пожаре, особенно на его начальной стадии, имеет ярко выраженный нестационарный характер, то есть температурное поле конструкций во время пожара изменяется не только в пространстве, но и во времени, при этом большое значение имеет скорость прогрева конструкции, пропорциональной способности материала проводить тепло и характеризующейся коэффициентом теплопроводности λ и обратно пропорциональна его способности аккумулировать тепло (то есть произведению удельной теплоемкости на плотность материала $C\cdot\rho$). Таким образом, для эффективной огнезащиты конструкций в условиях ЧС следует использовать материалы с небольшим коэффициентом теплопроводности, величина которого в значительной степени определяет огнезащитные свойства материалов и является функцией многих переменных: средней плотности, истинной пористости; размера и характера пор, влажности, средней температуры прогрева материала на данной стадии развития пожара; состава, строения, отражательной способности материала зерен.

Процесс передачи тепла в теле пористых материалов, используемых, в том числе, и для огнезащиты конструкций объектов нефтегазового комплекса в условиях ЧС, включает в себя несколько составляющих:

- передачу тепла за счет непосредственного контакта частиц твердой фазы;
- передачу тепла за счет движения молекул воздуха в пространстве между частицами твердой фазы;
- передачу тепла за счет теплового излучения [3, 8].

Также на теплофизические процессы, протекающие в теле огнезащиты конструкций во время пожара, влияет влажность материалов огнезащиты, величина которой определяется как атмосферными условиями (на наружных установках), так и подачей стволов в ходе ликвидации ЧС. По достижении на обогреваемой поверхности огнезащитного слоя температуры $95\div 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ начинается процесс фазового перехода воды, содержащейся в капиллярах, на что затрачивается часть падающей тепловой энергии пожара. В процессе прогрева огнезащитного слоя влага может диффундировать как к обогреваемой поверхности, так и от нее, при этом на обогреваемой поверхности огнезащитного слоя может образоваться сухая поверхностная зона, а в глубине – зона повышенного влагосодержания.

Учитывая то, что на испарение влаги, содержащейся в огнезащитном слое, требуется затратить значительное количество энергии, равное теплоте парообразования ($\approx 2\ 200\text{ кДж/кг}$), а также то, что поток пара, двигаясь против потока тепла, в ходе своего прогрева воспринимает на себя часть тепловой энергии, процесс прогрева защищаемой металлической конструкции тормозится [5]. Однако скопившийся внутри огнезащитного слоя пар может оказывать разрушающее воздействие на материал огнезащиты, вызывая его отслоение от поверхности защищаемой конструкции.

Тем не менее большая пористость таких огнезащитных материалов, как вспученный вермикулит и перлит, обуславливает их высокую теплоизолирующую способность. Зависимость величины коэффициента теплопроводности вспученного вермикулита от размера частиц твердой фазы представлена на рис. 1 [9].

Из рис. 1, 2 следует, что у всех трех проб материалов теплопроводности различаются на 4÷8 %. Некоторое увеличение теплопроводности материалов с крупными частицами объясняется повышением доли конвективного теплопереноса. Если частицы мелкие (менее 0,6 мм), то это связано с наличием пустой породы и ростом доли передачи тепла теплопроводностью. Испытания также показали, что теплопроводность пластинчатых частиц несколько меньше, чем у кубообразных. Это можно объяснить односторонней ориентацией пластинчатых частиц вермикулита при их контакте (во время испытаний тепловой поток проходил через вермикулитовую засыпку приблизительно перпендикулярно плоскостям спекания частиц).

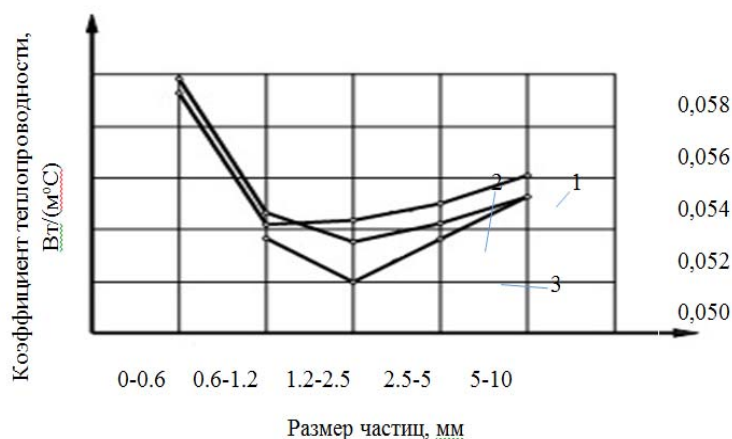


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности вспученного вермикулита от фракционного состава: 1 – ковдорский гидрофлогопит; 2 – ковдорский гидрофлогопит; 3 – инаглинский вермикулит

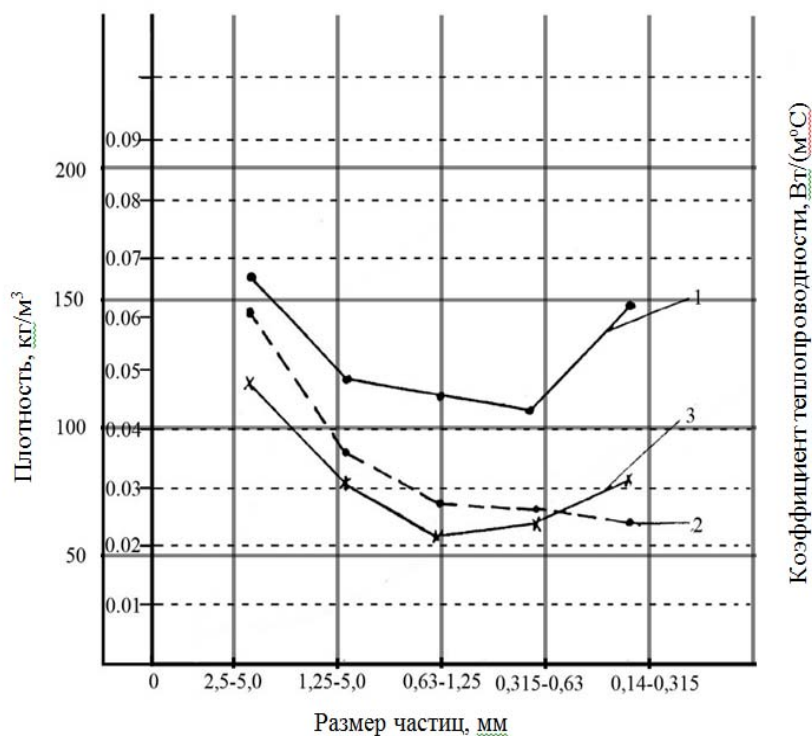


Рис. 2. Зависимости коэффициента теплопроводности (1) и плотности вспученного вермикулита (2) и перлита (3) от размера частиц

Данные из рис. 2 позволяют сделать вывод, что с уменьшением размера частиц твердой фазы коэффициент теплопроводности вермикулита растет более интенсивно, чем у перлита.

Приведенные в литературе [5, 7, 8, 10] экспериментальные данные по значениям коэффициентов теплопроводности вспучивающихся огнезащитных материалов значительно расходятся. Это можно объяснить процессами теплопереноса в их газовой фазе, ее давления, а также размера частиц твердой фазы и общей пористости, а также использованием различных методик по определению теплофизических характеристик материалов.

Принято считать, что величина коэффициента теплопроводности пористого материала всегда больше коэффициента теплопроводности воздуха, так как твердые составляющие материала обладают более высокой теплопроводящей способностью, нежели газы. Это утверждение основано на предположении, что диаметр пор в материале значительно больше свободной длины пробега молекул воздуха. В противном случае при достижении значительной тонкодисперсности пористого материала его коэффициент теплопроводности может оказаться даже несколько меньше, чем коэффициент теплопроводности воздуха при той же температуре.

В табл. 1 представлены значения коэффициента теплопроводности американского продукта «Santosel» (кремневая кислота, переведенная в пористое состояние с диаметром пор $18 \cdot 10^{-8}$ мм и толщиной стенок пор $2,5 \cdot 10^{-8}$ мм) и отечественного продукта «Белая сажа БС-280». Средний свободный пробег молекул воздуха при нормальных условиях равен $10\,000 \cdot 10^{-8}$ мм.

Таблица 1. Коэффициенты теплопроводности тонкодисперсных материалов в зависимости от температуры

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м°С)	
	при температуре 0 °С	при температуре 50 °С
Santosel	0,0209	0,0239
Белая сажа БС-280	0,01	0,02
Воздух при нормальном давлении	0,0237	0,0270

Опытами Кистлера и Колдуэлла с кремнеаэрогелем различной тонкости показано, что теплопроводность понижается при высоком вакууме до 0,0032 Вт/(м°С), что в 10 раз меньше теплопроводности воздуха при нормальном атмосферном давлении [11].

Высокая пористость огнезащитных материалов может быть достигнута за счет особенностей структуры частиц. Используемые для огнезащиты пористые материалы можно разделить на две группы. У аэрогеля кремневой кислоты, аэросила, белой сажи структура частиц твердой фазы представляет собой конгломераты небольших шаровидных образований диаметром $5 \div 20$ нм. У вспученного перлита и вспученного вермикулита структура имеет ячеистый характер, значение коэффициента теплопроводности материала можно определить при помощи эмпирического уравнения:

$$\lambda_{эф} = \lambda_s \left[1 + \left(\frac{3}{2} (1 - \Pi) + 11 (1 - \Pi)^4 \right) - \frac{1}{2,69 + 0,31 \frac{\lambda_m}{\lambda_s}} \right], \quad (1)$$

где Π – доля объема пустот между частицами твердой фазы; λ_v – коэффициент теплопроводности воздуха; λ_r – коэффициент теплопроводности материала частиц.

Поскольку коэффициент теплопроводности – одна из важнейших теплофизических характеристик тепло-огнезащитных материалов, то особый интерес при выборе материала для огнезащиты представляет характер изменения этого показателя у вспученного вермикулита и перлита с ростом температур.

Экспериментальное исследование Ю.З. Салова зависимости величины коэффициента теплопроводности в диапазоне температур от 200÷600 °С показало, что у такого сверхлегкого теплоизоляционного материала – пеноасбеста М-25 – он увеличивается в 6 раз, в то время как у вспученного перлита М-100 – в 2,6 раза, а у вспученного вермикулита М-150 только в 2 раза [9].

Такой интенсивный рост коэффициента теплопроводности пеноасбеста обусловлен существованием значительного количества крупных сообщающихся пор, что создает условия для конвекции воздуха. Такая структура характерна для любых минеральных волокнистых теплоизоляционных материалов, поэтому при повышении температуры продуктов горения (на начальной стадии пожара) пеноасбестовая огнезащита работает хуже, чем огнезащита из вспученного перлита или вермикулита.

Относительно небольшое изменение коэффициента теплопроводности вспученного вермикулита при изменениях температуры можно объяснить тем, что его поверхность имеет золотистый цвет и вследствие этого коэффициент излучения этого огнезащитного материала $C \approx 0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}^4)$ значительно меньший, чем коэффициент излучения «абсолютно черного тела» $C_0 = 5,67 / \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}^4)$ [12].

Существенное уменьшение доли теплового излучения в эффективную теплопроводность вспучивающихся огнезащитных материалов связан с тем, что их пористая структура представляет собой множество мелких экранов, снижающих излучательную составляющую теплового потока. При этом наибольший теплоизолирующий эффект наблюдается у материалов с малой излучательной способностью и высокой отражательной способностью.

Величина коэффициентов излучения поверхностей вспученного вермикулита и перлита тесно связаны с коэффициентами отражения этих материалов, которые могут быть измерены спектрофотометром. Поскольку для таких ЧС на объектах нефтегазового комплекса, как открытые пожары, характерно горение в основном газообразных и жидких фракций нефтепродуктов, которое обуславливает достаточно высокую температуру продуктов горения (1 100°С и выше), целесообразно измерять величину коэффициента отражения огнезащитного слоя в видимом спектре теплового излучения ($\lambda = 400 \div 700 \text{ нм}$). Результаты измерения коэффициента отражения поверхностей вспученных вермикулита и перлита, неокрашенных и окрашенных в черный цвет, представлены на рис. 3 [5].

Результаты измерения коэффициента теплопроводности вспученного вермикулита, представленные в табл. 2, подтверждают, что величина зависит от коэффициента отражения материала, то есть от цвета его твердых фракций и рельефа их поверхности [5].

Таблица 2. Теплопроводность золотистого и черного вспученного вермикулита

Цвет вермикулита	Размер фракции, мм	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м°С)	
			Зондовый метод	Бикалориметр
золотистый	2,5÷5,0	145	0,073	0,080
черный			0,085	0,086
золотистый	1,25÷2,5	175	0,066	0,08
черный			0,076	0,085
золотистый	0,63÷1,25	200	0,072	0,079
черный			0,080	0,088

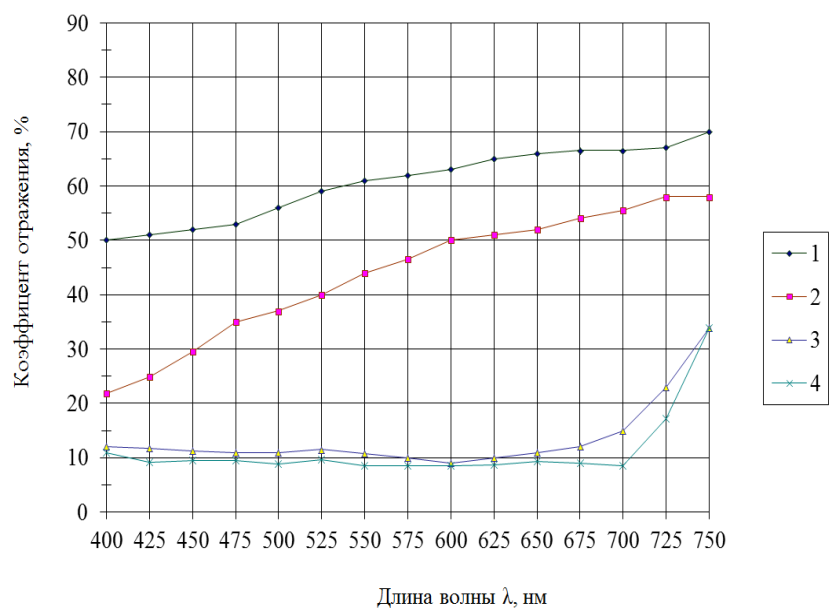


Рис. 3. Зависимость коэффициента отражения вспученного вермикулита (перлита) от длины волны: 1– вспученный вермикулит; 2 – вспученный перлит; 3 – вспученный вермикулит «черный»; 4 – вспученный перлит «черный»

Выявить конвективную составляющую в теплопроводности пористого материала можно на основании разности в значениях коэффициента теплопроводности при атмосферном давлении и в вакууме, при этом в ходе эксперимента возможна деформация его ячеистой структуры, что естественно увеличивает погрешность проводимого эксперимента.

Доля конвективной составляющей в коэффициенте теплопроводности пористого материала в % рассчитывается по формуле:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda - \lambda_{\text{вак}}}{\lambda} \cdot 100, \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности материала при атмосферном давлении, Вт/(м°C); $\lambda_{\text{вак}}$ – теплопроводность материала в вакууме, Вт/(м°C).

В табл. 3 представлены результаты эксперимента, проведенного на установке, созданной на кафедре физики Ленинградского инженерно-строительного института [12].

Таблица 3. Зависимость коэффициента теплопроводности вспученного перлита от насыпной плотности размера частиц и давления воздуха

Показатели	Размер твердой фракции, мм			
	1,25÷2,5	0,63÷1,25	0,315÷0,63	0,16÷0,315
Насыпная плотность, кг/м³	87	70	65	125
Коэффициент теплопроводности при атмосферном давлении, Вт/(м°C)	0,058	0,054	0,049	0,072
Коэффициент теплопроводности в вакууме, Вт/(м°C)	0,043	0,033	0,025	0,029

Доля конвективной составляющей процесса теплопередачи в теле вспученных огнезащитных материалов, имеющих пористость в пределах $82 \div 97,5$ %, может изменяться в значительном диапазоне у перлита: $25,9 \div 63,5$ % и у вермикулита: $6,7 \div 37,1$ % (табл. 4) [13].

Таблица 4. Доля конвективной составляющей в теплопередаче вспученных огнезащитных материалов, %

Материал	Размер зерен твердой фракции, мм			
	1,25÷2,5	0,63÷1,25	0,315÷0,63	0,14÷0,315
Вермикулит вспученный	6,7	16,8	16,2	37,1
Перлит вспученный	25,9	39,4	40,9	63,5

Таким образом, на основании результатов исследований, проведенных отечественными и зарубежными специалистами можно утверждать, что:

- при повышении температуры продуктов горения огнезащита, выполненная из волокнистых материалов, в условиях ЧС работает хуже, чем огнезащита из пористых материалов (например, вспученного перлита или вермикулита);
- с уменьшением размера частиц твердой фракции коэффициент теплопроводности вермикулита растет более интенсивно, чем у перлита;
- прослеживается определенная тенденция к увеличению доли конвективной составляющей по мере уменьшения размеров частиц твердой фракции вспученных огнезащитных материалов.

Литература

1. Информация об авариях, произошедших на предприятиях, подконтрольных территориальным органам Федеральной службы по экологическому, технологическому, атомному надзору. URL: <http://www.rostehnadzor.ru/chronicle.html> (дата обращения: 21.04.2017).
2. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. М.: АСВ, 1994. 185 с.
3. Технология теплоизоляционных материалов: учеб. / Ю.П. Горлов [и др.]. М.: Стройиздат, 1980. 399 с.
4. Дубенецкий К.Н., Пожнин А.П. Вермикулит (свойства, технология и применение в строительстве). Л.: Изд-во лит-ры по строительству, 1971. 176 с.
5. Еремина Т.Ю. Состояние и перспективы решения проблем повышения пожарной безопасности строительных конструкций и материалов для зданий и сооружений. СПб.: Изд-во «Welcome», 2003. 144 с.
6. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. Ч. I: Строительные материалы, их пожарная опасность и поведение в условиях пожара: учеб. / Б.С. Лимонов [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2014. 184 с.
7. Нижегородов А.И. Вермикулит и вермикулитовые технологии: исследования, производство, применение. Иркутск: «БизнесСтрой», 2008. 96 с.
8. Пожнин А.П., Шиняева Т.Б. Огнезащитные покрытия для металлических конструкций на основе минерального сырья // Строительные материалы и изделия из техногенного сырья: сб. трудов. Л.: ЛИСИ, 1991. 25 с.

9. Салов Ю.З. Исследование технологических параметров и разработка механизированного процесса устройства теплоизоляции строительных конструкций (на примере атомной электростанции с реактором РБМК): дис. ... канд. техн. наук. Л.: ЛИСИ, 1980. 122 с.

10. Страхов В.Л., Крутов А.М., Давыдкин Н.Ф. Огнезащита строительных конструкций / под ред. Ю.А. Кошмарова. М.: Информ.-изд. центр «ТИМР», 2000. 433 с.

11. Архитектурное материаловедение: учеб. / Ю.М. Тихонов [и др.]. СПб.: Изд-во Академия, 2013. 288 с.

12. Исследование поведения огне-теплозащитных материалов в условиях пожара. Ч. I: Исследования поведения огнезащитных материалов на основе вермикулита, перлита и стеклофибры в условиях пожара: монография / Ю.М. Тихонов [и др.] / под общ. ред. В.С. Артамонова. СПб.: Астерион, 2015. 235 с.

13. Fire resistant compositions and laminates: Advence 2255560 Gr. B, МКИ5 С 08 К 5/55, В 32 В 17/10, В 32 В 27/ 38/ Varma K.S., Parkes D.P.; Pilkington Pic . № 9203420.6; Stated. 18.02.92; Pubished. 11.11.92; НКИ СЗВ.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОГЛАСОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;

С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Использование трехпроводных сетей совместно с устройствами защитного отключения гарантирует не только защиту от поражения электрическим током, но и высокую пожарную безопасность.

Ключевые слова: электроснабжение, двух- трехпроводные сети, электрооборудование, электрические приборы

TECHNICAL SOLUTIONS TO PROBLEMS OF HARMONIZATION OF SAFETY CRITERIA IN ELECTRICAL NETWORKS

I.L. Skripnik; S.V. Voronin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The use of three-wire networks in conjunction with the protective devices guarantees not only protection from electric shock, but also a high fire safety.

Keywords: power supply, two-wire network, electrical equipment, electrical appliances

Анализ статистических данных за 2011–2016 гг. показал, что в Российской Федерации из-за нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования происходит около 20–25 % от общего числа пожаров (за 2016 г. – 29,59 %). Статические данные за последние годы свидетельствуют о том, что нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования стало причиной каждого пятого пожара (табл. 1) [1]. Распределение пожаров в Российской Федерации по видам изделий, на которых возник пожар, показывает, что больше всего пожаров произошло на кабелях и проводах и большой рост числа пожаров от данных изделий постоянно растет. За 2016 г. составил – 29,59 % от общего количества пожаров в Российской Федерации. За 2011–2016 гг. в среднем увеличилось на 256 пожара.

Также отмечен высокий уровень долговременного роста количества погибших людей на пожарах, возникших от кабелей и проводов на 45 человек в год.

Таблица 1. Статические данные по пожарам

Причина возникновения пожара	Количество пожаров, ед.					
	Погибло человек					
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования	40 895	40 891	40 388	40 871	40 767	41 151
	1 992	1 974	1 860	2 002	1 879	1 878
Всего в Российской Федерации	168 500 12 019	162 900 11 652	153 500 10 601	150 800 10 138	145 900 9 405	139 069 8 711

Проведенный анализ показал, что основным его результатом остается сохранение имевшейся в предыдущие годы тенденции очень высокого роста количества пожаров от кабелей и проводов в первую очередь в зданиях и сооружениях жилого назначения [2]. Рост числа пожаров от данных изделий стал причиной сохранения очень высоких темпов увеличения количества пожаров, возникших вследствие недостатка конструкции и изготовления электрооборудования и прочих причин, связанных с неправильным устройством и эксплуатацией электрооборудования. Каждый второй из трех пожаров, возникших по данным причинам, возник от кабеля или провода. Еще большую долю составил рост числа пожаров от кабелей и проводов, от общей величины роста числа пожаров, произошедших по каждой из данных причин.

В результате проведенного анализа предлагаются следующие мероприятия по улучшению обстановки с пожарами в Российской Федерации:

1. Объяснить людям, что одной из причин роста числа пожаров от кабелей и проводов является повышение нагрузки на электропроводку, вызванное ростом числа одновременно подключаемых к электрической сети бытовых электроприборов.

2. Предложить проводить проверки всего имеющегося электрооборудования, в первую очередь исправности и технического состояния кабелей и проводов, в том числе с применением современных бесконтактных методов экспресс-измерений, таких как тепловизионные обследования электроустановок зданий. При нахождении неисправностей постараться обязательно заменить проводку.

3. Предложить широко применять для внутреннего монтажа зданий и сооружений кабели с повышенными показателями пожарной безопасности [3].

4. Провести проверки исправности электрических изделий: бытовых электронагревательных приборов, выключателей, вилок, электророзеток, разветвителей, электрораспределительных щитов, электросчетчиков, электроплит, исправить найденные неисправности или произвести их замену.

5. Обратит внимание на намного более высокую гибель и травматизм людей на пожарах, распространившихся от источника возгорания, в том числе от кабеля и провода, на пол, по сравнению со случаями распространения огня на стены, перегородки и еще большую разницу в сравнении со случаями распространения пламени на потолочные перекрытия и крыши.

6. При строительстве новых, реконструкции имеющихся зданий и сооружений, замене проводки рекомендовать прокладывать кабели и провода как можно выше, желательно по потолку или крыше.

7. Обеспечить совершенствование нормативно-технической базы, распространяющейся на сертификацию кабельных изделий. Так как большая часть числа пожаров и весь рост числа пожаров пришелся на не подлежащие обязательной сертификации в области пожарной безопасности кабели и провода, пересмотреть порядок сертификации кабелей и проводов в сторону обязательной их сертификации в области пожарной безопасности.

8. Внести изменения в порядок сертификации кабельных изделий.

9. Для определения видов кабелей и проводов, от которых возникает наибольшее число пожаров, а также причин роста числа данных пожаров, внести изменения в Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и Приказ МЧС России от 26 декабря 2004 г. № 727 «О совершенствовании деятельности по формированию электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий» [4]:

- классификацию кабелей и проводов следующего вида: «Медный провод», «Алюминиевый провод», «Медный кабель», «Алюминиевый кабель»;

- внести в карточку учета пожара дату последней замены проводов, кабелей в здании, сооружении, на котором произошел пожар, при невозможности определения такой даты или отсутствии замен проводов и кабелей – дату сдачи здания, сооружения в эксплуатацию.

10. Провести анализ нормативно-правовых документов [4], определяющих порядок расчета параметров кабелей и проводов, прокладываемых в зданиях и сооружениях.

11. При проведении профилактической деятельности органами государственного пожарного надзора Главного управления по всем субъектам Российской Федерации, а также специальных и воинских подразделений среди населения особое внимание людей обратить на рост высокого уровня числа погибших детей данных возрастов на пожарах, произошедших в многоквартирных жилых домах, возникших при нарушении правил технической эксплуатации электрооборудования в первую очередь от кабелей и проводов.

12. Предложить проводить периодические проверки состояния электрической защиты и при ее отсутствии проводить дополнительную установку устройств защитного отключения дифференциального тока (УЗО-Д).

Наиболее пожароопасными видами электроустановок являются электропроводки, а наиболее частыми причинами их возгорания – короткие замыкания. На их долю приходится до 41 % всех пожаров.

Наряду с пожарной опасностью электроустановки могут представлять и прямую угрозу жизни человека. Статистика электротравматизма показывает, что смертельные поражения электрическим током составляют 2,7 % общего числа смертельных случаев.

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на технологическом оборудовании, на металлических конструкциях сооружений и т.д.). Чаще всего происходит это вследствие повреждения изоляции;

- возможность прикосновения к неизолированным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1 000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

- прочие причины. К ним относятся: несогласованные и ошибочные действия персонала; подача напряжения на установку, где работают люди; оставление установки под напряжением без надзора; допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

Основной причиной поражения электрическим током является прикосновение к открытым токоведущим частям, находящимся под напряжением – 56 % от всех электротравм, 23 % приходится на прикосновение к проводящим частям оборудования, оказавшимся под напряжением в результате повреждения изоляции. Прикосновение к токоведущим частям покрытым изоляцией, потерявшей свои свойства; касание токоведущих частей предметами с низким электрическим сопротивлением вызывает поражение током в 18 % случаев. Соприкосновение с полами, стенами, элементами конструкций, грунтом, оказавшимся под напряжением вследствие аварийного замыкания на землю – 2 %. И поражение через электрическую дугу – 1 %.

Таким образом, почти половина всех электротравм в России происходит в результате возникновения в электроустановках того или иного аварийного режима.

В Российской Федерации около 60 % электрических сетей являются двухпроводными (TN-C) «земля и нейтраль вместе», в которой функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводника совмещены в одном проводе. Опасным становится использование данной системы при аварийном режиме, например при ухудшении изоляции проводника. В Правилах устройства электроустановок рекомендуется переходить с системы TN-C на систему TN-C-S. На вновь строящихся объектах система TN-C уже не применяется, а на тех объектах, где она осталась, рекомендуется по возможности переходить с нее на трехпроводную систему TN-C-S «разделенный общий провод земля – нейтраль».

Произведенный анализ величины электрического тока, протекающего через тело человека при различных схемах прикосновения к электрооборудованию, показал, что наиболее опасно двухполюсное прикосновение при любом режиме сети относительно земли, так как в этом случае ток, протекающий через человека, определяется только сопротивлением его тела, а наименее опасно однополюсное прикосновение к проводу изолированной сети в нормальном режиме работы.

Поражение человека электрическим током в системе напряжением до 1 000 В с глухозаземленной нейтралью может произойти при совпадении в пространстве и времени четырех независимых случайных событий: обрыв нулевого защитного проводника, обрыв повторного заземления, прикосновение человека к корпусу электрооборудования, замыкание фазы на корпус электрооборудования. Такое совпадение независимых случайных событий является наиболее опасным, так как не приводит к короткому замыканию в сети и не происходит отключение поврежденного участка с помощью аппаратуры защиты, поэтому человек, случайно прикоснувшийся к корпусу электрооборудования без индивидуальных средств защиты, попадает под фазное напряжение сети.

Обозначим через $\alpha_k(t)$ процесс изменения состояния каждого из четырех элементов ($k=\overline{1,4}$), совпадение которых обуславливает поражение человека электрическим током. Будем считать, что $\alpha_k(t)$ принимает два значения: 0 или 1 в зависимости от того, в безопасном или опасном состоянии находится элемент k . Что же касается статистической природы этих функций, предположим следующее: вероятность переходов из безопасного состояния в опасное за промежутки времени Δt равна:

$$\lambda_k (\Delta t) + 0 (\Delta t),$$

где $0 (\Delta t)$ означает, что вероятность появления более одного опасного состояния в интервале $t+\Delta t$ является величиной высшего порядка малости по сравнению с Δt ; вероятность перехода из опасного состояния в безопасное за время Δt равна $\mu_k \Delta t + 0 (\Delta t)$ и не зависит от предшествующего течения процесса $\alpha_k(t)$.

Величины λ_k и μ_k – параметры рассматриваемого процесса, при этом λ_k характеризует интенсивность или скорость смены опасных промежутков времени, которые сменяются опасными, а μ_k частоту или скорость смены опасных промежутков времени безопасными.

Принятые допущения означают, что $\alpha_k(t)$ можно рассматривать как процесс Маркова с двумя состояниями: 0 (безопасное) и 1 (опасное) [5]. Поражение человека электрическим током наступает в момент совпадения процессов в состоянии 1, то есть когда $\alpha_1(t)=1$, $\alpha_2(t)=1$, $\alpha_3(t)=1$, $\alpha_4(t)=1$.

Выразим значение среднего времени t_1 до поражения человека электрическим током через параметры процессов $\alpha_k(t)$, $k=\overline{1,4}$. Для этого совокупность указанных процессов рассмотрим как процесс Маркова с 16 состояниями и непрерывным временем. Поведение во времени такой системы полностью определяется матрицей интенсивности переходов [6],

где $\alpha_j=1-C_j$; C_j – сумма элементов j -й строки матрицы; $j=\overline{1,15}$; $\lambda_j=1/d_j$; $i=\overline{1,4}$; $\overline{d_1}$, d_1 – средний интервал времени между обрывами нулевого защитного проводника и средняя длительность нахождения этого проводника в опасном состоянии (обрыва); $\overline{d_2}$, d_2 – средний интервал времени между обрывами проводника повторного заземления

и средняя длительность нахождения этого проводника в опасном состоянии (обрыва); $\overline{d_3}$, d_3 – средний интервал времени между прикосновениями человека к корпусу электрооборудования без индивидуальных средств защиты и средняя длительность прикосновения человека к металлическому корпусу; $\overline{d_4}$, d_4 – средний интервал времени между появлениями напряжения на корпусе электрооборудования и средняя длительность его существования.

Используя систему уравнений и полученную матрицу, можно определить среднее время до поражения человека электрическим током:

$$\tau(I - P)^{-1} \xi,$$

где I – единичная матрица; P – матрица интенсивности переходов, полученная из матрицы Q путем исключения поглощающего состояния (строки из элементов 0, 0, ..., 1 и соответствующего столбца); ξ – вектор-столбец, все элементы которого равны 1.

В выражении (1) τ – вектор-столбец: $\tau = [\tau_i]_{i=1}^{15}$, где τ_i – среднее время до поражения человека электрическим током, если в начальный момент система находилась в i -м состоянии.

Можно вычислить среднюю длительность нахождения нулевого защитного проводника d_1 и повторного заземления d_2 в необнаруженном отказавшем (обрыв) состоянии:

$$d_i = \tau_{np} - d_i \left[1 - \exp\left(-\frac{\tau_{np_i}}{d_i}\right) \right].$$

В тех случаях, когда формулу $\left(\frac{\tau_{np_i}}{d_i} < 0,1\right)$ можно записать в виде:

$$d_i = \frac{\tau_{np_i}^2}{(2\overline{d_i})}, \quad (1)$$

где при $i=\overline{1,2}$; $\tau_{np_i} = \tau_{np_1} = \tau_{np_2}$ – интервал времени между профилактическими осмотрами нулевого защитного проводника и повторного заземления.

Воспользовавшись матрицей, системой уравнений, формулой (1) можно определить средний интервал времени до поражения человека электрическим током, если в начальный момент все элементы, входящие в рассматриваемую систему, находились в безопасном состоянии:

$$\tau_1 = \frac{4\overline{d_1}^2 \overline{d_2}^2 \overline{d_3} \overline{d_4}}{\tau_{np_i}^4 d_3}.$$

Применив теорему восстановления, найдем интенсивность поражения человека электрическим током из выражения:

$$H = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{H(T)}{T} = \frac{1}{\tau_1}.$$

Вероятность поражения электрическим током вычислим по формуле:

$$F(t) = 1 - \exp(-Ht)$$

В тех случаях, когда $Ht < 0,01$, получим $F(t) \approx Ht$.

Если за нормируемый уровень электробезопасности принять $F(t)=10^{-6}$, где ($t=1$ год), тогда $F(1)=H=10^{-6}$ год⁻¹. Это значит, что статистически допускается одно поражение человека электрическим током в течение года на миллион человек, каждый из которых может случайно прикоснуться к корпусу электрооборудования.

