

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРОБЛЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В ТЕХНОСФЕРЕ**

PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT

№ 1 (49) – 2019

Редакционный совет

Председатель – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Ложкин Владимир Николаевич**, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Заместитель председателя – (главный редактор) доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Галишев Михаил Алексеевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Члены редакционного совета:

доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор **Байков Валентин Иванович**, профессор кафедры процессов горения и взрыва Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь;

доктор технических наук, доцент полковник внутренней службы **Круголапов Александр Сергеевич**, заместитель начальника института развития по учебно-методической работе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор **Иванов Александр Юрьевич**, профессор кафедры системного анализа и антикризисного управления Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор технических наук, доцент **Терехин Сергей Николаевич**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

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

доктор химических наук, профессор полковник внутренней службы **Калач Андрей Владимирович**, заместитель начальника по научной работе Воронежского института – филиала Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России;

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

доктор химических наук, профессор **Богданова Валентина Владимировна**, профессор кафедры процессов горения и взрыва Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь;

доктор физико-математических наук, профессор **Гончаренко Игорь Андреевич**, профессор кафедры естественных наук Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь;

доктор наук (PhD), профессор **Агостон Рестас**, начальник Департамента противопожарной профилактики и предотвращения чрезвычайных ситуаций Института управления в чрезвычайных ситуациях (Республика Венгрия);

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

доктор технических наук **Мрачкова Ева**, профессор кафедры противопожарной защиты Технического университета г. Зволен (Республика Словакия).

Секретарь совета:

доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Медведева Людмила Владимировна**, заведующий кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Редакционная коллегия

Председатель – подполковник внутренней службы **Стёпкин Сергей Михайлович**, начальник редакционного отдела центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

Заместитель председателя – кандидат технических наук майор внутренней службы **Турсенев Сергей Александрович**, заместитель начальника центра – начальник отдела информационного обеспечения населения и технологий информационной поддержки РСЧС и пожарной безопасности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Члены редакционной коллегии:

доктор технических наук, профессор **Моторыгин Юрий Дмитриевич**, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

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

кандидат военных наук, доцент полковник внутренней службы **Горбунов Алексей Александрович**, заместитель начальника университета – начальник института заочного и дистанционного обучения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Пелех Михаил Теодозиевич**, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

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

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Фомин Александр Викторович**, профессор кафедры надзорной деятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Шидловский Александр Леонидович**, начальник кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент **Маловечко Владимир Александрович**, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России;

доктор экономических наук, профессор **Бардулин Евгений Николаевич**, заведующий кафедрой управления и интегрированных маркетинговых коммуникаций Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

Секретарь коллегии:

кандидат технических наук, доцент подполковник внутренней службы **Сытдыков Максим Равильевич**, начальник кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

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

Королева Л.А., Иванов А.Ю., Хайдаров А.Г. Оценка пожарной опасности перевозок сжиженных газов на железнодорожном транспорте экспергетическим методом	6
Иванов А.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Уменьшение процесса коррозии металла при воздействии переменного частотно-модулированного сигнала	14
Савчук О.Н., Маслаков М.Д., Громов В.Н. Совершенствование организации ликвидации последствий аварий на железнодорожном транспорте при перевозке аварийно химически опасных веществ в случае террористических актов	24

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Юнцова О.С., Савенкова А.Е., Большаков М.А. Совершенствование деятельности надзорных и контрольных органов: добровольный инспектор	33
Петрова Н.В., Чешко И.Д., Воронцова А.А. Классификация нормативных документов, регламентирующих пожарную безопасность на объектах хранения нефтепродуктов	38
Головин С.А., Ивахнюк Г.К. Методика минимизации пожарных рисков при перевозке нефтепродуктов железнодорожным транспортом между Российской Федерацией и странами ЕС	44

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

Коннова Л.А., Котенко П.К. Современные концепты развития медицинской робототехники для спасения и эвакуации пострадавших и раненых в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени	50
Шафигуллин И.Ш., Кубуша А.В., Трунов В.Г. Особенности антикризисного управления специальными организационно-техническими системами в условиях кризисных и чрезвычайных ситуаций в современных условиях	55
Седнев В.А., Нестругин А.В. Особенности чрезвычайных ситуаций на объектах морского портового хозяйства и оценка сил и средств для их ликвидации	60
Лабинский А.Ю., Толстов А.П. Нейронные сети и защита информации	68
Захматов В.Д., Онов В.А., Щербак Н.В. Анализ экологического ущерба от нефтяных разливов	73
Троянов О.М., Рева Ю.В. О необходимости формирования культуры экологической безопасности жизнедеятельности в системе высшего образования	80
Ложкин В.Н., Косовец М.А., Мальцев С.В. О закономерностях структуры и интенсивности автотранспортных потоков в чрезвычайных условиях уязвимости населения	84

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Кузьмин А.А., Кузьмин А.А. Влияние глубины заливки на работоспособность стеклометаллических спаев токопроводящих устройств в условиях пожара	90
Преснов А.И., Печурин А.А., Данилевич А.В. Пожарные пеноподъемники: исторические аспекты, современное состояние, технические данные, конструктивные решения, проблемные вопросы	97
Чешко И.Д., Скодтаев С.В., Теплякова Т.Д. Классификация аварийных пожароопасных режимов работы электросетей автомобилей и схема выявления их следов после пожара	107

Сведения об авторах	116
Информационная справка.	119
Авторам журнала «Проблемы управления рисками в техносфере».	124

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

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Л.А. Королева, кандидат технических наук, доцент;

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.Г. Хайдаров, кандидат технических наук, доцент.

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

Рассмотрены свойства сжиженных газов. Определены основные опасности при их перевозке железнодорожным транспортом. Получены значения эксергии для сжиженных газов и продуктов их сгорания. Представлены зависимости между эксергией и температурой, давлением, теплотой сгорания. Обоснована возможность применения эксергетического метода для оценки пожарной опасности перевозок сжиженных газов на железнодорожном транспорте.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, сжиженный нефтяной газ, эксергия, пожарная опасность, теплота сгорания, железнодорожный транспорт

ASSESS THE FIRE HAZARD OF CARRIAGE OF LIQUEFIED GASES ON RAILWAY TRANSPORT EXERGY METHOD

L.A. Koroleva; A.Yu. Ivanov.

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

A.G. Haydarov. Saint-Petersburg state institute of technology (technical university)

The properties of liquefied gases are considered. The main dangers in their transportation by rail are defined. The exergy values for liquefied gases and their combustion products are obtained. Dependences between energy and temperature, pressure, heat of combustion are presented. The possibility of application of exergy method to the assessment of fire danger of transportation of liquefied gases on railway transport is proved.

Keywords: liquefied natural gas, liquified petroleum gas, exergy, fire hazard, heat value, railway transport

Мировая индустрия сжиженных газов в настоящее время развивается ускоренными темпами. Эксперты прогнозируют значительное увеличение добычи и использования газа. По их мнению, газовая промышленность станет «лидером структурного совершенствования мирового энергетического баланса» [1].

Невозможность ряда стран удовлетворить спрос на газ за счет внутренних запасов энергоресурсов определяет необходимость импортных поставок газа, а удаленность районов

добычи газа от рынков сбыта требует рассмотрения различных вариантов транспортировки [2]. Создаются транспортные мощности для поставок газа из новых регионов добычи, расширяются существующие газотранспортные коридоры, диверсифицируются маршруты транспортировки газа.

Широкое применение криогенных технологий получения сжиженных углеводородных газов (СУГ) и сжиженного природного газа (СПГ) явилось существенным нововведением в решение мировых проблем энергопотребления [3]. С их использованием значительно упростились решение вопросов, связанных с транспортировкой энергоресурсов в виде сжиженных газов. По данным статьи [3], 30–35 % всего природного газа транспортируется в сжиженном состоянии. Доставка сжиженных газов может быть осуществлена по трубопроводам, автомобильным, речным, морским, железнодорожным, авиационным транспортом.

Сжиженное состояние газа является термодинамически неравновесным, неустойчивым, что определяет повышенный уровень риска аварий, связанных с истечением и проливом таких продуктов и возникновением пожароопасных ситуаций. Однако нормативное обеспечение пожароопасности (ПВБ) при обороте на транспорте СУГ и СПГ практически отсутствует [4], несмотря на все возрастающие объемы их перевозок. Проблемы обеспечения ПВБ на сегодняшний день остаются нерешенными.

Характер технологии перемещения и хранения любого используемого в промышленности вещества устанавливается в первую очередь, исходя из свойств данного вещества [5]. Анализ статистики показывает, что аварии со сжиженными газами происходят в результате недостаточных знаний их опасных свойств и процессов, происходящих при их обращении, а также как результат случайных факторов, таких как железнодорожные аварии, стихийные бедствия и т.д. Большинство крупных аварий обусловлено воспламенением газовоздушной смеси, образующейся при утечке сжиженного газа [1]. При этом образуется бассейн испарения, который, как правило, является причиной взрыва и большого пожара. Одними из наиболее опасных объектов сжиженных газов являются объекты транспорта [1].

Так, например, в 1978 г. в США, г. Ваверли, с рельсов сошли 68 железнодорожных цистерн, в двух из которых находился пропан. Через два дня одна из цистерн разрушилась от перегрева, продукт взорвался. 16 человек погибло, 43 ранено. Материальный ущерб составил 1,8 млрд долл. [1].

На железнодорожных путях станции Алма-Ата II в 1989 г. в результате столкновения двух составов одна из железнодорожных цистерн с пропан-бутаном получила пробоину. Газ под давлением пошел под днище соседней цистерны. От искры выхлопного коллектора локомотива произошло возгорание, образовался мощный факел. В результате разрыва греющейся цистерны сжиженный газ воспламенился и взорвался. Образовался «огненный шар». Корпус цистерны разорвался и взлетел на высоту 30 м. Погибло 20, пострадало 208 человек [1].

СПГ (Liquefied Natural Gas, LNG) – криогенная жидкость без цвета и запаха, состоящая в основном из метана, которая может содержать небольшие количества этана, пропана, бутана, азота и других компонентов, присутствующих в природном газе [6]. По классификации, данной Маршаллом в работе [5], СПГ относится к веществам первой категории, которые имеют критическую температуру ниже температуры окружающей среды. В зависимости от компонентного состава температура кипения СПГ лежит в диапазоне от -167 °C до -157 °C при атмосферном давлении [6]. Критическая температура составляет -82,0 °C [5]. При температурах, больших критической, вещество не может находиться в жидким состоянии вне зависимости от давления.

Природный газ, охлажденный до -162 °C, хранится и транспортируется в сжиженном виде. Объем СПГ в 600 раз меньше объема природного газа, что, с одной стороны, облегчает его хранение и обеспечивает возможность транспортировки на большие расстояния. С другой стороны, при разливе СПГ при температуре -160 °C из одного объема жидкости образуется приблизительно 600 объемов газа плотностью 1,86 кг/м³. Примеры СПГ приведены в табл. 1.

Таблица 1. Примеры СПГ[6]

Свойства при температуре кипения при нормальном давлении	СПГ-1	СПГ-2	СПГ-3
Молярная доля, %			
N ₂	0,13	1,79	0,36
CH ₄	99,80	93,90	87,20
C ₂ H ₆	0,07	3,26	8,61
C ₃ H ₈	—	0,69	2,74
Изо-C ₄ H ₁₀	—	0,12	0,42
н-C ₄ H ₁₀	—	0,15	0,65
C ₅ H ₁₂	—	0,09	0,02
Молекулярная масса, г/моль	16,07	17,07	18,52
Температура кипения, °C	-161,9	-166,5	-161,3
Плотность, кг/м ³	422	448,8	468,7
Объем газа, получаемый из 1 м ³ СПГ при 0 °C и 101,35 кПа, м ³ /м ³	588	590	568
Высшая теплота сгорания, МДж/м ³	37,75	38,76	42,59

Поведение СПГ при разлинии определяется интенсивностью подвода тепла от окружающей среды. Газ, образующийся в результате испарения СПГ, первоначально имеет плотность больше плотности окружающего воздуха вследствие его низкой температуры. При прогреве плотность уменьшается и облако медленно поднимается вверх и может достаточно долго существовать в атмосфере. Высокая влажность атмосферного воздуха способствует конденсации паров воды при смешивании с холодными парами СПГ и разогреванию смеси. Процесс рассеяния облака СПГ можно разделить на две фазы, между которыми не существует четкой границы: гравитационное опускание и рассеивание.

Другой важной категорией по классификации Маршалла [5] являются вещества, у которых критическая температура выше, а точка кипения ниже температуры окружающей среды. Для сжижения этих веществ их необходимо только сжать. В жидком состоянии они относятся к очень важной категории сжиженных газов, в которую входят сжиженный нефтяной газ (СНГ, LPG – Liquified Petroleum Gas), пропан, бутан. Примеры составов СНГ приведены в табл. 2.

Таблица 2. Примеры составов СНГ [7]

Состав	Массовая доля, %	
	СНГ-1	СНГ-2
Пропан	85±10	50±10
Непредельные углеводороды (пропилен, этилен, бутилен)	Не более 6	Не более 6
Метан, этан	Не нормируется	Не нормируется
Сумма углеводородов C ₄ и выше	Не нормируется	Не нормируется
Массовая доля серы и сернистых соединений	0,01	0,01
в том числе сероводорода не более	0,003	0,003

СНГ представляют собой насыщенные кипящие жидкости. При наличии свободной поверхности над жидкой фазой всегда возникает двухфазная система жидкость – пар. При температуре кипения СНГ давление насыщенных паров равно атмосферному. При повышении

температуры внешней среды до критической температуры компонентов газа давление насыщенных паров резко возрастает. Критическая температура пропана – 96,8 °С; критическая температура бутана – 152,3 °С [5]. При испарении 1 л СНГ образуется около 270 л газообразного продукта.

Отличительной особенностью СНГ является способность к «мгновенному испарению». При разгерметизации и понижении давления часть жидкости мгновенно испаряется вследствие разности упругости насыщенных паров вещества в емкости и парциального давления в воздухе, а оставшаяся – охлаждается до температуры кипения при атмосферном давлении. При этом могут образовываться паровые облака.

В целом технологии СПГ менее опасны, чем технологии СНГ [1], что можно объяснить физическими свойствами СПГ, состоящего в основном из метана – легкого газа, имеющего относительную плотность по воздуху 0,55. Это способствует его рассеиванию при возникновении утечки. Пары СНГ тяжелее воздуха и скапливаются в низких местах (относительная плотность по воздуху пропана составляет 1,52). У природного газа более высокая температура самовоспламенения, минимальная энергия зажигания по сравнению с бутаном и пропаном. Природный газ имеет более высокий нижний предел воспламенения, поэтому в случае его утечки требуется большая концентрация СПГ для возгорания. У природного газа меньше нормальная скорость распространения пламени и максимальное давление взрыва (табл. 3).