Для двухпроводной сети это значение будет равно $1,6 \cdot 10^{-6}$, что не удовлетворяет требованиям нормативных и руководящих документов по электробезопасности.

В нашей стране более 50 % электрических сетей являются двухпроводными. Но в последнее время проекты электроснабжения зданий стали предусматривать третий, нулевой защитный провод (заземляющий проводник). Назначение этого проводника – защита человека от поражения электрическим током при соприкосновении с электрооборудованием или электрическими приборами класса I, имеющими металлическую оболочку, которая может оказаться под высоким напряжением.

Поэтому необходимо рассмотреть задачи, возникающие при изменении схемы электроснабжения жилых и общественных зданий (переходе от двухпроводных электрических сетей к трехпроводным), что бы выполнить требования по пожарной безопасности и электробезопасности.

Перевод схемы электроснабжения зданий с двух- на трехпроводную оказывает влияние на уровень пожарной опасности электрической сети, электрооборудования и электрических приборов. Исследования, проведенные во Всероссийском научно-исследовательском институте противопожарной обороны, показали, что наличие третьего провода повышает уровень пожарной опасности системы (электрическая сеть – приемник электрической энергии) и требует дополнительных противопожарных мероприятий.

Если рассмотреть эквивалентные электрические схемы электропитания бытового электроприбора от двух- и трехпроводной сети, то можно отметить, что при трехпроводной схеме электроснабжения жилых и общественных зданий количество возможных пожароопасных режимов больше, чем при двухпроводной схеме. Электрические параметры пожароопасных режимов могут быть представлены в виде эквивалентных электрических сопротивлений. Анализируя схемы, следует отметить, что в первом случае полностью отсутствует возможность замыкания фазного провода на заземленную оболочку прибора и образования цепей утечки с фазы на землю. При наличии защитного заземляющего проводника появляется возможность утечки тока с фазы на землю и образования короткого замыкания.

Из результатов сравнения электрических схем следует, что количество наиболее характерных аварийных пожароопасных режимов в электрической схеме с нулевым защитным проводником больше, чем в схеме без этого проводника.

Определив вероятность возникновения пожара от системы «электрическая сеть + электрический прибор» для двух- и трехпроводной сети, можно оценить степень пожарной опасности каждого из сравниваемых вариантов электроснабжения. Значение вероятности возникновения пожара зависит от количества пожароопасных режимов, надежности элементов изделия и аппаратов защиты [7, 8].

Проведенный расчет вероятности возникновения пожара от бытового электрического прибора, включенного в двухпроводную электросеть, показал, что значение вероятности возникновения пожара равно $1,13 \cdot 10^{-7}$ и отвечает требованиям ГОСТ 12.1.004–91*.

При трехпроводной схеме электроснабжения количество возможных пожароопасных режимов больше, чем при двухпроводной схеме. При наличии защитного заземляющего проводника РЕ появляется возможность утечки тока с фазы на землю через сопротивление и образования короткого замыкания. Поэтому вероятность возникновения пожара увеличивается

до $3,68 \cdot 10^{-5}$. Данное значение вероятности больше допустимого, поэтому требуются дополнительные меры по снижению пожарной опасности.

Анализ показал, что применение устройства защитного отключения (УЗО) позволяет снизить вероятность возникновения пожара до допустимого уровня. В расчет были включены данные по УЗО и определено, что его применение снижает вероятность загорания бытового электроприбора в трехпроводной сети до значения $7,19 \cdot 10^{-7}$, отвечающего требованиям ГОСТ 12.1.004–91*, и дополнительно снижает риск поражения электрическим током (табл. 2).

Таблица 2. Оценка рисков поражения электрическим током и возникновения пожаров

Электросеть Безопасность	Двухпроводная	Трехпроводная без УЗО	Трехпроводная с УЗО
	Электро (Физическая)	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$
Пожарная	$1,13 \cdot 10^{-7}$	$3,68 \cdot 10^{-5}$	$7,19 \cdot 10^{-7}$

При малых токах замыкания, снижении уровня изоляции, а также при обрыве нулевого защитного проводника зануление недостаточно эффективно, поэтому в этих случаях УЗО является единственным средством защиты человека от электропоражения.

Другим важным свойством УЗО является его способность осуществлять защиту от возгорания и пожаров, возникающих на объектах вследствие возможных повреждений изоляции, неисправностей электропроводки и электрооборудования.

Таким образом, переход от двухпроводной системы электроснабжения к системе с нулевым заземляющим проводником повышает пожарную опасность сети и приемников электроэнергии. Для снижения уровня пожарной опасности целесообразно в электрической трехпроводной сети применять УЗО на вводе кабелей и проводов электрической сети в здание и дополнительно УЗО на ток срабатывания 30 мА для защиты розеток от токов утечки на землю. При этом собственная конструкция УЗО должна быть пожаробезопасной (должна иметь сертификат пожарной безопасности).

Проанализировав риски пожарной и электрической опасности, можно сделать вывод, что двухпроводные электросети представляют меньшую пожарную опасность, но не обеспечивают надежной физической защиты.

Использование же трехпроводных сетей совместно с УЗО гарантирует не только защиту от поражения электрическим током, но и высокую пожарную безопасность.

Предложенные мероприятия позволяют существенно снизить количество пожаров от кабелей и проводов.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2011–2015 годах: стат. сборник / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО. 124 с.
2. Анализ рисков поражения людей электрическим током и возникновения пожара в различных схемах электроснабжения здания / И.Л. Скрипник [и др.] // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. 2017. № 4 (166). С. 35–44.
3. Абдулалиев Ф.А., Ульяновский А.А. Громов В.Н. Оценка развития наружных пожаров на поврежденном корабле // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 4 (36). С. 28–38.

4. О совершенствовании деятельности по формированию электронных баз данных учета пожаров (загораний) и их последствий: Приказ МЧС России от 26 дек. 2014 г. № 727 (действует с 1 янв. 2015 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Моторыгин Ю.Д., Косенко Д.В., Бибарсов Р.Ш. Модель возникновения и развития аварийных режимов в электросети автомобиля, приводящих к возникновению пожара // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 4 (36). С. 82–86.

6. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Расчет вероятности возникновения пожара от электрического изделия // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 1 (41). С. 50–59.

7. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Способ расчета показателя надежности образца пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф. Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 215–218.

8. Иванов А.В., Михайлова В.И., Скрипник И.Л. Повышение надежности пожарной техники в условиях теплового воздействия при горении нефтепродуктов // Надежность и долговечность машин и механизмов: сб. материалов VIII Всерос. науч.-практ. конф., Иваново: Ивановская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России, 2017. С. 91–94.

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЖАРОВ АВТОМОБИЛЕЙ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

С.В. Скодтаев;

Е.В. Копкин, доктор технических наук, профессор;

Е.Н. Бардулин, доктор экономических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведен анализ результатов исследования судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы пожаров автотранспортных средств в период с 2013 по 2016 гг. Определены актуальные задачи разработки и совершенствования методического обеспечения расследования пожаров автомобилей.

Ключевые слова: судебная пожарно-техническая экспертиза, расследование пожара, экспертное исследование пожаров автомобилей, статистика пожаров, статистика пожаров автомобилей

ANALYSIS OF STUDIES OF FIRES OF VEHICLES JUDICIAL EXPERT INSTITUTION OF FEDERAL FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

S.V. Skodtayev; E.V. Kopkin; E.N. Bardulin.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The results of a study of vehicle fires that occurred on the territory of the Russian Federation from 2013 to 2016 were analyzed. The actual tasks of developing and improving the methodological support for the investigation of car fires are determined.

Keywords: forensic fire-technical expertise, fire investigation, expert investigation of car fires, statistics of fires, statistics of car fires

Государственные судебно-экспертные учреждений федеральной противопожарной службы (СЭУ ФПС) созданы в 2005 г. в соответствии с Приказом МЧС России от 14 октября 2005 г. № 745 «О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы». Основными функциями СЭУ ФПС являются экспертные исследования пожаров, испытательная работа в области пожарной безопасности, сбор, анализ и обобщение данных по пожарам. Сгоревшие автомобили являются одним из основных объектов исследований, которые в рамках своей служебной деятельности проводят СЭУ ФПС. В данной статье приведены некоторые результаты анализа этой работы.

По статистическим данным, содержащимся в официальных источниках [1–4], всего в период с 2013 по 2016 гг. на территории России произошло 588 163 пожара, из них в 86 162 случаях объектами пожара выступили автотранспортные средства. Таким образом, доля пожаров, произошедших на автотранспорте, составляет около 15 % от всего количества пожаров, произошедших на территории страны за анализируемый период (рис. 1).

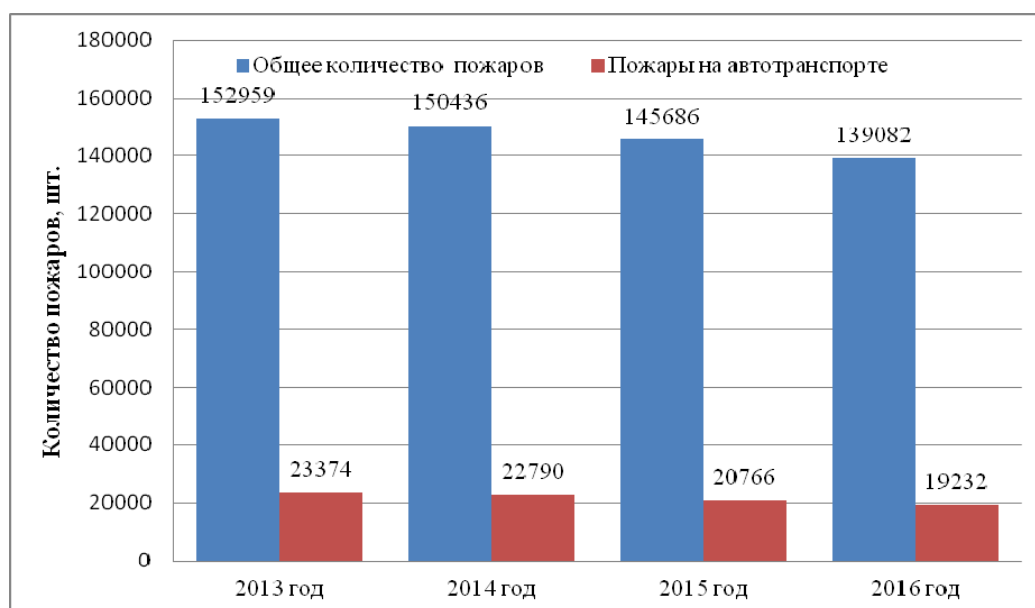


Рис. 1. Динамика изменения количества пожаров (общего и на автотранспорте)

Общее количество пожаров, судя по приведенным данным, постепенно снижается. Соответственно, наблюдается тенденция медленного последовательного снижения количества пожаров на автотранспорте.

Доля пожаров автомобилей среди пожаров, исследуемых СЭУ ФПС, составляет в среднем 20 %, а в отдельных СЭУ ФПС достигает 40–50 %.

Количество исследованных СЭУ ФПС пожаров автотранспортных средств последовательно возрастает (табл. 1) – СЭУ все активнее привлекаются к экспертному сопровождению расследования пожаров в целом и пожаров на автотранспорте в частности, так как большими темпами увеличивается автопарк страны, автомобили становятся все сложнее технически, без участия пожарно-технического эксперта невозможно достоверно установить причину пожара в той мере, в какой достаточно для разрешения конфликта.

Ниже приведен статистический анализ результатов исследований пожаров автомобилей за 2013–2016 гг., выполненных сотрудниками СЭУ ФПС.

В анализируемый период сотрудники СЭУ ФПС произвели исследование 13 626 пожаров на транспорте. Из них 11 889 пожаров произошло на легковых автомобилях и 1 737 – на грузовых транспортных средствах. Таким образом, основная масса пожаров (более 85 %), возникающих на транспортных средствах, приходится на легковые автомобили, реже исследуются пожары на грузовой технике (табл. 1). Такое распределение пожаров по типу автотранспортных средств закономерно – автопарк России в первую очередь состоит из легковых автомобилей, поэтому данный вид транспорта становится объектом пожара в первую очередь.

В табл. 1 приведены данные о количестве пожаров, произошедших в автомобилях при работающем и неработающем двигателе. Первая ситуация в основном относится к загораниям автомобилей во время движения или непосредственно перед и после движения, вторая – к автомобилям, находящимся на стоянке.

Таблица 1. Количество исследованных пожаров на автотранспорте при работающем и не работающем двигателе

Отчетный период	Легковой транспорт		Грузовой транспорт	
	работающий двигатель	неработающий двигатель	работающий двигатель	неработающий двигатель
2013 г.	496	2316	187	195
2014 г.	551	2294	193	202
2015 г.	523	2506	213	254
2016 г.	572	2631	225	268
За четыре года	2142	9747	818	919
Общее количество	11 889		1 737	

Из приведенных данных следует, что количество пожаров, произошедших на грузовых транспортных средствах при работающем и не работающем двигателе, примерно одинаково, а на легковых автомобилях возгорания происходят в основном при неработающем двигателе. Это странно – ведь при работающем двигателе потенциальных источников зажигания гораздо больше, как и возможных аварийных ситуаций. Необходимо, однако, учитывать, что причиной большинства пожаров на автотранспорте являются поджоги и такое распределение пожаров является косвенным подтверждением криминальной природы большинства пожаров на автотранспорте.

Одной из первоначальных задач при установлении причины возникновения пожара в автомобиле является определение очага пожара. Ниже приведено распределение исследованных пожаров по месту нахождения очага пожара. Разделение произведено по следующим зонам: моторный отсек, багажный отсек, салон (кабина) транспортного средства. Отдельно выделены случаи, когда очаг пожара находится на наружных кузовных деталях, пожары с двумя и более очагами, а также пожары, на которых определить очаг возникновения пожара не представилось возможным (НПВ) (табл. 2).

Таблица 2. Распределение пожаров на легковом транспорте в зависимости от места расположения очага пожара

Отчетный период	В моторном отсеке	В багажном отсеке	В салоне	На наружных кузовных элементах	Два и более очагов пожара	НПВ
2013 г.	675	112	619	1 068	253	85
2014 г.	819	112	682	982	266	71
2015 г.	677	96	647	1 245	205	72
2016 г.	769	128	704	1 218	288	96
Общее количество	2 940	448	2 652	4 513	1 012	324

Как выяснилось, при пожарах на легковом транспорте в 38 % случаев очаг располагался, условно говоря, «на наружных кузовных элементах», что является характерным признаком поджога автомобиля (рис. 2). В 22–24 % случаев очаг пожара располагался в моторном отсеке и в салоне автомобиля. Реже всего очаг пожара располагался в багажном отсеке – лишь в 4 % случаев от общего количества исследованных пожаров. Это закономерно – в данном месте имеется меньше всего потенциальных источников зажигания технической природы, менее привлекательна эта зона и для поджигателей.

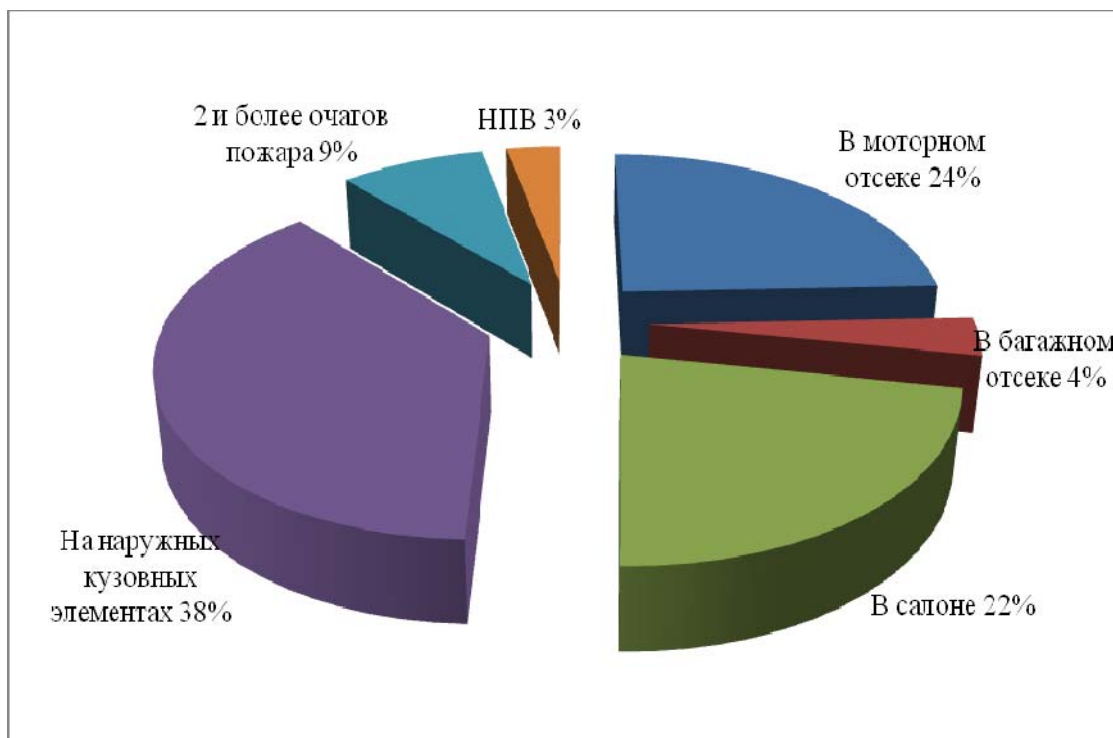


Рис. 2. Место расположения очага пожара на легковом автотранспорте

Рассмотрим причины возникновения пожаров на транспортных средствах в 2013–2016 гг., в исследовании которых принимали участие сотрудники СЭУ ФПС.

Разделение статистических данных произведено по следующим причинам возникновения пожаров: поджог, электротехнические причины (короткое замыкание, большое переходное сопротивление, перегрузка и т.д.), утечка горючей или легковоспламеняющейся жидкости (ГЖ, ЛВЖ), другие причины, а также пожары, на которых установить причину возникновения не представилось возможным (табл. 3).

Таблица 3. Количество пожаров на легковом транспорте, исследованных СЭУ ФПС в 2013–2016 гг. (распределение по причинам возникновения)

Отчетный период	Поджог	Электротехнические причины	Утечка ГЖ (ЛВЖ)	Другая	НПВ
2013 г.	1 799	536	225	168	84
2014 г.	1 772	531	248	175	72
2015 г.	1 975	602	240	173	86
2016 г.	2 049	618	257	181	97
Общее количество	7 595	2 287	970	697	339

Проведенный анализ причин возникновения исследованных пожаров на легковых автотранспортных средствах показывает, что основная часть таких пожаров возникает в результате поджогов. Если определить процентное отношение причин пожаров на транспортных средствах, то получается, что из числа пожаров автомобилей, к исследованию которых привлекались специалисты СЭУ ФПС, поджоги составляли 64 % (7 595 случаев поджога) (рис. 3). Лишь около 1/5 всех пожаров происходит по электротехническим причинам.

Доля пожаров, возникших в результате утечки ГЖ (ЛВЖ) или других техногенных причин, составляет 14 % от общего количества пожаров.

Таким образом, чаще всего причиной пожаров на легковом автотранспорте, по данным СЭУ ФПС, является поджог, а среди техногенных причин возникновения горения лидирующее место занимают электротехнические причины.

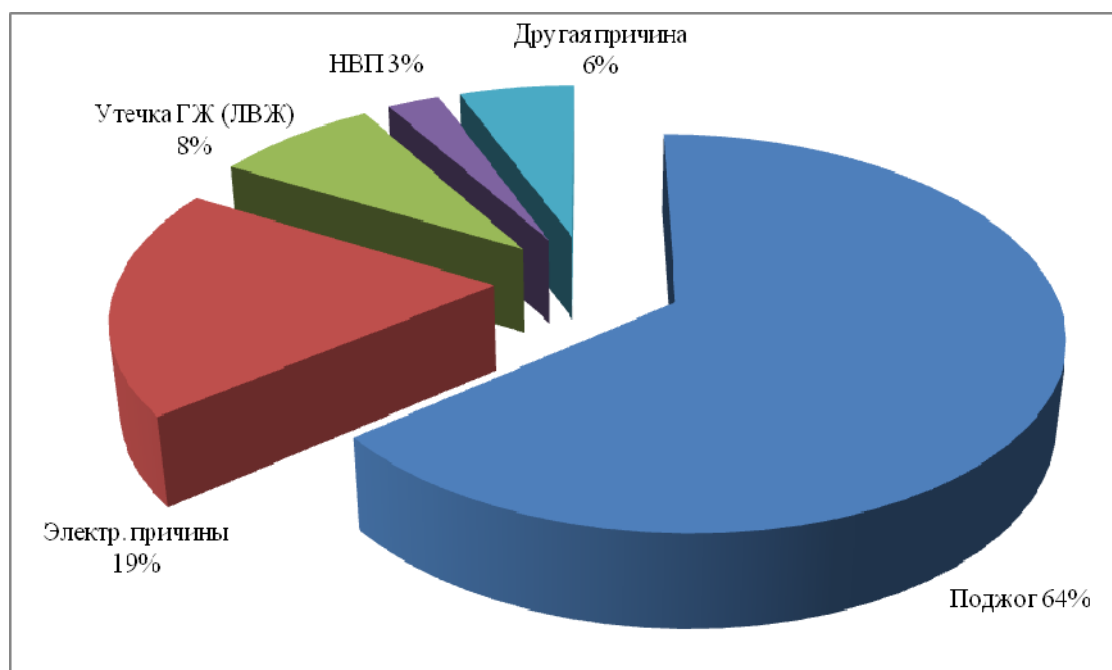


Рис. 3. Причины возникновения пожаров на легковом транспорте (по заключениям СЭУ ФПС)

Распределение пожаров на грузовом автотранспорте по месту расположения очага и причин приведены в табл. 4, 5.

Таблица 4. Количество пожаров на грузовом транспорте в зависимости от места расположения очага пожара

Отчетный период	В моторном отсеке	В багажном отсеке	В кабине	На наружных кузовных элементах	Два и более очагов пожара	НПВ
2013 г.	156	24	99	84	15	4
2014 г.	174	20	101	94	20	6
2015 г.	171	32	118	91	31	4
2016 г.	202	29	128	108	21	5
Общее количество	703	105	446	377	87	19

Из приведенных данных видно, что на грузовых транспортных средствах, практически на каждом втором пожаре, очаг располагался в моторном отсеке (рис. 4), реже на наружных кузовных элементах (22 %) и в кабине транспортного средства (24 %), что, в свою очередь, свидетельствует о преобладании техногенных причин возникновения пожара на грузовом транспорте.

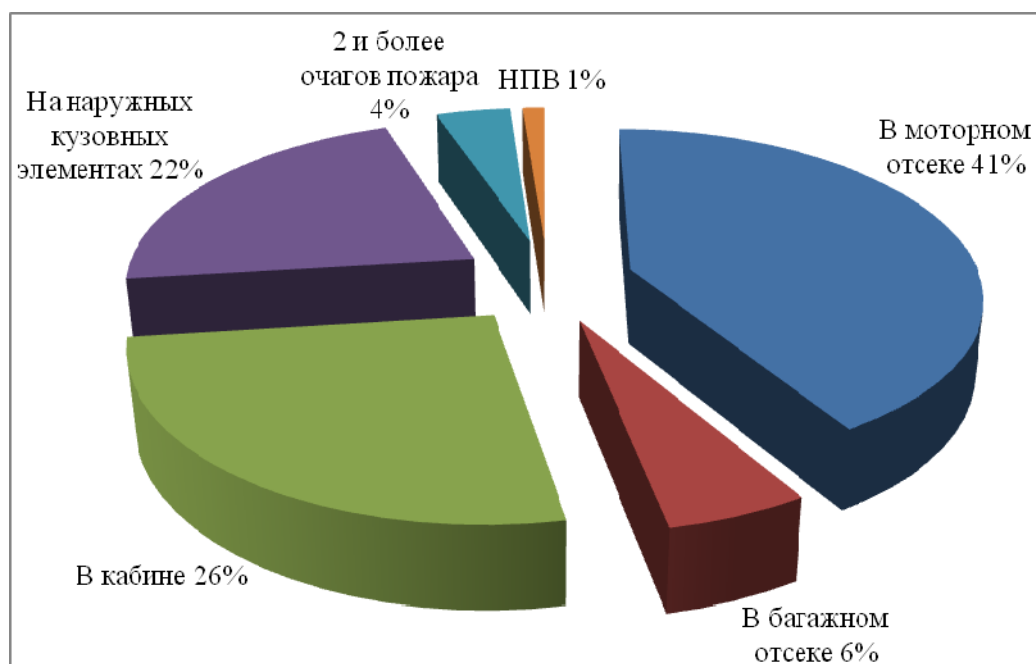


Рис. 4. Место расположения очага пожара на грузовом автотранспорте

Возгорание грузовых автомобилей чаще происходит по электротехническим причинам (33 % всех пожаров) (рис. 5). Около 30 % пожаров связано с утечкой ГЖ (ЛВЖ) и другими техногенными причинами возникновения. Доля исследованных пожаров, возникших в результате поджога, на грузовом автотранспорте составляет 27 %.

Таким образом, техногенные причины возникновения пожара на грузовом автотранспорте занимают более 60 % от общего количества пожаров. Наиболее часто на грузовом транспорте пожары возникают по электротехническим причинам.

Таблица 5. Количество пожаров на грузовом транспорте в 2013–2016 гг. (распределение по причинам возникновения)

Отчетный период	Поджог	Электротехнические причины	Утечка ГЖ (ЛВЖ)	Другая	НПВ
2013 г.	103	128	58	57	36
2014 г.	110	137	65	75	79
2015 г.	147	169	72	67	17
2016 г.	134	178	75	69	37
Общее количество	494	612	270	268	169

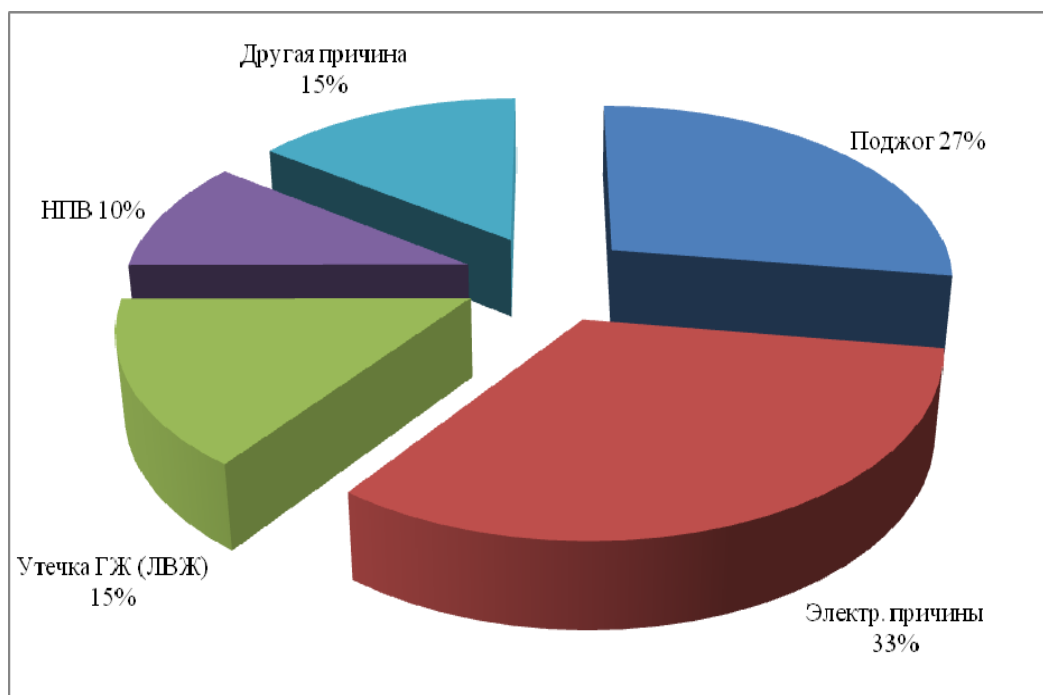


Рис. 5. Причины возникновения пожаров на грузовом транспорте

Следует отметить, что количество пожаров, возникших в результате поджога, на грузовом автотранспорте также довольно велико (рис. 4, 5), при этом наличие на пожаре двух и более очагов пожара (один из основных квалификационных признаков поджога) встречается редко (рис. 3, 5). Данный факт можно объяснить тем, что в процессе длительного горения происходит нивелирование очаговых признаков [3].

Учитывая вышеизложенное, можно заключить, что при разработке и совершенствовании методик экспертного исследования пожаров автомобилей в первую очередь следует уделять внимание поджогам и так называемым «электрическим пожарам».

Установлению поджога как причины пожара посвящено достаточно много методических разработок [5–7], и чаще всего такие исследования не вызывают больших затруднений у пожарно-технических экспертов.

При рассмотрении версии причастности к возникновению пожара электрооборудования автомобиля возникают определенные трудности. Все существующие методики определения «первичности» и «вторичности» аварийного процесса разрабатывались для бытовой электросети переменного тока напряжением 220–380 В. Электросеть автомобиля (постоянный ток напряжением 12 (24) В) существенно отличается от бытовой. К тому же в бытовой электросети, как правило, используются однопроволочные проводники, а в автомобильной – многопроволочные. Короткое замыкание в автомобиле чаще всего происходит между проводником и металлическим корпусом автомобиля, что может повлиять на критерии дифференциации образования аварийного режима работы в электросети и установление причастности электрооборудования к возникновению пожара.

Существует как минимум две точки зрения на возможность применения при исследовании электрооборудования автомобиля экспертных методик, разработанных для электросети 220 В переменного тока.

Некоторые авторы [8] утверждают, что из-за вышеуказанных особенностей конструкции автомобильной электропроводки применять общепринятые методы установления причастности аварийного режима работы в электросети к пожару невозможно. В то-же время в других источниках [9–11] указано, что данные методы вполне применимы для исследования электропроводки автотранспорта.

Очевидно, что данная проблема актуальна и требует более досконального изучения.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: стат. сборник. ВНИИПО // FIREMAN.CLUB Клуб пожарных и спасателей. URL: <https://fireman.club> (дата обращения: 10.12.2017).
 2. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: стат. сборник. ВНИИПО // FIREMAN.CLUB Клуб пожарных и спасателей. URL: <https://fireman.club> (дата обращения: 10.12.2017).
 3. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: стат. сборник. ВНИИПО // FIREMAN.CLUB Клуб пожарных и спасателей. URL: <https://fireman.club> (дата обращения: 10.12.2017).
 4. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: стат. сборник. ВНИИПО // FIREMAN.CLUB Клуб пожарных и спасателей. URL: <https://fireman.club> (дата обращения: 10.12.2017).
 5. Елисеев Ю.Н. Экспертная дифференциация причин возникновения пожара легкового автомобиля в результате поджога и технической неисправности, связанной с розливом горючих жидкостей: дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИИПО, 2007 г. 173 с.
 6. Золотаревская И.А. Криминалистическое исследование нефтепродуктов и горючесмазочных материалов: метод. пособие для экспертов, следователей и судей. М.: ВНИИСЭ, 1987. 197 с.
 7. Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения: учеб.-метод. пособие / И.Д. Чешко [и др.]. М.: ВНИИПО, 2002. 120 с.
 8. Богатищев А.И. Пожарная опасность аварийных режимов в сетях электрооборудования автотранспортных средств: дис. ... канд. техн. наук. М.: АГПС, 2003. 233 с.
 9. Исследование медных проводов в зонах короткого замыкания однопроводной электросети / Н.М. Граненков [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 1993. № 4. С. 25–27.
 10. Сысоева Т.П. Комплексная методика исследования металлов и сплавов с целью установления условий и причин пожаров автомобилей: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2015. 141 с.
 11. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия / Л.С. Митричев [и др.]. М., 1986. 43 с.
-

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТА

А.С. Нерубенко;

Ю.Д. Моторыгин, доктор технических наук, профессор;

М.И. Архипов, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведен анализ чрезвычайных ситуаций на централизованных заправках самолетов. Показано, что на данный момент времени не существует общей системы моделирования, описывающие процесс управления и принятия решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Пожарная безопасность объектов транспорта зависит не столько от массы пожарной нагрузки, а от ее физических и химических параметров, но и от структурирования ее в пространстве. Проведена классификация и исследованы типовые источники зажигания, предложен типовой модельный объект централизованной заправки самолетов, на реальном примере проведен расчет модельного объекта, показана эффективность предложенного математического метода исследования пожаров на централизованных заправках самолетов аэропортов.

Ключевые слова: оптимизация принятия решений, математическое моделирование, модельный объект, чрезвычайные ситуации, транспорт

SYSTEM OF MODELLING AND FORECASTING OF EMERGENCY OIL SPILLS ON OBJECTS OF THEIR STORAGE FOR DECISION MAKING IN CASE OF EMERGENCY LIQUIDATION

A.S. Nerubenko; Yu.D. Motorygin; M.I. Arhipov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In work the analysis of emergency situations at centralized gas stations of planes is carried out. It is shown that now there is no single theory and models describing management process and decision makings on liquidation of emergency situations. The fire risk of various objects is determined not only by quantity of fire loading, its capability to burning, but also its distribution in space. Classification is carried out and ignition sources are researched standard, standard model object of centralized filling of planes is offered, on a real example calculation of a model object is carried out, efficiency of the offered mathematical method of a research of the fires on centralized refueling of aircraft of the airports is shown.

Keywords: decision making optimization, mathematical modeling, model object, emergency situations, transport

Транспортная инфраструктура относится к категории критически важных структурированных объектов [1]. Объекты энергетического обеспечения транспорта, в частности места хранения и распределения нефтепродуктов, к которым относятся централизованные заправки самолетов (ЦЗС), являются одними из наиболее пожароопасных. Количество пожаров на местах открытого хранения веществ и материалов в городах Российской Федерации за последние годы постоянно увеличивается (рис. 1, 2) [2].

Объекты энергетического обеспечения транспорта, в частности места хранения и распределения нефтепродуктов, можно рассматривать как объект со структурированной пожарной нагрузкой, причем эта структура может быть представлена как система взаимосвязанных объектов. В такую систему могут входить однотипные элементы одинаковые по классу и типу. Данная предпосылка позволяет использовать такие приемы, как типизация, классификация и последующее категорирование объектов одного класса и типа по опасности, которую может представлять нарушение их безопасного функционирования [3].

В настоящее время большинство научных и практических разработок посвящено процессам принятия решений в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и превентивным мерам по предупреждению ЧС. Для этих целей используется моделирование как средство анализа и синтеза, описания и исследования, оптимизации и проектирования сложных динамических систем [4]. Гораздо меньше сил уделяется проблеме описания и моделирования ЧС как объекта управления. Это объясняется сложностью возникновения и развития ЧС, зависимостью от различных случайных факторов, недостаточной информативностью. Каждая конкретная ЧС является сугубо индивидуальной, а развитие и ликвидация ЧС часто происходит в условиях неопределенности. Данная работа посвящена исследованию и мониторингу ЧС, связанных с возникновением пожаров разлива и загрязнением территории объектов хранения и заправки самолетов нефтепродуктами.

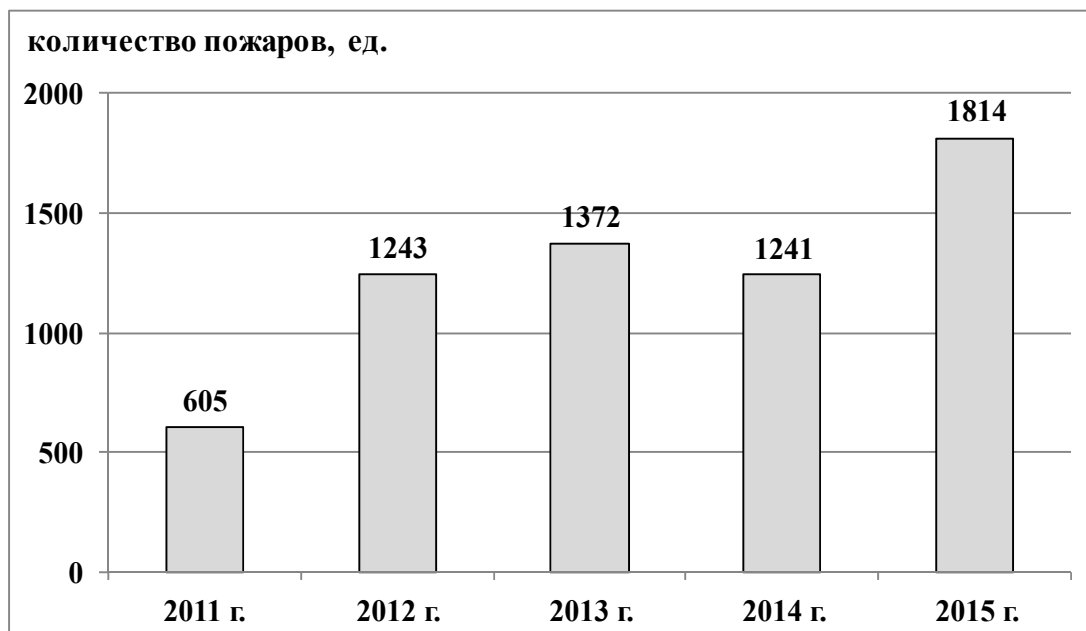


Рис. 1. Количество пожаров на местах открытого хранения веществ и материалов в городах Российской Федерации за 2011–2015 гг.



Рис. 2. Доля пожаров на местах открытого хранения веществ и материалов в городах Российской Федерации за 2011–2015 гг. от общего числа пожаров

Пожарная опасность объектов энергетического обеспечения транспорта во многом зависит не от количества разлития легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), их способности к горению, но и от структурного распределения в пространстве. Моделирование особенностей пожарной нагрузки к возникновению и развитию горения на различных объектах транспорта является актуальной задачей [4]. Моделирование ЧС, связанных с возникновением и развитием горения, в настоящее время производится с помощью математических детерминированных моделей. В основе расчетных методов, используемых в полевых моделях, лежит принцип разбиения пространства конечно-элементной сеткой. В зависимости от выбора параметров такого разбиения будет определяться время, точность и устойчивость расчетов.

При анализе ЧС пожар можно представить в виде триады: среда, объект и субъект (рис. 3) [5]. Субъект в роли которого выступает источник зажигания, зависит от окружающей среды (окислителя). Горение объекта, аналога пожарной нагрузки, находится в зависимости от источника зажигания и оказывает влияние на окружающую среду.

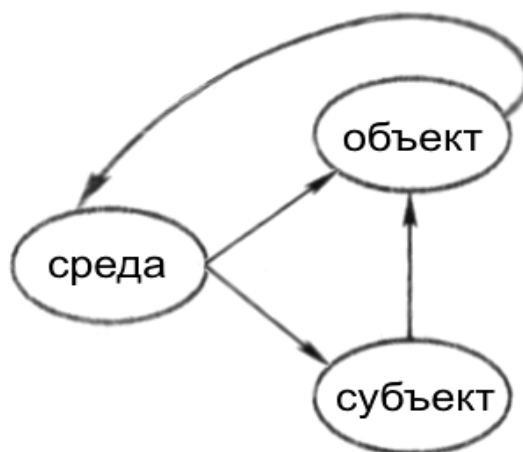


Рис. 3. Системное представление пожара

Пожар относится к сложной динамической системе, обладающей следующими свойствами [4]:

- состоит из подсистем, которые, в свою очередь, являются сложными системами;
- является открытой системой, обменивающейся веществом и энергией с окружающей средой.

С точки зрения пожарных специалистов, основным объектом является горючая нагрузка. Именно ее следует защитить при возникновении пожара.

На пожарную нагрузку (материальный объект) в реальных условиях воздействуют возмущающие воздействия. Все эти воздействия практически учесть невозможно [6]. Для возникновения горения рассмотрим в качестве входного возмущения источник зажигания (рис. 3). Второе входное воздействие оказывает окружающая среда в виде окислителя. При определенных соотношениях такой динамической системы может возникнуть пожар.

Проанализируем пожарную опасность типовой централизованной заправки самолетов, показанную на рис. 4.

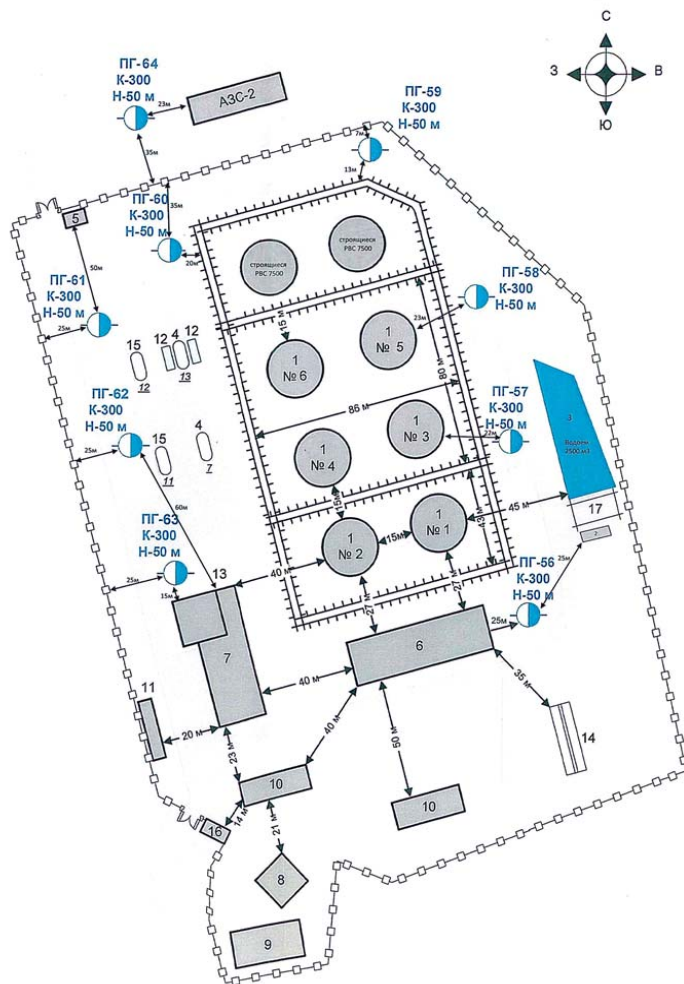


Рис. 4. Схема модельного объекта централизованной заправки самолетов:

1. Наземный резервуар РВС-5000 (№1-6); 2. Пожарный пост; 3. Пожарный водоем;
4. Горизонтальный резервуар РГ-5 с жидкостью «И-М»; 5. КПП-10; 6. Насосная станция;
7. Административно-бытовой корпус с гаражом; 8. Административно-бытовой корпус (дом-2);
9. Административно-бытовой корпус (дом-3); 10. Склад; 11. Гаражи легковых автомобилей;
12. Устройство налива АТЦ; 13. Пункт орошения резервуаров;
14. Нефтеловушка; 15. Горизонтальный резервуар РГП-5

Участок централизованной заправки самолетов осуществляет прием, хранение и выдачу топлива для реактивных двигателей ТС-1, поступающего по трубопроводу.

В резервуарах с 1 по 6 (емкостью 5 000 м³) хранится топливо для реактивных двигателей ТС-1, представляющее собой ЛВЖ, выкипающую в пределах 130–280 °С (свойства топлива ТС-1 приведены в табл. 1) [7].

Таблица 1. Свойства топлива ТС-1

Наименование показателя	ТС-1
Температурные пределы воспламенения паров, °С:	
– нижний	25
– верхний	65
Концентрированные пределы взрываемое Т, %, объемные:	
– нижний	1,5
– верхний	8,0
Низшая теплота сгорания, кДж/кг, не менее	43 120
Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С, не ниже	28

На математическом моделировании, а именно на математических моделях пожара, основываются все современные научные методы прогнозирования опасных факторов пожара. Причем детерминированные модели пожара описывает в математическом виде изменение основных элементов состояния параметров в помещениях в течение текущего времени, а также параметрические состояния элементов конструкций этого помещения и различных параметров объектов промышленного назначения.

Основные уравнения, из которых состоит математическая модель пожара, вытекают из фундаментальных законов природы – первого закона термодинамики, закона сохранения массы и закона сохранения импульса. Эти уравнения отражают и увязывают всю совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов, присущих пожару. К ним относятся: тепловыделение в результате горения, дымовыделение в пламенной зоне, изменение оптических свойств газовой среды, выделение и распространение токсичных газов, газообмен помещения с окружающей средой и со смежными помещениями, теплообмен и нагревание ограждающих конструкций, снижение концентрации кислорода в помещении [4].

Статистические данные по вероятности возникновения сценариев развития возможных аварий на объектах топливно-энергетического комплекса (ТЭК) приведены в табл. 2.

Таблица 2. Статистические данные по вероятности возникновения сценариев развития возможных аварий на объектах ТЭК

№№ пп	Сценарий развития аварии	Вероятность
1.	Факельное горение	0,0574
2.	Образование огневого шара	0,0287
3.	Горение пролива вытекшей среды	0,7039
4.	Сгорание облака топливно-воздушных смесей (ТВС) в детонационном режиме	0,0119
5.	Сгорание облака ТВС в дефлаграционном режиме	0,1689
6.	Безопасное рассеивание облака ТВС	0,0292

Из данных, приведенных в табл. 2, видно, что наибольшую частоту реализации могут иметь сценарии, связанные с горением разлития нефтепродуктов и сгорания облака ТВС в дефлаграционном режиме (рис. 5).

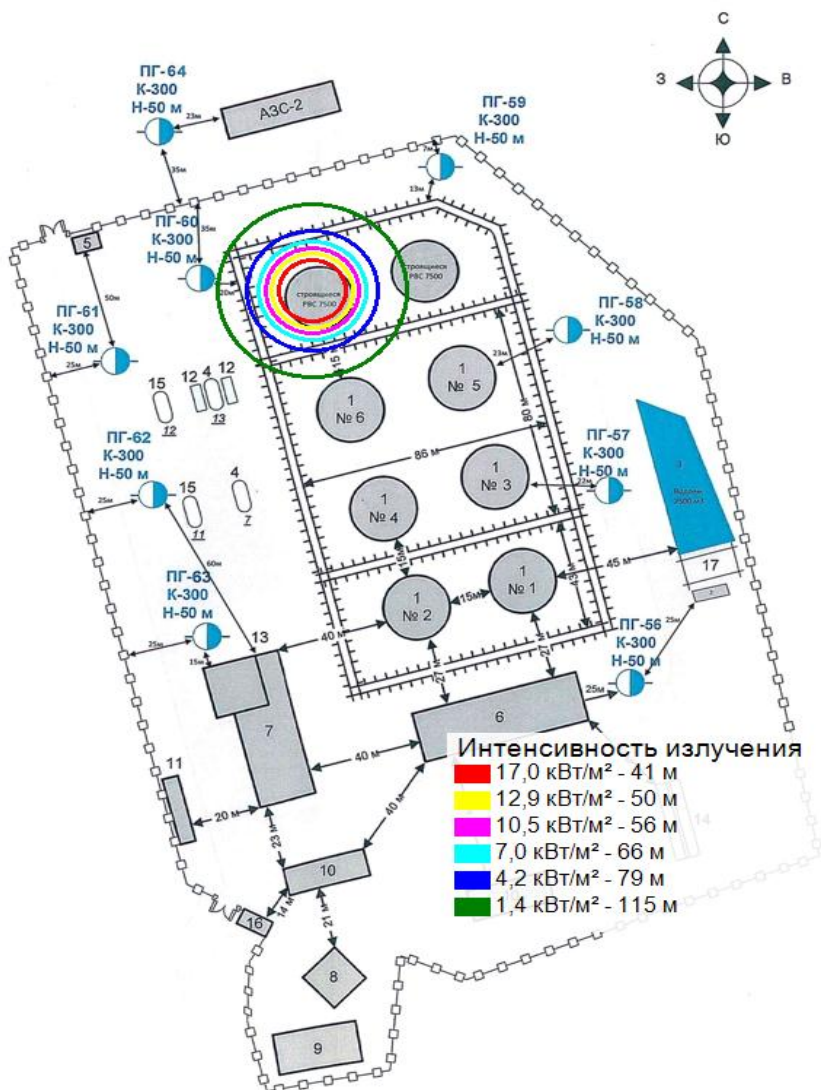


Рис. 5. Расчет интенсивности излучения при моделировании пожара пролива на центральной заправочной станции

При возникновении облака ТВС смеси следует учитывать, что дальнейшие события будут с определенной степенью вероятности зависеть от направления перемещения облака по территории центральной заправочной станции (ЦЗС) и за ее пределами, что, в свою очередь, определяется розой господствующих ветров в районе размещения площадки объекта.

Пожар, возникший в одном из резервуаров, может перейти на соседние, расположенные рядом или под замлей. Обычно рассматривают следующие стандартные варианты распространения горения от аварийного резервуара на соседние:

- факельное горение, возникшее от теплового излучения, при этом принимается во внимание распространение пламени с учетом направления ветра (рис. 6);
- воспламенение проливов нефтепродуктов в обваловании соседних резервуаров от теплового излучения;
- воспламенение разлива нефти или нефтепродукта с учетом конвективных потоков;

- разлив и горение нефтепродукта в обваловании вследствие выброса или вскипания его из горящего резервуара;
- взрыв в близлежащем резервуаре, при условии, что концентрация паровоздушной смеси в нем находится между значениями нижнего и верхнего концентрационных пределов распространения пламени;
- разрушение горящего резервуара, сопровождающегося разливом и горением нефтепродукта с образованием гидродинамической волны, которая может привести к разрушению соседних резервуаров.

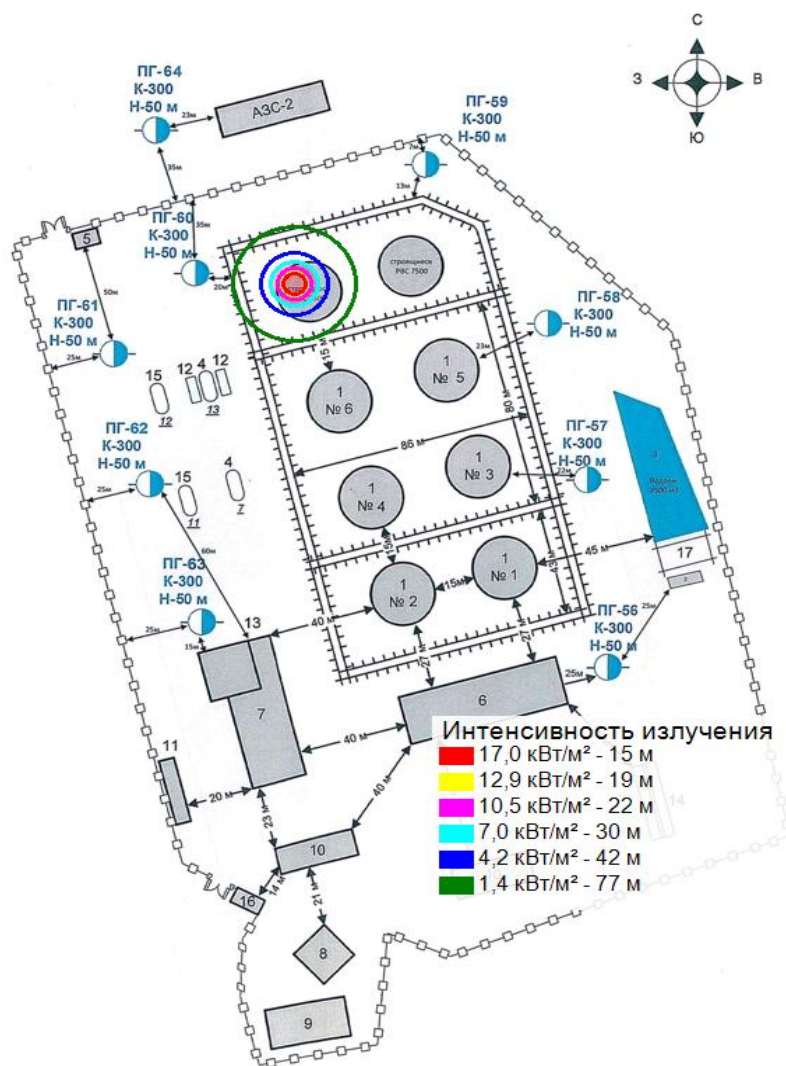


Рис. 6. Расчет интенсивности излучения при моделировании факельного горения на ЦЗС

Для анализа аварийных режимов на ЦЗС предлагается воспользоваться программой FireSim [7]. Согласно ч. 1 ст. 94 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ФЗ № 123-ФЗ) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [8] оценка пожарного риска на производственном объекте должна предусматривать:

- 1) анализ пожарной опасности производственного объекта;
- 2) определение частоты реализации пожароопасных аварийных ситуаций на производственном объекте;
- 3) построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;

- 4) оценку последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- 5) вычисление пожарного риска.

В соответствии с ч. 2 ст. 94 ФЗ № 123-ФЗ анализ пожарной опасности производственных объектов должен предусматривать [8]:

- 1) анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте;
- 2) определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- 3) определение перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную для каждого технологического процесса;
- 4) построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей.

Предлагаемая программа реализует лишь следующие функции:

- а) построение полей опасных факторов пожара;
- б) оценку последствий воздействия опасных факторов пожара на людей;
- в) вычисление пожарного риска.

В начале моделирования вводятся основные параметры исследуемого пожара на одном из крупных объектов промышленности.

В результате будут отражены характерные для выбранного типа сценария значения потенциального пожарного риска с выводом в правом нижнем углу соответствующей легенды, описывающей использованную цветовую кодировку.

На основании проделанных расчетов была проведена классификация математических моделей для анализа развития пожара на ЦЗС, изучены химические свойства материалов, участвующие в процессе горения, исследованы интегральные и зонные математические модели, проведена классификация и исследованы типовые источники зажигания, предложен типовой модельный объект ЦЗС, на реальном примере проведен расчет модельного объекта, показана эффективность предложенного математического метода исследования пожаров на ЦЗС аэропортов.

Литература

1. Использование категорирования в обеспечении безопасности критических инфраструктур национального масштаба / В.А. Пучков [и др.] // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2009. Т. 41. С. 6–13.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: стат. сборник / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
3. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012. 288 с.
4. Моторыгин Ю.Д. Системный анализ моделей описания процессов возникновения и развития пожара: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2011. 218 л.
5. 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.
6. Моторыгин Ю.Д., Галишев М.А. Стохастические методы принятия решений для уменьшения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 4 (28). С. 59–64.
7. Руководство пользователя по программному продукту для проведения расчетов по оценке пожарного риска на производственных объектах «Риски-ПО» (Программа FireSim).
8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ГАРМОНИЗАЦИЕЙ СИСТЕМ ОБОРОТА ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ЕВРОПЕЙСКОМ СОЮЗЕ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Е.Н. Выгорова;

С.А. Головин;

Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приведена концепция механизма гармонизации системы оборота опасных химических веществ. Представлена организационная структура управления гармонизацией систем оборота опасных химических веществ. Разработан алгоритм использования механизма гармонизации систем оборота опасных химических веществ в Европейском союзе и Российской Федерации.

Ключевые слова: концепция механизма гармонизации, системы оборота опасных химических веществ, алгоритм использования механизма гармонизации, законодательство по обороту опасных химических веществ

THE CONCEPT AND ALGORITHM OF USE OF THE MECHANISM OF HARMONIZATION OF SYSTEMS OF THE TURN OF DANGEROUS CHEMICALS IN THE EUROPEAN UNION AND THE RUSSIAN FEDERATION

E.N. Vygolova; S.A. Golovin; G.K. Ivakhnyuk.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The concept of the mechanism of harmonization of system of a turn of dangerous chemicals is provided. The organizational structure of management of harmonization of systems of a turn of dangerous chemicals is presented. The algorithm of use of the mechanism of harmonization of systems of a turn of dangerous chemicals in the European union and the Russian Federation is developed.

Keywords: concept of the mechanism of harmonization, system of a turn of dangerous chemicals, algorithm of use of the mechanism of harmonization, legislation on a turn of dangerous chemicals

В условиях продолжающейся гармонизации систем оборота опасных химических веществ (ОХВ) в Российской Федерации и Европейском Союзе (ЕС) возникает необходимость в методическом обеспечении этого процесса на основе новых концептуальных подходов и алгоритмических процедур механизмов гармонизации.

Под концепцией (лат. *conceptio* – система, понимание) подразумевается отличающийся от известных способ (метод) понимания, разъяснения определенных явлений, основополагающие подходы для освещения событий, процессов; преобладающая точка зрения, совокупность взглядов на различные явления в мире, в природе, в обществе; ведущий замысел,

конструктивный принцип в различных видах деятельности; комплекс взаимосвязанных и взаимно обусловленных взглядов, пути решения поставленной задачи, определяющие стратегию действий [1].

Концепция управления гармонизации международных и отечественных систем оборота ОХВ в ЕС и Российской Федерации предусматривает обоснование системы теоретико-методологических подходов на установление сущности, определение содержания, целей и постановку задач, обоснование критериев, принципов и методов управления гармонизации систем оборота ОХВ, а также организационно-практических решений для формирования механизма ее реализации для отдельных организаций, вовлеченных в процессы гармонизации систем оборота ОХВ [2].

Концепция управления гармонизацией международных и отечественных систем оборота ОХВ включает:

1. Формирование подсистемы управления гармонизацией (формулирование целей, функций, организационной структуры управления гармонизацией; установление вертикальных и горизонтальных организационных связей при принятии и реализации управленческих решений по гармонизации систем оборота ОХВ).

2. Разработка технологии управления гармонизацией (организация процессов управления гармонизацией; адаптация и обучение персонала, ответственного за ход гармонизации; техническое оснащение организаций для выполнения задач гармонизации) систем оборота ОХВ.

3. Разработка методологии управления гармонизацией (оценивание объектов управления – организаций, входящих в состав систем оборота ОХВ, по показателям эффективности гармонизации; осуществление мониторинга процессов управления в соответствии с поставленными целями и утвержденными принципами гармонизации систем оборота ОХВ).

Формирование подсистем управления гармонизацией систем оборота ОХВ

Основной целью подсистем управления гармонизацией систем оборота ОХВ в ЕС и Российской Федерации является, в конечном итоге:

- ликвидация и предотвращение загрязнений ОХВ окружающей среды;
- уменьшение и устранение возможностей негативного влияния на здоровье людей и окружающую среду ОХВ и их сочетаний на протяжении всего жизненного цикла [3, 4].

Основными функциями подсистем управления гармонизацией систем оборота ОХВ в ЕС и Российской Федерации являются:

- оценка и управление рисками негативного влияния ОХВ и их рациональное применение с позиции единых требований гармонизированной системы;
- исследование новых ОХВ и технологий их производства для выхода на высокие мировые стандарты;

- образование промышленного потенциала, нацеленного на снижения объемов и токсичности вышедших из употребления материалов до уровней среднеевропейских значений;

- рост эффективности использования ресурсов с постепенным переходом на безотходной оборот ОХВ;

- информирование общественности и государственных органов власти о проблемах гармонизации систем оборота ОХВ;

- реализация государственной регистрации химической продукции для сбора и анализа информации о свойствах ОХВ, анализа токсичности и опасности, мониторинга оборота ОХВ на рынке;

- осуществление маркировки и классификации химических веществ и смесей согласно требованиям глобальной системы классификации опасности и маркировки химических веществ и смесей (ГСГ/ГХС) [5];

- дальнейшее сближение и объединение отечественной и зарубежной системы классификации ОХВ [6];

- создание и поддержка интернет-ресурсов, способствующих гармонизации систем оборота ОХВ, находящихся в обращении;
- всестороннее информирование и обучение населения основным требованиям безопасности, связанных с оборотом ОХВ;
- сотрудничество государств по гармонизации национальных систем оборота ОХВ [7];
- дальнейшая гармонизация отечественного и зарубежного законодательства по вопросам оборота ОХВ;
- сокращение продолжительности типовых операций и стоимости издержек, связанных с обеспечением оборота отечественных ОХВ на отечественных и международных рынках.

Организационная структура управления гармонизацией систем оборота ОХВ представлена на рис. 1.

Вертикальные организационные связи при принятии и реализации управленческих решений по гармонизации систем оборота ОХВ устанавливаются между элементами различных четырех уровней управления, таких как:

- международный уровень;
- федеральный уровень;
- региональный уровень;
- местный уровень.

Горизонтальные организационные связи при принятии и реализации управленческих решений по гармонизации систем оборота ОХВ устанавливаются между элементами внутри четырех уровней управления.

Для реализации в Российской Федерации механизма гармонизации систем оборота ОХВ автором предложен следующий алгоритм его использования (рис. 2). Особенностью данного алгоритма является то, что в нем объединены два параллельных процесса совершенствования законодательств по обороту ОХВ за рубежом (в ЕС) и в Российской Федерации. Рассматриваемые процессы являются постоянно действующими, поскольку в целях обеспечения химической безопасности населения и территорий, на которых функционируют данные системы оборота ОХВ, необходимо осуществлять мониторинг внутренних и внешних условий этого функционирования.

Алгоритм использования механизма гармонизации систем оборота ОХВ состоит из следующих шагов (рис. 2.):

Шаг 1А. Мониторинг внешних и внутренних условий по обороту ОХВ в ЕС. Международные органы, регулирующие оборот ОХВ на уровне ООН (комитеты, комиссии), в ЕС (Европейское химическое агентство) осуществляют непрерывный контроль за состоянием окружающей среды и здоровьем населения как внутри стран-членов, так и за внешними границами союзов государств с позиции влияния на объекты мониторинга ОХВ.

Шаг 1Б. Работа, аналогичная содержанию Шага 1А осуществляется уполномоченными государственными органами Российской Федерации.

Шаг 2А и Шаг 2Б. Действительно ли наблюдаются существенные изменения внутренних и внешних условий оборота ОХВ в ЕС и Российской Федерации, требующие изменения соответствующего законодательства? Если «да», то производится переход к следующему шагу 3А и 3Б соответственно. Если «нет», то осуществляется возврат к предыдущему шагу 1А и 1Б соответственно.

Шаг 3А. Производятся изменения законодательства по обороту ОХВ в ЕС международным (ЕС) нормативным актам. Если соответствие есть, то переход осуществляется к Шагу 5, если нет, то – к Шагу 3Б.

Шаг 3Б. Производится гармонизация законодательства по обороту ОХВ в Российской Федерации. При этом осуществляется как внутренняя, так и внешняя гармонизация. Внутренняя гармонизация заключается в согласовании всех нормативных актов между государственными органами Российской Федерации, а внешняя гармонизация состоит в согласовании результирующих документов после внутренней гармонизации с международными (ЕС) нормативными актами.

Шаг 5. Ввод новых регламентов по обороту ОХВ в Российской Федерации. Для этого новое законодательство, прошедшее слушание, согласование и утверждение в Государственной Думе Российской Федерации, принимается к исполнению всеми участниками системы оборота ОХВ, а старое законодательство по данному вопросу утрачивает силу.

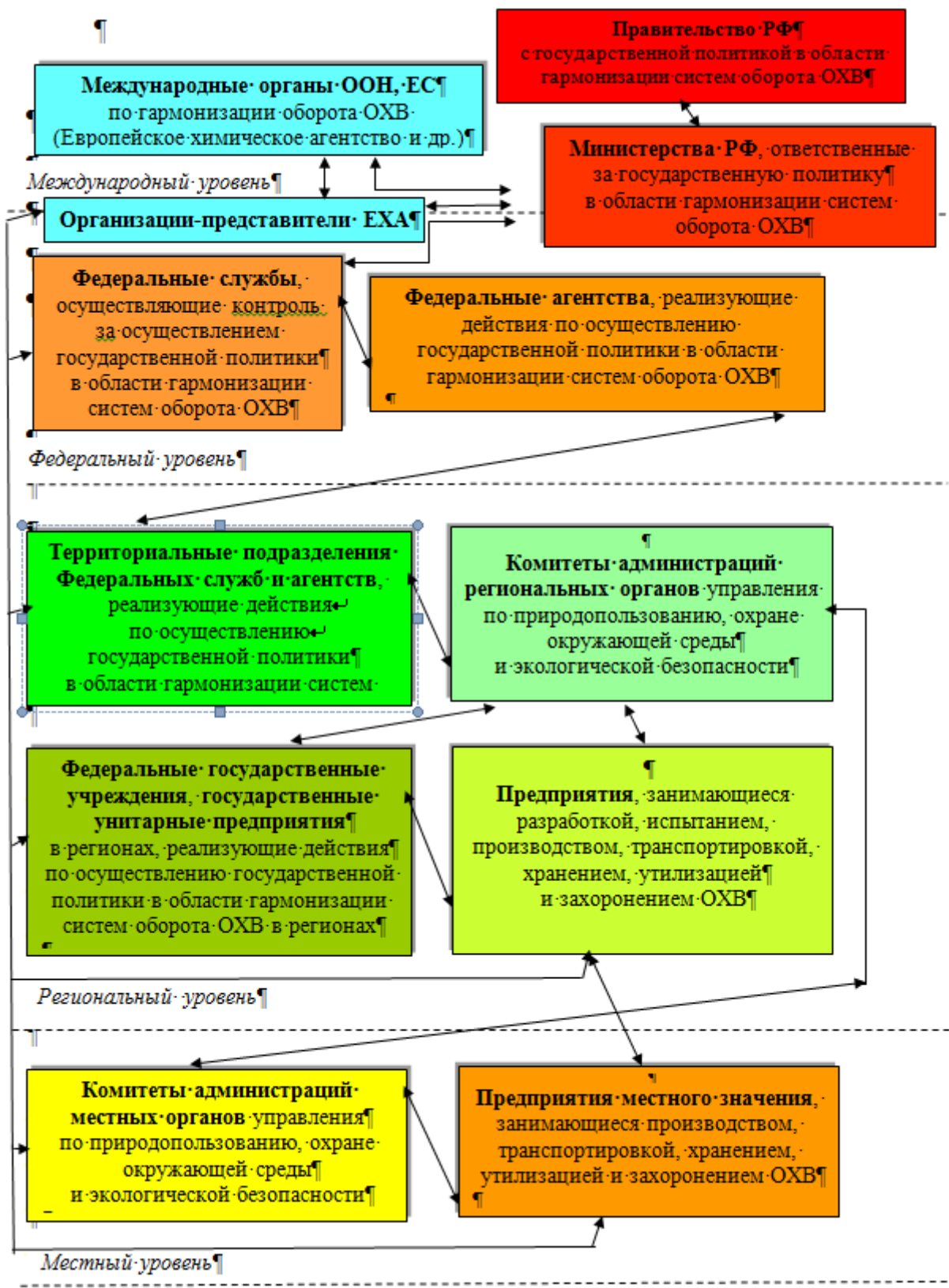


Рис. 1. Организационная структура управления гармонизацией систем оборота ОХВ в Российской Федерации

Шаг 6. В случае необходимости в связи с измененным законодательством производится оснащение организаций новыми техническими средствами (контроля, мониторинга, защиты, вычислений), обновленными программными продуктами, осуществляется обучение сотрудников, работающих в системе оборота ОХВ в Российской Федерации.