Таблица 3. Основные показатели ПВБ газов

Газы	Температура самовоспламенения, °С	Мин. энергия зажигания, МДж	Конц. пределы распространения пламени, % об.	Норм. скорость распространения пламени, м/с	Макс. давление взрыва, кПа
Метан	535	0,28	5,28–14,1	0,34	706
Пропан	470	0,25	2,3–9,4	0,39	843
Бутан	405	0,25	1,8–9,1	0,45	843

Однако обращение сжиженных газов, в том числе и СПГ, несет потенциальную опасность, особенно при утечке рассматриваемых продуктов. Причины утечек можно разделить на две группы: внутренние повреждения (например, неисправность предохранительных клапанов, дефекты строительства, ошибки персонала) и внешние (например, стихийные бедствия, транспортные катастрофы, диверсии). Внешние опасности носят более случайный характер и труднее поддаются контролю и оценке.

Пожары в присутствии сжиженных газов характеризуются возможностью появления следующих опасных сценариев: пожары пролива, факельное горение струи газа, пожарвспышка, огненный шар и пожарный вихрь.

Для оценки энерго-экологической эффективности использования сжиженных углеводородных газов может быть применен эксергетический метод, учитывающий реальные условия протекания процессов и основанный на применении первого и второго законов термодинамики.

Наиболее точное определение эксергии дано в книге [8], в которой эксергия определяется как «работа обратимого процесса, протекающего в определенных условиях между системой и окружающей средой до заданных условий равновесия с этой средой, параметры которой не зависят от работы рассматриваемой системы и максимально близки к соответствующим параметрам окружающей природы».

Эксергия системы E (Дж) может быть выражена следующим уравнением:

$$E = E_k + E_n + E_\phi + E_x, \quad (1)$$

где E_k , E_n , E_ϕ , E_x – кинетическая, потенциальная, физическая и химическая составляющие эксергии соответственно.

E_k , E_p для большинства технических систем малы, поэтому они не имеют практического значения и выражение (1) для типичной термодинамической системы можно представить следующим образом:

$$E = S(T - T_0) + V(p - p_0) + \sum_{i=1}^N n_i(\mu_i - \mu_0), \quad (2)$$

где S – энтропия, Дж/К; T , T_0 – температура соответственно системы и окружающей среды, К; V – объем системы, м³; p , p_0 – давление соответственно в системе и окружающей среде, Па; N – общее количество веществ – компонентов системы; n_i – число молей i -го вещества, моль; μ_i , μ_0 – химические потенциалы i -го вещества – соответственно компонента системы и окружающей среды (среды отсчета), Дж/моль.

Применение эксергетического анализа ориентировано на получение максимальной полезной работы, которую может совершить система. Анализируя формулу (2), можно сделать вывод, что эксергия выступает мерой отклонения параметров состояния рассматриваемой термодинамической системы от условий окружающей среды. Она отражает как ресурсный потенциал данной термодинамической системы, возможность ее использования, так и изменения, которые могут произойти в окружающей среде, опасность системы.

В литературе рассматривают три вида возможного негативного взаимодействия с окружающей средой: термическое (температурный потенциал) – источник теплового загрязнения; деформационное (потенциал – разница давлений) – например, взрыв; химическое (химический потенциал) – источник химического загрязнения.

Эксергетический подход может быть применен для оценки пожарной опасности веществ и материалов [9].

Для моделирования процессов, связанных с авариями при транспортировке СПГ и СНГ, была использована программа HYSYS, включающая различные методы расчета термодинамических свойств. База данных и «встроенные» пакеты определения свойств обеспечивают надежные результаты для расчетов смесей углеводородов, применяемых в нефтехимической и химической промышленности. Наряду со стандартными пакетами свойств предложен пакет для расчета эксергии, который встроен в HYSYS с помощью технологии Active X. Алгоритм расчета эксергии представлен на рис. 1.

Полученные значения эксергии приведены в табл. 4. За параметры системы принимали $T=0$ °С и $p=101,3$ кПа – условия, при которых происходит смешение газа с воздухом и образование взрывоопасных концентраций в случае разлияния сжиженных газов при их транспортировке. Параметры окружающей среды: $T_0=20$ °С и $p_0=101,3$ кПа.

Таблица 4. Значение эксергии сжиженных углеводородных газов

Эксергия, кДж/моль	СПГ-1		СПГ-2		СПГ-3		СНГ-1		СНГ-2	
	Исх. состав	Продукты сгорания								
Химическая	830,566	0,378	854,206	5,203	942,003	14,763	2176,005	5,048	2369,098	5,557
Физическая	0,039	35,644	0,040	32,937	0,042	29,855	0,080	45,279	0,087	49,826
Суммарная	830,605	36,022	854,246	38,140	942,045	44,618	2176,085	50,327	2369,186	55,383



Рис. 1. Алгоритм расчета эксергии в программе HYSYS

Анализируя данные, представленные в табл. 4, можно констатировать, что физическая эксергия исходных веществ незначительна, что объясняется близкими значениями параметров системы и окружающей среды. Физическая эксергия продуктов сгорания увеличивается в 500–900 раз по сравнению с исходными веществами вследствие значительного повышения температуры при горении.

Зависимость физической эксергии от температуры для СПГ и СНГ представлена на рис. 2. Точка резкого падения физической эксергии соответствует температурам кипения рассматриваемых продуктов. При температуре 20 °C физическая эксергия СПГ и СНГ равна нулю вследствие совпадения параметров системы с параметрами окружающей среды. Физическая эксергия продуктов сгорания СНГ выше, чем СПГ, что объясняется более высокой температурой горения нефтяных газов.

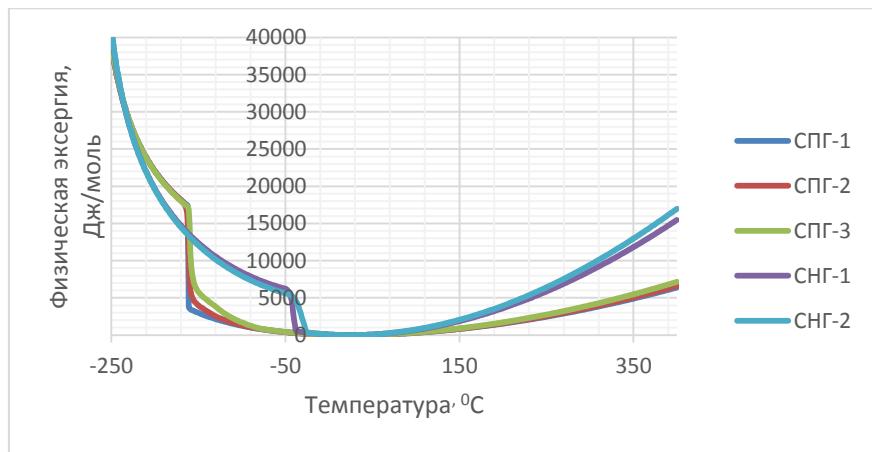


Рис. 2. Зависимость физической эксергии от температуры для СПГ и СНГ

Было выполнено моделирование изменения физической эксергии при одновременном изменении температуры и давления, что показано на рис. 3, 4.

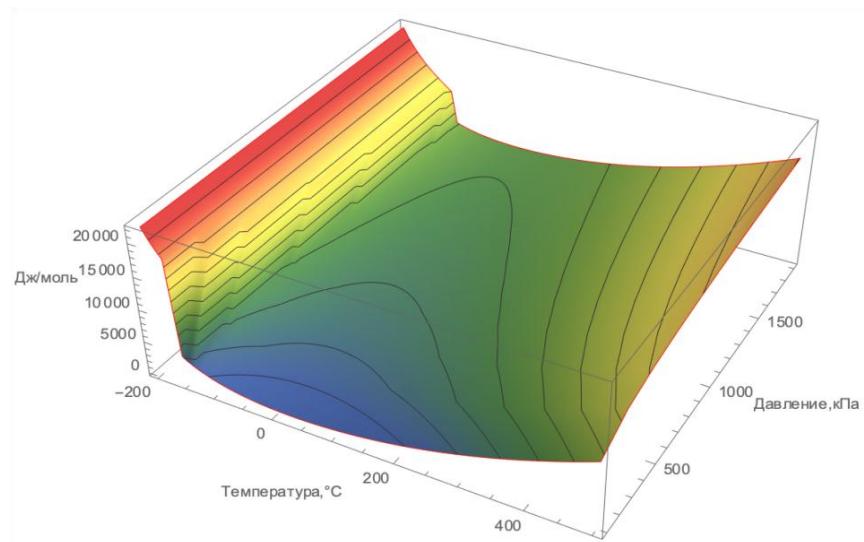


Рис. 3. Зависимость физической эксергии (Дж/моль) СПГ от температуры и давления

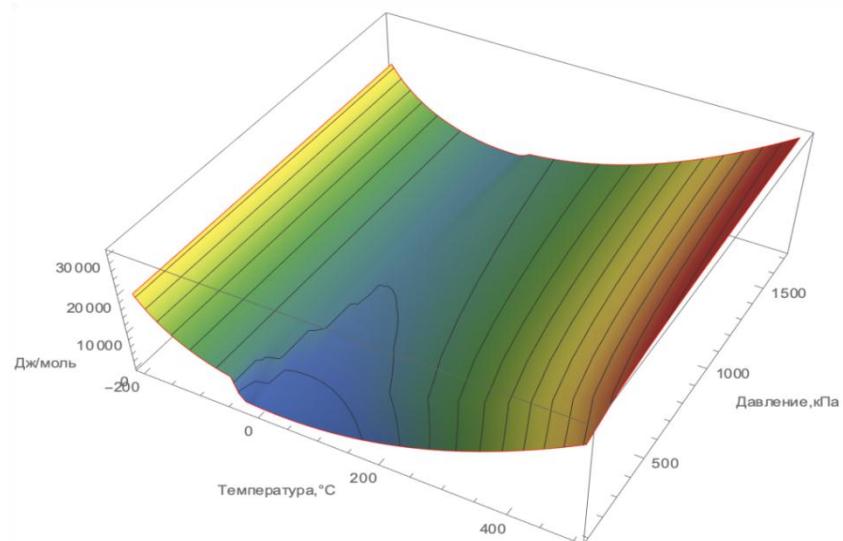


Рис. 4. Зависимость физической эксергии (Дж/моль) СНГ от температуры и давления

Химическая эксергия СНГ примерно в 2,5–3 раза выше, чем эксергия СПГ. В связи с незначительным вкладом физической эксергии при $T=0$ °С и $p=101,3$ кПа суммарная эксергия СНГ при рассматриваемых условиях также в 2,5–3 раза выше эксергии СПГ (рис. 5).

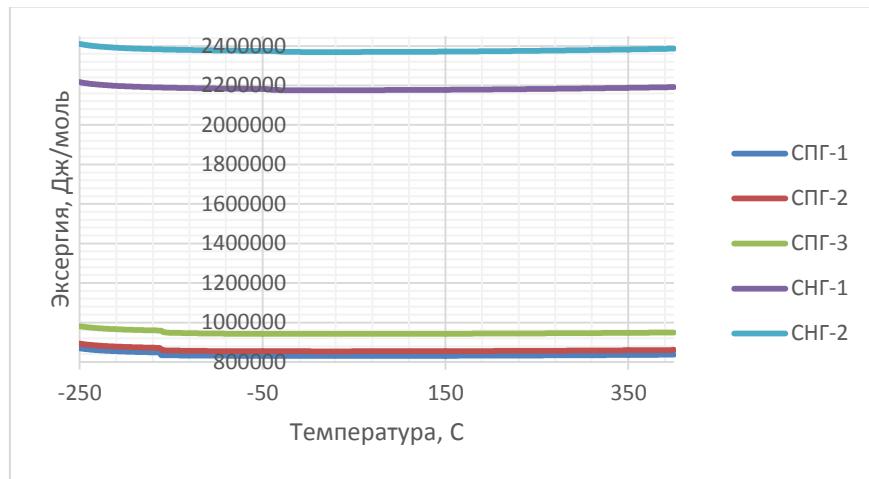


Рис. 5. Зависимость суммарной эксергии СПГ и СНГ от температуры

Наиболее важной теплотехнической характеристикой горючего вещества является теплота сгорания. Наряду с температурой горения она с энергетической стороны характеризует процессы горения, происходящие при пожаре. Удельная теплота сгорания входит в перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности веществ [10].

С помощью программы HYSYS были получены значения теплоты сгорания и температуры горения для СПГ и СНГ (табл. 5), более высокие значения указанных показателей принадлежат СНГ.

Таблица 5. Значения удельной теплоты сгорания и температуры горения для СПГ и СНГ

Наименование показателя	СПГ-1	СПГ-2	СПГ-3	СНГ-1	СНГ-2
Высшая теплота сгорания, Дж/моль	884039,632	907464,192	996918,655	2232899,4	2426174,71
Низшая теплота сгорания, Дж/моль	802097,551	824529,669	908066,389	2069506,02	2250768,23
Температура горения, °С	1544,94338	1457,8159	1351,03884	1799,68104	1910,63253

Зависимость между значениями высшей теплоты сгорания СНГ и СПГ эксергией представлена на рис. 6.

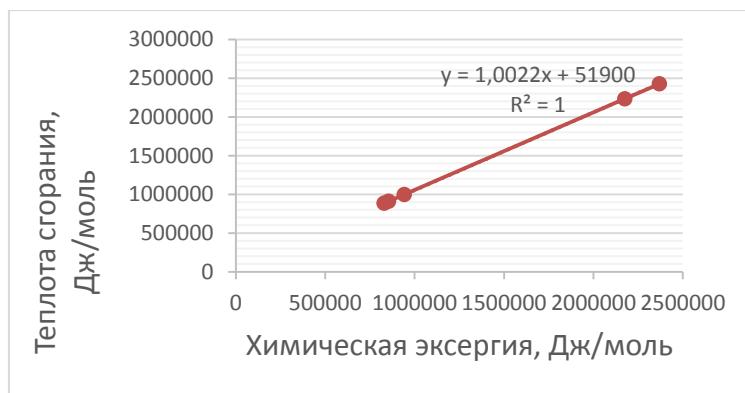


Рис. 6. Зависимость значений химической эксергии и высшей теплоты сгорания для СНГ и СПГ

Применение эксергетического подхода позволяет, с одной стороны, оценить энергетическую эффективность использования сжиженных газов, с другой – их пожарную опасность при доставке потребителям.

Рост производства и потребления СУГ требует решения многих проблем, в том числе связанных с обеспечением ПВБ. Универсальность эксергетического метода определяется преодолением методологических проблем и возможностью учета показателей энерго-экологической эффективности и пожарной опасности в единой системе.

Литература

1. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. М.: Нефть и газ, 2009. 640 с.
2. Громова М.П., Вареничев А.А., Гудзенко В.Т. Мировые тенденции к переходу на сжиженный газ // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № 7.
3. Абдурагимов И.М., Куприн Г.Н. Нерешенные проблемы пожаровзрывобезопасности энергоресурсов (СУГ и СПГ) как оборотная сторона успехов энергетической стратегии Российской Федерации // Пожаровзрывобезопасность. 2014. № 4. С. 42–50.
4. Тагиев Р.М. Первые в мировой практике широкомасштабные испытания по проливу сжиженного природного газа и последующего его горения в рамках научно-технического сотрудничества ООО «Газпром газобезопасность» и «GDF Suez S.A.» // Безопасность объектов топливно-энергетического комплекса. 2013. № 2. С. 58–61.
5. Маршалл В.К. Основные опасности химических производств. М.: Мир, 1989. 672 с.
6. ГОСТ Р 57431–2017 (ИСО 16903:2015) Газ природный сжиженный. Общие характеристики. М.: Стандартинформ, 2017. 12 с.
7. ГОСТ 27578-87. Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. 16 с.
8. Шаргут Я., Петела Р. Эксергия: пер. с польск. М.: Энергия, 1968. 280 с.
9. Эксергетический подход к оценке энергоэкологической эффективности и пожарной опасности грузовых перевозок на железнодорожном транспорте / Л.А. Королева [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 7-8. С. 43–52.
10. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 21.11.2018).

УМЕНЬШЕНИЕ ПРОЦЕССА КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРЕМЕННОГО ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА

**А.В. Иванов, кандидат технических наук;
И.Л. Скрипник, кандидат технических наук, доцент;
С.В. Воронин, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены обобщенные результаты исследований коррозионного износа стальных вертикальных пластин. Показано, что исследование изменения рельефа образца целесообразно проводить с помощью сканирующего зондового микроскопа. При коррозионном воздействии масса образца уменьшается в 1,5–2 раза за 60 сут. Предложены алгоритмы определения коррозионного воздействия на металлы с помощью сканирующего

зондового микроскопа и определения раннего обнаружения процесса коррозии при транспортировке нефтепродуктов.

Ключевые слова: коррозия, способ, металл, агрессивная среда, нефть, электрофизический способ, масса, алгоритм, сканирующий зондовый микроскоп, рельеф, режим

THE REDUCTION PROCESS OF METAL CORROSION WHEN EXPOSED TO AN ALTERNATING FREQUENCY-MODULATED SIGNAL

A.V. Ivanov; I.L. Skrypnyk; S.V. Voronin.

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

The generalized results of studies of corrosion wear of steel vertical plates are presented. It is shown that the study of changes in relief samples should be carried out using a scanning probe microscope. When exposed to corrosion, the mass of the sample is reduced by 1,5–2 times in 60 days. Algorithms for determining the corrosion effect on metals using a scanning probe microscope and determining the early detection of corrosion during transportation of petroleum products are proposed.

Keywords: corrosion, method, metal, aggressive environment, oil, electrical method, mass, algorithm, scanning probe microscope, landscape, mode

В настоящее время защита металлов от коррозии представляет собой важнейшую научно-техническую и экономическую задачу, так как она занимает большое место в обеспечении безопасности объектов нефтегазового комплекса (НГК). Коррозия вызывает быстрое разрушение и износ трубопроводов, цистерн, металлических частей машин, корпусов судов, морских сооружений. Она приводит к большим и часто безвозвратным потерям металлов, что составляет 10–20 % от ежегодного выпуска стали.

На магистральных газопроводах развиваются специфические дефекты, которых пока практически нет на других трубопроводах – коррозионное растрескивание под напряжением (стресс-коррозия). Этот вид разрушения газопроводов стал самым опасным в последние годы.

Коррозия корпусов судов, перевозящих нефтепродукты, так же является причиной возникновения аварийных ситуаций. На водных акваториях она проявляется быстрее, чем при пресной воде. В верхней части танкера образуются капли кислоты, разъедающие металл. На дне танкера происходят биологические взаимодействия.

При биологической коррозии, в условиях взаимодействия микроорганизмов с нефтепродуктами, возможно образование кислот, которые разъедают корпуса судов с большой скоростью (порядка 0,01 г/м²·ч).

Разрушение оборудования вследствие коррозии приводит к значительным социальным и материальным потерям, пожарам и авариям. Ввиду этого, разработка новых методов борьбы с коррозией является важной, актуальной научной и практической задачей.

Анализ существующих методов защиты от коррозии показал, что одним из перспективных способов защиты является электрофизический метод воздействия в веществе и на границе раздела фаз [1].

Принцип электрофизического метода защиты от коррозии состоит в воздействии переменного частотно-модулированного сигнала (ПЧМС), который приводит к изменению физико-химических свойств и молекулярной структуры материалов для их оптимального применения в различных технологических процессах [2].

Анализ литературных источников показал, что данный метод защиты позволяет в 1,5–3 раза снизить влияние коррозионной среды на металлические изделия [1, 3].

Анализ возможности применения представленного метода предотвращения коррозионного воздействия на оборудование объектов НГК был проведен на типовом технологическом участке железнодорожной сливочно-наливной эстакады (рис. 1), как наиболее распространенного сооружения для всех крупных нефтебаз и нефтеперерабатывающих заводов. Вследствие коррозионного износа технологического оборудования возможны локальные проливы (истечения) нефти и нефтепродуктов с дальнейшим образованием горючей среды.

Проведен расчет истечения жидкости в соответствии с методом оценки опасных факторов пожара согласно Приказу МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (с изменениями и дополнениями) с помощью программы «Mathcad».

Решение задачи по коррозионному разрушению оборудования – цистерны, находящейся на сливочно-наливной эстакаде с эквивалентной площадью отверстия 4 см^2 показал, что за 60 с истечения может происходить разлив порядка 100 л нефтепродукта. В связи с этим возможно возгорание, распространение пожара как на территории сливочно-наливной эстакады, так и за ее отбортовкой.



Рис. 1. Схема железнодорожной сливочно-наливной эстакады

Анализ результатов расчетов показывает, что при коррозионном разрушении оборудования возникает необходимость разработки экспресс-способа по оценке коррозионной активности жидкости, в том числе и нефтепродуктов.

Для исследования замедления коррозионных процессов в агрессивных средах использовался генератор ПЧМС (ТУ 4218-001056316494-2004). Лабораторные коррозионные испытания проводились по ГОСТ Р 9.905-2007 с подачей ПЧМС на образцы, в качестве которых использовались стальные пластины (материал ст. 3; состояние поверхности – без защитных покрытий; форма заготовки – лист; размеры 100x50 мм, толщина 1 мм), расположенные вертикально, то есть вся испытуемая поверхность образца подвергалась воздействию коррозионной среды (рис. 2). Оценка коррозионной стойкости стальных пластин проводилась по изменению внешнего вида образца и их массы при нормальных климатических условиях (ГОСТ 15150).

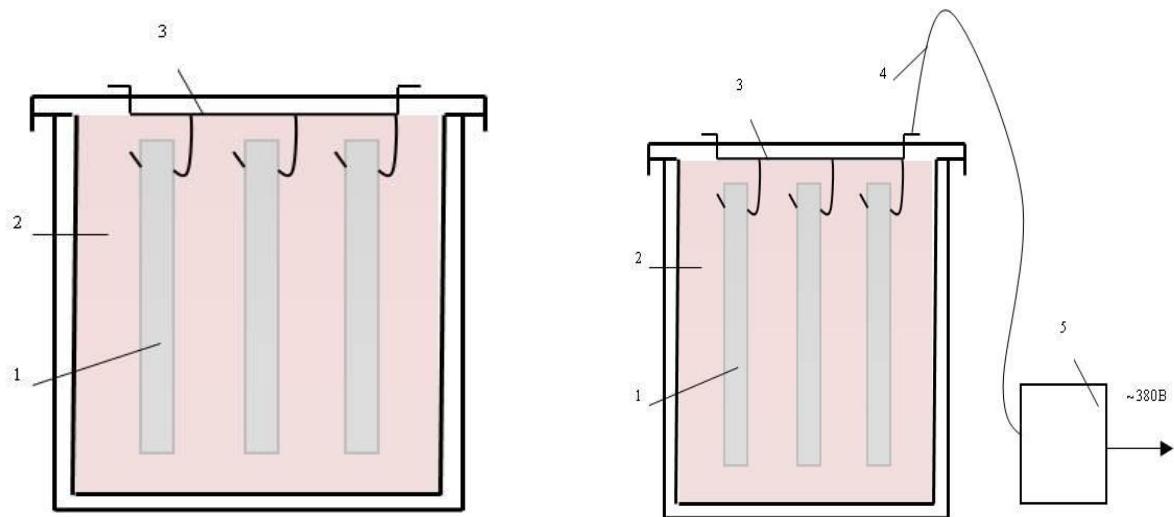


Рис. 2. Схема лабораторной установки электрофизического метода:

**1 – стальная пластина; 2 – агрессивная среда;
3 – электрод; 4 – проводник; 5 – прибор**

Сначала проходила подготовка плоских образцов – металлических пластин. Их поверхности очищали и обезжиривали с помощью мягких щеток и ваты обезжиривателем (ТУ 2319-101-00205357-2009). После этого образцы брались только за торцы руками в хлопчатобумажных перчатках.

На следующем этапе жидкости (образцы бензина (Аи-95), керосина авиационного и нефти) разливались в две емкости, по две для каждого продукта.

Затем от подключенного прибора с помощью проводника на испытываемые образцы, помещенные в агрессивную среду, подавался ПЧМС. Так же в аналогичную агрессивную среду помещались пластины без воздействия на них ПЧМС (рис. 3).

Смывалась образующаяся коррозия в пробирки с дистиллированной водой с помощью щавелевой кислоты. Если коррозионные частицы имели крупный размер, то использовали ультразвуковую ванну для раздробления их на более мелкие частицы.



Рис. 3. Исследование пластин в агрессивной среде с подачей ПЧМС

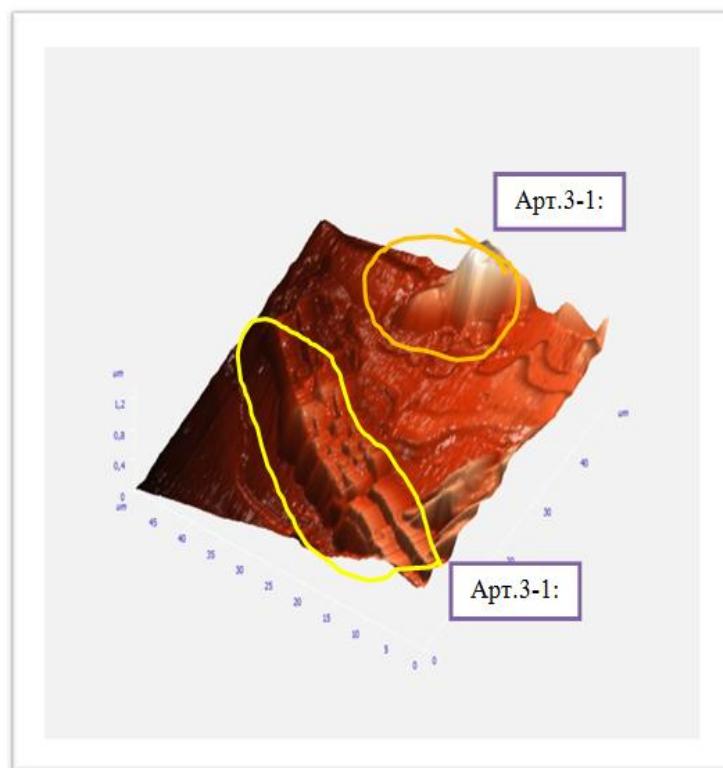
Затем происходило взвешивание и осмотр испытываемых образцов на изменение внешнего вида поверхности: цвета; наличия и образования видимых коррозионных изъянов.

Для извлечения частиц из пробирки использовался шприц. Затем с помощью него на подложку наносили 2–3 капли исследуемого образца. После их высыхания исследование твердого остатка проводилось с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ). Результаты сканирования выводились на экран монитора компьютера как в 2D, так и в 3D режимах.

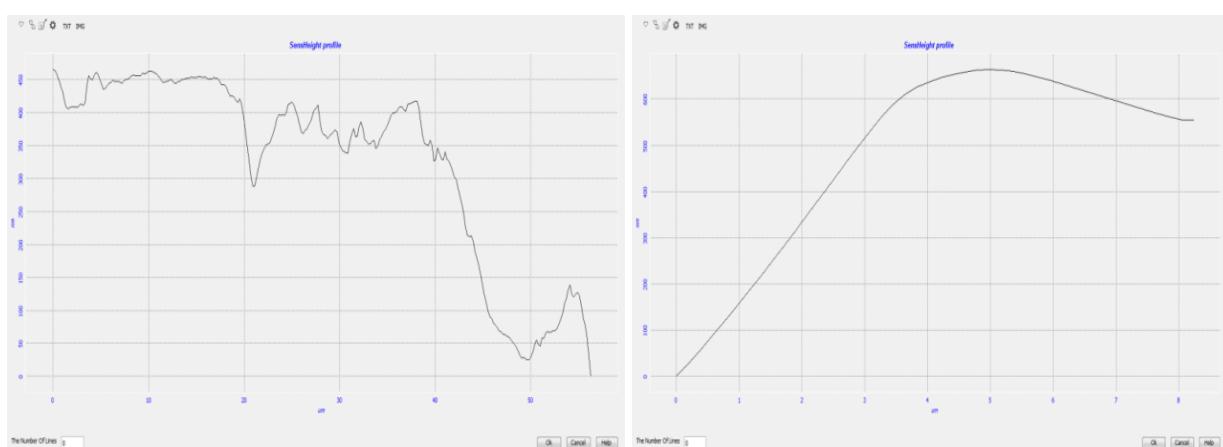
Общая продолжительность испытания проводилась по геометрической прогрессии 1, 2, 4, 8, 16 сут.

На рис. 4 а, б показано коррозионное разрушение без влияния ПЧМС (нефть контрольный образец) и с его воздействием (нефть прибор).

На рис. 5 и 6 приведены исследования рельефа образца с помощью программного продукта Image Analysis 3.5. Нефть (контрольный образец, без воздействия ПЧМС) и нефть (контрольный образец, при воздействии ПЧМС).