Шаг 7. Осуществляется контроль со стороны регулирующих органов за исполнением регламентов организациями в системе оборота ОХВ Российской Федерации, который является составной частью мониторинга внутренних условий (Шаг 1Б).

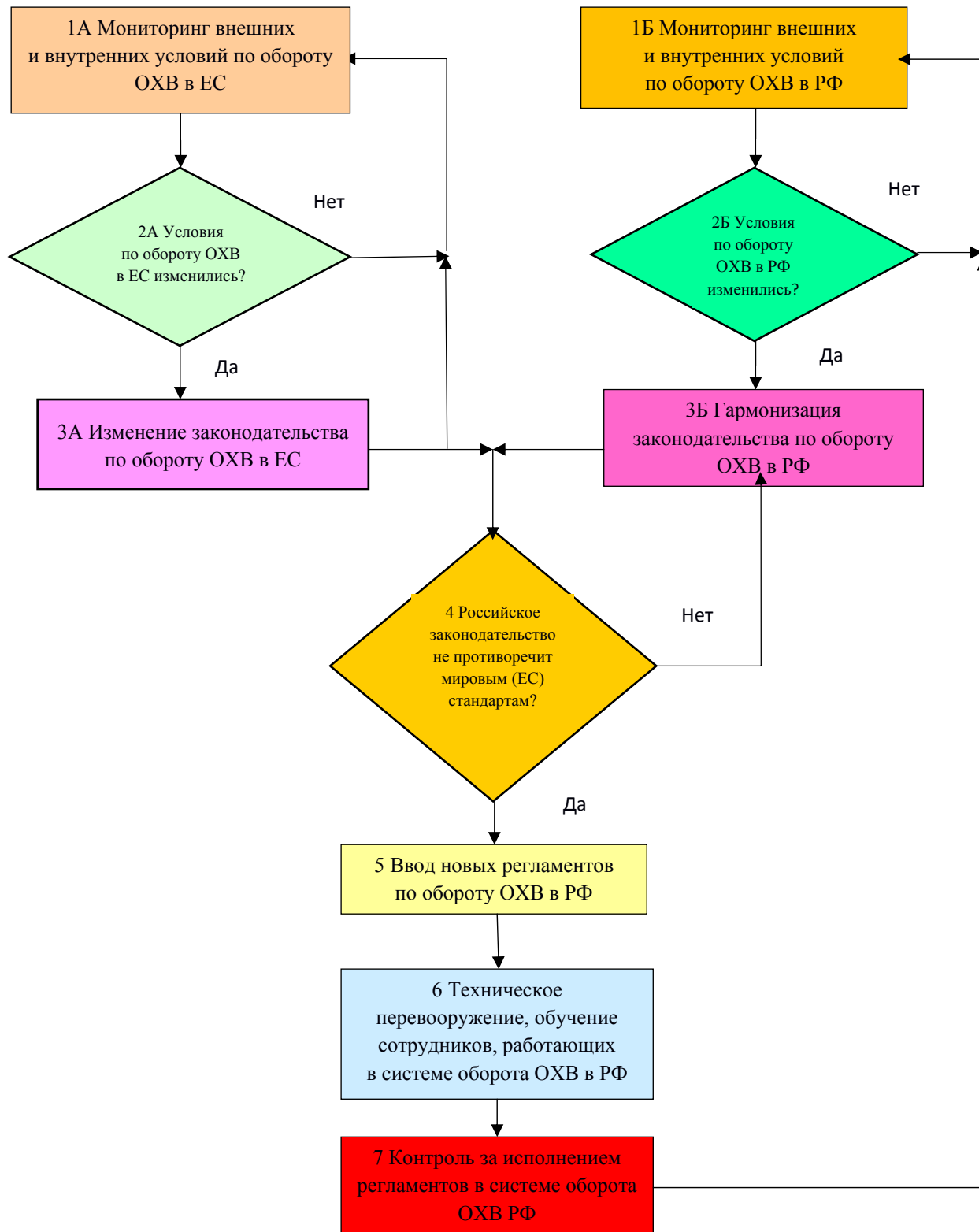


Рис. 2. Алгоритм использования механизма гармонизации систем оборота ОХВ в ЕС и Российской Федерации

В данной статье представлены концепция и алгоритм использования гармонизации систем оборота ОХВ в ЕС и Российской Федерации. Концепция управления гармонизацией международных и отечественных систем оборота ОХВ представлена в составе трех составных частей: подсистемы управления, технологии управления, методологии управления. Обоснована структура подсистемы управления гармонизацией на четырех уровнях управления: международном, федеральном, региональном и местном. Алгоритм имеет два контура обратной связи по мониторингу за изменением внутренних и внешних условий как в Российской Федерации, так и ЕС с подстройкой параметров гармонизации отечественных регламентирующих документов по системам оборота ОХВ.

Литература

1. Концепции управления персоналом. URL: <http://management-study.ru/koncepcii-upravleniya-personalom.html> (дата обращения: 09.11.2017).
2. Концепция. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 09.11.2017).
3. Новые технические регламенты в России – пути гармонизации российской и международной систем стандартов. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-252253.html?page=2> (дата обращения: 20.11.2017).
4. Хамидулина Х.Х. Проблемы токсикологии в аспекте химической безопасности. URL: http://www.congress.iimt.ru/i/prez-2013/HamidulinaKH_PTVAKHB.pdf (дата обращения: 09.11.2017).
5. REACH-регламент. URL: <http://www.reach.ru/reglament-reach/pyblikachii/406-chembezopasnost/> (дата обращения: 09.11.2017).
6. ST/SG/AC.10/30 Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ (СГС), ООН, Нью-Йорк и Женева, 2003. URL: <http://libed.ru/knigi-nauka/368101-1-st-sg-ac10-30-soglasovannaya-globalnom-urovne-sistema-klassifikacii-markirovki-himicheskikh-veschestv-sgs-organiza.php> (дата обращения: 09.11.2017).
7. Малыгин И.Г., Сильников М.В. Интеллектуальные системы транспортной безопасности // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 1 (29). С. 6–13.



ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

КОНЦЕПЦИЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОПАСНЫМИ ГРУЗАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.А. Маловечко, кандидат технических наук, доцент;

С.Н. Алексеев, кандидат педагогических наук;

Д.А. Кукуца.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Обоснована и в тезисной форме изложена концепция государственной системы обеспечения безопасности транспортных операций с опасными грузами. Представлен алгоритм разработки законов «О безопасности обращения с опасными грузами» и «Грузы опасные. Технический регламент» в соответствии с международными нормативными актами, создания государственных информационных систем и испытательного центра по классификации грузов, учебно-методического комплекса обучения технических специалистов, связанных с опасными грузами. Предложены источники финансирования этих работ и разработчики проектов законов.

Ключевые слова: опасные грузы, закон, нормативный акт, кодекс, правила

THE CONCEPT OF LEGAL REGULATION OF SAFETY AT THE REFERENCE DANGEROUS GOODS IN THE RUSSIAN FEDERATION

V.A. Malovechko; S.N. Alekseev; D.A. Kukutsa.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Justified and in thesis form outlines the concept of the State system of safety of transport operations with dangerous goods. An algorithm for the development of the law «On safe handling of dangerous goods» and «Dangerous Goods. Technical regulations» in accordance with international normative acts, creation of state information systems and the testing center on classification of goods, training-methodical complex of training of technical specialists involving dangerous goods. Proposed sources of funding and the developers of the draft laws.

Keywords: dangerous goods, law, regulation, code, rule

По оценкам Минтранса России, в общем объеме грузов, перевозимых в России всеми видами транспорта, доля опасных грузов (ОГ) составляет порядка 20 %, или примерно 800 млн т [1]. К ним относятся «вещества, материалы, изделия, отходы производства и иной деятельности, которые, при наличии определенных факторов, в процессе транспортировки, при производстве погрузочно-разгрузочных работ и хранении могут нанести вред окружающей среде, послужить причиной взрыва, пожара или повреждения транспортного

средства, устройств, зданий и сооружений, а также гибели, травмирования, отравления, ожогов и заболевания людей, животных и птиц».

Авторами статьи ранее уже была обоснована необходимость разработки концепции государственной системы обеспечения безопасности перевозок ОГ [2] и обозначено, какими должны быть основные результаты ее реализации:

- создание прочной нормативно-правовой базы – федеральных законов;
- создание аккредитованного испытательного центра для классификации и идентификации ОГ, имеющего статус государственного учреждения;
- создание и внедрение автоматизированных информационных систем по видам опасности перевозимых грузов, средствам борьбы с проявлением опасных факторов и прогнозированию последствий инцидентов;
- внедрение мониторинга перевозок опасных и других видов грузов;
- разработка учебно-методического комплекса обучения/повышения квалификации технических специалистов по перевалке ОГ.

Цель настоящей статьи – предложить авторскую Концепцию нормативно-правового регулирования безопасности при обращении с ОГ, дать ее характеристику.

Необходимость разработки федерального закона об ОГ

Необходимость разработки отечественного закона об ОГ, аналогии которого действуют во многих странах, обсуждается на разных конференциях, форумах и семинарах по безопасности более 10 лет. Говорили об этом:

– в октябре 2007 г. на семинаре Ространснадзора «Обеспечение безопасности морской транспортировки опасных грузов» руководитель Федеральной службы по надзору в сфере транспорта Г. Курзенков, в интервью одной из газет в отношении обеспечения безопасности при обращении с ОГ и соответствующего закона, в том числе, сказал: «Обещаю, что все будет хорошо!!! Клятвенно»;

– в 2010 г. на III Международном форуме «Безопасность транспортных комплексов» Л.А. Кулишова, заместитель Генерального директора по научно-техническому сопровождению продукции ЗАО «Морское грузовое бюро» и член Совета федерации по безопасности на транспорте, в своем докладе о безопасности мультимодальных перевозок [3] также обосновывала необходимость соответствующего закона, предлагая его структуру;

– эти вопросы неоднократно, в 2008, 2009, 2013 гг., обсуждались на международных научно-практических конференциях «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы», проводимых на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Несмотря на значимость этих собраний и их организаторов, вопрос на законодательном уровне не решен до сих пор. Тем более удивительно, что в Донецкой Народной Республике Закон «О перевозке опасных грузов» был принят одним из первых в числе нормативных актов 12 февраля 2016 г. [4].

По мнению авторов статьи, в России организовать разработку прочной правовой базы в сфере ОГ необходимо Координационному Совету по законотворческой деятельности Минтранса России совместно с МЧС России. Основой правовой базы, на взгляд авторов, должны стать Федеральный закон «О безопасности обращения с опасными грузами» и Технический регламент «Грузы опасные», предназначенный для всех видов ОГ, технологических операций с ними и видов транспорта. Указанные правовые акты следует разработать в соответствии с современными международными нормативными актами в этой области, устранив определенные коллизии международной и отечественной правовой базы. В российских законах должны быть учтены недоработки и положительные стороны законов сопредельных государств.

По мнению авторов, Федеральный закон «О безопасности обращения с опасными грузами» должен объединить правовые, организационные, социальные и экономические основы деятельности, связанной с хранением, перевалкой и перевозкой всех таковых грузов:

- ОГ, которым присвоен класс опасности от 1-го по 9-й, номер ООН и они указаны в гл. 3.2 Кодексов безопасности по видам транспорта;
- пожароопасные и токсичные: жидкие грузы, перевозимые наливом на танкерах водным и в цистернах наземным транспортом; твердые грузы, перевозимые навалом водным и наземным транспортом.

В этой связи необходимо усовершенствовать легальное определение «Опасные грузы». Сейчас в большинстве законов определение, приведенное в начале статьи, касается грузов классифицированных по «Типовым правилам ООН» [5]. Российский закон должен принять эту международную классификацию, тем самым ликвидировать понятия «категория, группа» и несоответствия по классам 2 (газы), 3 (легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ)), 8 (коррозионные вещества) и 9 (прочие грузы, не отнесенные к 1–8), где нет подклассов. Только в России, в соответствии с ГОСТ 19433–88 [6], для водного транспорта продолжает использоваться подкласс 9.2 – вещества опасные навалом (ВОН). Во всем мире такие грузы классифицируются, как Materials hazardous only in bulk (аббревиатура МНВ), а безопасность обращения с ними регламентируется отдельным кодексом [7].

Также отметим необходимость ратификации международных соглашений в сфере обеспечения безопасности перевозки ОГ и имплементации их норм в национальное законодательство. Тем более что Россия является участником международных соглашений в этой сфере:

- для морского транспорта Россией давно ратифицированы и подписаны основополагающие конвенции СОЛАС [8] и МАРПОЛ [9], а наши «Правила безопасности морской перевозки грузов» последней редакции [10] регламентируют руководствоваться кодексами безопасности для опасных пакетированных, навалочных и наливных грузов;

- для наземного, речного и воздушного транспорта Россия – участник Европейских соглашений (ДОПОГ и RID, ВОПОГ и ICAO-TI соответственно) [11–14].

Например, в ст. 2 Закона Республики Беларусь от 6 июня 2001 г. № 32-З «О перевозке опасных грузов» [15] «Сфера действия закона» указано: «Если международным договором Республики Беларусь установлены иные правила, чем те, которые содержатся в настоящем Законе, то применяются правила международного договора».

В российском законе необходимо обозначить компетентный орган и законодательно определить признанные организации по обращению с ОГ, их полномочия и статус. Необходимо прописать механизм и полноту делегирования полномочий компетентного органа признанным организациям. Также при коллизиях переводов актов на разные языки нужно поднять вопрос о правовом статусе кодексов на русском языке, поскольку сейчас при решении спорных вопросов преимущество, согласно имеющимся традициям, имеет англоязычный текст большинства используемых нашими специалистами международных соглашений.

Решение законодательно принять международные кодексы как национальные позволит логично включить их специальные разделы в рекомендуемый к разработке закон «Грузы опасные. Технический регламент», предназначенный регламентировать действия технического и технологического характера, выполнение которых обеспечит безопасность в широком смысле. Основными разделами Технического регламента и соответствующими базовыми нормативами должны быть:

- ОГ классов 1–9 – IMDG Code [16], ДОПОГ и RID [11, 12], ВОПОГ и ICAO-TI [13, 14]. Это все грузы, имеющие номер ООН, которые перевозятся в упаковке, различных контейнерах и цистернах;

- грузы опасные при перевозке навалом – IMSBC Code [7]. Надо дать однозначное определение такому виду груза. Из определения, которое есть в МК СОЛАС-74 [8], морском словаре, ж/д правилах и других источниках, неясно начиная с каких объемов и размеров скоплений, с какими показателями опасности груз, перевозимый бестарным способом, считать опасным и в чем именно – при перевозке навалом. Это особенно важно для грузов, склонных к самовозгоранию, выделению горючих и токсичных газов. Для таких грузов,

а их в [7] 22 наименования, необходимы отдельные правила, поскольку на пожары по причине самовозгорания ежегодно приходится порядка 12 % на суше и 25 % на воде от всех пожаров, зарегистрированных при перевозках;

- наливные грузы – ISGOTT [17], IBC [18]. Тоже нет однозначного определения, какие наливные грузы относить к опасным. Для разных видов транспорта разнятся и определения, и классификационные характеристики;

- методы классификационных испытаний и определения степени опасности грузов – Рекомендации ООН [19], международные и национальные стандарты по определению показателей опасности: пожарной, транспортной, токсичности, коррозионности и пр.

В перечисленных разделах регламента предложение взять за основу кодексы безопасности для морского транспорта основывается на том, что указанные документы более, чем Европейские соглашения [11–14], соответствуют Типовым Правилам ООН [5], достаточно надежно отработаны для решения вопросов безопасности, регулярно обновляются и могут быть использованы как для разработки общих положений относительно видов транспорта на эти три вида груза, так и специальных требований для конкретного груза и вида транспорта в форме правил или руководящих документов.

На современном этапе следует учитывать вероятность использования ОГ любого класса и транспортных средств их перевозящих как «оружие» и «средство его доставки» в организации террористических актов. Поэтому, кроме общепринятых положений, в разделе «Цель и сфера применения технического регламента» и в Законе «О безопасности обращения с опасными грузами» должны быть статьи, предусматривающие определенную ответственность лиц за действия или бездействия, которые квалифицируются как пособничество терроризму или подготовка теракта.

Создание государственного аккредитованного центра по изучению и испытанию ОГ

Указанный центр, по мнению авторов, структурно должен состоять из нормативно-правового, информационно-аналитического, научно-исследовательского и экспертного, испытательно-сертификационного подразделений. Их назначение следует из названия и подробно обозначено в работе [20].

Основа безопасности при обращении с ОГ – правильная их классификация по основному и дополнительным видам опасности. По Типовым правилам ООН [5] и международным соглашениям [7, 11–14, 16–18] классификация осуществляется компетентным органом или грузоотправителем. Однако сведения грузоотправителя не всегда соответствуют действительности, а достаточно строгого контроля со стороны компетентного органа нет. Поэтому следует акцентировать внимание на испытательно-сертификационном и экспертном отделе такого центра. Существует практика, что классификация опасной химической продукции осуществляется ее производителем, указывается в технической документации и паспорте безопасности по ГОСТ 30333–2007 [21]. Продукция становится грузом. Появляется грузовладелец, как правило, он же грузоотправитель, который оформляет транспортные документы на перевозку, в том числе подтверждающих классы опасности, которые, в свою очередь, через уровень требований существенно влияют на финансовую составляющую перевозки и промежуточное хранение на транспортных терминалах. В этой цепочке отсутствует звено государственного контроля правильности определения классов опасности, следовательно, и на практике такое случается, есть возможность умышленной классификации, не соответствующей действительности. Поэтому в условиях рыночных отношений для сведения к минимуму уровня транспортной опасности, злоупотреблений при оформлении грузоперевозок и экспертных заключений по инцидентам с ОГ для их классификации, а главным образом контрольной идентификации класса ОГ и показателей дополнительной опасности, нужен центр контроля классификационных и сертификационных характеристик от лица государства. Таким образом, требование Типовых правил ООН [5]

о том, что «классификация осуществляется компетентным органом или грузоотправителем», необходимо продублировать в законах Российской Федерации в сфере ОГ с указанием, каким организациям делегируются полномочия Минтранса, являющегося в России компетентным органом. Для взрывчатых (класс 1), токсичных и инфекционных (класс 6), радиоактивных (класс 7) материалов имеет смысл такие полномочия делегировать соответствующим специализированным НИИ и лабораториям.

Информационное обеспечение и мониторинг перевозок ОГ

Одним из условий эффективности обеспечения безопасной транспортировки ОГ является оперативность и достоверность информации. За рубежом этот вопрос уже урегулирован и находится под пристальным вниманием национальных и межправительственных организаций [20].

Великобритания. Национальный химический аварийный центр более 15 лет использует информационно-поисковую систему CHEMDATA для пожарных и аварийно-спасательных служб. Она позволяет: получить данные об опасных свойствах более 70 000 веществ и материалов; рассчитать размеры опасных зон; выбрать сценарий принятия решения; наладить связь с необходимыми специалистами и составить протокол действий. Система продана в более чем 20 стран.

Дания. Комитет противопожарной защиты для обработки данных об опасных веществах и материалах имеет программу DBK-RISK из пяти модулей: 1-й – сведения о предприятиях, где они производятся и используются; 2-й – данные о складах, емкостях и количестве хранимых грузов, мерах защиты от пожара и противопожарных мероприятиях; 3-й – информация о свойствах ОГ в условиях пожара, разлива или россыпи; 4-й – позволяет сделать расчеты рисков распространения самих материалов и продуктов их горения в окружающую среду при утечке или аварии; 5-й – ввод поправок и дополнений в первые четыре модуля.

В Канаде действует автоматическая система обязательного информирования органов власти и аварийно-спасательных служб о любых транспортных инцидентах с ОГ. Законами этой страны сокрытие и искажение такой информации предусматриваются определенные виды ответственности.

На сайте Минтранса Российской Федерации в сведениях о назначении единой государственной информационной системы обеспечения транспортной безопасности (ЕГИС ОТБ) по состоянию на 2016 г. данных относительно ОГ не найдено. В перечне информационных систем МЧС России, зарегистрированных в Роскомнадзоре, тоже нет программ обеспечения безопасности производства опасных веществ и обращения с ними. В Ространснадзоре существует система «По учету транспортных происшествий на морском и речном транспорте и выработке мер по их предупреждению» и функциональный модуль «Пожарная безопасность на транспорте», но в них нет программ подобных датской DBK-RISK или английской CHEMDATA.

На основе анализа сведений о состоянии этого вопроса в других странах, с учетом возможностей имеющихся систем, авторы концептуально считают, что информационная система обеспечения безопасности при обращении с ОГ в России должна отражать следующие аспекты:

- данные об опасных свойствах всех производимых и перевозимых грузов в соответствии со списком ООН;
- классификацию ОГ, методы их испытаний, маркировку, требования к совместимости грузов, порядок определения тары и упаковки;
- сценарии возможных аварий и результаты прогнозов последствий инцидентов с ОГ применительно к конкретным условиям окружающей среды;
- требования к транспортным средствам, перевозящим ОГ и транспортным терминалам их промежуточного хранения;

- средства и способы ликвидации последствий инцидентов с ОГ, защиты личного состава, принимающего участие в аварийно-спасательных работах;
- порядок выдачи транспортных документов безопасности на ОГ и лицензии на деятельность организаций, связанных с их перевалкой и транспортировкой;
- перечень организаций, лицензированных на обучение и типовые программы обучения персонала, допускаемого к работе с ОГ.

Доступ к этой информации должен осуществляться в порядке, установленным предлагаемыми авторами правовыми актами.

Подготовка специалистов

Необходимость подготовки специалистов в этой области в сопредельных государствах закреплена именно законами «О перевозке опасных грузов». Интересно, что за рубежом ответственность за организацию обучения и контроль его проведения возложены: в ДНР – на республиканский орган исполнительной власти, обеспечивающий реализацию политики в сфере транспорта [4]; в Украине – на отправителя ОГ [22]; в Белоруссии – на соответствующий департамент МЧС [15].

По мнению авторов, предложения в указанной сфере для нашей страны должны выражаться в следующем:

– законодательно закрепить существующий в настоящее время порядок подготовки работников по обеспечению безопасности при обращении с ОГ посредством курсов для работников транспортных компаний, которые желают получить соответствующую лицензию. Коммерческие курсы по этому направлению организованы в «Международном центре подготовки персонала» при Международной Ассоциации по опасным грузам и контейнерам («АСПОГ»). Лицам, обученным на этих курсах, выдается свидетельство «Советник по опасным грузам». В Морском учебно-тренажерном центре (УТЦ) Государственного университета морского и речного флота (ГУМРФ) имени адмирала С.О. Макарова более 10 лет для специалистов компаний морских и речных портов России читается курс «Перевалка опасных грузов». Без сертификата, выдаваемого обученным по программе УТЦ ГУМРФ, их работа с ОГ лицензионными органами не допускается. ЗАО «Морское грузовое бюро» совместно с Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого организованы курсы «Основные требования Правил безопасной мультимодальной транспортировки опасных грузов» с выдачей обучаемым свидетельства о повышении квалификации государственного образца и сертификата советника-эксперта по ОГ. Действует школа корпоративного обучения – портал «Опасный груз». В этой школе на каждый вид транспорта своя программа. Известные программы направлены на подготовку, переподготовку или повышение квалификации уже работающих, имеющих определенный опыт и знания специалистов;

– законодательно закрепить и разработать стандарты высшего образования по специальности, связанной с безопасностью при обращении с ОГ.

На взгляд авторов, отсутствие подобной специальности в вузах страны существенно влияет на общий уровень обеспечения безопасности в транспортной отрасли. В этой связи предлагается подготовка указанных специалистов на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России по следующему алгоритму:

– сначала на базе кафедры Пожарной безопасности технологических процессов и производств для обучающихся по специальности «Пожарная безопасность» планируется организовать изучение факультативной дисциплины «Пожарная безопасность перевалки опасных грузов». Это позволит начать выпуск специалистов МЧС России, обладающих знаниями в области пожарной безопасности по основной специальности и дополнительно знакомых с международными кодексами и соглашениями по безопасности, методами классификационных испытаний грузов, грузовой документацией, требованиями к маркировке и упаковке, основными вопросами, необходимыми для квалифицированного надзора

по безопасности на транспорте и транспортных терминалах. Программа факультативной подготовки аналогична программам коммерческих курсов:

- 1) Введение в курс. Общие положения и определения. Нормативные документы.
- 2) Виды и классификация ОГ.
- 3) Требования в отношении знаков опасности.
- 4) Требования к упаковке/маркировке, загрузке/разгрузке, размещению/разделению ОГ.
- 5) Транспортная документация на ОГ.
- 6) Транспортные операции с ОГ.
- 7) Меры безопасности при работе с ОГ.

– в последующем, одновременно с накоплением учебно-методического опыта и формированием лабораторно-испытательной базы, создавать кафедру «Пожарная безопасность грузовых транспортных технологий». В дальнейшем можно прогнозировать создание кафедры или факультета «Транспортной безопасности» с необходимым перечнем дисциплин и специализаций по стандарту новой специальности квалификации «магистр». Обучать по этой специальности для обеспечения востребованности будущих выпускников имеет смысл бакалавров, подготовленных по техническим и фундаментальным дисциплинам, с трудовым стажем в транспортной отрасли или промышленных объектах, владеющих иностранными языками, как минимум английским;

– соответственно, будет необходимо обеспечить уровень подготовки профессорско-преподавательского состава для этой кафедры/факультета, особенно по дисциплинам, касающихся международной нормативной базы, ее трактовки по совмещению с национальными правилами. В настоящее время таких специалистов, тем более с опытом преподавания, недостаточно.

Необходимо обратить внимание на еще ряд немаловажных аспектов.

С учетом повышенного внимания сегодня к Арктической зоне Российской Федерации и перевозок через Северный морской путь [23], в том числе ОГ, необходимо в специальных законах, посвященных Арктике, отразить вопросы безопасности обращения с ОГ. Перевозка ОГ в Арктике непосредственно влияет на экологическую безопасность в Арктической зоне Российской Федерации. Правовая политика России должна учитывать указанные риски и своевременно на них реагировать [24]. Обеспечение безопасности обращения с ОГ в Арктике, по мнению авторов, должно стать обязательным элементом системы комплексной безопасности в Арктике от угроз чрезвычайных ситуаций [25], необходимость создания которой декларируется на всех уровнях.

Необходимо включить в план работы Парламентской ассамблеи ОДКБ вопросы гармонизации законодательства государств членов-ОДКБ в сфере обеспечения безопасности обращения с ОГ. Указанный вопрос, на взгляд авторов, гармонично завершает уже выполненные юридическими кафедрами Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России в период 2012–2016 гг. серию рекомендаций в области реагирования на чрезвычайные ситуации, защиты критически важных объектов, приграничного сотрудничества при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [26].

Также вопросы безопасности обращения с ОГ должны найти свое достойное место в Концепции правовой политики в сфере пожарной безопасности, гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий, о которой говорят ученые [27].

В завершение обратим внимание на вопросы финансирования, перечень возможных привлекаемых организаций, в том числе по разработке проектов нормативных актов, последующей реализации их положений и требований на практике.

Организации: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, ЗАО «Центральный научно-исследовательский институт морского транспорта», ЗАО «Морское грузовое бюро», Регистр морского и речного транспорта, профильные институты по видам транспорта.

Финансирование. Средства для проведения этих работ могли бы быть получены от собственников грузов и транспортных компаний в форме налога, аналогичного дорожному сбору по системе «ПЛАТОН», который в настоящее время взимается для получения средств на ремонт автомобильных дорог. Тоже, кстати, касается вопроса обеспечения безопасности. Обоснование, размер и механизм его взимания должны быть отработаны так, чтобы со стороны плательщика такого налога не было возражений, а механизм расходования накапливаемых средств был прозрачным и исключавшим нецелевое использование. Если установить налог в размере 1 руб. с 1 т ОГ, то при 20 % ОГ от 800 млн т объема грузов, перевозимых в России всеми видами транспорта, на разработку требуемой нормативно-правовой базы можно было бы получать 160 млн руб. в год. Авторы полагают, что за такие деньги указанные организации за два–три года смогли бы разработать полную концепцию и предложить Государственной Думе проекты законов по безопасности при обращении с ОГ на территории страны.

Представленные тезисы можно рассматривать как план для разработки полноценной концепции, реализация которой в форме законов и научно-технических средств их исполнения позволит совершенствовать и осуществлять правовое регулирование безопасности обращения с ОГ в стране в соответствии с международными конвенциями и соглашениями.

Литература

1. Комментарий к ст. 86 Кодекса внутреннего водного транспорта РФ. URL: <http://kvvt.ru/glava-11/st-86-kvvt-rf/kommentarii> (дата обращения: 15.12.2016).
2. Маловечко В.А. Обоснование направлений в обеспечении безопасности перевозок опасных грузов в Российской Федерации // Производственная безопасность: материалы XIII Междунар. форума, 2–5 июня, Санкт-Петербург, 2015. СПб.: Городской центр экспертиз, 2015 С. 166–171.
3. Маловечко В.А., Кулишова Л.А. Обеспечение пожарной безопасности в транспортно-логистической цепи мультимодальных перевозок опасных грузов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2009. № 3 (11). С. 23–33.
4. Донецкая Народная Республика. Закон о перевозке опасных грузов. № 104-ИНС от 12 февр. 2016 г. URL: dnrsovet.su (дата обращения: 16.12.2016).
5. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Типовые правила. ST/SG/AC10/1/Rev/19 (Vol. 1, 2). Нью-Йорк, Женева: ООН, 2015.
6. ГОСТ 19433–88* Грузы опасные. Классификация и маркировка. Переиздание (февраль 1996 г.) с Изменением № 1, утв. 1992. сент. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901714253> (дата обращения: 08.12.2016).
7. IMSB Code (International Maritime Solid Bulk Cargoes Code – Международный кодекс морской перевозки навалочных грузов). Лондон: ИМО, 2014.
8. Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море (МК СОЛАС-74), с изменениями на 1 янв. 2016 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901765675> (дата обращения: 16.12.2016).
9. Конвенция МАРПОЛ 73/78. Кн. I и II. 2008. 760 с. Кн. III, пересмотр. изд. СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2012. 336 с.
10. Правила безопасной морской перевозки грузов: Приказ Минтранса Рос. Федерации от 21 апр. 2003 г. № ВР-1/п с изм. по Приказу Минтранса России от 6 июля 2012 г. № 196. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901860647> (дата обращения: 16.12.2016).
11. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Т. I, II. Нью-Йорк, Женева: ООН, 2014. 1 291 с.
12. Конвенция о международных железнодорожных перевозках (КОТИФ). Приложение С: Регламент о международной железнодорожной перевозке опасных грузов (RID – International Regulations Concerning the Carriage of Dangerous Goods by Rail) с поправками вступающими в силу с 1 янв. 2017 г. URL: raido.org.ua/files/004_001.pdf (дата обращения: 16.12.2016).

13. Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов по внутренним водным путям (ВОПОГ/ADN). Женева, 26 мая 2000 г. Вступило в силу 29 февр. 2008 г., Правила с поправками от 1 янв. 2007 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
14. ICAO-TI (Technical Instructions for The Safe Transport of Dangerous Goods by AIR) – инструкции по перевозке опасных грузов авиатранспортом. 56 издание Правил, действует с 1 янв. 2015 г. URL: <http://www.iata.org/whatwedo/cargo/dgr/Documents/dgr56-addendum1-ru-20150119.pdf> (дата обращения: 18.12.2016).
15. Республика Беларусь. Закон о перевозке опасных грузов (в ред. от 12 июля 2013 г. № 62-3). URL: http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=1916 (дата обращения: 18.12.2016).
16. IMDG Code (International Maritime Dangerous Goods Code – Международный морской кодекс по опасным грузам), 2014 Edition: в 2-х т., включающий поправки 37-14. URL: <http://www.imo.org/en/Publications/IMDGCode> (дата обращения: 18.12.2016).
17. ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals – Международное руководство по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов) 5-th EDITION 2006. URL: <http://navlib.net/isgott-rus/> (дата обращения: 18.12.2016).
18. IBC (International Maritime Organization Genre – Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом), 2007. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499003305> (дата обращения: 18.12.2016).
19. Рекомендации по перевозке опасных грузов. Руководство по испытаниям и критериям. ST/SG/AC10/11/Rev/6. Нью-Йорк, Женева: ООН, 2015.
20. Зима А.П., Гитцович А.В. Состояние вопроса по проблеме перевозки опасных грузов // Пожарная безопасность объектов защиты: сб. информ.-аналит. обзоров. М.: ВНИИПО, 2001. Вып. 3. С. 130–171.
21. ГОСТ 30333–2007. Паспорт безопасности химической продукции. Общие требования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200065697> (дата обращения: 15.12.2016).
22. Закон Украины. О перевозке опасных грузов (в ред. от 23 дек. 2015 г. № 901-VIII). URL: http://base.spinform.ru/show_doc.fwx?rgn=16928 (дата обращения: 15.12.2016).
23. Малько А.В., Немченко С.Б., Смирнова А.А. Правовая политика в сфере обеспечения безопасности в Арктике (обзор материалов «круглого стола») // Государство и право. 2016. № 6. С. 102–115.
24. Автономов А.С., Малько А.В., Немченко С.Б. Правовая политика современной России в Арктическом регионе // Правовая политика и правовая жизнь. 2016. № 1. С. 8–17.
25. Винокуров В.А., Немченко С.Б. Комплексная безопасность в Арктике: термины и понятия // Правовая политика и правовая жизнь. 2016. № 3. С. 52–62.
26. Артамонова Г.К., Чебоксаров П.А. Гармонизация законодательства государств-членов ОДКБ и государств-участников СНГ в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в контексте современных глобализационных процессов // Правовая политика и правовая жизнь. 2016. № 3. С. 62–71.
27. Малько А.В., Немченко С.Б., Смирнова А.А. Правовая политика в сфере обеспечения пожарной безопасности, гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий (обзор материалов «круглого стола») // Государство и право. 2015. № 5. С. 118–125.



ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

РЕФЛЕКСИЯ КАК ОСНОВА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПСИХОЛОГОВ МЧС РОССИИ

**С.П. Иванова, доктор психологических наук, доцент.
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России**

Рассмотрена рефлексия как центральная часть и основа психологической подготовки психологов МЧС России. Раскрыта специфика условий, в которых работают психологи МЧС России, оказывая помощь пострадавшим в чрезвычайных ситуациях. Проанализированы различия в профессиональной деятельности психологов в обычной консультативной работе и в условиях чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены психогенные факторы, детерминирующие возникновение стрессовых расстройств. Сделан акцент на необходимости применения рефлексии и методов психосаморегуляции в процессе подготовки психологов МЧС России.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, чрезвычайные ситуации, экстремальные условия, рефлексия, эмоциональное выгорание

REFLECTION AS A BASIS OF PSYCHOLOGICAL TRAINING OF PSYCHOLOGISTS OF EMERCOM OF RUSSIA

S.P. Ivanova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This work examines reflection as the central part and the basis of psychological training of psychologists of EMERCOM of Russian. This work also describes specificity of conditions in which psychologists of EMERCOM of Russia work, providing assistance to the victims of emergency situations. The differences in the professional activity of psychologists during the usual consultative work and during emergency situations were analyzed. Psychogenic factors which determine the occurrence of stress-related disorders were examined. This work focuses on the necessity for reflection and psychological self-regulation methods during the process of training of Russian psychologists EMERCOM.

Keywords: professional training, emergency situations, extreme conditions, reflection, emotional burnout

В трудах, посвященных подготовке практических психологов в вузе, авторы обращают внимание, что существенные свойства, обуславливающие специфику становления будущего психолога и адаптации его в профессии, вырабатываются в результате профессионального психологического образования, причем акцент делается на важности приобретения и развития у будущих психологов определенной системы навыков и умений в процессе обучения в вузе [1–4].

Профессиональная деятельность сотрудников психологической службы МЧС России отличается выраженным психологическим своеобразием, которое определяется следующими составляющими:

- объектом – профессиональные контингенты МЧС России и пострадавшие в результате чрезвычайных ситуаций (ЧС) различного характера;
- предметом деятельности – психологическая работа с личным составом МЧС России;
- целями – профессиональный отбор, профессиональная адаптация, профессиональная переориентация, урегулирование внутриличностных и межличностных конфликтов, оказание психологической помощи личному составу МЧС России как в ежедневной работе, так и после выполнения боевого задания;
- задачами – организация и осуществление мероприятий по оказанию экстренной психологической помощи пострадавшим в результате ЧС, персоналу, работающему в условиях ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф, специалистам МЧС России;
- способами решения вышеуказанных задач – организация и проведение мероприятий, направленных на психологическую реабилитацию специалистов МЧС России, в постэкспедиционный период, а также в плановом порядке;
- условиями выполнения поставленных задач – временные, информационные, ресурсные ограничения, повышенная персональная ответственность за психическое состояние пострадавших в результате ЧС, персонала, работающего в условиях ликвидации последствий стихийных бедствий и катастроф, специалистов МЧС России;
- психологическими трудностями – физические, психологические, психофизиологические нагрузки;
- временными параметрами – дефицит времени в условиях ЧС.

Профессиональная подготовка психологов МЧС России включает специальные требования, связанные с необходимостью выполнения своих профессиональных обязанностей в экстремальных условиях, ЧС. Такие обстоятельства существенно меняют характер деятельности (табл.) по сравнению с обычным психологом.

Психологом консультантом оказание помощи клиенту осуществляется по запросу, в плановом порядке, в благоприятных условиях, в специально оборудованном кабинете для консультаций. Уровень ответственности обычный для специалиста помогающей профессии, основываясь на принципе «не навреди!», возможность использования методик психодиагностики, социально-политическая напряженность не играет важной роли для реализации профессиональных обязанностей. Обычный уровень насыщенности информации, обычный временной режим (запланированные консультации, тренинги по расписанию), характер коммуникаций может быть двух вариантов: психолог – клиент или психолог – группа.

К работе психолога МЧС России перечисленные условия тоже относятся, но в условиях ЧС обстоятельства профессиональной деятельности резко меняются. Инициатором оказания помощи пострадавшим в ЧС при острой стрессовой реакции (ОСР) является сам психолог, он должен принять это решение.

Работа ведется в «полевых условиях», зачастую в непригодных или наскоро приспособленных помещениях, в палатках, а может быть и под открытым небом, сопровождается, во-первых, быстрой сменой окружающих условий, требующих переключения внимания на выполнение разных функций, когда неверное решение может привести к опасным последствиям (например при работе в толпе), во-вторых, ограниченностью применения методик диагностики, социально-психологической напряженностью при масштабных ЧС, дефицитом или переизбытком, противоречивостью информации, и, кроме того, осложняется, как правило, дефицитом времени, многоканальностью коммуникаций.

**Таблица. Различия в профессиональной деятельности психологов
в обычной помогающей деятельности и в условиях ЧС**

	Психологи	Психологи МЧС России в условиях ЧС
Инициатор	Клиент	Помощь при ОСР – решение принимает сам психолог
Условия	Кабинет для консультаций	«Полевые условия», неприспособленные помещения, палатки, под открытым небом
Ритм работы	Плановая работа (консультации, тренинги)	Быстрая смена условий, переключение на выполнение разных функций
Уровень ответственности	Обычная для специалиста помогающей профессии (не навреди)	Неверное решение может привести к опасным последствиям (работа в толпе)
Психодиагностика	Возможность использования всех методик	Ограниченность применения методик диагностики
Социально-политическая обстановка	Обычная	Социально-психологическая напряженность
Информация	Обычный уровень	Дефицит или переизбыток, противоречивость
Время	Обычный режим, запланированные консультации, тренинги	Как правило, дефицит времени
Характер коммуникаций	Психолог – клиент или психолог – группа	Многоканальные коммуникации, сопряженные с резкими переключениями внимания

Деятельность психолога МЧС России обусловлена воздействием большого комплекса психотравмирующих факторов в стрессогенной обстановке в процессе ликвидации ЧС и ее последствий. К психотравмирующим факторам относятся, в том числе, работа с психотравмирующими ситуациями жителей, пострадавших от ЧС и сотрудников МЧС России, высокий уровень ответственности [5]. Перечисленные условия деятельности психолога являются, на взгляд автора, основными психогенными факторами, детерминирующими возникновение стрессовых расстройств как реакции организма на психотравму. Высокий уровень профессионального стресса создает угрозу эмоционального выгорания, ранней профессиональной деформации, возникновения психосоматических заболеваний, список которых по данным медицины постоянно растет [6–8]. Поэтому личная психологическая подготовка будущих психологов МЧС России играет важную роль в профилактике этих явлений.

Психологическая составляющая процесса профессиональной подготовки включает формирование мировоззренческой позиции, ценностно-смысловой ориентации, образа профессии, образа «Я-психолог», коммуникативных способностей, владения риторикой, навыков рефлексии и применения методик психосаморегуляции.

На основе полученных результатов исследования и экзистенциально-гуманистическом подходе как составной части Психологической концепции профессиональной подготовки психологов МЧС России разработана структурно-функциональная модель психологической подготовки психолога МЧС России (рис.) с учетом формирования системы таких навыков и умений, необходимых в будущей работе, как рефлексия и психосаморегуляция [7]. На схеме наглядно видно, что рефлексия занимает центральное место, обеспечивая психогигиену (которая, в свою очередь, стимулирует возможности использования копинг-ресурсов личности), так как на приобретенном навыке систематически отслеживать свое психическое состояние базируется возможность применять методики психосаморегуляции, психокоррекции, осуществлять супервизию и участвовать в работе балинтовских групп, что обеспечит профилактику эмоционального выгорания.

Стрессогенные факторы разного уровня, направленности, силы, негативно влияют на когнитивную и аффективную сферу сознания человека.

В условиях стресса психологическая адаптация человека происходит, главным образом, посредством двух механизмов: психологической защиты и механизмов совладания (копинг-стратегии). Защитные реакции являются бессознательным реагированием на стресс, их включение не позволяет личности осознавать объективную, истинную ситуацию, адекватно и творчески взаимодействовать с миром.

Проявляться это может в виде объяснений, что нет времени остановиться, сделать паузу, задуматься о себе, о своей душе, некогда, так как постоянно отвлекают какие-то дела и заботы. Суэта нашей сегодняшней жизни, информационный шум как будто бы не оставляет нам времени на работу над собой. Но это кажущееся ощущение. Если мы обратимся к психогигиене, как прикладному направлению психологии здоровья, в котором разрабатываются и применяются мероприятия, направленные на сохранение, поддержание и укрепление психического здоровья людей, то обнаружим, что существуют методики психосаморегуляции, не требующие много времени и достаточно простые для самостоятельного применения.

Термин «психогигиена» (происходит от греч. *psyche* – душа и *hygieinos* – целебный) приводит к мысли о сравнении, сколько времени в день человек тратит на гигиену тела и на гигиену души? Ребенка с детства приучают мыть руки, умываться, чистить зубы и т.д. Эти правила интериоризируются, навыки входят в привычку и реализуются чуть ли не автоматически, а вот гигиене души – не обучают. Все ускоряющийся темп жизни, формализация контактов, информационная перегрузка, постоянное слушание чего-то (музыка, новости и т.д.) приводит к тому, что непрерывный средовой шум мешает человеку прислушиваться к себе и слышать себя. Как будто человек загораживается от себя. Почему? Может быть, страшно заглянуть в себя? В свою душу? А что там? Как ты, родная?

Умение остановиться, скомандовав себе: «Стоп!», спросить себя: «Что происходит? В чем дело?» и задуматься: «Что мою душу томит, тревожит?» – это уже практическое применение рефлексии. Например, при появлении смутного ощущения тревоги чаще всего человек отмахивается, потому что некогда. Если же он сможет остановиться, рефлексировав, отследить свое состояние, то поймет, например, что тревожится, так как не успеет вовремя подписать необходимый документ. Затем, потянув за эту «веревочку», «размотав клубок» одолевающих эмоций, обнаруживает страх и снимает его, применяя методы психосаморегуляции.

В психологическом словаре дается такое определение рефлексии (от лат. *reflexio* – обращение назад) – это процесс самопознания субъектом внутренних психических актов и состояний [9]. Понятие рефлексии возникло в философии и означало процесс размышления индивида о происходящем в его собственном сознании. Мы рассматриваем понятие рефлексии ближе к буквальному переводу с лат. – как психическое состояние осознания субъектом своих психических явлений.

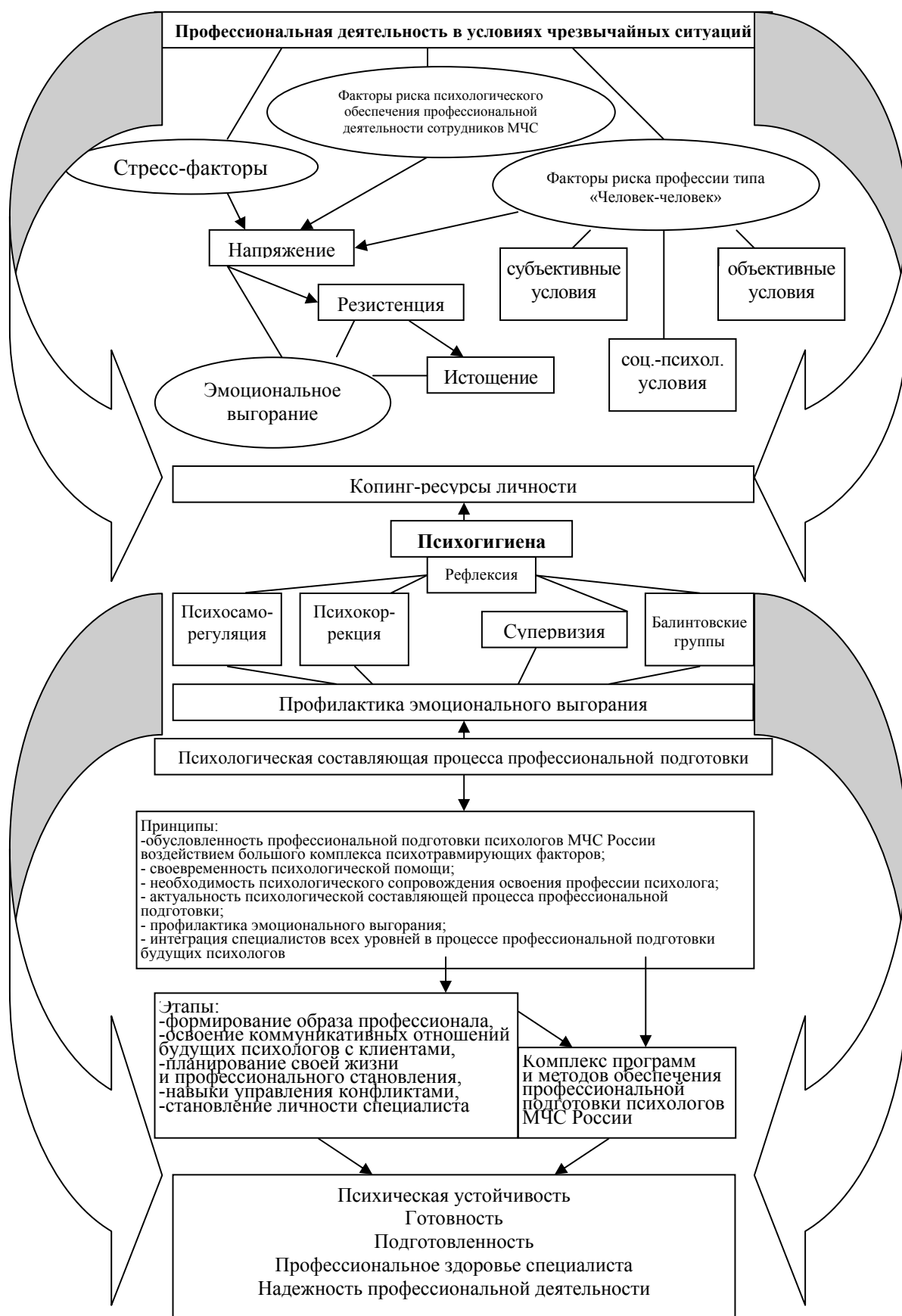


Рис. Структурно-функциональная модель профессиональной подготовки психолога МЧС России

Прежде чем урегулировать свое психическое состояние, нужно понять, что тебе это требуется, то есть, необходимо отследить свое состояние, понять, что что-то не так, проанализировать свое настроение, причины, что привело именно к такой ситуации. При рефлексировании своего состояния важно обратить внимание на то, что именно повлияло на перемену настроения? Например, кто-то тебе что-то сказал. Что сработало как «спусковой крючок»? Произнесенные слова? Звук голоса? Тон? Эмоциональное наполнение? Кто-то рядом услышал, что тебе сказали? Посторонний звук, запах?

Затем критически переосмыслить свои эмоции, переживания, мотивы и потребности. То есть, рефлексировать свое состояние и приучить себя делать это постоянно. Сколько раз за утро поменялось твое настроение – что-то подумалось, кто-то позвонил? Что-то вспомнил? Навыки рефлексии дают возможность человеку осознать внутреннее психическое напряжение, уловить момент, когда изменилось его состояние, отследить, какой фактор явился причиной изменения психического состояния. Тогда человек может понять, что для сохранения работоспособного состояния необходимо применить освоенные методы психогигиены и определить, какие подходят для данного конкретного эпизода и использовать их с учетом своих возможностей и обстоятельств окружающей обстановки.

Как уже отмечалось, интерес к проблеме рефлексии обусловлен, прежде всего, практической значимостью рефлексии для применения методик психосаморегуляции. Обычно наше внимание на изменении психического состояния не останавливается, мы этого не замечаем, не осознаем. Если тренировать себя на это внимание, увидишь, что описание, рассказ о перемене в настроении: что услышал, почувствовал, как изменилось самоощущение себя, займет минуту, а то и больше времени, а в сознании этот процесс проскакивает за долю секунды. Поэтому важно научиться замечать это и не пропускать «мяч в ворота». Выработать в себе привычку до автоматизма. На тренинге для тренировки рефлексии используются различные упражнения и обсуждение по кругу, какие ощущения возникают: что почувствовал, подумал, как изменилось психическое состояние в процессе выполнения задания?

Следует обязательно делать акцент на том, что если изменение состояния произошло в негативную сторону, необходимо применять методики психосаморегуляции, иначе могут быть проблемы. По результатам пилотажного исследования было выявлено, что соотношение уровня рефлексии и стресса могут быть в прямо пропорциональной зависимости – чем выше осознанность, тем выше стресс, когда человек только рефлексировает, не применяя методы психоэмоциональной регуляции. Это происходит потому, что рефлексировая свое состояние, человек начинает замечать больше негативного, чем обычно – мысли, поступки, нежелательные результаты, в результате уровень тревожности растет, у него возникает страх и если человек не знает что с этим делать, стресс может усиливаться. Таким образом, недостаточно развития только навыка рефлексии, необходимо одновременно формировать привычку и умение применения методик психосаморегуляции.

В Психологической концепции профессиональной подготовки психологов МЧС России, ориентированной на особые условия работы, предусмотрены принципы концепции, структурно-функциональная модель и программы подготовки психологов МЧС России для обеспечения психологического сопровождения освоения профессии психолога МЧС России, а именно: создание образа профессионала в процессе обучения у будущих психологов, формирование и развитие рефлексии, навыков применения методик психогигиены, способов психологической саморегуляции.

Литература

1. Маркова А.К. Психология профессионализма. М., 1996.
2. Климов Е.А. Психология профессионала. Воронеж, 1996.
3. Кораблина Е.П. Психологическая помощь как профессиональная деятельность практического психолога // Психологические проблемы самореализации личности / под ред. Г.С. Никифорова, Л.А. Коростылевой. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. Вып. 5. С. 171–181.
4. Бодров В.А. Психология профессиональной деятельности. М.: Изд-во PerSe, 2006.

5. Иванова С.П., Артамонова Г.К. Теоретико-эмпирическое изучение психологического феномена отношений к профессиональной ответственности и профессии «Психолог МЧС» и его взаимосвязи с личностными качествами // Проблемы управления рисками в техносфере». 2011. № 4 (20). С. 175–180.
6. Maslach C. Burnout: A social psychological analysis. In The Burnout syndrome // Park Ridge. 1982. № 1. P. 30–35.
7. Pines A., Aronson E. Career burnout. Causes and cures. N.Y.: The Free Press, 1988. 257 p.
8. Иванова С.П., Минина И.Н., Почебут Л.Г. Соотношение профессиональных ценностей личности и эмоционального выгорания у курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2011. № 4. (20). С. 162–168.
9. Психологический словарь / под ред. В.В. Давыдова [и др.]. М.: Педагогика, 1983. 376 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ СРЕДСТВАМИ НЕЧЕТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Л.В. Медведева, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
Е.С. Калинина, кандидат педагогических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены основные характеристики и свойства системы оценки качества педагогической деятельности в высших учебных заведениях. Предложенный алгоритм построения технологической составляющей системы оценки деятельности профессорско-преподавательского состава вузов МЧС России, основанный на методах нечеткого моделирования, является одним из способов научно обоснованного решения кадровых вопросов, усиления мотивации сотрудников к личностному и профессиональному совершенствованию, способствующим повышению качества образования в вузе в целом.

Ключевые слова: педагогическая деятельность, система оценки качества, нечеткое моделирование, метод максимина

IMPROVEMENT OF SYSTEM OF ASSESSMENT OF QUALITY OF PEDAGOGICAL ACTIVITY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF EMERCOM OF RUSSIA MEANS OF FUZZY MODELLING

L.V. Medvedeva; E.S. Kalinina.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The main characteristics and properties of system of a quality evaluation of pedagogical activities in higher educational institutions are considered. The offered algorithm of creation of a technological component of system of assessment of activities of the faculty of higher education institutions of EMERCOM of Russia based on methods of indistinct modeling is one of methods of the evidence-based solution of personnel problems, and also increase in motivation of employees to personal and professional enhancement promoting improvement of quality of education in higher education institution in general.

Keywords: pedagogical activity, system of assessment of quality, fuzzy modeling, method of maximinus

Проблема оценки качества профессиональной деятельности отдельного педагога и педагогического коллектива в целом во все времена являлась и остается на сегодняшний день одной из актуальных и в то же время труднейших проблем, непосредственно влияющих на эффективность образовательного процесса [1]. Особую актуальность эта проблема приобретает для вузов МЧС России в силу специфики и важности решаемых ими задач по подготовке высококвалифицированных специалистов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Деятельность преподавателя вуза МЧС России – явление многоаспектное и многомерное. В связи с этим обращаясь к оценке качества научно-педагогической деятельности, необходимо рассматривать ее как достаточно сложную систему, являющуюся подсистемой образовательного процесса, но обладающую своими характерными свойствами, функциями, внутренним строением, связями с окружающей средой, этапами развития.

Исходя из общих свойств и признаков сложных систем, систему оценки качества педагогической деятельности в высших учебных заведениях можно охарактеризовать как реальную (по происхождению), социальную (по субстанциональному признаку), динамическую (по признаку изменчивости), самоуправляемую (по признаку управляемости), вероятностную (по способу детерминации), открытую (по характеру взаимодействия с внешней средой), целеустремленную (по наличию целей), развивающуюся [2]. При этом специфическими характеристиками изучаемой системы являются ценностно-ориентированная и педагогическая направленность.

Васильевой Е.Ю. система оценки качества деятельности педагогов определяется как единая совокупность компонентов, взаимодействие и интеграция которых обуславливают наличие возможности у высшего учебного заведения не только выявлять состояние качества деятельности, но и целенаправленно и эффективно использовать педагогический потенциал оценки [3]. Основными элементами рассматриваемой системы являются субъектно-объектный, функционально-целевой, технологический и диагностико-результативный компоненты [3].

Эффективность системы оценки качества определяется общими дидактическими требованиями: адекватностью, объективностью и полнотой контроля.

Основными задачами, реализующими педагогический потенциал системы оценки качества профессорско-преподавательской деятельности, актуальными для вузов МЧС России, являются:

- обоснование цели системы контроля деятельности профессорско-преподавательского состава;
- определение уровня качества педагогической деятельности;
- обеспечение максимально благоприятных условий для стимулирования личностного и профессионального совершенствования профессорско-преподавательского состава;
- осуществление научно-обоснованного анализа полученных результатов оценки;
- формирование программ управления качеством педагогической деятельности [3].

Эффективное управление качеством образовательного процесса, в том числе управление качеством профессорско-преподавательской деятельности, затруднительно без формализации описаний педагогических явлений и процессов в виде их объективной оценки, что возможно лишь в случае использования методов математического моделирования [4].

Однако любая математическая модель педагогического объекта весьма приближительна и условна из-за необходимости учета многих субъективных, слабо формализуемых факторов [5]. Адекватный способ формализации такого вида информации предлагает одно из направлений прикладной математики – нечеткое моделирование, основанное на теории нечеткой логики и теории нечетких множеств [6].

Нечеткая логика, впервые предложенная в 1965 г. профессором Калифорнийского университета в Беркли Лотфи А. Заде, специалистом по теории управления сложными системами, является многозначной логикой. Заде Л.А. первично рассматривал теорию нечеткой логики как аппарат моделирования и анализа гуманистических систем, то есть

таких систем, в которых непосредственное участие принимает человек. Его подход опирался на предпосылку о том, что элементами человеческого мышления являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств, для которых переход от «принадлежности» к «непринадлежности» осуществляется не скачкообразно, а непрерывно. В отличие от традиционных математических методов, требующих на каждом шагу моделирования точных и однозначных формулировок закономерностей, теория нечетких множеств предлагает совершенно иной тип мышления, при котором творческий процесс моделирования происходит на наивысшем уровне абстракции и постулируется лишь минимальный набор зависимостей [6].

Нечеткое моделирование позволяет обрабатывать любые данные, отражающие качественные характеристики посредством использования лингвистических переменных, значения которых выражаются на естественном языке. В основе нечеткого моделирования содержится база правил, отражающая формализованные эмпирические знания или знания экспертов в конкретной изучаемой области [7].

Исследованию возможностей нечеткого моделирования в различных сферах педагогической науки посвящены труды многих ученых (В.М. Монахов, И.В. Вешнева, И.Д. Рудинский, М.В. Марданов, Г.В. Ившина, С.Д. Данилова, Н.В. Исмаилова и др.). Анализ научно-педагогической литературы показал, что нечеткое моделирование адекватно отражает образовательную деятельность, пластично учитывает человеческий фактор, и, тем самым, может дать результаты более продуктивные и полезные в образовании, чем результаты традиционного системного моделирования [8]. Вывод о целесообразности решения задач мониторинга качества образования с использованием теории нечетких множеств сформулирован в работах [5, 9]. Однако на сегодняшний день вопросы применения нечетких моделей в теории оценки качества педагогической деятельности изучены недостаточно.

Рассмотрим алгоритм нечеткого моделирования при построении технологической компоненты системы оценки качества деятельности профессорско-преподавательского состава (ППС) в рамках отдельной кафедры.

Характерной особенностью кафедры как управляемой системы является трудность измерения и оценивания конечного результата деятельности педагогов. Деятельность ППС на кафедрах вузов МЧС России ведется по целому ряду направлений, среди которых наибольший вклад в качество образовательного процесса вносят следующие четыре:

- учебная работа;
- научная работа;
- методическая работа;
- воспитательная, служебная, общественная и другие виды деятельности.

Так как каждое из перечисленных направлений определяется индивидуальным набором критериев, целесообразно функцию «оценка качества деятельности ППС» представить в виде вектор-функции:

$$P = (P_1, P_2, P_3, P_4),$$

где P_1 – оценка качества учебной работы; P_2 – оценка качества научной работы; P_3 – оценка качества методической работы; P_4 – оценка качества воспитательной, служебной, общественной и других видов деятельности преподавателей.

На начальном этапе решения задачи оценки деятельности ППС руководитель кафедры на основании личного опыта и опыта более квалифицированных преподавателей, учитывая специфику кафедры, выбирает набор критериев, по которым будет контролироваться работа; общая оценка складывается из оценок по каждому из критериев.

В силу того, что при выставлении оценки за работу по каждому критерию невозможно точно идентифицировать зависимости критериев от этих параметров и четко оценить все

параметры, выставляемые проверяющим, критериальные оценки являются одной из разновидностей нечетких множеств – нечеткими числами.

При оценке качества любого вида деятельности ППС задача проверяющего сводится к выбору наилучшей альтернативы (кандидата) A^H из множества всех вариантов альтернатив. Каждая возможная альтернатива определяет единственный исход из общего множества исходов альтернатив Z согласно выбранному критерию оптимальности D :

$$A^H = \text{Apg opt } D[K_j(A_i)],$$

где $A = \{A_i\}_{i=1}^m$ – множество всех возможных альтернатив (кандидатов);

$K = \{K_j\}_{j=1}^n$ – множество критериев оценки альтернатив.

Таким образом, функции оценки качества каждого вида деятельности ППС, описываются формулами:

$$P_k = P_k(A_i^k, K_j^k),$$

где $k = \overline{1, 4}$; $\{A_i^k\}_{i=1}^m$, $\{K_j^k\}_{j=1}^n$ – соответствующие k виду деятельности множества альтернатив и критериев.

При решении задачи оценки деятельности конкретного преподавателя приходится иметь дело с лингвистической неопределенностью, связанной с использованием профессионального языка в лице руководителя кафедры (проверяющего). Такая неопределенность порождается нечеткостью, обусловленной многозначной шкалой истинности высказываний проверяющего.

На основании нечеткого лингвистического подхода процесс формализации высказываний проверяющего включает в себя следующие этапы:

1) выбор m -бальной шкалы оценки;

2) определение множества альтернатив $A = \{A_i\}_{i=1}^m$, соответствующих каждой из оценок;

3) исходя из конкретных условий, определение множества исходов (последствий) альтернатив Z (например, на основании результатов контроля могут быть решены вопросы материального поощрения, в этом случае в качестве исходов могут быть выбраны «поощрить премией» или «не поощрять»);

4) выбор критериев оценки альтернатив $K = \{K_j\}_{j=1}^n$.

Так как для каждого из проверяемых видов деятельности ППС критериальные оценки альтернатив зависят от индивидуального параметра, необходимо:

– определить параметры, влияющие на критериальные оценки;

– определить характеристики шкал, на которых зафиксированы значения параметров и критериев (например, если критериальная оценка зависит от стажа преподавателя, то в качестве параметра t выбирается педагогический стаж);

– для критериальных оценок выбрать соответствующие им функции принадлежности $\mu_{op}(t)$, характеризующие степень принадлежности элемента t множеству, на котором определено рассматриваемое нечеткое множество, являющейся субъективной мерой и интерпретирующейся на понятии вероятности [7].

При этом необходимо учитывать, что значения функций принадлежности должны быть сосредоточены на отрезке $[0; 1]$.

Следующий шаг состоит в переходе непосредственно к выбору наилучшей альтернативы. Так как при оценке любого вида деятельности преподавателя критерии, по которым производится выбор альтернативы, равноценны, то целесообразно применить один из методов многокритериального выбора в случае нечеткой информации при наличии равновероятных критериев, зависящих от параметра – метод максимина [6].

Пусть известны нечеткие оценки O_{ij}^k альтернатив (вариантов возможных решений) A_j^k ($j=1, \dots, n$) по критериям K_i^k ($i=1, \dots, m$) для каждого вида работы k ($k=1, 4$), выставленные руководителем кафедры по I -бальной системе. Каждая из оценок имеет свою функцию принадлежности вида:

$$\mu_{ij}^k(t) = \exp\left\{-\left(t - \alpha_{ij}^k\right)^2\right\},$$

при этом значения параметров α_{ij}^k определяются на основе экспертного опроса.

Согласно алгоритму метода максимина, необходимо проделать следующие вычисления:

1. Для каждого критерия вычислить нечеткую максимальную критериальную оценку:

$$O_{i \max}^k = \max_j O_{ij}^k,$$

причем

$$\mu_{ij}^k(t) = \sup_{\max\{t_{ij}\}=t} \min\{\mu_{ij}^k(t_{ij})\},$$

где $i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$; $t_{ij} \in M_{O_{ij}}$; $M_{O_{ij}}$ – носители нечетких чисел O_{ij} .

2. Вычислить приведенные нормализованные оценки альтернатив по критериям:

$$O_{ij}^{K*} = \frac{O_{ij}^k}{O_{i \max}^k}, \quad i=1, \dots, m; \quad j=1, \dots, n.$$

3. Вычислить минимальную критериальную оценку для каждой альтернативы $O_{j \min}^k$, определяемую как:

$$O_{j \min}^k = \min_i O_{ij}^{K*}.$$

Функция принадлежности оценки $O_{j \min}^k$ вычисляется по формуле:

$$\mu_{ij}^{k \min}(t) = \sup_{\min\{t_{ij}\}=t} \min\{\mu_{ij}^{K*}(t_{ij})\}, \quad t_{ij} \in M_{O_{ij}}.$$

4. Определить обобщенный максимум найденных минимальных оценок:

$$O_{\max}^K = \overline{\max_j O_{j \min}^k}$$

с функцией принадлежности:

$$\mu_i^K \max(t) = \sup_{\min\{t_j\}=t} \min\{\mu_j^k(t_j)\}, t_j \in M_{O_{j \min}^k}.$$

5. Оценить степень сходства O_{\max}^K с каждой из оценок $O_{j \min}^k$.

В качестве показателя сходства нечетких чисел может быть использована величина:

$$M_j^k = \int_0^1 |\mu_i^K \max(x) - \mu_j^k \min(x)| dx,$$

которая называется мерой сходства.

Функции $\mu_i^K \max(x)$ и $\mu_j^k \min(x)$, участвующие в формуле меры сходства, являются функциями принадлежности критериальных оценок O_{\max}^K и $O_{j \min}^k$.

6. Лучшей будет считаться та альтернатива (тот кандидат), у которой мера сходства M_j^k максимальна.

Рассмотренный процесс построения нечеткой модели легко реализуется на ЭВМ, в частности, с использованием программной среды MatLab [10] или MathCad [11].

Полученные результаты могут быть использованы руководителем кафедры при рассмотрении вопросов о материальном поощрении, определении стимулирующей надбавки, коррекции плана и содержания повышения квалификации преподавателей, кадровых перестановках, а также учтены при расчете рейтинга ППС за определенный период времени.

Предложенная модель в полной мере реализует педагогический потенциал системы оценки качества педагогической деятельности, позволяет объективно оценить работу каждого преподавателя. При этом нечетко-множественный подход дает возможность учитывать в процессе принятия педагогических решений качественные аспекты, не имеющие точного числового соответствия.

Таким образом, одним из эффективных путей совершенствования системы оценки качества деятельности профессорско-преподавательского состава в вузах МЧС России, позволяющим принимать объективные, научно обоснованные педагогические решения, является использование методов нечеткого моделирования.

Рассмотренный алгоритм без потери общности, за счет задания соответствующего набора критериев может быть использован и для оценки работы как других подразделений вуза МЧС России, так и для образовательного заведения в целом.

Литература

1. Васильева Е.Ю., Граничина О.А., Трапицын С.Ю. Рейтинг преподавателей, факультетов и кафедр в вузе: метод. пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. 159 с.
2. Васильева Е.Ю. Оценка деятельности преподавателей в российских и зарубежных вузах: монография. Архангельск: Северный гос. мед. ун-т. 2005. 170 с.
3. Трапицын С.Ю., Васильева Е.Ю. Система оценки качества деятельности преподавателей вуза как предмет исследования и объект проектирования // Известия Рос. гос. пед. ун-та им. А.И. Герцена. 2006. Т. 6. № 14. С. 128–136.

4. Ризен Ю.С., Захарова А.А., Минин М.Г. Математическое моделирование образовательного процесса в оценке качества деятельности вуза // Информационное общество. 2014. № 3. С. 25–33.
5. Исмаилова Н.В. Оценка качества образования в вузе средствами нечеткого моделирования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ижевск, 2012. 23 с.
6. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
7. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 284 с.
8. Монахов В.М. О возможностях методологии нечеткого моделирования как нового инструментария информатизации педагогических объектов // Современные информационные технологии и ИТ-образование: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. М., 2008. URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-204594.html> (дата обращения: 16.03.2017).
9. Шеховцова М.А., Шагрова Г.В. Проблема математического моделирования системы мониторинга качества образовательного процесса в высших учебных заведениях // Вестник Северо-Кавказского федерального ун-та. 2015. № 2 (47). С. 91–93.
10. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.
11. Седнева Д.А., Климов П.А. Нечеткое моделирование в среде MathCAD // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 11. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/11/59524> (дата обращения: 16.03.2017).

РАЗРАБОТКА ОПРОСНИКА НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ С ВЫСОКИМИ ПСИХОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ В ЦЕЛЯХ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА ПИЛОТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

**А.М. Собченко, кандидат психологических наук, доцент.
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации**

Рассматривается создание технологии психодиагностических методик в процедуре разработки тестов: выявление наиболее значимых для методики и характерных для популяции психосемантических параметров в конотативной и десигнативной области измеряемого конструкта. Даются рекомендации в создании конкретной и транслируемой технологии создания валидных и высоконадежных тестов для качественного профессионального отбора пилотов гражданской авиации.

Ключевые слова: психодиагностика, психосемантика, конотативность, десигнативность, валидность и психометрические показатели, профессиональный отбор

QUESTIONNAIRE DESIGN THE NEURO-MENTAL STABILITY WITH HIGH PSYCHOMETRIC INDICATORS IN ORDER TO IMPROVE THE QUALITY OF PROFESSIONAL SELECTION OF PILOTS FOR CIVIL AVIATION

A.M. Sobchenko. Saint-Petersburg state university of civil aviation

Discusses the creation of technology psychodiagnostic methods in the process of test development: identify the most significant techniques and characterized for populations of psychosemantic options in connotative and designations region of the measured construct.

Recommendations to create a specific and broadcast technologies for the creation of valid and reliable tests for qualitative professional selection of pilots for civil aviation.

Keywords: psychodiagnostics, psychosemantics, connotatively, designational, validity and psychometric performance, professional selection

Проблема адекватной психодиагностики по своему возрасту сравнима с возрастом существования самой цивилизации. В разные времена она решалась на уровне существующих тогда представлений о мире. В настоящее время такой основой является преимущественно естественнонаучная парадигма. В то же время психология личности, являющаяся теоретической основой для психодиагностики, все больше «гуманизируется». Более корректной основой для разработки валидных психодиагностических методик, наиболее используемую часть которых составляют опросники, автор считает психосемантические модели, позволяющие согласовать системы значений, имеющиеся у разработчиков и будущих испытуемых. Изучение этой единицы сознания является узлом, связующим общение и обобщение, считал Л.С. Выготский. Широкая теоретическая разработка проблемы значения представлена как в теоретических работах самого Л.С. Выготского [1], К.А. Абульханова [2], А.Ю. Агафонова [3], А.А. Бодалева [4], так и в работах его последователей – А.Н. Леонтьева [5], А.Р. Лурия [6], П.Я. Гальперина [7]. Близкие идеи нашли свое отражение в работах, посвященных видам и формам обобщения, Ж. Пиаже [8], Д. Брунера [9] и других современных исследователей мышления и речи.

Современное состояние психодиагностики, которое можно определить как кризисное, характеризуется неадекватным опережением теоретических разработок эмпирическими [10–12]. Осложняясь проблемой некомпетентного использования, такое положение приводит к все большей произвольности в практическом использовании психодиагностических методик. Одним из возможных направлений в преодолении указанных проблем может быть разработка психодиагностических методик с четко разработанной основой интерпретации или сближением «измеренной индивидуальности» и реального человека.

Анализ общепринятой технологии разработки психодиагностических методик, в частности опросников, показывает, что представление об «измеряемой индивидуальности» в них определяется в основном системой значений разработчиков. Она носит преимущественно научно-теоретический характер и маловероятно, чтобы она совпадала с системой значений потенциальных испытуемых в соответствующей области, так как одни и те же понятия при этом включаются в разные контексты [13–16]. Процедура же психометрической проверки и проверки валидности не позволяет выявить степени их совпадения. Анализ работ ведущих исследователей в области психосемантики подтвердил, что характеристики значений, соответствующих одним и тем же понятиям, существенно различаются в науке и в обыденной жизни. Кроме того, в «обыденном сознании» уровень обобщения и категоризации обычно не совпадает с таковым в научном мышлении, которое как раз задействовано в разработке тестов. Лингвистический подход к проблеме значения следует признать весьма продуктивным в изучении языка, но недостаточным для того, чтобы быть методической основой изучения психики. Основная причина такого положения – отчужденность предмета лингвистики от субъекта.

Такие направления, как психосемантика и психология субъективной семантики в гораздо большей степени обеспечивают возможность адекватного описания систем значений. Это обусловлено, прежде всего, преодолением отчужденности субъекта от текста как в лингвистике, через категорию деятельности. Для решения каждой конкретной практической задачи необходимо определение адекватного баланса между ориентацией на коннотативные (оценочные) и денотативные (предметные) характеристики значения [17–19]. Например, в нашей реконструкции семантического пространства нервно-психической устойчивости в большей мере должны быть представлены коннотативные характеристики, однако их связь с денотативными тоже должна быть обозначена. Генетический аспект значения указывает на необходимость учета релевантных ему особенностей популяции, в частности возрастных. Значение приобретает индивидуально-личностный смысл и присущие этой категории свойства

только в системе связей с другими значениями, то есть имеет системный характер. Это означает, что для решения поставленных в исследовании задач необходимо целостное представление системы естественных значений [20–23].

Сформулированное на основе теоретического анализа определение категории смысла как «направления трансформации актуальных психических содержаний в формах значений» указывает на необходимость учета субъективной категоризации ситуаций, представленных в заданиях теста [24–28]. Иными словами, это ставит задачу максимально четкой экспликации содержания заданий. В соответствии с представленной структурой исследования, первым этапом в эмпирическом исследовании стало выявление психометрических характеристик опросника «Прогноз-2», на основе которого автор разрабатывал свой вариант – опросник «Прогноз-3».

С этой целью было протестировано более 200 пилотов. Пригодными для анализа оказались данные 193 испытуемых. Они были набраны в электронную таблицу компьютерной программы Statistica 5.5, с помощью которой и производились все расчеты в работе.

В данной программе, в частности, имеется модуль «Reliability and Item Analysis», предназначенный специально для расчета психометрических показателей психодиагностических тестов. В этом модуле имеется возможность определения таких общих показателей, как надежность по однородности (коэффициент α Кронбаха), надежность при делении пополам, сумма баллов, среднее арифметическое и стандартное отклонение, ассиметрия и эксцесс распределения. Для каждого отдельного задания подсчитывается его корреляция с итоговым баллом, значение коэффициента α Кронбаха при исключении этого задания и другие показатели.

В табл. 1. представлены распределения ответов и прямые коэффициенты корреляции по шкале лжи данного опросника.

Таблица 1. Показатели распределения и корреляции
с итоговым баллом заданий «шкалы лжи» (открытости) опросника Прогноз-2

№ Зад.	Ключевой ответ	Доля ответов, %		Коэффициент корреляции со шкалами	
		ключевых	НЕ ключ-х	лжи	НПУ
1	нет	99,5	0,5	,15*	,10
6	нет	50,5	49,5	,61*	-,25*
10	нет	53,6	46,4	,59*	-,21*
12	нет	39,7	60,3	,37*	-,12
15	нет	64,4	35,6	,60*	-,30*
19	нет	54,1	45,9	,62*	-,30*
21	нет	22,3	77,7	,31*	,08
26	нет	30,9	69,1	,42*	-,12
33	нет	68,6	31,4	,52*	-,24*
38	нет	51,0	49,0	,62*	-,27*
44	нет	71,6	28,4	,46*	-,31*
49	нет	22,7	77,3	,53*	-,25*
52	нет	62,7	37,3	,48*	-,18*
58	нет	53,1	46,9	,53*	-,27*
61	нет	52,1	47,9	,61*	-,13

Примечание: * помечены достоверные коэффициенты корреляции; красным цветом – недискриминативные задания; нули перед запятой не показаны

Как видно из табл. 1, все, кроме одного, задания шкалы лжи имеют удовлетворительную дискриминативность. В качестве критерия дискриминативности автор брал принятую для дихотомических заданий норму – не более 16 % (84 %) ответов по одному из двух вариантов. Все задания также имеют большую корреляцию с итоговым баллом именно своей шкалы, чем с другой шкалой. Показатель однородности α Кронбаха составил 0,794,

показатель ассиметрии – 0,054, эксцесса – 0,790, то есть распределение практически нормальное. Можно констатировать, что шкала лжи имеет вполне удовлетворительные показатели.

В табл. 2 таким же образом, но в уменьшенном виде, показаны характеристики заданий основной шкалы – нервно-психической устойчивости (НПУ).

Таблица 2. Показатели распределения и корреляции
с итоговым баллом заданий шкалы НПУ опросника «Прогноз-2»

№	Кл.	%	%	Корреляция	
	отв.	кл.	некл.	ложь	НПУ
2	Да	20,1	79,9	-,01	,26*
3	Да	26,8	73,2	-,05	,08
4	нет	13,9	86,1	-,03	,30*
5	Да	33,5	66,5	-,18*	,35*
7	Да	2,6	97,4	-,03	,27*
8	нет	14,4	85,6	-,03	,10
9	Да	21,1	78,9	-,17*	,29*
11	Да	14,5	85,5	-,05	,28*
13	Да	5,7	94,3	-,13	,38*
14	Да	10,3	89,7	-,20*	,37*
16	Да	2,6	97,4	-,10	,18*
17	нет	20,2	79,8	,12	,24*
18	Да	5,2	94,8	-,06	,21*
20	Да	7,7	92,3	-,05	,27*
22	Да	16,0	84,0	-,20*	,19*
23	Да	15,5	84,5	-,11	,52*
24	нет	28,9	71,1	,10	,03
25	Да	9,8	90,2	-,26*	,52*
27	Да	1,5	98,5	-,10	,25*
28	Да	18,6	81,4	-,09	,28*
29	Да	22,7	77,3	-,38*	,58*
30	нет	6,7	93,3	,08	,00
31	Да	41,2	58,8	-,35*	,37*
32	Да	25,8	74,2	-,26*	,32*
34	Да	15,0	85,0	-,13	,26*
35	нет	13,9	86,1	-,02	,26*
36	Да	4,6	95,4	-,07	,19*
37	Да	2,6	97,4	-,01	,33*
39	Да	20,6	79,4	-,39*	,50*
40	Да	2,6	97,4	-,07	,22*
41	нет	8,8	91,2	,14	,05
42	Да	37,1	62,9	-,10	,10
43	Да	3,6	96,4	-,10	,23*
45	Да	10,3	89,7	-,17*	,55*
46	нет	56,2	43,8	-,03	,09
47	Да	3,6	96,4	-,17*	,29*
48	Да	16,5	83,5	-,28*	,48*
50	нет	25,8	74,2	,04	,09
51	Да	16,5	83,5	-,24*	,35*
53	Да	12,9	87,1	-,36*	,57*
54	Да	,5	99,5	-,13	,13
55	нет	6,2	93,8	,10	,10
56	Да	2,6	97,4	,02	,20*
57	Да	2,1	97,9	-,01	,12
59	Да	10,3	89,7	-,28*	,30*
60	Да	4,1	95,9	-,02	,19*
62	Да	0,0	100,0	-	-
63	Да	3,1	96,9	-,05	,35*
64	нет	1,5	98,5	,17*	,06
65	Да	2,1	97,9	-,10	,35*
66	Да	2,1	97,9	,05	,23*
67	Да	12,4	87,6	-,23*	,48*
68	Да	5,7	94,3	-,10	,43*
69	Да	5,7	94,3	-,14	,36*
70	Да	17,0	83,0	-,14	,25*
71	Да	4,6	95,4	-,09	,23*
72	Да	2,1	97,9	-,08	,12
73	Да	3,1	96,9	,00	,29*
74	Да	1,5	98,5	-,07	,13
75	Да	1,0	99,0	-,05	,30*
76	Да	12,4	87,6	-,20*	,53*
77	Да	3,6	96,4	-,18*	,22*
78	Да	8,2	91,8	-,14*	,48*
79	Да	13,4	86,6	-,06	,25*
80	Да	10,8	89,2	-,16*	,40*
81	Да	4,6	95,4	-,06	,30*
82	Да	2,1	97,9	-,05	,28*
83	Да	1,5	98,5	-,04	,16*
84	Да	2,6	97,4	-,18*	,35*
85	Да	26,8	73,2	-,25*	,46*
86	Да	5,7	94,3	-,08	,24*

Дополнительно в табл. 2 помечены курсивом задания, вообще не связанные ни с одной из двух шкал. Как видно из табл. 2, только 22 из 71 задания шкалы НПУ разделяют испытуемых на классы, то есть имеют удовлетворительную дискриминативность. Из этих 22 заданий пять не связаны достоверно с итоговым баллом ни по своей шкале, ни по шкале

лжи. То есть, они измеряют что-то иное, нежели остальные задания. Кроме того, 23 задания, почти треть, достоверно связаны с обеими шкалами, а одно из них (№ 64), хотя и согласно ключу относится к шкале НПУ, достоверно не связано со своей шкалой, зато значимо – со шкалой лжи.

Показатель ассиметрии составил 1,282, эксцесса – 1,445, то есть больше единицы. Возникает предположение о ненормальности распределения. На рисунке оно показано графически.



Рис. Распределение показателя НПУ по опроснику «Прогноз-2»

Как видно из этой гистограммы, на которой приведены «сырые» баллы, распределение действительно далеко от нормального, аппроксимация которого показана волнистой колоколообразной линией. Вертикальными линиями обозначены принятые при профессионально-психологическом отборе нормы, и согласно им более 80 % пилотов обладают высокой нервно-психической устойчивостью.

Все задания исправленной формы продемонстрировали достаточную дискриминативность: по ключевым и неключевым ответам ни одно задание не имеет менее 30 % одного из вариантов. Характерно, что промежуточный ответ выбирали по большинству заданий от 1 до 3 % испытуемых, по нескольким – до 7 %, заданий, в которых промежуточный ответ выбирался бы более, чем 7 % испытуемых, нет. Автор считает это достоинством теста, так как это означает, что испытуемые редко не могли выбрать между ключевым и неключевым ответом.

Все задания теста имеют корреляцию с итоговым баллом своей шкалы достоверную на уровне $p < 0,01$, почти половина – на уровне $p < 0,005$. Общая однородность шкалы лжи по α Кронбаха составила 0,812, шкалы нервно-психической устойчивости – 0,793.

В табл. 3. представлены результаты проверки валидности в виде корреляционных связей с проверочными методиками – шкалой эмоциональной возбудимости (ШЭВ) и показателем тревоги в тесте Люшера.

Таблица 3. Проверка валидности и психометрические показатели окончательной формы опросника Прогноз-3 по результатам проверки валидности в виде корреляционных связей с проверочными методиками – ШЭВ и показателем тревоги в тесте Люшера

Шкалы и блоки	Коэффициенты корреляции со шкалами:				
	лжи	«старые» задания	«категориальный» блок	«семантический» блок	НПУ
Блоки:					
«старые» задания	-,3008*	1,0000	,2721*	,2663*	,6211*
	p=,002*	p= ---	p=,006*	p=,008*	p=,000*
«категориальные»	-,2211*	,2721*	1,0000	,4862*	,7270*
	p=,028*	p=,006*	p= ---	p=,000*	p=,000*
«психосемантические»	-,1517	,2663*	,4862*	1,0000	,8695*
	p=,176	p=,008*	p=,000*	p= ---	p=0,00*
Шкалы:					
НПХ	-,3382*	,6211*	,7270*	,8695*	1,0000
	p=,001*	p=,000*	p=,000*	p=0,00*	p= ---
ШЭВ	,124	,7110*	,7123*	,7958*	,7844*
	p=,156	p=,000*	p=,000*	p=0,00*	p=,000*
Показатель тревоги по Люшеру	,0218	,2663*	,3282*	,3134*	,4862*
	p=,698	p=,008*	p=,004*	p=,005*	p=,000*

Как видно из табл. 3, все отдельные блоки достоверно коррелируют друг с другом, то есть все они измеряют одно и то же. Собственно, это было подтверждено и показателями однородности. Характерно, что семантический блок не имеет, в отличие от остальных шкал, достоверной связи со шкалой лжи. Это может означать, что его задания измеряют тот аспект НПУ, который не связан со шкалой лжи. Скорее всего, это произошло из-за неочевидности значений ответов для испытуемых.

Корреляционные связи с ШЭВ (нейротизмом) и показателем тревоги по тесту Люшера так же подтверждают валидность всей шкалы НПУ, и даже с отдельными блоками, которые можно было бы считать отдельными подшкалами, если не очень высокая их корреляция друг с другом.

Проверка валидности и психометрические показатели окончательной формы опросника «Прогноз-3» – исправленная форма опросника, состоящая из 40 заданий, исследована на 115 пилотах, на которых тестирование еще не проводилось, и они видели этот опросник в первый раз. Условия работы при профотборе университета, которые были описаны, а именно большое количество проходящих через него пилотов, это позволяли.

Таким образом, автор разработал конкретный опросник и подтвердил основную гипотезу о том, что анализ системы значений позволяет создавать опросники, обладающие более высокими психометрическими показателями, чем «традиционные».

Литература

1. Выготский Л.С. Собрание сочинений: в 6-х т. М., 1992–1994. Т. 3.
2. Абульханова К.А., Воловикова М.И., Елисеев В.А. Проблемы исследования индивидуального сознания // Психологический журнал. 1991. № 4.
3. Агафонов А.Ю. Основы смысловой теории сознания. СПб.: Речь, 2003. 296 с.
4. Бодалев А.А. Личность и общение. М., 1983.
5. Леонтьев А.Н. Философия психологии. М., 1994.
6. Лурия А.Р. Язык и сознание. М., 1979. 332 с.
7. Гальперин П.Я. Языковое сознание и некоторые вопросы взаимоотношения языка и мышления // Вопросы философии. 1977. № 4. С. 55–62.
8. Пиаже Ж. Речь и мышление ребенка. М., 1994. 344 с.
9. Брунер Дж. Психология познания. М., 1977. 425 с.
10. Бурлачук Л.Ф., Морозов С.М. Словарь-справочник по психологической диагностике. СПб., 1999. 528 с.
11. Василюк Ф.Е. Жизненный мир и кризис: Типологический анализ критических ситуаций // Психологический журнал. 1995. № 3.
12. Дружинин В.И. Психологическая диагностика способностей: теоретические основы. Саратов, 1990. 412 с.
13. Запорожец А.В. Избранные психологические труды: в 2-х т. М., 1986. Т. 1.
14. Иберла К. Факторный анализ. М., 1980.
15. Караулов Ю.Н. Лингвистическое конструирование и тезаурус русского языка. М., 1981.
16. Келли Дж. Психология личности: психология личностных конструктов. СПб., 2000.
17. Митина О.В., Михайловская И.Б. Факторный анализ для психологов. М., 2001.
18. Орел В.Е., Сенин М.Г. Основы психодиагностики: учеб. пособие. Ярославль: НПЦ «Психодиагностика», 2005. 68 с.
19. Петренко В.Ф. Основы психосемантики. СПб., 2005. 480 с.
20. Рукавишников А.А., Соколова М.В. Шкала эмоциональной возбудимости. Руководство. Ярославль: НПЦ «Психодиагностика», 1996. 22 с.
21. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 1999. 720 с.
22. Серкин В.П. Пять определений понятия и схема функционирования образа мира // Вестник Московского университета. Сер. 14: Психология. 2006. № 1. С. 14–19.
23. Солсо Р. Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002. 592 с.
24. Ушакова Т.Н., Павлов Н.Д. Аспекты исследования семантики слова // Психологический журнал. 1981. Т. 2. № 5.
25. Франселла Ф., Банчистер Д. Новый метод исследования личности. М., 1987.
26. Хьелл Л., Зиглер Д. Теории личности (Основные положения, исследования и применения). СПб.: Питер Ком, 1998.
27. Шмелев А.Г. Психодиагностика личностных черт. М., 2002.
28. Эткинд А.М. Цветовой тест и его применение в исследовании больных неврозами // Социально-психологические исследования в психоневрологии. Л., 1980.

АНАЛИЗ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ ЧЕРЕЗ ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДИК КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

К.С. Иванов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

И.В. Тищенко, кандидат педагогических наук.

**Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова**

Рассмотрен вопрос применения различных педагогических методик контроля знаний обучающихся, целей их применения, а также рассмотрена их роль в вопросе анализа общеобразовательных компетенций. Проводится анализ педагогической задачи контроля знаний при обучении базовым инженерным дисциплинам, в частности инженерной графике, обучающихся технических специальностей вуза применительно к требованиям государственного образовательного стандарта к результатам обучения обучающихся в их общеобразовательных компетенциях.

Ключевые слова: контроль знаний, образовательные компетенции, индивидуальные задания

ANALYSIS OF EDUCATIONAL COMPETENCE OF STUDENTS OF ENGINEERING GRAPHICS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF VARIOUS METHODS OF KNOWLEDGE CONTROL

K.S. Ivanov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

I.V. Tischenko. Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov

The article shows various pedagogical methods of control of students' knowledge, purposes of its' use and its' role in analyzing general education student's competences. The analysis of pedagogical task of knowledge control in teaching of basic engineering subjects, such as engineering graphics, of high school students of technical specialities according to the requirements of state educational standards to the outcomes of students in their general education competencies.

Keywords: knowledge control, general education competences, individual knowledge

Анализ общеобразовательных компетенций обучающихся через применение различных методик контроля знаний

Контроль качества обучения имеет принципиальное значение и должен стать одним из основных применяемых орудий управления качеством профессионального образования сотрудников Государственной противопожарной службы. Это качество профессионального образования характеризуется тем, насколько оно удовлетворяет настоящим и перспективным задачам, которые ставятся перед вузами МЧС России.

Острота и актуальность вопроса оценки качества обучения в вузах происходит под влиянием ряда факторов. Прежде всего, идет переосмысление ценностей, целей, места и роли образования [1]. В современное время с техническим прогрессом и развитием инфраструктуры растет статистика несчастных случаев в вопросе пожарной безопасности. В связи с этим повышается потребность в квалифицированных сотрудниках, а, значит,

повышаются требования к их профессиональным навыкам. Отсюда резко возрастают требования к уровню обучения сотрудников Государственной противопожарной службы. Эффективный контроль знаний должен служить социальной гарантией выпускникам.

В традиционной системе образования роль контролирующего органа выполняет преподаватель [2]. Первым в ряду вопросов, связанных с контролем знаний, является вопрос: что контролировать? При этом:

- первым подходом является проверка, контроль активности обучающегося. Такая система контроля применяется в том случае, когда обучающемуся необходимо посетить весь курс лекций и практических занятий для того, чтобы ему был засчитан курс. Подобный способ достаточно прост в реализации, поскольку пришлось бы лишь отмечать посещаемость обучающегося, его активность посещаемости учебного процесса. Однако такой подход не дает никаких гарантий реального получения знаний обучающегося от тех занятий по дисциплинам, которые он посещает;

- второй подход основывается на выявлении, раскрытии компетентности обучающегося в изучаемом им предмете. Здесь важным становится не количество посещаемых слушателем или студентом занятий, а именно то, как глубоко он разбирается в материале и как хорошо умеет его использовать. Именно такой подход контроля знаний используется в системе образования в вузах МЧС России [3].

Возможно применение различных методик контроля знаний, сориентированных на выявление компетенций обучающегося. Подобные методики, а также особенности с ними связанные, удобней рассматривать по отдельности.

Первый подход контроля – проверка теоретических знаний, допускает использование различных методик. Чаще всего среди методик используются традиционный множественный выбор, который содержит список вопросов и различные варианты ответов, предложенные для выбора правильного ответа. Этот выбор производится в узком диапазоне задач тестирования. Данная методика осуществляется посредством «бумага и карандаш», то есть ответы обучающихся предоставляются в письменном виде, что проще всего в плане реализации [4].

Второй подход – это проверка практических умений (речь идет не об умении решать задачи, а именно об умении что-то делать в соответствии с задачами дисциплины). При очном обучении практическая отработка и проверка навыков студентов осуществляется непосредственно (то есть физически), а в случае невозможности этого обычно моделируется на разнообразных стендах, тренажерах, лабораторных установках.

Третий подход – выполнение обучающимися каких-либо крупных, к примеру, курсовых работ, является достаточно действенным в выявлении образовательных компетенций, так как при этом происходит совокупная демонстрация знаний и умений. Здесь основная задача преподавателя контролировать самостоятельность выполнения индивидуального задания. Важным моментом является необходимость представления слушателю или студенту комплексных исследовательских заданий, которые требуют применения полноты и единства всех знаний и умений из проверяемой области [5].

Рассмотрим три данных подхода контроля знаний для курсантов, слушателей и студентов вузов МЧС России применительно к дисциплине «Инженерная графика». Государственный образовательный стандарт предъявляет требования к результатам обучения слушателей и студентов технических специальностей вузов МЧС России в их общеобразовательных компетенциях. Обучающийся должен знать: основы технического черчения; должен уметь: выполнять базовые геометрические построения; читать чертежи, планы, схемы; должен владеть: основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, владеть навыками работы со стандартами. Первый метод выявления компетентности обучающегося обеспечивает требование стандарта «знать», второй метод ориентирован на компетенцию «уметь», третий метод контроля знаний обучающегося ставит целью совершенствование компетенции «владеть».

Проверка теоретических знаний

Тестовые вопросы составлены в соответствии с учебной программой дисциплины «Инженерная графика». Пример тестового задания представлен на рис. 1.

Дисциплина «Инженерная графика». Тест № 1		
Билет № 1		
1.	Основная линия применяется для изображения...	1) линии невидимого контура; линии перехода невидимые; 2) линии видимого контура; линии перехода видимые; линии контура сечения; 3) линии контура наложенного сечения; линии размерные и выносные; линии штриховки; линии-выноски; полки линий-выносок и подчеркивание надписей
2.	На каком рисунке конусность обозначена неверно? 	1) на 3 и 4 2) на 1 3) на 3 4) на 1 и 3
3.	Достаточно ли размеров указано на чертеже? 	1) достаточно 2) недостаточно 3) есть лишний размер

Рис. 1

В данном примере тестового задания представлены вопросы по теме «Требования к машиностроительным чертежам», а также предложены варианты ответов к ним, среди которых обучающемуся необходимо выбрать правильный ответ. Вопросы, представленные в тестовых заданиях, предназначены для проверки, расширения и закрепления полученных знаний в теории общих требований к чертежам и правил изображения на чертежах.

Проверка практических умений

Для данного метода контроля компетенций обучающегося разрабатываются индивидуальные задания, которые предназначены для проверки, расширения и углубления практических навыков и умений в выполнении базовых геометрических построений на чертеже. Пример контрольного задания представлен на рис. 2.

Начертить резьбовое соединение двух деталей в масштабе 1:1.
Выполнить разрез и нанести штриховку.

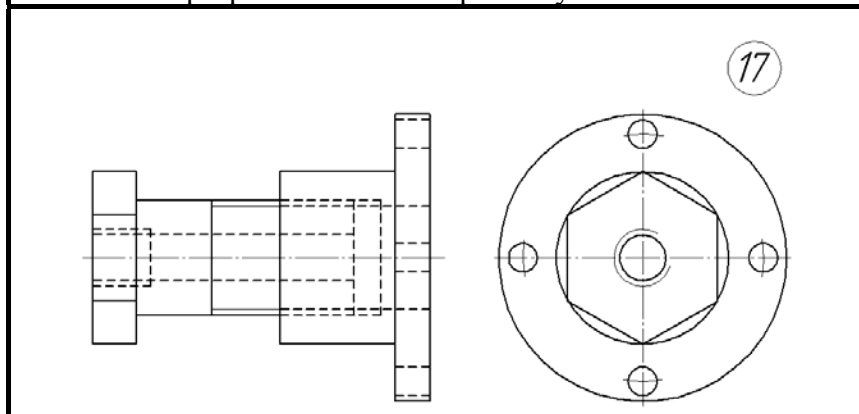


Рис. 2

В данном индивидуальном задании по теме «Соединение деталей» изображено соединение двух резьбовых деталей. Необходимо мысленно рассечь данное соединение секущей плоскостью, нанести штриховку и правильно изобразить резьбу в месте соединения деталей. Выполнение этой работы позволяет обучающимся показать уровень усвоения учебного материала, а также степень умений и практических навыков в изображении на чертеже простейших геометрических элементов с применением основ технического черчения: построение окружностей, изображение тонких, толстых, штриховых линий на чертеже, деление окружности на n равных частей для построения многоугольника, деление угла на равные части, изображение фасок, изображение штриховки и т.д.

Комплексная проверка знаний и умений

Для данного способа проверки образовательных компетенций обучающегося разрабатываются индивидуальные задания, которые ставят перед ним задачу исследовательской работы, требующей обобщения и демонстрации всех знаний и умений из проверяемой области. Пример на рис. 3.

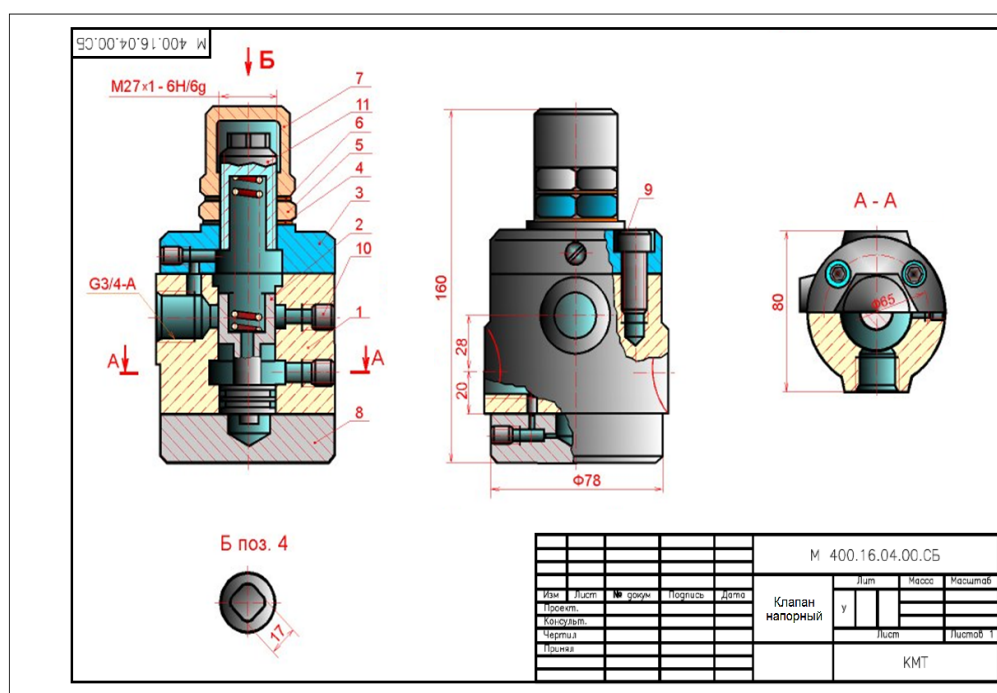


Рис. 3. Клапан напорный

В данном индивидуальном задании по теме «Чтение и детализирование сборочных чертежей» на формате А3 дано изображение сборочной единицы, механизма, составные части которого подлежат между собой соединению на предприятии. И представлена спецификация к заданному на чертеже механизму с указанием составных частей, деталей, из которых состоит изделие. В данном примере на рис. 3 рассмотрен «Клапан напорный», который применяется для создания необходимых давлений масла в гидравлических системах металлорежущих станков. И представлена спецификация к данному изделию «Клапан напорный» на рис. 4.