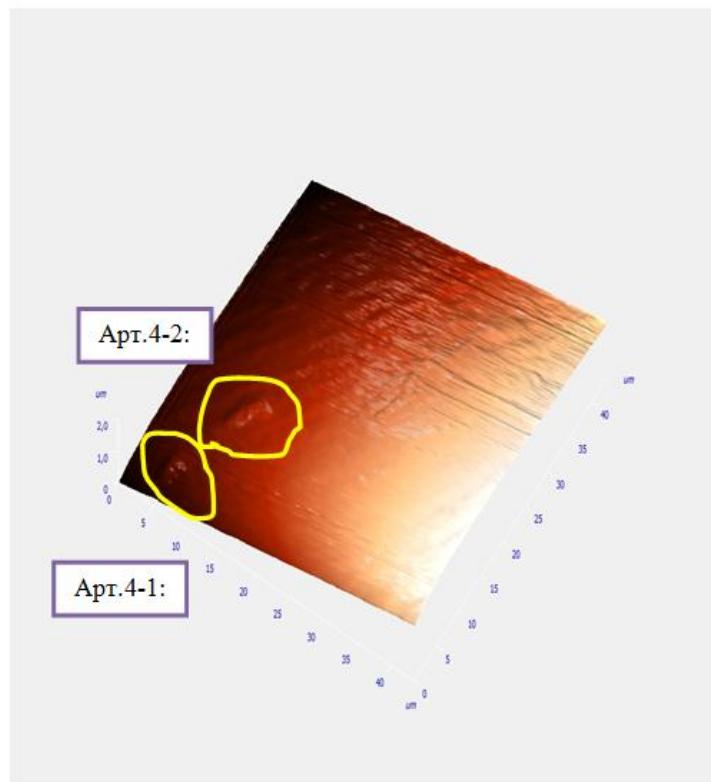


а) нефть контрольный образец

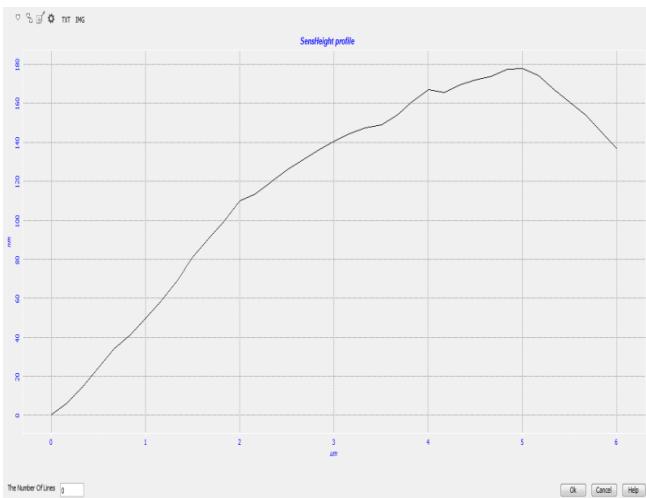


Арт. 3-1: 57,38x12,53x0,58 мкм

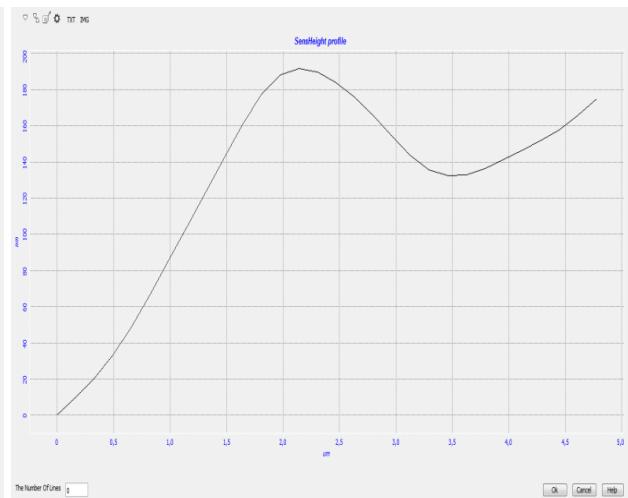
Арт. 3-2: 18,04x9,64x0,62 мкм



6) нефть прибор



Арт. 4-1: 3,68x4,14x0,155



Арт. 4-2: 6,23x3,44x0,150

Рис. 4. Коррозионное разрушение без влияния ПЧМС (нефть контрольный образец)
и с его воздействием (нефть прибор)

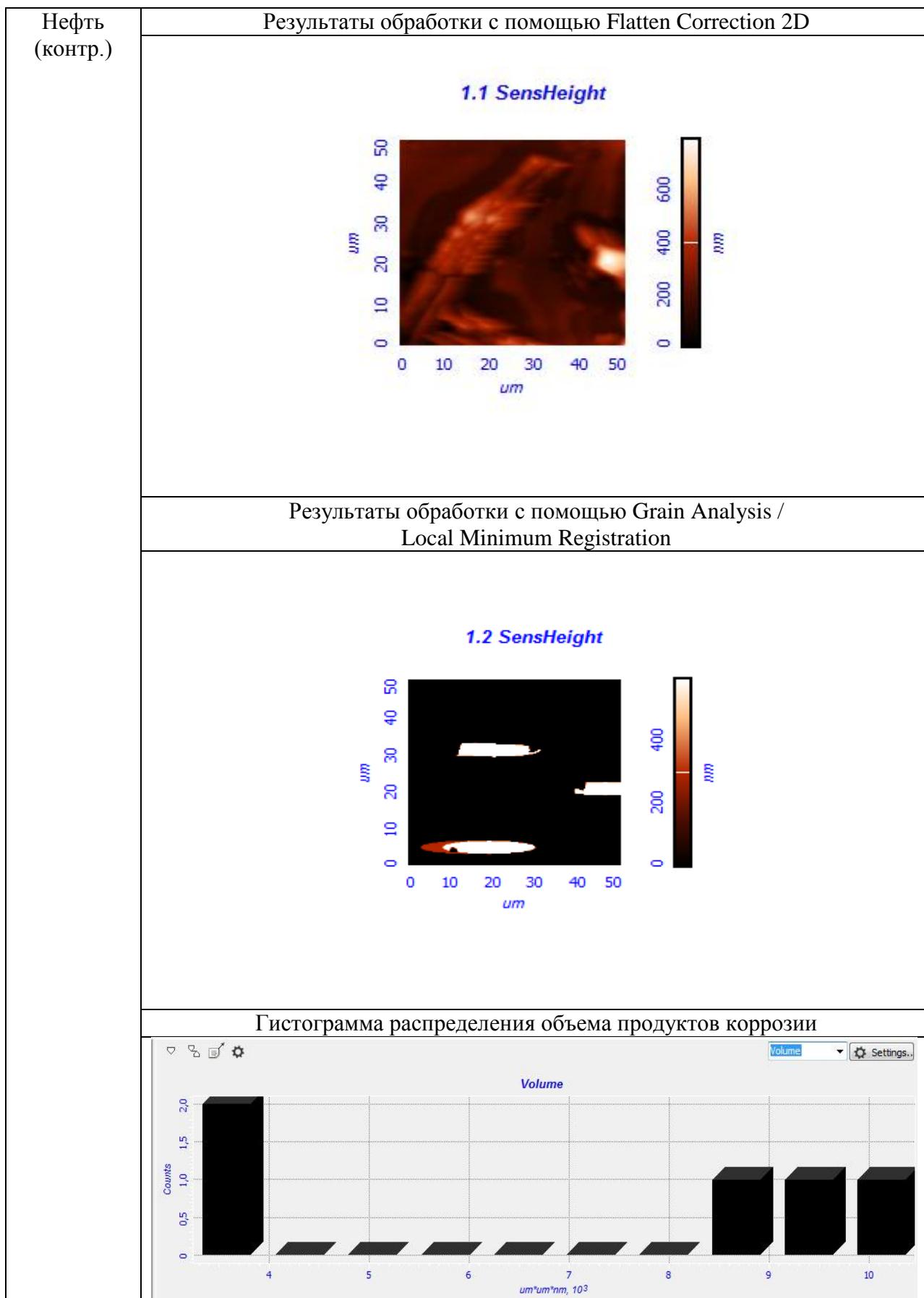


Рис. 5. Исследование рельефа образца с помощью программного продукта Image Analysis 3.5.
Нефть (контрольный образец, без воздействия ПЧМС)

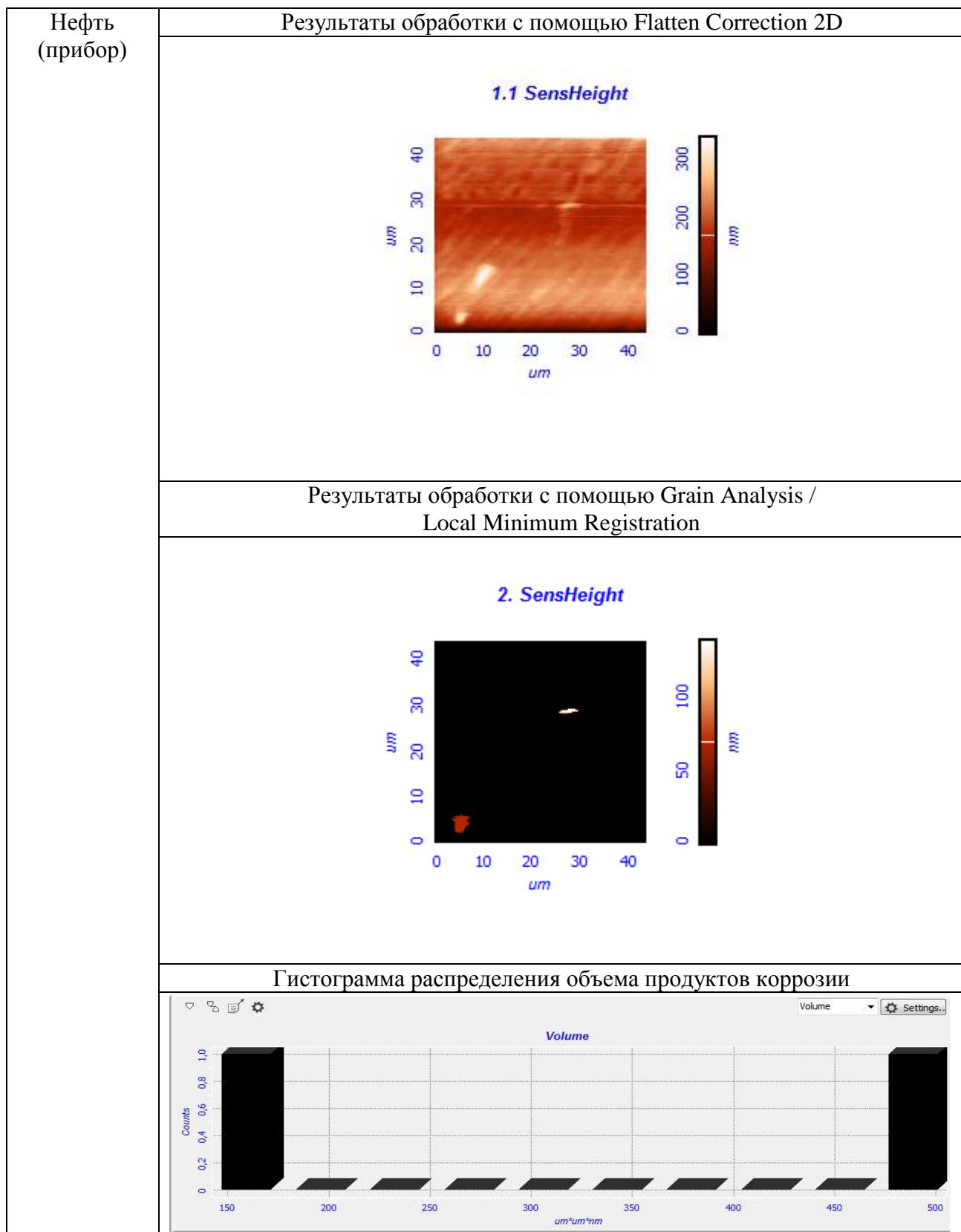


Рис. 6. Исследование рельефа образца с помощью программного продукта Image Analysis 3.5.
Нефть (контрольный образец, при воздействии ПЧМС)

Оценка поведения следов коррозии проводилась вычитанием поверхности с помощью функции Flatten Correction 2D. Выравниванием подложки осуществлялась обработка образцов для выявления коррозионных пятен, построения гистограммы, характеризующейся процентным значением продуктов коррозии. Данный способ защиты от коррозии металлов formalized в виде алгоритма, представленного на рис. 7.



Рис. 7. Алгоритм определения коррозионного воздействия на металлы с помощью СЗМ

На основании рассмотренного алгоритма подготовлен алгоритм раннего обнаружения коррозии при транспортировке нефтепродуктов (ГОСТ 2917–76*), показанный на рис. 8.

Результаты, которые были получены с помощью АСМ, позволяют довольно в короткие сроки идентифицировать коррозионную активность веществ и материалов.

Также через 30 дней определялась относительная величина потери массы изделий, но в растворах пенообразователя 30 % и 60%; уксусной кислоты 25 % и 50%; водном растворе хлорида натрия 20 % и в морской воде. Анализ результатов расчета показал, что при воздействии ПЧМС с частотой 50 Гц относительная потеря массы образца составила от 0,076 % (при морской воде) до 0,85 % (при 25 % растворе уксусной кислоты).

Коррозионный износ оборудования в топливно-энергетическом комплексе является одной из распространенных причин возникновения пожара и других аварийных ситуаций, приводящих к значительным материальным потерям, угрозе жизни, здоровью людей и нанесению вреда экологии.

Существующие оценки коррозионной активности не позволяют достаточно оперативно и точно спрогнозировать коррозионную активность веществ. Для оперативной оценки коррозионной активности веществ предлагается использовать метод АСМ, основанный на визуальной и качественной оценке осажденных продуктов коррозии с очень высокой точностью до 100 Нм по рельефу поверхности образца.



Рис. 8. Алгоритм определения раннего обнаружения процесса коррозии при транспортировке нефтепродуктов

Воздействие ПЧМС на быстроту снижения массы металла определяется емкостным током на границе пограничного слоя, замедляющимися процессами диффузий ионов металла в среду коррозии.

Данный метод позволит уменьшить негативные влияния коррозионных процессов, спрогнозировать поведение конструктивных веществ в агрессивных средах.

Литература

1. Иванов А.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В. Исследование процессов электризации при обращении с модифицированными наножидкостями и лакокрасочными материалами // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 3 (47). С. 107–112.
2. Нейросетевое моделирование условий обеспечения электростатической искробезопасности процессов транспортировки модифицированных углеводородных жидкостей на основе экспериментальных данных / А.Ю. Сорокин [и др.] // Вестник Уральского института ГПС МЧС России. 2018. № 1 (18). С. 63–76.
3. Научно-методические основы управления электростатическими свойствами жидких углеводородов для обеспечения пожарной безопасности предприятий нефтегазового комплекса / А.В. Иванов [и др.] // Вестник Уральского института ГПС МЧС России. 2018. № 2 (19). С. 98–109.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЛУЧАЕ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ

**О.Н. Савчук, кандидат технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
М.Д. Маслаков, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
В.Н. Громов, доктор технических наук, профессор.
Военный институт (инженерно-технический) Военной академии
материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева**

Рассматриваются проблемы организации ликвидации последствий аварий на железнодорожном транспорте при перевозке аварийно химически опасных веществ с учетом особенностей в случае террористических актов и даны рекомендации по совершенствованию отдельных мероприятий ликвидации последствий.