Форм	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечан
				<u>Документация</u>		
			АТ-230.07.12.00.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
	1		АТ-230.07.12.1	Корпус	1	
	2		АТ-230.07.12.2	Золотник	1	
	3		АТ-230.07.12.3	Крышка	1	
	4		АТ-230.07.12.4	Винт регулировочный	1	
	5		АТ-230.07.12.5	Гайка	1	
	6		АТ-230.07.12.6	Шайба	1	
	7		АТ-230.07.12.7	Колпачок	1	
	8		АТ-230.07.12.8	Крышка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	9			Винт М10х20,36		
				ГОСТ 11738-72		
	10			Пробка 7005-1173		
				ГОСТ 12202-66		
	11			Пружина 7039-2024		
				ГОСТ 13165-67		
Им.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	АТ-230.07.12.00	
Разраб.	Штат				Клапан напорный	Листов
Пров.						Листов
Н.инж.					Предприятие	
Уста.						

Рис. 4. Спецификация к изделию «Клапан напорный»

Обучающемуся в его теоретической работе необходимо прочесть сборочный чертеж, представить форму и конструкцию изделия, понять его принцип работы, порядок сборки, а также выявить форму каждой детали в данной сборочной единице. После чего в практической части работы необходимо выполнить детализирование по сборочному чертежу, то есть выполнить рабочий чертеж определенных деталей, из которых состоит заданный механизм, на отдельном листе чертежной бумаги верно выбранного формата, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля. Данная работа объединяет и демонстрирует знания и умения обучающегося по всему пройденному курсу дисциплины «Инженерная графика», выполняя установленные государственными стандартами оптимальные правила выполнения и оформления чертежей [6].

Авторами рассмотрены по отдельности предложенные методики выявления образовательной компетентности обучающихся применительно к дисциплине «Инженерная графика». Все три методики подтверждают важность и необходимость их использования в реализации педагогических задач, поставленных перед преподавателем государственным образовательным стандартом в предъявлении требований к результатам обучения курсантов, слушателей и студентов вузов МЧС России в их общеобразовательных компетенциях.

Педагогическая задача – в их совершенствовании. Для успешного решения этой задачи в процессе профессиональной подготовки специалистов в учебных заведениях МЧС России необходимо нахождение новых дополнительных путей интенсификации самостоятельной работы, разработка необходимой методической поддержки для работы обучающегося, а также разработка и совершенствование контрольных методик проверки знаний обучающихся.

Литература

1. Петрашенко А.В. Гиперсетевые технологии инженерии знаний // Региональная информатика-2006: тезисы докладов междунар. конф. СПб.: СПИИРАН, 2006. Ч. 1. С. 65.
2. Троян Г.М. Применение универсальных подходов для улучшения качества дистанционного образования // Открытое образование. 2004. № 2. С. 37–47.
3. Можаяева Г.В. Проектная деятельность в системе дистанционного образования // Теоретико-методологические проблемы исторического познания. Минск, 2001. Т. 2. С. 114–117.
4. Мякотина М.В., Лазарева Т.И. Апробация системы оперативного контроля качества учебного процесса // Образование, наука, производство и управление: материалы регион. науч. конф. Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2005. С. 14–17.
5. Околелов О.П., Тарасова Т.А. Методика реализации компетентностного подхода в профессиональном образовании // Интеграция методической (научно-методической) работы и системы повышения квалификации кадров: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф.: в 6 ч. Челябинск: Изд-во «Образование», 2005. Ч. 1. С. 3–6.
6. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: учеб. пособие / К.С. Иванов [и др.] / под ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2010. 129 с.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И КОПИНГ-СТРАТЕГИИ КУРСАНТОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.А. Земскова.

**Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.**

Н.А. Кравцова, доктор психологических наук, доцент.

Тихоокеанский государственный медицинский университет, г. Владивосток.

Е.Л. Лукьянова, кандидат психологических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Описаны результаты эмпирического исследования связи копинг-стратегий поведения и психофизиологических параметров у курсантов после тренировки в теплодымокамере. Результаты исследования показали, что при напряжении и перенапряжении нервной системы у курсантов после тренировки отмечаются чаще активные копинг-стратегии. При сниженном уровне напряженности отмечаются чаще пассивные копинг-стратегии.

Ключевые слова: копинг-стратегии, активация нервной системы, скорость, концентрация, избирательность внимания, зрительно-моторная реакция

PSYCHOPHYSIOLOGICAL REACTIONS AND COPING STRATEGIES OF CADETS IN TERMS OF MODELING PROFESSIONAL ACTIVITY

A.A. Zemskova. Far East of firefighting and rescue Academy – branch of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

N.A. Kravtsova. Pacific state medical university, Vladivostok.

E.L. Lukyanova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

The article presents the results of empirical research of the relationship between coping strategies and psychophysiological parameters of students after training in smoke and heat training facility. The results of the study showed that when stress and strain on the nervous system to the students after the training marked the strategy of confrontation, accepting responsibility, seeking social support. With a lower level of intensity of the observed coping strategies of self-control, distancing, preservation of self-control, humility, suppression of emotions, passive cooperation, obedience, and active avoidance.

Keywords: coping strategies, activation of the nervous system, velocity, concentration, selective attention, complex visual-motor reaction

Эффективность профессиональной деятельности сотрудников МЧС России заключается в быстром и точном выполнении приказов, умении своевременно применять специальные профессиональные знания и навыки, и, в конечном счете, быстром и правильном принятии решения. Сформированность стратегий совладающего поведения и их применение сотрудниками МЧС России в стандартных и нестандартных ситуациях определяет эффективность профессиональной деятельности специалистов экстремального профиля.

Основные исследования в области стресс-преодолевающего поведения в основном выполнены в отношении лиц с деликвентным поведением, больных, представителей профессий типа «человек-человек». Рыбниковым В.Ю., Е.Н. Ашаниной, Е.Н. Матыциной, И.Б. Лебедевым и др. проведены исследования копинг-поведения специалистов экстремального профиля [1–3]. Данные исследования раскрывают неординарность проблемы стресс-преодолевающего поведения и затруднения в разработке теоретико-методологической базы, диагностического инструментария, критериев интерпретации изучения совладающих паттернов поведения специалистов экстремального профиля.

Теоретические аспекты проблемы совладающего поведения (копинг-стратегий) напрямую связаны с проблематикой стресса [4]. Данные явления для человека нераздельно взаимосвязаны. Лазарус Р. впервые предположил, а в дальнейшем и обосновал утверждение о том, что способность личности справляться со стрессом не менее важна, чем природа, величина стресса и его частота [5].

По результатам многочисленных теоретических и эмпирических исследований доказано, что каждым индивидом используются те стратегии поведения, которые определены личным опытом и психофизиологическими резервами.

Актуальность проблемы исследования взаимосвязи стратегий совладающего поведения и психофизиологических реакций у курсантов в процессе тренировочной ситуации обусловлена потребностью повышения эффективности деятельности профессионалов в чрезвычайных ситуациях и сохранения их здоровья.

Цель исследования: выявить связь между психофизиологическими реакциями и стратегиями совладающего поведения у курсантов в условиях тренировочной ситуации.

Материалы и методы исследования

Выборка составила 49 курсантов МЧС России в возрасте от 19 до 21 года. Для достижения поставленной цели были использованы следующие методики: копинг-тест Р. Лазаруса [5], методика изучения копинг-механизмов Э. Хэйма (адаптация Л.И. Вассермана) [6]; для изучения особенностей внимания использовались методики – таблицы Шульте, корректурные таблицы (кольца Ландольта); изучение показателей электрокардиограммы (ЭКГ) с использованием программного обеспечения «Анализ сердечного ритма» комплекса реабилитационного психофизиологического для тренинга с БОС «РЕАКОР»; оценка функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) на основе сложной зрительной моторной реакции с помощью устройства психофизиологического тестирования УПФТ-1/30 – «Психофизиолог».

Результаты исследования, обсуждение

Анализ результатов копинг-теста Р. Лазаруса показал, что наиболее популярной в выборке курсантов является стратегия «планирование решения проблемы» (28 % курсантов). Стрессовые ситуации преодолеваются за счет целенаправленного анализа и возможных вариантов поведения, выработки стратегии разрешения проблемы, планирования собственных действий с учетом объективных условий, прошлого опыта и имеющихся ресурсов [7]. Данная стратегия характеризует адаптивное поведение личности, которая способствует конструктивному решению трудностей.

Стратегия «положительной переоценки» проблемы или трудной ситуации за счет положительного переосмысления может позволить будущим специалистам отвлечься от негативных впечатлений стрессовой ситуации. Однако в данном случае возможна вероятность недооценки личностью возможностей двойственного разрешения проблемной ситуации. Использование конфронтационного копинга подразумевает, что разрешение проблемы осуществляется за счет конкретных действий [8]. Данная стратегия поможет преодолевать трудности, проявлять энергичность и предприимчивость при разрешении проблемных ситуаций, уметь отстаивать собственные интересы. Копинг-стратегия «дистанцирование» предполагает попытки преодоления негативных переживаний в связи с проблемой за счет субъективного снижения ее значимости и степени эмоциональной вовлеченности в нее. Применяя стратегию самоконтроля в своей деятельности, курсанты будут преодолевать негативные переживания за счет подавления и сдерживания эмоций, стремиться достигнуть самообладания. Самоконтроль помогает в быстром принятии решения и эффективном осуществлении деятельности, направленном на предотвращение чрезвычайной ситуации. При поиске социальной поддержки, наоборот, будущий специалист стремится к эмоциональной поддержке извне за счет привлечения внешних (социальных) ресурсов, поиска информационной, эмоциональной и действенной поддержки со стороны своих товарищей либо других лиц.

В условиях тренировочной ситуации будущей профессиональной деятельности курсантов производили оценку психофизиологических реакций: анализа сердечного ритма, функционального состояния ЦНС, уровня быстрой реакции, функций внимания.

Анализ наиболее выраженных стратегий совладающего поведения по методике Р. Лазаруса в зависимости от изменений параметров психофизиологических реакций в тренировочной ситуации представлен в табл. 1.

Таблица 1. Стратегии совладающего поведения курсантов в зависимости от индекса напряжения и уровня активации нервной системы

Копинг-стратегии	Индекс напряжения по Баевскому			LF/HF	
	23,3±2,6	175,6±72,4	451,5±153,7	1,03±0,5	5,5±2,4
Планирование решения проблемы	2	13	7	9	8
Принятие ответственности	0	0	1	2	4
Самоконтроль	1	2	2	5	3
Конфронтационный копинг	1	2	7	3	6
Дистанцирование	1	2	1	4	1
Поиск социальной поддержки	1	1	5	2	2

Качественный анализ показал различия в использовании в своем репертуаре копинг-стратегий в зависимости от индекса напряжения и уровня активации нервной системы. В табл. 1 показано, что перенапряжение нервной системы по индексу Баевского наблюдается у курсантов, предпочитающих использование стратегии поиска социальной поддержки и конфронтационного копинга. Напряжение нервной системы говорит о потребности в эмоциональной поддержке со стороны других людей, ожидании внимания и совета по совершению каких-либо конкретных действий. Конфронтация предполагает преодоление сложных ситуаций за счет поведенческой активности либо на разрешение ситуации, либо на отреагирование негативных эмоций в связи с возникновением данных трудностей. При этом наблюдается повышение напряжения со стороны нервной системы, что может повлиять на появление импульсивности в поведении, трудности в планировании действий, неоправданного упорства. При умеренном напряжении нервной системы данная стратегия будет способствовать сопротивлению трудным ситуациям, активному, энергичному преодолению, умению отстаивать свои интересы. В случае нервного перенапряжения данная стратегия становится неадаптивной и происходит концентрация только на собственных эмоциях и эмоциональной разрядке [9].

Небольшие различия в использовании стратегий совладающего поведения также наблюдаются в зависимости от уровня активации нервной системы, измеренной после прохождения профессиональной тренировки.

При повышении парасимпатической активности у курсантов отмечаются стратегии совладающего поведения – самоконтроль и дистанцирование, которые предполагают преодоление трудных ситуаций за счет сдерживания и подавления эмоций, стремления к самообладанию и минимизации эмоциональной вовлеченности в проблемную ситуацию, отстраненности, обесценивания, рационализации.

При преобладании симпатической активности наблюдаются стратегии конфронтации и принятия ответственности. Преодоление трудных ситуаций происходит за счет повышенной активности, энергичности, признание своей роли в разрешении проблемы и принятие ответственности за последствия приводят к мобилизации всего организма, напряженности. Высокая нервная напряженность и выраженности данных стратегий могут привести к эмоциональной нестабильности, неоправданной самокритике, неудовлетворенности, переживанию чувства вины.

Анализ копинг-стратегий по методике Е. Хэйма и показателей индекса напряжения по Баевскому, активации симпатической и парасимпатической активности показал различия в использовании стратегий совладающего поведения (рис. 1).

Копинг-стратегии в зависимости от симпатической и парасимпатической активности



Рис. 1. Различия стратегий совладающего поведения в зависимости от уровня активации нервной системы в тренировочных условиях

При преобладании парасимпатической активности после тренировки наиболее выражены когнитивные копинг-стратегии – сохранение самообладания, проблемный анализ, смирение; эмоциональные – оптимизм, подавление эмоций, пассивная кооперация, покорность; поведенческие – конструктивная активность, компенсация, активное избегание. Из них – сохранение самообладания, проблемный анализ, оптимизм, конструктивная активность, компенсация и пассивная кооперация являются адаптивными и относительно адаптивными копинг-стратегиями; смирение, подавление эмоций, покорность, активное избегание – неадаптивными. В целом у всех представленных выше копинг-стратегий есть общее – отсутствие психофизиологической напряженности, эмоциональной вовлеченности в проблемную ситуацию. Применение в деятельности, требующей большой ответственности, конструктивных, адаптивных форм стратегий поведения приведет к эффективному разрешению трудной ситуации, повышению самооценки и самоконтроля, осознанию собственной ценности. В то же время использование неадаптивных форм стратегий может оказать дезорганизующее влияние на деятельность, увеличить риск возникновения дезадаптации.

При симпатической активности наиболее часто проявляются когнитивные копинг-стратегии – обоснование смысла, диссимуляция; эмоциональные – оптимизм; поведенческие – отвлечение, отступление. Для адекватной адаптации в профессиональной деятельности негативный опыт, представляющий угрозу здоровью и повлекший за собой стресс, исключается из схемы поведения или диссимилируется во избежание повторения данной стрессовой ситуации. Оптимистичный настрой, способность видеть во всем происходящем светлые стороны является копинг-ресурсом для благоприятной адаптации в деятельности будущего специалиста. Стратегии отвлечение и отступление предполагают повышенный уровень напряженности, вследствие которого проявляется стремление сведения к минимуму опасности ситуации, которая может недооцениваться специалистом, уход и отвлечение от трудностей для достижения эмоционального благополучия.

Выявлены различия в использовании стратегий совладающего поведения при увеличении и уменьшении показателей функций внимания после прохождения тренировки (рис. 2).

При увеличении показателей функций внимания (скорости, точности, продуктивности) наблюдается преобладание когнитивных стратегий – сохранение самообладания, обоснование смысла; эмоциональных – оптимизм. При снижении показателей функций внимания в сравнении другой группой в большей степени проявляются когнитивные стратегии – проблемный анализ, диссимуляция, смирение; эмоциональные – оптимизм, подавление эмоций, пассивная кооперация, поведенческие – отвлечение, обращение.

Копинг-стратегии в зависимости от изменения функций внимания после тренировки



Рис. 2. Стратегии совладающего поведения в зависимости от функций внимания после тренировки

Анализ уровня и стабильности сенсомоторных реакций курсанта после прохождения тренировки в дымокамере представлен в табл. 2.

Таблица 2. Уровень активации ЦНС

Уровень активации ЦНС	Оценка уровня активации ЦНС		Оценка уровня быстрой реакции	Максимальное время реакции
	N	M±m	M±m	M±m
Высокий уровень активации ЦНС	29	0,82±0,1	0,9±0,09	318±97
Средний уровень активации ЦНС	17	0,44±0,07	0,5	682±214
Сниженный уровень активации ЦНС	3	0,03±0,04	0,1	1170±265

Как показано в табл. 2, после тренировки у 29 курсантов отмечается высокий и выше среднего уровень активации и функциональных возможностей ЦНС, быстроедействие высокое, при стабильности реакций выше средних значений. Процессы возбуждения преобладают над процессами торможения. У 17 курсантов отмечается средний уровень активации ЦНС, быстроедействие и стабильность реакций имеют средние значения. Состояние регуляторных механизмов устойчивое. Сниженный уровень активации ЦНС наблюдается у троих курсантов. Быстроедействие ниже средних значений при низкой стабильности реакций. Сниженный уровень функциональных возможностей ЦНС.

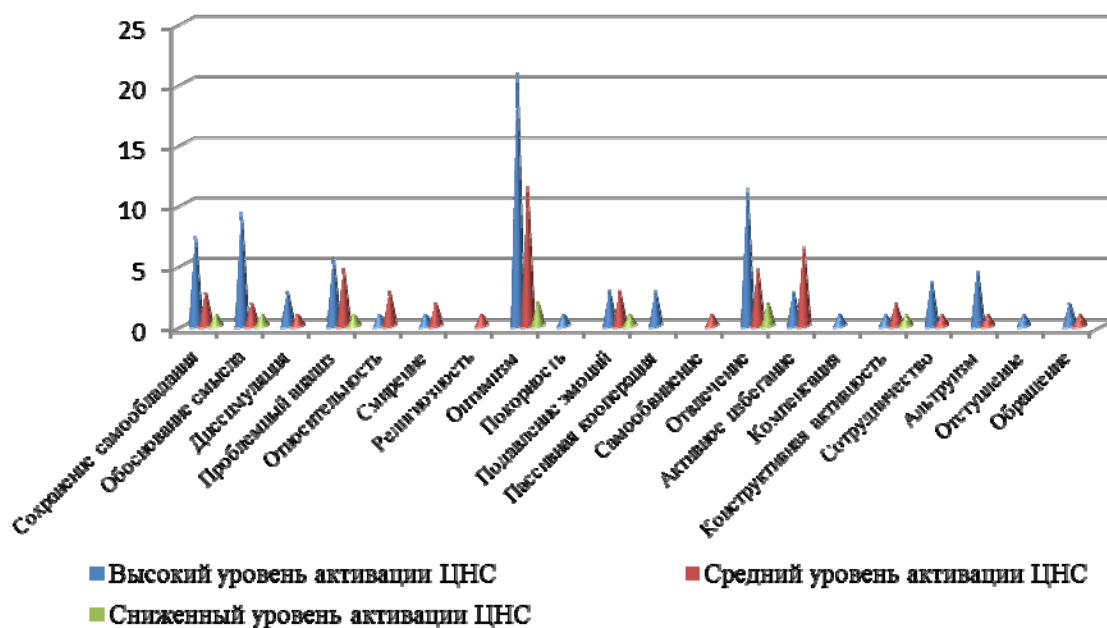


Рис. 3. Стратегии совладающего поведения в зависимости от уровня активации ЦНС

При высоком уровне активации и функциональных возможностях ЦНС в большей степени отмечаются стратегии совладающего поведения – проблемный анализ, обоснование смысла, сохранение самообладания, оптимизма, отвлечения. При среднем уровне – проблемный анализ, отвлечение, активное избегание. При сниженном уровне наблюдаются стратегии сохранения самообладания, обоснования смысла, проблемного анализа, оптимизма и отвлечения (рис. 3).

Произведен количественный анализ связи психофизиологических реакций курсантов после прохождения профессионально ориентированной тренировки с репертуаром стратегий совладающего поведения. По результатам количественного анализа обнаружена связь между стратегиями планирования решения проблемы и показателем анализа сердечного ритма «LF/HF» (0,381 при $p \leq 0,05$), принятия ответственности и индексом напряжения по Баевскому (0,403 при $p \leq 0,05$), а также индексом вегетативного равновесия (0,360 при $p \leq 0,05$), поиска социальной поддержки и уровнем активации ЦНС (0,232 при $p \leq 0,05$).

Выводы:

1. При перенапряжении нервной системы в ходе тренировки в теплодокамере по индексу Баевского у курсантов отмечается выбор как адаптивной стратегии совладающего поведения – «поиск социальной поддержки», так и дезадаптивной стратегии – «конфронтационный копинг».

2. При повышении парасимпатической активности у курсантов выявлены стратегии самоконтроля и дистанцирования, выражены когнитивные стратегии сохранения самообладания, проблемного анализа, смирения; эмоциональные копинги оптимизма,

подавления эмоций, пассивной кооперации, покорности; поведенческие стратегии конструктивной активности, компенсации, активного избегания.

При преобладании симпатической активности наблюдаются стратегии конфронтации и принятия ответственности, когнитивные стратегии обоснования смысла, диссимуляции; эмоциональные – копинг оптимизма; поведенческие – отвлечение, отступление.

Таким образом, при повышении данных показателей курсантами используются как активные, так и пассивные стратегии совладающего поведения. Пассивные стратегии используются курсантами, возможно, для уменьшения степени эмоционального реагирования и снижения напряжения, возникающих во время тренировочного процесса в теплодымокамере.

3. Увеличение показателей функций внимания влечет за собой применение когнитивных стратегий сохранения самообладания, обоснования смысла; эмоционального копинга оптимизма. При снижении функций внимания проявляются когнитивные стратегии проблемного анализа, диссимуляции, смирения; эмоциональные стратегии – оптимизма, подавления эмоций, пассивной кооперации, поведенческие – отвлечение, обращение.

Литература

1. Ашанина Е.Н. Психология копинг-поведения сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России: концепция, модель, технологии: автореф. дис. ... д-ра психол. наук. СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т ГПС МЧС России, 2011. С. 38.
2. Ашанина Е.Н., Рыбников В.Ю. Психологические механизмы копинг-поведения специалистов экстремальных профессий // Психопедагогика в правоохранительных органах 2009. № 2 (37). С. 46–50.
3. Матыцина Е.Н. Психологические особенности защитно-совладающего поведения сотрудников государственного пожарного надзора и пожарных частей ГПС МЧС России: автореф. дис. ... канд. психол. наук: СПб., 2012.
4. Рассказова Е.И., Гордеева Т.О. Копинг-стратегии в психологии стресса: подходы, методы и перспективы // Психологические исследования: электрон. науч. журн. 2011. № 3 (17).
5. Lazarus R.S., Folkman S. Stress, Appraisal and Coping. N.Y.: Springer Publishing House, 1984.
6. Водопьянова Н.Е. Психодиагностика стресса. СПб.: Питер, 2009. С. 336.
7. Земскова А.А., Кравцова Н.А. Копинг-стратегии у сотрудников МЧС России с различными уровнями креативности // Вестник психиатрии и психологии Чувашии. 2015. Т. 11. № 2. С. 26–42.
8. Земскова А.А., Кравцова Н.А. Стратегии совладающего поведения у сотрудников МЧС России и у курсантов Дальневосточной пожарно-спасательной академии МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. у-та ГПС МЧС России». 2015. № 2. С. 173–179.
9. Гаврилова Е.А. Спорт, стресс, вариабельность: монография. М.: Спорт, 2015. 168 с.

КОНФЛИКТЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

И.Г. Елесина, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет МВД России.

О.Н. Яхонтова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Предлагается авторский взгляд на вопросы классификации конфликтов в профессиональной деятельности сотрудников Государственной противопожарной службы

Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Определяется не только общее понятие конфликта, но и рассматриваются различные аспекты возникновения таковых, а также причин их порождающих.

Ключевые слова: конфликт, причина конфликта, функции конфликта, динамика конфликта, классификация, социальные группы, коммуникация, межличностные отношения, коллектив, эмоциональная напряженность, эмоции, личность, воспитание, обучение, социальная группа, человек, воля, поведение, потенциал, противоречие, личность, общение, ситуация

CONFLICTS AND THEIR CLASSIFICATION IN THE ACTIVITIES OF EMPLOYEES OF THE STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA

I.G. Elesina. Saint-Petersburg university of the Ministry of internal affairs of Russia.

O.N. Yakhontova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the present article offers the author's view on the issues of conflict of classification in the professional work of employees of fire service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters. Determined not only to the general concept of conflict, but also discusses the various aspects of the occurrence thereof, as well as the reasons for their generators.

Keywords: conflict, cause of conflict, function of the conflict, dynamics of the conflict, classification, social groups, communication, interpersonal relations, staff, emotional tension, emotion, personality, education, training, social group, people, will, behavior, potential conflict, personality, communication, situation

На сегодняшний момент условия существования и развития Российской Федерации с учетом различных факторов как внутреннего, так и внешнего свойства остаются сложными. Одним из наиболее дестабилизирующих факторов, чьи масштабы мешают становлению гражданско-правового общества и осуществлению социально-экономических реформ в стране, является не всегда должный качественный уровень профессиональной деятельности. При этом особое опасение вызывает нарастающее количество конфликтных ситуаций в профессиональной деятельности различных социальных групп, что вполне резонно, так как большую часть времени индивиды вынуждены проводить в социуме по профессиональному признаку. Именно этот фактор и обуславливает необходимость устранения негативных факторов в сфере трудовой деятельности, в частности сотрудников Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России.

Следует особо отметить, что конфликт (от лат. *conflictus* – столкновение) – есть форма выражения противоречия. В современном обществе можно отметить нарастание ожесточения, зависти, нетерпимости друг к другу. За период перестройки исчезла система запретов, воспитания, строгого соблюдения законов, что и привело к проявлению вседозволенности, агрессивности. А агрессивность – помеха при формировании отношений, морали, в целом деятельности людей.

Сегодня конфликт рассматривается как значимое явление, которое нельзя игнорировать, ему необходимо уделять особое внимание. Присутствие конфликтов – показатель нормального развития: не могут развиваться бесконфликтно ни коллектив, ни личность.

Конфликт является эффективным средством воспитательного воздействия на личность, а преодоление конфликтных ситуаций возможно на основе специальных психолого-педагогических знаний и соответствующих им умений.

Общепризнанного определения понятия «конфликт» в научной литературе не существует. В основе определений понятия «конфликт» достаточно часто используется

определение, предложенное Я. Щепаньским (1969 г.) [1], который понимает конфликт как столкновение, вызванное противоречием установок, целей и способов действия по отношению к конкретному предмету или ситуации.

Сейчас наиболее часто психологи понимают конфликт как столкновение противоположно направленных целей, интересов, позиций, мнений или взглядов субъектов взаимодействия.

Конфликт – это возникновение противоречия, его осознание и активная деятельность по его преодолению. Можно дать определение конфликту как одной из форм человеческого взаимодействия, в основе которой лежат различного рода реальные или иллюзорные, объективные или субъективные противоречия между людьми с попытками их разрешения на фоне появления эмоций.

Конфликт – это столкновение чего-то с чем-то. С точки зрения психологии в конфликте сталкиваются идеи, цели, ценности – словом, феномены сознания.

Конфликт – это активные, взаимно направленные действия каждой из конфликтующих сторон для реализации своих целей, окрашенные сильными эмоциональными переживаниями.

Если рассматривать конфликт в деятельности сотрудников ГПС МЧС России как способ преодоления противодействия, а противодействие заинтересованных лиц как препятствие на пути достижения целей, то правомерно говорить о борьбе ГПС МЧС России и противодействующего ему лица.

Следовательно, конфликт – это психологическое противоборство сотрудника ГПС МЧС России и лица, имеющего цели и интересы, противоречащие или несовместимые с целями и профессиональными интересами сотрудника.

Чтобы успешно регулировать процесс развития конфликтов, важно знать их типологию.

Достаточно большое разнообразие возникновения конфликтов связано с различными видами и сторонами деятельности людей, организаций, групп, поэтому существуют самые разные классификации конфликтов.

Американский исследователь М. Дойч (1973 г.) [2] предложил подразделять конфликты на шесть типов:

1. Подлинный конфликт. Существует объективно, осознается участниками адекватно и не зависит от легко изменяющегося фактора.

2. Случайный конфликт. Конфликтные отношения возникают в силу случайных, легко поддающихся изменению обстоятельств. Но это не осознается оппонентами.

3. Смешанный конфликт. Воспринимаемые причины конфликта косвенно связаны с объективными причинами. Реальная проблема, вызвавшая конфликт, завуалирована другими проблемами.

4. Неверно приписанный конфликт. Конфликтные отношения возникают между неверно понятыми сторонами, то есть ошибочно истолкованная проблема. Это делается либо преднамеренно с целью спровоцировать столкновения, либо непреднамеренно в силу отсутствия истинной информации о существующем конфликте. Реальная проблема завуалирована другими проблемами.

5. Латентный (скрытый) конфликт. Конфликтные отношения есть, должен произойти конфликт, но в силу объективных причин не осознан сторонами. Конфликтные отношения не актуализируются.

6. Ложный конфликт. Нет объективных оснований, конфликт существует только в результате ложных представлений, недоразумений, ошибок восприятия.

Известность получила типология и немецко-американского психолога К. Левина [3]. Он выделил четыре типа конфликтных ситуаций в зависимости от воздействий, направляющих поведение субъекта:

– конфликт «стремление-стремление». В этом случае рассматриваются два объекта или цели, которые обладают примерно равной позицией и валентностью;

– конфликт «стремление-избегание». Одно и то же притягивает и одновременно отталкивает;

- конфликт «избегание-избегание». Существуют два непривлекательных в равной степени решения, выбрать надо одно;
- конфликт «двойных стремлений-избеганий». Присутствуют два объекта, каждый из которых имеет свои положительные и отрицательные стороны.

Исходя из учения о мотивации, К. Левин выделил три типа конфликтов:

- выбор между положительным и положительным;
- выбор между положительным и отрицательным;
- выбор между отрицательным и отрицательным.

Конфликты подразделяются и по количеству участников конфликтного взаимодействия. Субъектом конфликта могут быть двое или более людей, социальные группы и даже один человек с его внутренними переживаниями. В соответствии с этим существуют четыре типа конфликта.

I. Внутриличный конфликт. Это борьба противоречий внутри человека. Она сопровождается эмоциональной напряженностью. Самая распространенная форма – ролевой конфликт. Человеку предъявляются противоречивые требования, которые не совпадают с ролевыми функциями.

Внутриличный конфликт возникает, когда требования не согласовываются с личными ценностями, при рабочей перегрузке или недогрузке. Это ведет к низкой удовлетворенности работой. Особенно болезненно воспринимается этот факт теми сотрудниками, профессиональная деятельность которых отличалась активностью и энергичностью, а затем, в силу каких-либо причин, резко изменился объем или вообще место службы. В настоящее время эта проблема весьма актуальна.

При внутриличных конфликтах рассматриваются три его возможных варианта:

1. Человек стоит перед выбором из альтернативных решений, равных по привлекательности, но взаимоисключающих друг друга. Это конфликт типа «сближение-сближение». Выбор между двумя желаемыми вещами. Чем менее выражено соотношение власти и подчинения между субъектами, тем глубже внутриличный конфликт.

2. Предлагается выбор из двух непривлекательных альтернатив. Это конфликт типа «избегание-избегание», когда человек поставлен перед необходимостью выбрать между двумя нежелательными ситуациями.

3. Выбор привлекателен, но неизбежно ведет к негативным последствиям. В данном случае имеет место конфликт типа «сближение-избегание». Это настоящий конфликт в полном смысле слова. Здесь возникают наибольшие переживания. На человека действуют силы притяжения и отталкивания в одном направлении. Достижение цели имеет положительные и отрицательные стороны. Например, хорошо оплачиваемая работа, но надо поменять специальность; запретное удовольствие и потеря самоуважения.

II. Межличностный конфликт. Это самый распространенный тип конфликта. Межличностные конфликты возникают между различными людьми, которые имеют противостоящие цели, стремятся навязать друг другу свое мнение, свою волю. Они проявляются как столкновение людей с различными чертами характера, взглядами, ценностями, манерами поведения.

В зависимости от причин конфликтной ситуации существуют три типа межличностных конфликтов.

1) Конфликт целей. Участвующие в нем стороны по-разному видят желаемое состояние объекта в будущем.

2) Конфликт познания. Это конфликтная ситуация, в которой у участвующих сторон расходятся идеи, взгляды, мысли по решаемой проблеме.

3) Чувственный конфликт. У участников отмечаются различные чувства и эмоции. Люди вызывают друг у друга раздражение. Их не устраивает ни стиль поведения, ни ведение дел, ни взаимодействие в целом.

Такие конфликты характеризуются:

- нарушением норм взаимодействия и сотрудничества;

- столкновением ценностных интересов;
- ростом конкуренции, соперничества, амбиций;
- рассогласованием между целью деятельности и способом ее достижения.

В основе межличностных конфликтов лежит психологическая несовместимость. Эмоциональное возбуждение снижает интеллектуальный потенциал его участников.

Конфликт между личностью и группой. Личность, имеющая такие черты, как амбициозность, упрямство, завышенная самооценка, нередко предрасположена к конфликтному взаимодействию. Конфликт возникает между личностью и группой, если эта личность занимает позицию, которая отличается от позиции группы. В процессе работы группа вырабатывает групповые нормы, стандартные правила поведения. Соблюдение групповых норм обеспечивает принятие или неприятие индивида группой.

III. Межгрупповой конфликт. В подразделениях ГПС МЧС России, помимо указанных ранее, встречаются и межгрупповые конфликты. Они могут возникать между подразделениями из-за отсутствия согласованности функций, целей и графиков работы.