Ключевые слова: аварийно химически опасное вещество, отсекающая водяная завеса, изоляция «зеркала» аварийно химически опасного вещества пеной

IMPROVING THE ORGANIZATION OF LIQUIDATION OF CONSEQUENCES OF ACCIDENTS ON RAILWAY TRANSPORT WHEN TRANSPORTING HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES IN TERRORIST ATTACKS

O.N. Savchuk; M.D. Maslakov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
V.N. Gromov.
Military institute (engineering and technical) of Military academy of logistics
named after General of the Army A.V. Khrulev

The article deals with problems of elimination of consequences of accidents in railway transport when transporting emergency and hazardous chemical substances with account of peculiarities in the case of terrorist acts, and provided recommendations for the improvement of individual activities.

Keywords: emergency and chemically hazardous substance, cut off the water curtain, the isolation of «mirrors» emergency and chemically hazardous substance foam

По территории нашей страны ежегодно транспортируется до 4 млрд т грузов. В основной массе (до 50 %) это осуществляется железнодорожным транспортом. Однако железнодорожный транспорт представляет собой угрозу жизни и здоровья как для пассажиров, так и для населения селитебной части городов, расположенных вблизи маршрутов их перемещения с большим количеством транспортируемых пожароопасных, радиоактивных, химических веществ в случаях аварий транспорта или разгерметизации цистерн с аварийно химически опасными веществами (АХОВ). Потенциальную опасность железнодорожного транспорта подтверждает статистика нарастающего количества аварий за 2011–2015 гг., представленная на рис. 1 [1].

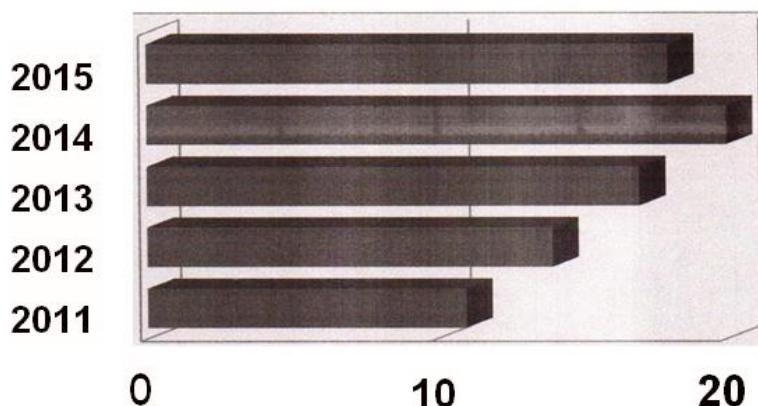


Рис. 1. Инфографика количества аварийных случаев инфраструктуры железнодорожного транспорта за 2011–2015 гг.

В связи с нарастанием террористических угроз особую опасность в настоящее время представляет железнодорожный транспорт, который может перевозить большие объемы АХОВ. Высокая уязвимость такого вида транспорта обусловлена неизменностью основных транспортных маршрутов, прохождением их вблизи густонаселенных районов городов (вокзалов), что в случае террористических актов может привести к большим людским и материальным потерям. Вероятность осуществления аварий (разрушений) на железнодорожном транспорте может происходить как в периоды загрузки (разгрузки), так и в ходе перемещения на маршрутах. Состав сил и средств, привлекаемый для ликвидации последствий таких чрезвычайных ситуаций (ЧС), зависит: от количества пролитого АХОВ, глубины распространения облака химического заражения, площади разлива и осуществляется, прежде всего, организацией, ответственной за перевозку груза (получение) во взаимодействии с аварийно-спасательными силами территориальных подсистем Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), куда могут входить подразделения МЧС России и аварийно-спасательных сил и средств отделений Российской железной дороги (РЖД). При этом руководство ликвидацией ЧС осуществляет ответственный за перевозку (получение) этого груза. В обязанности этих организаций входит содержание в постоянной готовности мобильных аварийных групп (бригад) к выезду на место аварии.

В случае аварии, связанной с разгерметизацией цистерн с АХОВ, ответственный за перевозку груза немедленно сообщает об этом в свою организацию и вызывает мобильную аварийную группу (бригаду), а также оповещает муниципальную единую дежурную диспетчерскую службу (ЕДДС), органы управления территориальной системы РСЧС и до прибытия мобильной аварийной группы (бригады) совместно с сопровождающими лицами действуют в соответствии с рекомендациями по локализации аварии и соблюдению правил

безопасности при проведении работ, изложенными в аварийной карточке на перевозимый тип АХОВ.

При прибытии аварийно-спасательных сил в район аварии руководитель ликвидации аварии (ответственное лицо организации, осуществляющее отправку (получение) груза) на основе оценки обстановки ставит задачу по порядку и последовательности применения их, доводит специфические меры защиты спасателей в соответствии с данным аварийным типом АХОВ. Силы и средства МЧС России и РЖД привлекаются дифференцировано к выполнению своих задач по ликвидации аварии.

В целом основные способы по локализации и ликвидации аварий на железнодорожном транспорте при разгерметизации цистерн с АХОВ те же, что и при авариях стационарных химически опасных объектов.

Однако при организации ликвидации последствий таких аварий следует учитывать ряд особенностей их проявления:

- масштабность химического заражения вследствие больших количеств пролитого АХОВ;
- труднодоступность аварийно-спасательных сил и средств к месту аварии и возможной удаленности их, что скажется на их оперативном прибытии;
- разгерметизация (разрушения) железнодорожных цистерн с АХОВ может происходить внезапно в период движения на высокой скорости перемещения состава;
- затруднение в оперативном оповещении центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС), органов управления РСЧС об аварии и получении достоверной информации о параметрах разгерметизации, что приводит к запаздыванию принятия управленческих решений на применение сил для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР);
- отсутствие достаточных сил и средств в начале работ по локализации аварии;
- трудности в организации вывода (выноса) людей из зоны химического заражения и оказания им своевременной помощи по обеспечению их безопасности;
- трудности по восстановлению движения на аварийном участке железной дороги, где произошла авария в короткие сроки.

Силами и средствами РЖД выполняются следующие мероприятия по ликвидации последствий аварии на железной дороге с проливом АХОВ:

- ограждение места аварии, развертывание пунктов управления и связи;
- организация спасения населения и вывод его из очага поражения;
- розыск и спасение пострадавших, оказание им первой помощи, вынос из очага поражения и отправка их в лечебные учреждения;
- информирование об аварии ЦУКС субъекта Российской Федерации, территориально РСЧС оповещение и вызов привлекаемых аварийно-спасательных сил;
- обеззараживание местности участка пролива АХОВ и вывоз загрязненной подстилающей поверхности железнодорожного полотна.

Кроме того, силами РЖД решаются следующие специфические задачи:

- доставка сил и средств, привлекаемых аварийно-спасательных сил других министерств и ведомств, удаленных от места аварии;
- восстановление движения поездов на аварийном участке;
- доставка резервных емкостей в специализированных вагонах в район аварии для перекачки АХОВ из аварийных железнодорожных цистерн с АХОВ;
- организация оперативного удаления аварийных цистерн с АХОВ из района аварии на безопасное расстояние от селитебной части населенных пунктов;
- удаление неисправного и поврежденного подвижного состава.

Последовательность работ по ликвидации аварии резервуаров с АХОВ, перевозимых железнодорожным транспортом (рис. 2), следующая:

1. Прибытие и развертывание аварийно-спасательных подразделений.
2. Проведение разведки (установление размеров разгерметизации резервуара с АХОВ, определение размеров зон химического заражения, обнаружение пострадавших).

3. Отцепка от подвижного состава аварийного вагона с АХОВ и перебазирование его на запасный путь.
4. Устранение течи АХОВ путем использования хомутов, бандажей и других устройств.
5. Извлечение из поврежденных вагонов и эвакуация в незараженную зону.
6. Розыск и оказание первой помощи пострадавшим, вынос их из очага химического поражения и направление их в лечебные учреждения.
7. Осуществление постановки отсекающих водяных завес в сочетании с нейтрализующими растворами.
8. Изоляция «зеркала» пролива пеной или пленкой для предотвращения образования вторичного облака химического заражения.
9. Слив остатков АХОВ из поврежденной цистерны в резервную специализированного вагона.
10. Отрыв и оборудование отводных, заградительных канав, прокладка для стока АХОВ.
11. Удаление откачки жидкой фазы АХОВ на пониженных участках местности.
12. Устройство котлованов для сбора жидкой фазы АХОВ, обвалование участков пролива.
13. Использование воды с включением загустителей для разбавления пролива до предельно допустимых концентраций АХОВ.
14. Удаление зараженной воды АХОВ путем откачки из естественных ям, котлованов.
15. Обеззараживание пролива путем использования нейтрализующих растворов, обработки сыпучими сорбентами.
16. Утилизация (вывоз) зараженного грунта и засыпка неровностей незараженным грунтом.

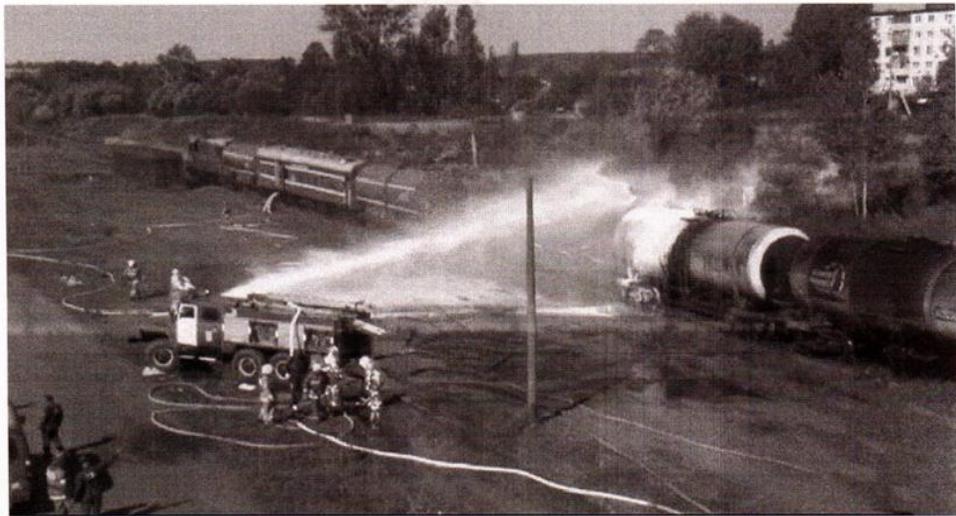
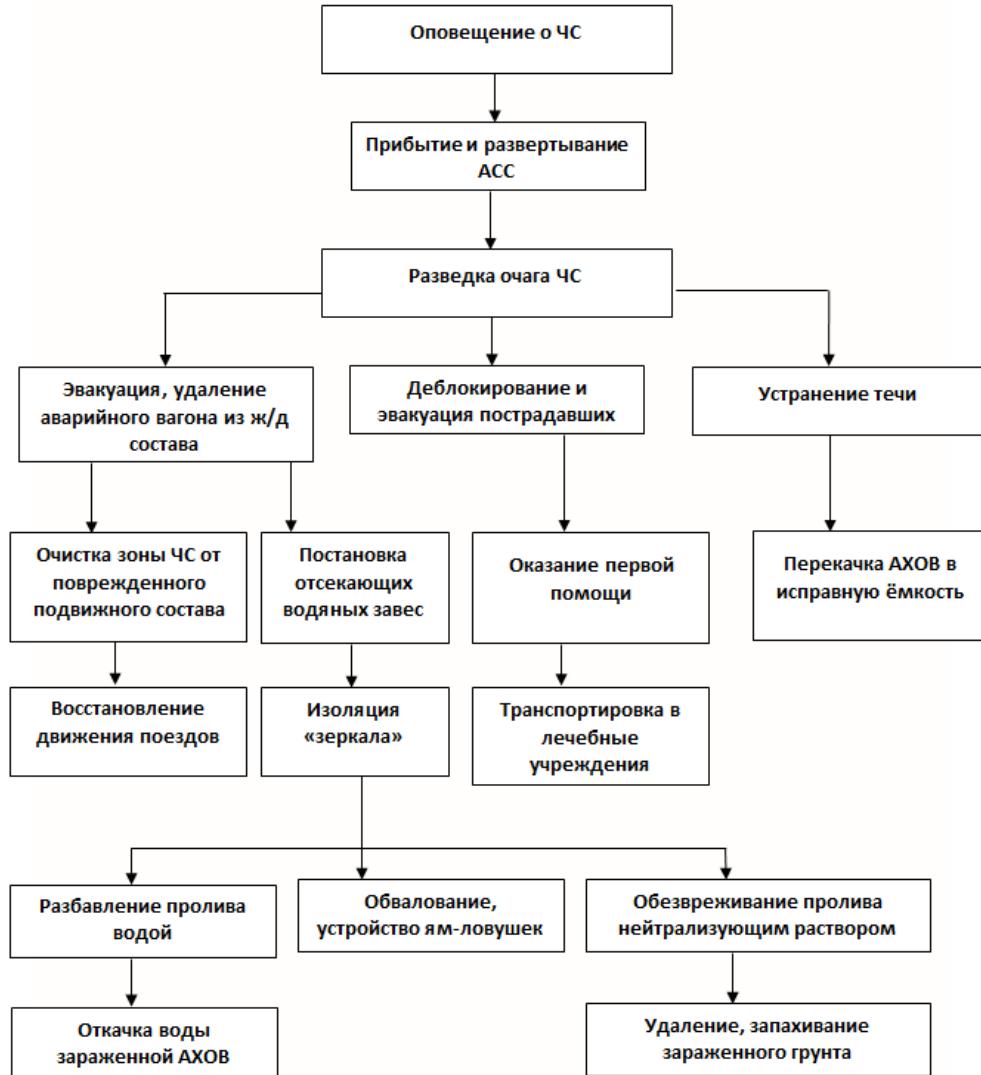


Рис. 2. Проведение ликвидации последствий аварии при разгерметизации железнодорожной цистерны с АХОВ

Последовательность ведения работ по ликвидации последствий аварий с проливом АХОВ на железных дорогах представлена на рис. 3.

Прибытие сил по ликвидации последствий отделения железной дороги (ОЖД) в район аварии составляет не менее одного часа, что не решает проблему оперативной локализации аварии. При всей оперативности прибытия пожарных расчетов и использования отсекающих водяных завес ($t_{пр}=10$ мин) на участке торможения до аварийной остановки является трудно выполнимой задачей в связи с необходимостью привлечения большого количества расчетов вследствие протяженности участка торможения и затруднения подъезда к железнодорожному полотну.

Как показывают расчеты, использование отсекающих водяных завес на участке торможения нецелесообразно при величине отверстия в емкости более 10 см при скорости железнодорожного транспорта 70 км/ч. При высокой скорости движения транспорта и приведенного уклона будет сложнее осуществить локализацию распространения зараженного воздуха с помощью отсекающих водяных завес вследствие увеличения участка торможения, на котором происходит пролив АХОВ.



АСС – аварийно-спасательная служба

Рис. 3. Последовательность проведения аварийно-спасательных работ при авариях с проливом АХОВ на железной дороге

Совершенствование организации ликвидации последствий таких аварий в целях оперативности их проведения следует осуществлять:

- подачей автоматически сигнала о разгерметизации резервуаров с АХОВ в территориальную подсистему РСЧС, ЦУКС Главного управления (ГУ) МЧС России, ЦУКС ОЖД с подтверждением об этом сопровождающего груз;

- организацией разведки в очаге силами лиц, сопровождающих груз, и с привлечением сил МЧС России с беспилотными средствами разведки;

- своевременным вызовом сопровождающей груз мобильной аварийной группы (бригады);

- организацией автоматического отключения высокого напряжения контактной сети на аварийном участке пути силами ОЖД России;
- оперативной отцепкой от подвижного состава аварийного вагона (вагонов) с АХОВ и передислокацией его (их) на запасный путь;
- оперативным деблокированием, выносом пострадавших из очага химического заражения и оказанием им первой помощи привлекаемыми силами РСЧС, ОЖД Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России;
- эвакуацией пострадавших в лечебные учреждения мобильными силами территориальной РСЧС;
- временной эвакуацией населения из зон химического заражения транспортом территориальной РСЧС;
- локализацией истечения АХОВ лицами, сопровождающими груз, мобильной аварийной группы (бригады), силами ОЖД с использованием современных средств герметизации;
- своевременным привлечением сил ГПС МЧС России и ОЖД для применения отсекающих водяных завес;
- изоляцией «зеркала» пролива пеной или пленкой для предотвращения испарения силами ГПС МЧС России и ОЖД, для чего необходимо иметь эти средства в оперативной готовности к их применению;
- разбавлением пролива водой до безопасных концентраций силами ГПС МЧС России и ОЖД, для чего предусматривается размещение в запасных районах путей водяных колодцев;
- оперативным оборудованием отводных канав на склоне, прокладкой труб для стока АХОВ с использованием перспективных инженерных средств РСЧС;
- ограждением опасных участков пролива и мест проведения аварийно-спасательных работ силами ОЖД (ответственный начальник дистанционного пути) и территориальной системы РСЧС;
- освещением мест проведения аварийно-спасательных работ силами ОЖД;
- ускоренным сбором, удалением и дегазацией пролива АХОВ, засыпкой их сыпучими сорбентами силами мобильной аварийной группы (бригады) и силами ОЖД;
- осуществлением откачки зараженной воды на участках зараженной местности силами Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России и ОЖД.

При больших объемах АСДНР по приказу начальника отделения или начальника железной дороги к месту аварии могут направить восстановительный и пожарный поезд.

В целях оперативной информации об аварии и обеспечения исходными данными информационных центров ЦУКС ГУ МЧС России и ОЖД целесообразно:

- оборудовать системой ГЛОНАСС кабину машиниста с АХОВ в целях контроля местоположения движения его в пути в режиме онлайн;
- установить на каждой цистерне с АХОВ датчики передачи сигнала о разгерметизации и их размерах;
- установить датчик передачи сигнала о начальной скорости аварийного торможения при проливе АХОВ.

Практическая реализация обеспечения этими исходными данными информационных центров ЦУКС и ОЖД, автоматизированных систем ЕДДС возможна на базе модернизации и применения комплекса «Стрелец-Мониторинг», успешно используемого в МЧС России с 2010 г. Сегодня он используется для мониторинга и передачи данных о возникновении и развитии крупных пожаров, их параметрах возгорания в зданиях, где возможно пребывание массового количества людей.

В целях оперативного устранения течи небольших размеров отверстий целесообразно:

- разрабатывать и совершенствовать применение магнитных пластырей, прижимов типа «консоль» (рис. 4), время на локальное устранение истечения до 1,5 мин;
- использовать средство для локализации истечения аммиака [2], изготовленного на основе полиэфирного материала, который затвердевает в течение 1–2 мин и сдерживает

давление до 16 атм. Средство вводится шприцем вручную с давлением герметизируемого состава выше давления в аварийной цистерне на 0,1 атм, время на устранение истечения составляет до 60 с;

– использовать табельное средство типа «консоль» (масса 2,5 кг) на основе магнита для устранения истечения хлора из аварийных емкостей при отверстиях диаметром до 7 мм и давлении 25 атм;

– использовать средство типа «консоль» (масса 5,4 кг) с силой прижатия 500 кг и «мост-рамка» (масса 9,5 кг) с силой прижатия 1 000 кг. Это средство апробировано на полигонах, устраняет истечение АХОВ с диаметром отверстия разгерметизации до 12 мм [3].

Изоляция «зеркала» пролива АХОВ пенами эффективна в том случае, когда она способна долго не разрушаться от взаимодействия с АХОВ и обеспечивать надежное предотвращение испарения АХОВ. Пены, используемые пожарно-спасательными частями для тушения пожара, могут применяться для изоляции «зеркала» пролива АХОВ типа хлор, а для изоляции амиака неэффективны. В настоящее время ведутся работы по созданию пен с нейтрализующими веществами, способными осуществлять эффективную изоляцию «зеркала» пролива АХОВ. Так, например, экспериментом была доказана эффективность использования гелеобразующих водополимерных пен на основе поливинилового спирта [2] для устранения истечения проливов хлора и амиака. Как показали испытания, такие пены не разрушаются в течение 10 ч и способны обеспечить прекращение истечения на срок до пяти суток. Целесообразно использование пены на основе карбамидоформальдегидной смолы [4] с помощью индивидуальных пенных генераторов.

Создание таких пен и заправка пенных генераторов ими возможна с использованием авторазливочных станций АРС-14, модульной установки Ш'-У (изделие 15Ц42), способной доставлять пену на расстояние 70 м от установки [4].

Применение отсекающих водяных завес для предотвращения распространения зараженного облака силами ГПС МЧС России будет осуществляться с помощью прибывающих в район аварии пожарных расчетов на базе автоцистерн, имеющих в комплекте насадки распыления типа НРТ-18, НРТ-20.

На протяженных участках действительного торможения, где при проливе возможно химическое поражение населения, расположенного вблизи железнодорожных путей, представляется невозможным осуществление оперативной постановки отсекающих водяных завес и локализации последствий аварии указанными выше традиционными способами.

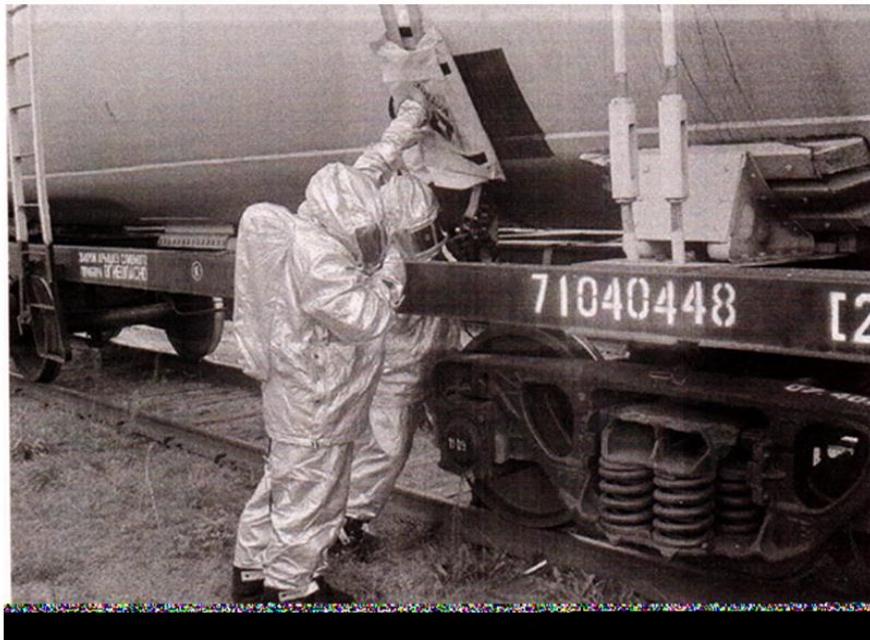


Рис. 4. Устранение истечения АХОВ при разгерметизации железнодорожной цистерны

Более того, остановка пролива путем заделки отверстий в цистернах (емкостях) с помощью клиньев, хомутных бандажей работниками предприятий, сопровождающих опасные грузы, возможна лишь в районе аварийной остановки либо в безопасном месте, куда транспортируется поврежденная цистерна.

Решение проблемы осуществления локализации аварии с проливом АХОВ на участке торможения и в районе аварийной обстановки возможно с учетом включения в подвижной состав средства оперативной дегазации [5], расположенного на платформе, следующей впереди цистерны с АХОВ. При транспортировке нескольких цистерн с АХОВ необходимо в состав включать два таких средства дегазации: одно следует спереди первой цистерны с АХОВ по ходу движения поезда, а второе – за последней цистерной с АХОВ. В случае аварии сигнал от датчика разгерметизации любой из цистерн с АХОВ поступает не только к машинисту, который реагирует и производит аварийное торможение, но и на срабатывание средства дегазации, которое будет осуществлять дегазацию железнодорожного полотна на аварийном участке торможения и в районе аварийной остановки. Суть работы средства оперативной дегазации заключается в равномерном разбрзгивании через щелевые насадки нейтрализующего раствора, покрывающего места пролива железнодорожного полотна. Средство оперативной дегазации функционирует только при срабатывании аварийного электропневматического клапана от электрического сигнала аварийной остановки, подаваемого при срабатывании датчиков, установленных в цистернах с АХОВ в случае их разгерметизации с последующим проливом.

Таким образом, использование такого средства повышает эффективность и оперативность обеспечения безопасности населения от пролива АХОВ как на участках аварийного торможения, так и районе аварийной остановки в результате разгерметизации железнодорожных цистерн с АХОВ без схода их с рельс.

Нейтрализацию участков пролива вне железнодорожного полотна можно также осуществлять сбором и выемкой зараженного грунта, засыпкой неровностей незараженным грунтом, уплотнением снега. Удаление зараженной почвы осуществляется путем срезания ее поверхностного слоя на глубину 7–8 см, а уплотненного снега путем удаления поверхностного рыхлого снега на глубину до 20 см, толщина слоя грунта при засыпке обработанной поверхности земли должна составлять примерно 10 см.

В случае заражения капельно-жидкими АХОВ подвижного состава для нейтрализации его используется:

- обдувка загрязненных поверхностей струей «острого» пара;
- обмывка нейтрализующими растворами с одновременным протиранием щетками с помощью специальных приборов.

Мероприятия по нейтрализации проводятся, как правило, сменами, с продолжительностью каждой смены не более четырех часов. При работе в очаге химической аварии в средствах индивидуальной защиты кожи следует соблюдать режим работы в них в зависимости от температуры окружающего воздуха. Продолжительность работы в изолирующих средствах органов дыхания в очаге не должна превышать времени их защитного действия.

Таким образом, учет предлагаемых рекомендаций и совершенствования способов ликвидации последствий таких аварий позволит свести к минимуму риски химической опасности населения, проживающего вблизи маршрутов перемещения железнодорожного транспорта, перевозящего АХОВ.

Литература

1. Проблемы организации обеспечения безопасности при перевозке аварийно химически опасных веществ железнодорожным транспортом / О.Н. Савчук [и др.] // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 3. С. 28–33.

2. Исследование возможности применения гелеобразных водно-полимерных экранов для локализации аварийных проливов ОВ на объектах хранения и уничтожения химического оружия / В.П. Григорьев [и др.]. М.: ВАХЗ, 1992. 21 с.

3. Способ локализации проливов токсических жидкостей: пат. RU 2221108 Рос. Федерация / заяв. ООО «Научно-технический центр «Версия», патентообладатель Гришкевич А.А., Шадрин Л.Н. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

4. Сухов В.И. Развитие методов оценки безопасности и анализа риска подвижного состава: дис. ... канд. техн. наук. М., 2008.

5. Устройство оперативной дегазации участков аварийного торможения железнодорожного транспорта при проливе жидких опасных химических веществ: пат. 'Q2526384 Рос. Федерация; заявл. 17.12.2012; опубл. 27.08.2014 / патентообладатель Савчук О.Н. URL: freepatent.ru (дата обращения: 02.11.2018).

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАДЗОРНЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ ОРГАНОВ: ДОБРОВОЛЬНЫЙ ИНСПЕКТОР

О.С. Юнцова, кандидат педагогических наук, доцент;

А.Е. Савенкова, кандидат технических наук;

М.А. Большаков.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлен анализ по пожарам и погибшим на территории Российской Федерации за пять лет, анализ обращений граждан, исследование деятельности по исполнению государственной функции в области пожарной безопасности и даны рекомендации по внедрению общественного контроля гражданами Российской Федерации.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, добровольный инспектор, риск-ориентированный подход, совершенствование

IMPROVEMENT OF THE SUPERVISION AND CONTROL AGENCIES: VOLUNTEER INSPECTOR

O.S. Yuntsova; A.E. Savenkova; M.A. Bolshakov.

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

This article presents an analysis of fires and deaths in the territory of the Russian Federation for 5 years, the analysis of citizens appeals, the study of activities for the execution of the state function in the field of fire safety and recommendations for the implementation of public control by citizens of the Russian Federation.

Keyword: state fire safety supervision, inspector of the voluntary, risk-based approach, improvement

Государственный пожарный надзор (ГПН) как один из видов надзорной деятельности, реализовывается как должностными лицами соответствующих органов управления, так и подразделениями Государственной противопожарной службы – ГПС (ст. 6 [1]). ГПН, осуществляемый на федеральном уровне, обязан поддерживать достаточный уровень пожарной безопасности (ПБ) путем организации и проведения проверок противопожарного состояния городских и сельских поселений, а также всех объектов, расположенных на обслуживаемой территории, к которым относятся различные предприятия и организации.