Конфликты делятся по направлению, по различию в объеме власти между субъектами:

- вертикальные конфликты. В таких конфликтах участвуют лица, находящиеся в подчинении один у другого. Субъекты обладают разным объемом власти, разными возможностями для решения конфликта в свою пользу (конфликт между начальником и подчиненным; между преподавателем и слушателем);

- горизонтальные конфликты. Люди, участвующие в этом конфликте, не находятся в подчинении друг у друга. Они имеют одинаковый объем власти и возможности решения конфликта в свою пользу (конфликт между преподавателями; между слушателями).

- смешанные конфликты.

По степени выраженности противостояния между субъектами конфликты подразделяются на открытые и скрытые:

- открытые конфликты понятны и видны. Они характеризуются столкновением субъектов конфликта и прямой агрессией в отношении противоположной стороны;

- скрытые конфликты латентны и могут быть незаметны. Распознать эти конфликты возможно по косвенным признакам: напряженность, отношение к работе, возможно, агрессия.

Типология конфликтов сложна и разнообразна.

Главным условием успешного влияния на конфликты является знание причин их возникновения. Все причины конфликтов могут быть объединены в четыре группы: объективные, организационно-управленческие, социально-психологические и личностные.

Объективные причины. Это интересы людей в процессе их жизнедеятельности; социальные противоречия, недостаток или несправедливое распределение материальных и духовных благ; образ жизни, связанный с материальной неустроенностью; радикальные перемены.

Организационно-управленческие причины. Структурно-организационные, функционально-организованные, личностно-функциональные и ситуативно-управленческие причины (например, разное должностное положение и объем власти).

Социально-психологические причины. Потеря или искажение информации, разный способ оценки результатов деятельности, соревнование и конкуренция и др.

Личностные причины. Неадекватный уровень притязаний; слабо развитая способность противостоять конфликтам; разное или противоположное восприятие людьми целей, ценностей, интересов; несовершенство человеческой психики.

Возникновение конфликтов неразрывно связано с различными сторонами деятельности людей и организаций, что и объясняет их большое разнообразие.

Государственная противопожарная служба Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – одна из наиболее значимых структур государственного аппарата.

Специфический характер деятельности ее сотрудников обуславливает повышенную социально-психологическую напряженность, получающую отражение во множестве конфликтов в среде личного состава.

Сотрудники ГПС МЧС России участвуют в различных по своим характеристикам конфликтных ситуациях в зависимости от сферы своей профессиональной деятельности.

Причины возникновения конфликтов в подразделениях МЧС России можно объединить в три группы.

Недостатки в организации труда:

- неритмичность труда;
- высокая степень ответственности;
- постоянные перегрузки;
- неопределенность компетенции и функциональных обязанностей;
- издержки морального и материального стимулирования сотрудников.

Несовершенство управления:

- излишнее администрирование со стороны руководства;
- неумение расставить людей в соответствии с квалификацией;
- психологические особенности руководителей.

Межличностные отношения в коллективе:

- между успевающими и отстающими сотрудниками;
- между молодыми сотрудниками и сотрудниками старшего возраста;
- психологическая несовместимость людей;
- недостаточная воспитанность;
- слабая подготовленность сотрудника к своим функциональным обязанностям;
- психологический и эмоциональный барьер общения.

Высокий уровень профессионального стресса создает угрозу эмоционального выгорания, ранней профессиональной деформации, возникновения психосоматических заболеваний, список которых постоянно растет [4].

Особая группа причин конфликтной ситуации связана с руководителем подразделения:

- стиль его деятельности;
- черты характера;
- способность действовать в конкретной ситуации;
- уровень профессионализма.

Успехи и неудачи в разрешении конфликтных ситуациях в ГПС МЧС России сказываются на микроклимате в отдельных подразделениях, на взаимоотношениях конкретных сотрудников.

Как правило, выделяют две функции конфликтов – это конструктивные или позитивные и деструктивные или негативные.

Чтобы определить функции конфликта, необходимо рассматривать конкретный конфликт. Необходимо проанализировать причины, способы поведения, полученный результат конфликтной ситуации. Ведь один и тот же конфликт при одном подходе может быть конструктивным, при другом – деструктивным. На одном этапе развития конфликт может играть негативную роль, но изменившиеся обстоятельства меняют дальнейшее развитие конфликта. Соответственно, может поменяться и функция.

Говоря о конструктивной (или позитивной) функции конфликтов, надо отметить следующее: происходит стимулирование коллектива к переходу на более современные и эффективные технологии профильной деятельности; удается полностью или частично разрешить противоречия; проанализировать ошибки управления, выполнения обязанностей, норм поведения сотрудников.

Конфликт дает возможность оценить индивидуально-психологические особенности людей, которые участвуют в нем. Раскрываются не только отрицательные, но и положительные стороны человека.

При помощи конфликта происходит ослабление психологической напряженности в коллективе. А бурные эмоции, сопровождающие конфликт, снимают у человека эмоциональную напряженность. В итоге – выход накопившейся энергии, которая давила на человека длительное время.

Конфликт является источником развития личности, межличностных отношений.

Разрешение конструктивного конфликта позволяет улучшить сферу и способы взаимодействия, дает возможность сотруднику ГПС МЧС России подняться на новую ступень деятельности, приобрести опыт совместных действий в решении служебных ситуаций.

Повышается качество индивидуальной деятельности, авторитет одного или целой группы (отдела, отделения, подразделения) участников конфликта. Меняется отношение окружающих, происходит самоутверждение личности.

Конфликт стимулирует социальную жизнь группы (отдела, отделения, подразделения) или общества, происходит сплочение коллектива в процессе конфликта и даже тех, кто в конфликте участия не принимал. Все это влияет на эффективность взаимодействия и профессиональной деятельности в целом.

Конфликт, показывая нерешенные проблемы, способствует созданию новых, более благоприятных условий для деятельности сотрудников ГПС МЧС России. Итог завершения конфликта – повышение дисциплины, конструктивная реакция на замечания, доброжелательная обстановка.

Деструктивные (или негативные) функции конфликта. Здесь происходит явное негативное воздействие на психическое состояние участников конфликта. Конфликты сопровождаются психологическим и (или) физическим насилием [3].

Степень влияния конфликта велика. Он воздействует не только на участвующие стороны, но и на связи сторон с окружением, где происходит конфликт.

При таком конфликте нарушается система коммуникаций, взаимосвязей в коллективе, происходит снижение групповой сплоченности, а также страдает дисциплина и морально-психологический климат в коллективе. Если конфликт не разрешился, а медленно затих или поменялись точки зрения конфликтующих сторон, качество совместной деятельности снижается и после завершения конфликта.

В результате конфликтного взаимодействия отмечается сниженный фон настроения его участников, ухудшение их физического и психологического самочувствия, снижение самооценки и уверенности в себе.

Большинство конфликтов имеют одновременно и конструктивные и деструктивные функции. Они могут меняться на разных стадиях конфликта. Поэтому конфликты могут играть положительную и отрицательную роль в отношениях конфликтующих сторон.

Динамика конфликта состоит из следующих периодов: латентный, открытый, постконфликтный.

Латентный период (предконфликт) включает этапы:

- возникла объективная проблемная ситуация, имеются противоречия между людьми, но пока не наблюдается конфликтных действий, так как противоречие еще не осознано;
- стороны осознают проблемную ситуацию и понимают, что необходимо решать проблему с помощью действий;
- стороны пытаются решить проблему, используя неконфликтные способы. К ним относятся просьбы, убеждения, информирование, разъяснения. На этом этапе возникает непосредственная угроза конфликта. От восприятия конфликтной ситуации одной из сторон зависит развитие конфликта.

Открытый период или собственно конфликт. Этот период включает в себя:

- инцидент – толчок к конфликту, стечение обстоятельств, провоцирующее активные конфликтные действия;
- эскалация (от лат. *escala* – восхождение на каменную гору). Происходит непосредственная борьба конфликтующих сторон. К особенностям данного этапа можно

отнести переход к более примитивным способам, вытеснение адекватного восприятия конфликтующей стороны, возрастание эмоционального напряжения и агрессии с применением насилия.

Выделяют два вида агрессии – агрессия-самоцель и агрессия-инструмент:

- сбалансированное противодействие – следующий этап. Снижается интенсивность борьбы, но конфликтующие стороны продолжают противодействовать;

- завершение конфликта. Конфликтующие стороны начинают искать пути решения проблемы. Результатом этого поиска может быть урегулирование конфликта, затухание конфликта, разрешение конфликта, устранение или перерастание в другой конфликт.

Постконфликтный период. Данный период состоит из следующих этапов: частичная и полная нормализация отношений конфликтующих сторон.

Если негативные эмоции полностью не исчезли, воспоминание о конфликте сопровождаются переживаниями и чувством вины за свои действия, то можно говорить о частичной нормализации.

При полной нормализации отношений конфликтующие стороны способны к дальнейшему взаимодействию.

Описанные периоды и этапы могут иметь различную длительность. Некоторые из них могут быть настолько скоротечны, что возможно их даже не заметить, однако они не могут не отразиться на эффективности деятельности сотрудников ГПС МЧС России, что, безусловно, требует особого внимания как со стороны руководящего состава, так и психологов-практиков.

Литература

1. Щепаньский Я. Элементарные понятия социологии. М.: Изд-во «Прогресс», 1969.
2. Deutsch M. The resolution of conflict. New Haven: Yale University Press, 1973.
3. Левин К., Бандура А. Гештальт-психология и социально-когнитивная теория личности. СПб.: Прайм-ЕВРОЗНАК, 2007.
4. Муша В.И., Захаревич А.С., Кузьменкова Л.В. Исследование динамики эмоционального выгорания и адаптационных возможностей у будущих психологов МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2012. № 2 (22). С. 97–102.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексеев Сергей Николаевич – доц. каф. теории и ист. гос-ва и права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: pr@igps.ru, канд. пед. наук;

Андрюшкин Александр Юрьевич – зав. каф. «Технология конструкц. материалов и пр-ва ракетно-космич. техн.» Балт. гос. техн. ун-та «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1/21), канд. техн. наук, доц.;

Архипов М.И. – СПб ун-т ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Бардулин Евгений Николаевич – нач. каф. упр. и интегрир. маркетинг. коммуникаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76, канд. экон. наук, проф.;

Белкин Дмитрий Сергеевич – препод. каф. тактики Уральского ин-та ГПС МЧС России (620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), e-mail: dimon.uri@mail.ru;

Боева Алина Алексеевна – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Вагин Александр Владимирович – доц. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-69-68, e-mail: alexwagin@yandex.ru, канд. техн. наук, доц.;

Воронин Сергей Владимирович – ст. инспектор группы контроля кач-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Воронов Сергей Иванович – проф. каф. психол. риска, экстрем. и кризис. ситуаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р биол. наук;

Выголова Екатерина Николаевна – аспирант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: keetoo@mail.ru;

Горбунов Алексей Александрович – зам. нач. СПб ун-та ГПС МЧС России – нач. ин-та заоч. и дистанцион. обуч. (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук, доц.;

Горшкова Елена Евгеньевна – зав. каф. тр. права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Головин Сергей Алексеевич – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: 9832035@bk.ru;

Дехтерёва Валерия Владимировна – препод. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Елесина Ирина Геннадьевна – ст. препод. каф. орг. работы полиции СПб ун-та МВД России (198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1), e-mail: irena-spb74@list.ru, канд. пед. наук;

Земскова Анна Андреевна – ст. препод. каф. гуманит. и соц.-экон. дисциплин Дальневост. пож.-спас. акад. – филиала СПб ун-та ГПС МЧС России (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 27), e-mail: anet_8888@bk.ru;

Иванов Александр Юрьевич – проф. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Иванов Константин Серафимович – нач. каф. мех. и инж. графики СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: ksiva1957@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Иванова Светлана Петровна – проф. каф. психол. риска, экстрем. и кризис. ситуаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: sveta_iv@mail.ru, д-р психол. наук, доц.;

Ивахнюк Григорий Константинович – проф. каф. инж. защ. окр. среды СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: fireside@inbox.ru, д-р хим. наук, проф.;

Кадочникова Елена Николаевна – доц. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Калинина Елена Сергеевна – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Коннова Людмила Алексеевна – вед. науч. сотр. отд. перспект. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), д-р мед. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Копкин Евгений Вениаминович – проф. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: kopkins@mail.ru, д-р техн. наук;

Кравцова Наталья Александровна – зав. каф. клинич. психол. Тихоокеанского мед. ун-та (690950, Приморский край, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2), e-mail: kranatali@yandex.ru, д-р психол. наук, доц.;

Крейтор Владимир Петрович – нач. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф.;

Крутолапов Александр Сергеевич – зам. нач. ин-та развития по уч.-метод. работе СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Кузьмина Татьяна Анатольевна – науч. сотр. отд. расчет методов и информ. технол. в экспертизе пожаров Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-07-46 (доб. 6135), e-mail: kuzmina@spbugps.ru, канд. пед. наук;

Кукуца Дмитрий Андреевич – студент 5–6 курса 512 гр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: recrut911007@mail.ru;

Лукьянова Елена Леонидовна – доц. каф. психол. риска, экстрем. и кризис. ситуаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149), e-mail: el2766@mail.ru, канд. психол. наук, доц.;

Маловечко Владимир Александрович – доц. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: malovechko_v@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Маслаков Михаил Дмитриевич – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р. техн. наук, проф.;

Медведева Людмила Владимировна – зав. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Минкин Денис Юрьевич – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Микушов Алексей Вячеславович – нач. отд. надзор. деят. по Валдайскому р-ну Упр. надзор. деят. и профилактич. работы ГУ МЧС России по Новгородской обл. (173020, г. Великий Новгород, ул. Большая Московская, д. 67);

Мироньев Алексей Владимирович – нач. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Моторыгин Юрий Дмитриевич – проф. каф. криминал. и инж.-техн. эксперт. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Нерубенко А.С. – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Папырин Владимир Владимирович – нач. отд. перспектив. разраб. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. Науч.-исслед. ин-та перспектив. исслед. и инновац. технол. в обл. безопасн. жизнедеят. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), e-mail: arctic@igps.ru, канд. юрид. наук;

Пелех Михаил Теодозиевич – зам. нач. ун-та по уч. работе (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Перевалов Андрей Сергеевич – зам. нач. каф. спец. подгот. Уральского ин-та ГПС МЧС России (620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), канд. техн. наук, e-mail: pas_ural@mail.ru;

Пономорчук Александр Юрьевич – слушатель фак-та пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Пророк Валерий Ярославович – проф. каф. пож. безопасн. зданий и автоматиз. систем пожаротушения СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, доц.;

Проходимова Елена Михайловна – ст. препод. каф. криминал. и инж.-техн. эксперт. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: Lena_prohodimova@bk.ru, канд. пед. наук;

Родионов Владимир Алексеевич – проф. каф. горноспасат. дела и взрывобезопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Савочкин Дмитрий Викторович – зав. каф. прав. и кадр. обеспеч. Сибирской пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: savochkin_dv@inbox.ru;

Савчук Олег Николаевич – проф. каф. сервиса безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: savchuk.o@igps.ru, канд. техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ, поч. проф. ун-та;

Седнев Владимир Анатольевич – проф. каф. защ. нас. и тер. Акад. ГПС МЧС России (Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), д-р техн. наук;

Сильников Михаил Владимирович – член дис. совета СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Скодтаев Сослан Владиславович – ст. науч. сотр. отд. инструмент. методов и техн. ср-в эксперт. пож. Исслед. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-06-83;

Скрипник Игорь Леонидович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Смулов Артем Владимирович – ст. препод. каф. гражд. защиты Акад. ГПС МЧС России (Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), канд. техн. наук;

Собченко Александр Михайлович – доц. каф. № 21 летной эксплуатации и проф. обучения авиац. персонала Ун-та гражд. авиации (196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д. 38), канд. психол. наук, доц.;

Спесивцев Александр Васильевич – ст. научн. сотр. Воен. ин-та (науч.-исслед.) Воен.-косм. акад. им. А.Ф. Можайского (197082, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), e-mail: sav2050@gmail.com, канд. техн. наук, доц.;

Степанов Роман Александрович – ст. препод. каф. тр. права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Тарима Сергей Васильевич – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квалификации СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: elpromir_82@mail.ru;

Тиличко Юрий Николаевич – науч. сотр. 15-го отд. Воен. ин-та (науч.-исслед.) Воен.-космич. акад. им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13);

Тищенко Ирина Вячеславовна – доц. каф. начертат. геометрии и графики Белгородского гос. технол. ун-та им. В.Г. Шухова (308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46), e-mail: ira_koroleva@mail.ru, канд. пед. наук;

Трофимец Валерий Ярославович – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Турсенев Сергей Александрович – нач. отд. планир., орг. и коорд. науч. исслед. Центра орг. науч.-исслед. и ред. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: stursenev@yandex.ru, канд. техн. наук;

Федоров Александр Валентинович – СПб нац. исслед. ун-т информ. технол., механики и оптики (197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49), д-р техн. наук;

Шангин Виктор Николаевич – зам. нач. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Широухов Александр Валерьевич – зам. нач. каф. мех. и инж. графики СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Щербаков Олег Вячеславович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Филкова Анастасия Петровна – препод. каф. пож. и авар.-спасат. техники Сибирская пож.-спас. акад. ГПС МЧС России (662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Северная, д. 1), e-mail: savochkin_dv@inbox.ru;

Яхонтова Ольга Николаевна – препод. каф. гражд. права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).



ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников.

Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым впоследствии обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за более чем вековую историю подготовлено более 30 тысяч специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников университета.

Сегодня Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в мировое научно-образовательное пространство.

Подготовка специалистов в университете организована по очной и заочной формам обучения, а также с использованием дистанционных образовательных технологий. Проводится обучение по программам среднего общего образования, высшего образования, а также подготовка специалистов высшей квалификации: докторантов, адъюнктов, аспирантов, переподготовка и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России. С 1 июля 2015 г. университет в соответствии с решением МЧС России приступил к реализации программ первоначальной подготовки специалистов для подразделений СЗРЦ МЧС России.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы Чижигов Эдуард Николаевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность». Вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, высшей математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в подразделениях МЧС России, пожарно-технические эксперты и дознаватели. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для Военизированных горноспасательных частей по специальностям «Горное дело», специализация «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса.

Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают 1 член-корреспондент РАН, 7 заслуженных деятелей науки РФ, 14 заслуженных работников высшей школы РФ, 1 заслуженный юрист РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют 4 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 64 доктора наук, 278 кандидатов наук, 62 профессора, 147 доцентов, 20 академиков отраслевых академий, 21 членов-корреспондентов отраслевых академий, 7 старших научных сотрудников, 1 заслуженный деятель науки республики Дагестан, 9 почетных работника высшего профессионального образования РФ, 1 почетный работник науки и техники РФ, 1 почетный работник высшей школы РФ и 2 почетных радиста РФ.

Почетным Президентом Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России является статс-секретарь – заместитель Министра МЧС России Артамонов Владимир Сергеевич, действительный Государственный советник I класса, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники. Награжден почетной грамотой Президента РФ.

В период с 2002 по 2012 гг. В.С. Артамонов возглавлял Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В состав университета входят:

- Институт развития;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета;
- Мурманский филиал университета;
- четыре факультета: пожарной безопасности, экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет дополнительного профессионального образования;
- Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Магадан, Махачкала, Полярные Зори (Мурманская область), Петрозаводск, Стржевой (Томская область), Чехов (Московская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бурмас (Республика Болгария), Алматы (Республика Казахстан), Бар (Республика Черногория).

В университете созданы:

- административно-правовой центр;
- учебный центр;
- учебно-методический центр;
- центр организации научно-исследовательской и редакционной деятельности;
- центр информационных и коммуникационных технологий;
- центр международной деятельности и информационной политики;
- центр дистанционного обучения;
- культурно-досуговый центр;
- технопарк науки и высоких технологий.

В университете по 31 направлению подготовки (специальности) обучается около 8 000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 000 специалистов.

Реализуется проект по созданию на базе университета комплекса специального психофизиологического оборудования для психологического обеспечения деятельности профессиональных контингентов МЧС России.

На базе университета создана мастерская лаборатории «Инновационных технологий и научно-технической продукции».

В настоящее время в университете функционирует три диссертационных совета, два по техническим наукам, один по психолого-педагогическим наукам. За 2015 г. защищено 10 кандидатских диссертаций: 4 по техническим наукам и 6 по педагогическим.

В университете осуществляется подготовка специалистов высшей квалификации, в том числе и на возмездной основе. Подготовка докторантов, адъюнктов, аспирантов и соискателей осуществляется по 26 направлениям подготовки по 9 отраслям науки.

Деятельность Института развития Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России направлена на обеспечение условий для реализации учебного процесса университета по программам дополнительного профессионального образования и актуализацию профессиональных знаний, совершенствование деловых качеств у руководящего состава, специалистов и сотрудников МЧС России. Институт осуществляет методическое, научное сопровождение и оказание помощи в организации образовательного процесса, повышении квалификации преподавательского состава учебных центров ФПС. Институт осуществляет оказание помощи ФКУ «Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра» МЧС России в организации образовательного процесса и обеспечении учебно-методической литературой.

В настоящее время университетом проводится работа по организации образовательного процесса сотрудников (персонала) диспетчерской службы системы–112.

Для обеспечения обучения в институте развития используются тематические классы, оборудованные программными модулями, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий.

Институт заочного и дистанционного обучения является первым институтом в системе учебных заведений МЧС России заочной формы обучения с применением технологий дистанционного обучения. Он является базовой площадкой по созданию и внедрению в МЧС России системы дистанционного обучения кадров по программам профессионального образования.

В целях повышения качества и дальнейшего развития инновационной научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственной инфраструктуры университета с 1 марта 2014 г. в составе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России Приказом МЧС России от 25 октября 2013 г. № 683 создан научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности. Основными научными направлениями деятельности института являются: разработка новых и совершенствование существующих инструментальных методов и технических средств исследования и экспертизы пожаров; производство судебных пожарно-технических экспертиз и исследований в области экспертизы пожаров; научно-методическое руководство деятельностью судебно-экспертных учреждений Федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» в области исследования и экспертизы пожаров; применение расчетных методов в судебной пожарно-технической экспертизе; разработка нормативно-технической документации по обеспечению безопасности маломерных судов, баз, стоянок и других объектов, поднадзорных ГИМС МЧС России; разработка и внедрение нормативно-технической документации в области обеспечения пожарной безопасности водного транспорта, портовых сооружений и их инфраструктуры; сертификационные испытания, апробирование методик по стандартам ISO, EN и резолюциям IMO; разработка нормативной базы по обеспечению пожарной безопасности метрополитенов и транспортных тоннелей, а также других сложных и уникальных объектов, проведение расчетов индивидуального пожарного риска. Институт активно использует научный потенциал Санкт-Петербурга, развивая связи с ведущими вузами и НИИ города, такими как СПбГТУ, СПбТУ, ФГУП РНЦ «Прикладная химия» и др. Сотрудники института являются членами бюро Северо-Западного отделения Научного Совета при Президиуме РАН по горению и взрыву. Потребителями и заказчиками продукции института являются органы МЧС России, юридические и физические лица Северо-Западного

и других регионов России, фирмы США, Италии, Германии, Норвегии, Финляндии, Литвы и других стран.

Центр информационных и коммуникационных технологий университета обеспечивает надежную работоспособность, устойчивость и непрерывность функционирования средств автоматизации, программных и технических средств автоматизации в структурных подразделениях университета, а также доступ пользователей университета к различным информационным ресурсам в соответствии с установленным порядком; сохранность, антивирусную защиту, защиту от возможности проникновения из сети Интернет и резервного копирования информационных ресурсов университета; повышает качество образовательного процесса на основе активного освоения и распространения передового педагогического опыта с использованием стационарных и мобильных аудио- видео-компьютерных комплексов; проводит оснащение новых и модернизацию старых учебных аудиторий университета современными техническими средствами обучения; методическое обеспечение, консультацию и техническое сопровождение внедренных в подразделениях университета современных телевизионных и аудио- видео-компьютерных комплексов; создание и анализ банка данных по учебному процессу университета; осуществляет информационный обмен с банками данных других учреждений и организаций системы РСЧС.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др. Среди них: Международная научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международный семинар «Предупреждение пожаров и организация надзорной деятельности», Международная научно-практическая конференция «Международный опыт подготовки специалистов пожарно-спасательных служб», Научно-практическая конференция «Совершенствование работы в области обеспечения безопасности людей на водных объектах при проведении поисковых и аварийно-спасательных работ», Международный конгресс «Вопросы создания и перспективы развития кадетского движения в МЧС России», межкафедральные семинары «Математическое моделирование процессов природных пожаров», «Информационное обеспечение безопасности при ЧС», «Актуальные проблемы отраслей науки», которые каждый год привлекают ведущих российских и зарубежных ученых и специалистов пожарно-спасательных подразделений.

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили: Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки Российской Федерации, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасателей (СТИФ), Законодательное собрание Ленинградской области.

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами. Традиционно большим интересом пользуется стенд университета на ежегодном Международном салоне «Комплексная безопасность», Международном форуме «Охрана и безопасность» SFITEX.

Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России заключено более 16 договоров и соглашений с учреждениями о научно-техническом сотрудничестве в целях наиболее полного и эффективного использования интеллектуального и материально-технического потенциала и решения проблем, связанных с развитием сторон. Среди них: Учреждение Российской академии наук «Красноярский научный центра Сибирского отделения РАН» (КНЦ СО РАН), ГОУ ВПО «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева», ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»,

Учреждение Российской академии наук Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Красноярского научного центра СО РАН (СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН), Петербургский энергетический институт повышения квалификации, Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого, ГБУ науки «Институт динамики геосфер Российской академии наук».

Университет на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарно-спасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Китая, Кореи, Сербии, Черногории, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государств.

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (СТИФ), объединяющей более 50 стран мира.

В рамках международной деятельности университет активно сотрудничает с международными организациями в области обеспечения безопасности.

В сотрудничестве с Международной организацией гражданской обороны (МОГО) Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России были организованы и проведены семинары для иностранных специалистов (из Молдовы, Нигерии, Армении, Судана, Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и других стран) по экспертизе пожаров и по обеспечению безопасности на нефтяных объектах, по проектированию систем пожаротушения. Кроме того, сотрудники университета принимали участие в конференциях и семинарах, проводимых МОГО на территории других стран. В настоящее время разработаны 5 программ по техносферной безопасности на английском языке для представителей Международной организации гражданской обороны.

На базе университета проводятся международные мероприятия под эгидой СТИФ (КТИФ): заседание Исполнительного комитета КТИФ, рабочих групп «Женщины за безопасность», «Обучение и подготовка», конференции.

Одним из ключевых направлений работы университета является участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря (СГБМ). Университет принимал участие в проекте 14.3, а именно в направлении С – «Макрорегиональные сценарии рисков, анализ опасностей и пробелов в законодательстве» в качестве полноценного партнера. В настоящее время идет работа по созданию нового совместного проекта в рамках СГБМ.

Большая работа ведется по привлечению к обучению иностранных граждан. Открыты представительства в четырех иностранных государствах (Болгария, Черногория, Сербия, Казахстан). В настоящее время в университете обучаются более 200 граждан из 8 иностранных государств.

Заклучены соглашения о сотрудничестве более чем с 20 иностранными учебными заведениями, в том числе Высшей технической школой профессионального обучения г. Нови Сад и университетом г. Ниш (Сербия), Академией пожарной охраны г. Гамбурга (ФРГ), Колледжем пожарно-спасательной службы г. Куопио (Финляндия), Кокшетауским техническим институтом МЧС Республики Казахстан и многими другими.

В рамках научного сотрудничества с зарубежными вузами и научными центрами издается российско-сербский научно-аналитический журнал «Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности». Университетом заключен договор с Российско-сербским гуманитарным центром (г. Ниш). В сентябре 2014 г. в рамках сотрудничества в университете проведен семинар с представителями пожарно-спасательных служб Сербии по вопросам деятельности газодымозащитных служб.

В ноябре 2015 г. на базе университета впервые прошла обучение группа студентов университета Кьонгил (Республика Корея).

В университете на основании межправительственных соглашений проводится обучение сотрудников МЧС Киргизской Республики и Республики Казахстан.

За годы существования университет подготовил более 1 000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

Организовано обучение студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации».

Компьютерный парк университета составляет более 1 500 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «Консультант-Плюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть, осуществлено подключение к ведомственной сети Интранет МЧС России.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки университета составляет более 358 тыс. экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом. В Электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Сибирская пожарно-спасательная академия и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра», а также учебные центры. Так же с января 2015 г. создана и функционирует Единая ведомственная электронная библиотека, объединяющая все библиотеки вузов МЧС России. Имеется доступ к каталогам крупнейших библиотек нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса). Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде.

В фонде библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 261 экземпляр. На 2015 г., в соответствии с требованиями ГОС, выписано 130 наименований журналов и газет, из них более 50 наименований с грифом ВАК. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. Также выписываются иностранные журналы.

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб университета.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности Министерства. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям

законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендуется публикация результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и кандидата наук».

Учебная пожарно-спасательная часть университета имеет 13 единиц современной техники, оснащенной необходимым оборудованием для доставки боевого расчета и проведения оперативных действий и спасательных работ. Обучение курсантов и слушателей на образцах самой современной специальной техники и оборудования способствует повышению профессионального уровня выпускников.

Поликлиника университета оснащена современным оборудованием, что позволяет проводить комплексное обследование и лечение сотрудников учебного заведения и учащихся.

Все слушатели и курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей с получением удостоверений и книжек спасателей. Обучение проходит на базе учебно-тренировочного комплекса Северо-Западного регионального ПСО МЧС России и Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра».

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. был создан центр по обучению кадетов. С 1 января 2015 г. Приказом МЧС России центр преобразован в Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Основные цели деятельности корпуса – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Корпус осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учётом специфики вуза.

Сотрудники структурных подразделений, руководство и курсанты факультета инженерно-технического, факультета экономики и права принимали участие в ликвидации последствий крупнейших природных чрезвычайных ситуаций в Краснодарском крае (г. Крымск), на Дальнем Востоке и Республике Хакасия.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов, кадет и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

В составе сборной команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС) – неоднократные чемпионы и призеры мировых первенств, международных и российских турниров. Деятельность команды университета ППС: участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС. В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам, черлидингу и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете культурно-досуговом центре. Обучающиеся в университете принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС России, ежегодных

профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

Деятельность творческих объединений университета организует и координирует культурно-досуговый центр.

Одной из задач Центра является совершенствования нравственно-патриотического и духовно-эстетического воспитания личного состава, обеспечение строгого соблюдения дисциплины и законности, укрепление корпоративного духа сотрудников, формирования гордости за принадлежность к Министерству и Университету. Из числа курсантов и слушателей университета созданы молодежные объединения «Выбор» и «Наше время», которые осуществляют работу по нравственно-патриотическому и историко-патриотическому направлениям, организуют волонтерскую работу, а также поисковые работы на местах боев Великой Отечественной войны. Парадный расчет университета традиционно принимает участие в параде войск Санкт-Петербургского гарнизона, посвященном Дню Победы в Великой Отечественной войне. Слушатели и курсанты университета – постоянные участники торжественных и праздничных мероприятий, проводимых МЧС России, Администрацией Санкт-Петербурга и Ленинградской области, приуроченных к государственным праздникам и историческим событиям.

В университете из числа курсантов и слушателей создано творческое объединение «Молодежный пресс-центр», осуществляющее выпуск корпоративного журнала университета «Первый». С 2014 г. курсанты «Молодежного пресс-центра» проходят практику в Управлении организации информирования населения МЧС России, пресс-службах СЗРУ и Главного управления МЧС России по Санкт-Петербургу.

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

«ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ТЕХНОСФЕРЕ»

Материалы, публикуемые в журнале, должны отвечать профилю журнала, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по следующим правилам:

1. Материалы для публикации представляются куратору журнала. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб университета ГПС МЧС России – *выпиской* из протокола заседания кафедры о целесообразности публикации и отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – сопроводительным *письмом* от учреждения на имя начальника университета и *разрешением* на публикацию в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

в) *электронной версией* статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

г) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

2. Статьи, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь объем от 8 до 13 машинописных страниц.

3. Оформление текста:

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;

б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, *все поля по 2 см*, нумерация страниц внизу посередине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны **на русском и английском языках**: название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); инициалы и фамилии *авторов (не более трех)*; ученая степень, ученое звание, почетное звание; место работы (название учреждения), аннотация, ключевые слова.

Требования к аннотации. Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи, а также включать полученные результаты, используемые методы и другие особенности работы. Примерный объем аннотации 40–70 слов.

4. Оформление формул в тексте:

- а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);
- б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);
- в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

5. Оформление рисунков и таблиц:

- а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;
- б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);
- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
- г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

6. Оформление библиографии (списка литературы):

- а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;
 - б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.
- Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.
2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.
4. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневой опасности: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.
5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.
6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm (дата обращения: 15.12.2007).
7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3 503.

7. Оформление раздела «Сведения об авторах»

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона, адрес электронной почты, ученую степень, ученое звание, почетное звание.

Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.

Внимание авторов: материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное, анонимное, рецензирование.

МЧС РОССИИ
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы»

Научно-аналитический журнал

Проблемы управления рисками в техносфере
№ 2 (42) – 2017

Подписной индекс № 16401 в «Каталоге российской прессы (ООО МАП)»

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-36404 от 20 мая 2009 г.

Редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 30.06.2017. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. л. 25,25 Тираж 1000 экз. Зак. № 00

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149