В компетенцию подразделений ГПС МЧС России при осуществлении надзорных мероприятий входит участие в разработке, рассмотрении, согласовании проектов нормативных документов, к которым относятся нормативные документы, содержащие требования ПБ, в том числе нормы, правила, стандарты, методические рекомендации, положения, а также документы, в которых указанные требования должны быть установлены.

Все документы как нормативные, так и правовые, подлежат согласованию с соответствующими подразделениями МЧС России, если они касаются сферы ПБ [2].

Каждый субъект Российской Федерации имеет право разрабатывать и на соответствующем уровне утверждать нормативные и правовые акты по ПБ, не противоречащие требованиям (ст. 20 [1]).

Сотрудники соответствующих органов управления и подчиненных им подразделений при осуществлении ГПН наделены правами, которые соответствуют действующему законодательству Российской Федерации и нормативным правовым актам.

Одно из направлений деятельности – это осуществление контрольных функций в области ПБ. Основным фундаментом исполнения государственной функции является проведение административных процедур, которые, соответственно, проводятся должностными лицами органов ГПН. На рис. 1 приведены основные административные процедуры.



Рис. 1. Порядок проведения проверки

За нарушение требований, установленных законодательством в области ПБ, предусмотрена ответственность в отношении следующих категорий лиц (ст.ст. 38, 39 [1]):

- лица, которые являются собственниками имущества;
- руководители различных органов власти, к которым в свою очередь относятся:
 - а) органы исполнительной власти на федеральном уровне;
 - б) органы местного самоуправления и их руководители;
- арендаторы, которые согласно законодательству имеют право владеть, пользоваться либо распоряжаться предоставленным имуществом, в том числе руководители организаций и должностные лица.

За правонарушения в области ПБ все перечисленные выше категории лиц привлекаются к ответственности в соответствии с действующим законодательством; это может быть дисциплинарная, административная или уголовная ответственность [1–3].

Для обеспечения безопасности людей должностные лица ГПС, осуществляя ГПН, вправе приостанавливать эксплуатацию зданий и сооружений, в том числе отдельных помещений, а также оборудования и агрегатов, находящихся в пожароугрожаемом состоянии [3].

В настоящее время в ГПН существует проблема неукомплектованности инспекторского состава. На одну единицу инспекторского состава приходится больше одного муниципального образования, в котором он должен следить за соблюдением подконтрольными субъектами требований ПБ, установленных нормативными правовыми актами. Необходимо учитывать, что большое количество объектов различны по своей функциональной пожарной опасности: жилые здания, здания по обслуживанию населения, производственные объекты, учебные заведения, зрелищные и культурные объекты, предприятия торговли, складские здания и др. Также объекты имеют свои особенности в зависимости от года постройки здания, степени их огнестойкости, этажности, размеров зданий. Все это влияет на определенные требования ПБ, предъявляемые к конкретному объекту. Государственный инспектор по пожарному надзору физически не в силах проводить доскональные проверки каждого объекта защиты, поэтому некоторые нарушения требований ПБ остаются незамеченными. Вследствие такой невнимательности, как правило, и возникают пожары, которые причиняют вред имуществу, обществу и государству в целом, а в худшем случае приводят к гибели людей. К тому же планирование проверок в отношении подконтрольных объектов осуществляется в соответствии с риск-ориентированным подходом. Отсюда следует, что продолжительное время объекты надзора остаются бесконтрольными.

Исходя из вышеперечисленного, видно, что на помощь инспектору по пожарному надзору должны прийти обычные граждане – общественные или народные инспекторы.

Рассмотрим статистику пожаров, произошедших в России за 2017 г., она представлена на рис. 2 [2].

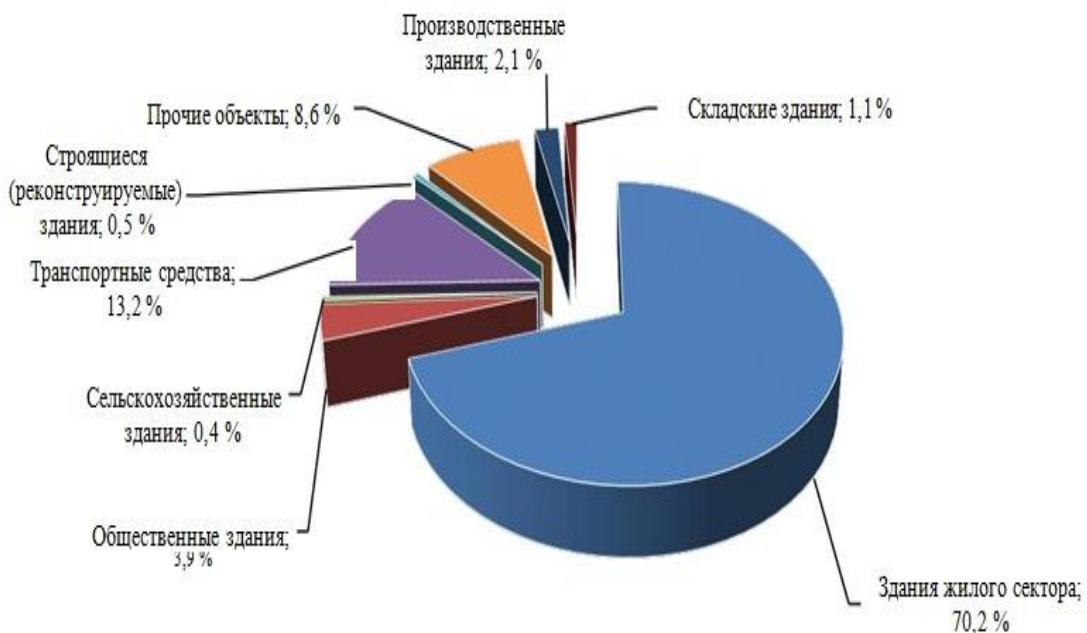


Рис. 2. Статистические данные по пожарам, произошедшим в России за 2017 г.

Анализируя статистику пожаров, произошедших в Российской Федерации за 2017 г., можно сделать вывод, что основная часть пожаров происходит именно в жилых зданиях как городского, так и сельского типа.

Если инспектор ГПН в силу своей загруженности не выявил какие-либо нарушения ПБ, то нарушения могут заметить обычные граждане и обратиться в органы ГПН.

Рассмотрение обращений различных субъектов отношений по вопросам обеспечения ПБ – это одна из основных функций органов ГПН, которую они исполняют в рамках своей компетенции [4].

Граждане, заметившие какие-либо нарушения требований ПБ, которые могут привести к пожароопасной ситуации, в силу нехватки своего времени или же незаинтересованности не сообщают в отдел надзорной деятельности и профилактической работы. Это можно проследить, анализируя динамику обращений граждан в органы МЧС России за 2017 г. [2].

Количество обращений, поступивших от граждан в территориальные органы и организации МЧС России, в 2017 г. составило более 69,8 тыс. Из них непосредственно в центральном аппарате МЧС России принято, зарегистрировано и рассмотрено более 13,9 тыс. обращений.

За 2017 г. в министерство поступили обращения граждан, направленные из:

- управления Президента Российской Федерации по работе с обращениями граждан и организаций – 20,76 % (2 638) от общего количества поступивших обращений;
- Аппарата Правительства Российской Федерации – 2,2 % (265);
- министерств и ведомств, общественных и других организаций и предприятий – 4,3 % (601);
- палат Федерального Собрания Российской Федерации – менее 1 % (132);
- непосредственно от граждан – 73,8% (10 271).

Все поступившие обращения граждан зарегистрированы и направлены на исполнение в соответствующие структурные подразделения.

Количество обращений граждан, поступивших из Администрации Президента Российской Федерации и Аппарата Правительства Российской Федерации, за рассматриваемый период составило 2 903.

Количество обращений, поступивших на интернет-портал МЧС России в раздел «Вопрос Министру», составило 4 104.

Из статистических данных наглядно видно, что обращений граждан очень мало, всего 69 800, в то время как численность населения России на 2017 г. составляла 144,5 млн чел.

Обычные граждане в основном не разбираются в требованиях ПБ и в том, какие требования должны соблюдаться на объектах, также у граждан нет мотивации, чтобы своевременно сообщить о каком-либо нарушении требований ПБ. Несмотря на ежедневную работу инспекторского состава, пожары происходят каждый день по тем либо иным причинам [5].

Для того чтобы каждый человек был заинтересован в помощи надзорным органам, существует идея разработать систему «Добровольный инспектор». Смысл системы заключается в следующем: гражданин, заметивший нарушение требований ПБ, обращается в структурное подразделение МЧС России. Сотрудник отдела немедленно организует внеплановую проверку на объект защиты, где обнаружено нарушение, чтобы удостовериться в полученной информации, и если информация оказывается достоверной, то инспектор проводит проверочные мероприятия в отношении объекта защиты и (или) привлекает к административной ответственности [5].

Данная практика поможет снизить количество нарушений требований ПБ, обычные граждане будут иметь стимул помогать контрольным и надзорным органам, а, следовательно, число пожаров будет снижаться. Пожар – это крайне опасное явление, приводящее к разрушениям зданий и сооружений, ущербу материальным и культурным ценностям страны, в наихудшем случае – к гибели людей.

Проанализировав рис. 3, видно, что количество пожаров и погибших людей на пожарах за 2012–2017 гг. имеет устойчивую тенденцию снижения [2], но, тем не менее, в 2017 г.

зафиксировано более 7,5 тыс. чел. погибших, в том числе детей. Пожары – это серьезная проблема для нашей страны. Только в 2017 г. материальный ущерб достиг 14 217,3 млн руб. Пожар – чрезвычайно опасное явление, поэтому легче его предупредить, чем бороться с его последствиями [6].



Рис. 3. Статистические данные по пожарам и погибшим на них людям на территории Российской Федерации за 2012–2017 гг.

На помощь в борьбе с пожарами могут прийти обычные граждане – добровольные инспекторы.

Общественный контроль, как правило, осуществляется в рамках обеспечения законных интересов граждан, а также их прав, которые предусмотрены законодательством Российской Федерации. Общественный контроль позволит повысить прозрачность, открытость, а также будет способствовать эффективности деятельности органов исполнительной власти на соответствующих уровнях, осуществляющих в соответствии с федеральным законодательством публичные слушания.

Добровольный (общественный) инспектор вправе:

- фиксировать при помощи фото-видеосъемки правонарушения в области ПБ и направлять данные материалы, которые указывают на наличие признаков административного правонарушения, в надзорные органы МЧС России;

- содействовать мерам по обеспечению сохранности доказательств на местах совершения указанных правонарушений;

- обращаться как в органы государственной власти, так и к должностным лицам о предоставлении своевременной, достоверной, полной информации о состоянии ПБ.

Основные задачи граждан, участвующих в добровольных мероприятиях:

- оказание содействия структурным подразделениям, уполномоченным на проведение контрольных (надзорных) мероприятий в предупреждении, выявлении и пресечении нарушений обязательных и лицензионных требований;

- оказание помощи гражданам в защите их законных прав и интересов в соответствующей области.

Для привлечения большего количества граждан к деятельности добровольцев и введения ее в рамки правового поля необходимо разработать официальное приложение «Добровольный инспектор», которое позволит начать активную работу в исследуемой области.

Литература

1. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Рос. Федерации от 12 апр. 2012 г. № 290. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
2. МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 07.11.2018).
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности: Приказ МЧС России от 30 нояб. 2016 г. № 644. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федер. закон от 30 дек. 2001 г. № 195-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. О пожарной безопасности: Федер. закон от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Н.В. Петрова;

И.Д. Чешко, доктор технических наук, профессор,

заслуженный деятель науки Российской Федерации;

А.А. Воронцова, кандидат физико-математических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проведена классификация нормативных правовых актов и нормативных документов в области пожарной безопасности, которые рекомендуется использовать при производстве судебной нормативной пожарно-технической экспертизы по пожарам объектов хранения нефтепродуктов. Разработана структура и проведено заполнение электронной базы данных, обеспечивающей поиск требований в нормативных документах при проведении таких экспертиз.

Ключевые слова: судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза, объекты хранения нефтепродуктов, нормативные документы по пожарной безопасности, нормативные акты, требования пожарной безопасности

CLASSIFICATION OF NORMATIVE DOCUMENTS REGULATING FIRE SAFETY AT OIL PRODUCT STORAGE FACILITIES

N.V. Petrova; I.D. Cheshko; A.A. Vorontsova.

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

The classification of regulatory legal acts and regulatory documents in the field of fire safety, which are recommended for use in the production of judicial regulatory fire technical expertise on fires of storage facilities for petroleum products. A structure has been developed and an electronic database has been completed, which ensures the search for requirements in regulatory documents during such examinations.

Keywords: judicial regulatory fire-technical expertise, places for storage facilities for petroleum products, regulatory documents on fire service, regulatory acts, fire service requirements

Рассмотрение вопросов о наличии либо отсутствии нарушений требований пожарной безопасности (ПБ) на объектах защиты, а также степени их влияния на возникновение и развитие пожара, происходит в рамках производства судебных нормативных пожарно-технических экспертиз (СНПТЭ), выполняемых в судебно-экспертных учреждениях федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» МЧС России (СЭУ ФПС «ИПЛ» МЧС России). Особенno актуально проведение подобных исследований по пожарам объектов хранения нефтепродуктов (НП), так как по ним, ввиду больших материальных ущербов, а часто и человеческих жертв, следствием возбуждаются уголовные дела и назначаются пожарно-технические экспертизы.

Инкриминировать должностному лицу какого-либо объекта, в том числе объекта хранения НП, можно не просто событие пожара, а конкретное нарушение требований ПБ, приведшее либо к возникновению пожара, либо к его развитию и последствиям. Но требования эти установлены различными ведомствами, рассредоточены по десяткам нормативных документов различного статуса, что на практике существенно усложняет их поиск и использование.

Как известно, основным документом по ПБ, имеющим статус закона, является Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ № 123-ФЗ) [1]. В соответствии с положениями ст. 3 [1], правовой основой технического регулирования в области ПБ являются Конституция Российской Федерации [2], Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [3], Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [4] и непосредственно сам ФЗ № 123-ФЗ [1]. Статья 4 [1] содержит понятие нормативных правовых актов и нормативных документов по ПБ. Положения [1] обязательны для исполнения на всех стадиях функционирования объекта защиты, начиная от подготовки проектной документации для его строительства и заканчивая его утилизацией.

Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «О безопасности зданий и сооружений» [5] также устанавливает минимальные требования ПБ к зданиям и сооружениям и к их инженерно-техническим системам.

Наряду с вышеперечисленными федеральными законами, нормативно-правовое регулирование в Российской Федерации осуществляется в соответствии с нормативными правовыми актами федерального уровня, ведомственными нормативно-правовыми актами и нормативно-правовыми актами субъектов Российской Федерации. Субъекты Российской Федерации также могут разрабатывать и утверждать нормативно-правовые акты, которые регулируют обеспечение ПБ в данных субъектах. Разработанные субъектами Российской Федерации нормативные правовые акты не должны снижать требований ПБ, содержащихся в документах федерального уровня.

В ч. 4 ст. 4 [1] дается разъяснение о распространении требований данного закона на существующие здания и сооружения. В соответствии с данным пунктом, если объектом исследования является объект хранения НП, введенный в эксплуатацию до 1 мая 2009 г., эксперту необходимо проанализировать требования нормативных документов по ПБ, действовавших на момент проектирования и строительства данного объекта, провести сравнительный анализ этих требований и требований нормативных документов, действующих в настоящее время. Если современные нормативные документы предъявляют к объекту более высокие требования, то эксперт должен руководствоваться положениями «старых» норм. Если требования не изменились, то необходимо руководствоваться нормативными документами, вышедшими после вступления в действие [6].

Схематично классификация массива нормативных правовых актов и нормативных документов в области ПБ, которые рекомендуется использовать при производстве СНПТЭ на объектах хранения НП, представлена на рис. 1. На данном рисунке нормативные правовые акты приведены в соответствии с их юридической силой. При этом они группируются в определенную систему, и каждый из этих актов играет свою роль.

Как известно [7], все нормативные правовые акты по юридической силе делятся на две группы: законы и подзаконные акты.

При производстве СНПТЭ на объектах хранения НП основными законами, определяющими ПБ, являются федеральные законы [1, 3, 4, 5, 8].

Среди подзаконных актов при производстве подобного рода экспертиз по юридической силе во главе стоят постановления Правительства Российской Федерации [9, 10].

Далее в группе подзаконных актов следуют приказы и постановления федеральных министерств и ведомств. Помимо приказов и постановлений МЧС России, в состав которых входят СЭУ ФПС «ИПЛ» МЧС России, экспертам, отвечающим на нормативные вопросы в рамках производства СНПТЭ по пожарам на объектах хранения НП, необходимо также руководствоваться подзаконными нормативными правовыми актами и других министерств и ведомств.

Ведомственные документы Министерства энергетики в данном случае представлены «Правилами технической эксплуатации нефтебаз» [11], «Правилами устройства электроустановок» [12]; Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) – «Руководством по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов» [13], «Правилами промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов» [14]; Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) – Приказом от 16 апреля 2014 г. № 474 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации», в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение ФЗ № 123-ФЗ [15]; Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации – «Правилами по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов» [16].

К основным нормативным документам в области ПБ, положениями которых должен руководствоваться эксперт при проведении исследований на объектах хранения НП, относятся также Своды правил, являющиеся нормативными документами по ПБ, в том числе СП 155.13130.2014 [17], которые являются нормативными документами в области стандартизации добровольного применения и предназначены для разъяснения порядка применения требований [1] в различных составляющих системы обеспечения ПБ объекта защиты. К нормативным документам обязательного применения относятся Национальные стандарты Российской Федерации (ГОСТы) и Руководящие документы (РД), положения которых затрагивают вопросы обеспечения ПБ на объектах хранения НП.

Нижний уровень системы документов (рис. 1) составляют нормативные правовые документы, регламентирующие обеспечение ПБ конкретного предприятия. Данные «режимные» документы являются подзаконными локальными нормативными актами [6].

Естественно, что правовой статус документов, представленных на рис. 1, различен. Однако выявляться и анализироваться должны нарушения всех указанных документов.

На объектах хранения НП нормативными документами, регламентирующими ПБ, являются также приказы, инструкции о мерах ПБ. Они должны разрабатываться в соответствии с законодательством Российской Федерации, нормативными документами по ПБ, а также на основе опыта борьбы с пожарами и оценки пожарной опасности веществ, материалов и конструкций.

Статус документа		Нормативные правовые акты и нормативные документы, используемые в СНПТЭ по пожарам на объектах хранения НП						
Федеральные законы Российской Федерации	№ 184-ФЗ «О техническом регулировании»	№ 69-ФЗ «О пожарной безопасности»	№ 123-ФЗ «Тех. регламент о требованиях пожарной безопасности»	№ 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности ЗиС»	№ 116-ФЗ «О пром. безопасности опасных производственных объектов»			
постановления Правительства Российской Федерации	постановление Правительства Российской Федерации от 31.01.2009 г. № 272 «Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска»			постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. № 360 «Правила противопожарного режима в Российской Федерации»				
МЧС России	Приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404 «Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»			Приказ МЧС России от 24.02.2009 г. № 91 «Об утверждении формы и порядка регистрации декларации ПБ»				
Минэнерго	Приказ Минэнерго РФ от 19.06.2003 г. № 232 «Правила технической эксплуатации нефтебаз»			Приказ Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204 «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ)				
Росстандарт	Приказ Росстандарта от 16.04.2014 г. № 474 «Об утв. перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение треб. ФЗ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (Техн. регламент о треб. ПБ) и складов нефтепродуктов»			Приказ Ростехнадзора от 07.11.2016 г. № 461 «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов»				
Ростехнадзор	Приказ Министерства и социальной защиты Российской Федерации от 26.12.2012 г. № 777 «Руководство по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов»			Приказ Ростехнадзора от 07.11.2015 г. № 873 «Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов»				
Министерство труда				Законы субъектов Российской Федерации «О пожарной безопасности»				
Законы субъектов Российской Федерации				постановления Правительства субъектов Российской Федерации				
Подзаконные нормативные правовые акты в области ПБ субъектов								
Своды правил	СП 1.13130 2.13130 СП 3.13130 СП 4.13130 СП 5.13130 СП 6.13130 СП 7.13130 СП 8.13130 СП 9.13130 СП 10.13130 СП 11.13130 СП 12.13130 СП 13.13130			ГОСТ 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб	ГОСТ Р 53324-2009. Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности		ГОСТ 12.4.124-83. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества.	
ГОСТы				Маркировка, упаковка, транспорт и хранение			Общие техн. требования	
Руководящие документы				РД 153-39.4-078-01. Правила технической эксплуатации резервуаров магистральных нефтепроводов и нефтебаз			РД 34.1122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений	
Локальные нормативные акты, регламентирующие ПБ на объекте				Инструкции о мерах пожарной безопасности			Приказы руководителя	
				Для всего объекта	Для отдельного промзв. участка	Для проведения отдельного вида пожарооп. работ	О назначении лица, ответственного за ПБ инструк и трениров.	

Рис. 1. Классификация нормативных правовых актов и нормативных документов в области пожарной безопасности, используемых при производстве СНПТЭ на объектах хранения НП

Экспертное исследование необходимо начинать с основных документов, которыми являются ФЗ № 123-ФЗ [1], Свод правил СП 155.13130.2014 [17], Правила противопожарного режима в Российской Федерации [10], Правила технической эксплуатации нефтебаз [11], ГОСТ 1510-84 [19] и др.

Количество и перечень анализируемых нормативных документов и нормативных правовых актов определяет эксперт, исходя из известных и установленных в ходе экспертного исследования обстоятельств.

Перечень и содержание требований ПБ, подлежащих анализу для установления причинно-следственных связей их нарушения с возникновением пожара и его последствиями, подробно описан в работе [20]. Авторами проанализированы основные требования нормативных документов по ПБ (в частности Правил технической эксплуатации нефтебаз [11], Правил противопожарного режима в Российской Федерации [10], СП 155.13130.2014 [17] и др.), влияющих на возможность появления на объекте защиты источников зажигания, возникновения аварийных и опасных операций.

Порядок действий эксперта по выявлению нарушений требований ПБ и проведению анализа возможных причинно-следственных связей включает в себя семь этапов [18]. На этапе 2 предложенного порядка действий эксперта должен быть определен перечень основных нормативных документов, требования которых регламентируют обеспечение ПБ на объекте хранения НП.

Для осуществления поиска в массиве нормативных требований разработана база данных, которая обеспечивает поиск требований в нормативных документах при проведении экспертизы по подобным пожарам. Установленные требования ПБ были внесены в базу данных, позволяющую осуществлять их предметный поиск в зависимости от конкретного источника зажигания, аварийной или опасной ситуации по разработанной системе ключевых слов.

Интерфейс программы заполнения базы данных для проведения СНПТЭ, систематизированной по пунктам нормативных документов, представлен на рис. 2.

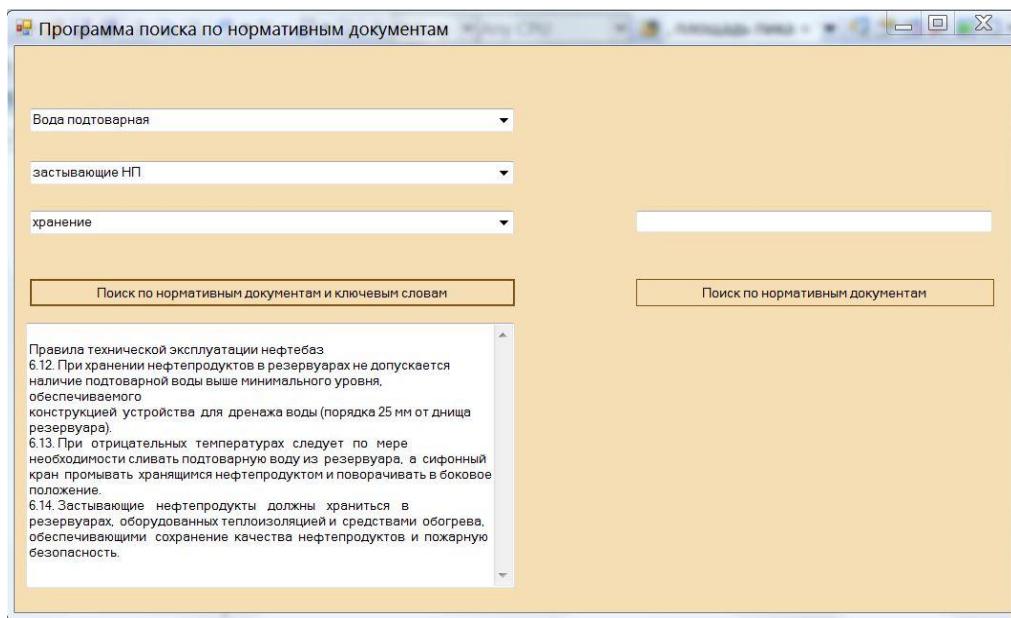


Рис. 2. Интерфейс базы данных для проведения СНПТЭ, систематизированной по пунктам нормативных документов

Для осуществления поиска информации по электронной базе данных разработана система поиска по ключевым словам и словосочетаниям. Для поиска информации пользователю надо будет ввести искомое словосочетание, например «вода подтоварная».

После осуществления поиска ему будет выводиться информация, содержащая пункты нормативных документов, где это словосочетание используется.

Для программирования базы данных использовалась среда программирования Visual Studio 2013, язык программирования C Sharp.

Система поиска разработана и запрограммирована как web приложение с целью унификации и независимости от операционных систем, используемых экспертами для выхода в интернет. Доступ к такой системе осуществляется через пользовательский доступ, что подразумевает регистрацию экспертов через специальный интерфейс.

В настоящий момент в базу данных внесены требования 20 нормативных документов и нормативных правовых актов, содержащих около 300 пунктов требований ПБ, готовятся документы для получения свидетельства на программное обеспечение в системе Федеральной службы по интеллектуальной собственности «РОСПАТЕНТ».

Предложенная классификация нормативных документов и электронная база данных, содержащая требования, регламентирующие ПБ объектов хранения нефтепродуктов, позволяет, как показывает уже имеющийся опыт, существенно сократить время производства СНПТЭ и повысить профессиональный уровень подготовленных заключений.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Конституция Российской Федерации. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. О техническом регулировании: Федер. закон от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
4. О пожарной безопасности: Федер. закон от 21 дек. 1994 № 69-ФЗ. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
5. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федер. закон от 30 дек. 2009 г. № 384-ФЗ. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
6. Судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза: метод. пособие / С.П. Воронов [и др.]; под ред. И.Д. Чешко. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2014.
7. Матузов Н.И., Малько А.В. Теория государства и права: учеб. М.: Юристъ, 2004.
8. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска (вместе с «Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска»): постановление Правительства Рос. Федерации от 31 марта 2009 г. № 272. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Рос. Федерации от 25 апр. 2012 г. № 390). Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
11. Правила технической эксплуатации нефтебаз (утв. приказом Минэнерго Рос. Федерации от 19 июня 2003 г. № 232) // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 01.12.2018).
12. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
13. Руководство по безопасности для нефтебаз и складов нефтепродуктов: Приказ Ростехнадзора от 26 дек. 2012 г. № 777 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 01.12.2018).
14. Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов: приказ Ростехнадзора от 7 нояб. 2016 г. № 461. Доступ из инф.-правового портала «Гарант».
15. Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: Приказ Росстандарта от 16 апр. 2014 г. № 474 // ЭЛЕКТРОННЫЙ

ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 15.12.2018).

16. Об утверждении Правил по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов: Приказ Министерства труда и социальной защиты Рос. Федерации от 16 нояб. 2015 г. № 873 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 15.12.2018).

17. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 15.12.2018).

18. Петрова Н.В., Чешко И.Д. Установление причинно-следственных связей нарушений требований пожарной безопасности при чрезвычайной ситуации (пожаре) на объектах хранения нефтепродуктов // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2018. № 2. С. 42–49.

19. ГОСТ 1510–84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 14.12.2018).

20. Судебная нормативная пожарно-техническая экспертиза пожаров объектов хранения нефтепродуктов: монография / Н.В. Петрова [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2018.

МЕТОДИКА МИНИМИЗАЦИИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ МЕЖДУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИЕЙ И СТРАНАМИ ЕС

**С.А. Головин;
Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Предложена методика расчета пожарного риска при перевозках жидких углеводородов железнодорожным транспортом. Приведены основные причины пожаров и аварий в сфере железнодорожного транспорта нефти. Произведено моделирование происшествия на железной дороге с цистерной для перевозки нефтепродуктов при определенных исходных данных. Представлено дерево событий при разрушении железнодорожной цистерны с нефтью.

Ключевые слова: пожарный риск, железнодорожный транспорт, жидкие углеводороды, пожар, взрыв, авария

THE METHOD OF MINIMIZING FIRE RISKS IN TRANSPORT OF PETROLEUM PRODUCTS RAILWAY TRANSPORT BETWEEN RUSSIAN FEDERATION AND THE EU COUNTRIES

S.A. Golovin; G.K. Ivakhnyuk.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

A method of calculating the fire risk during the transport of liquid hydrocarbons by rail is proposed. The main causes of fires and accidents in the field of railway oil transportation are given. The simulation of the accident on the railway with a tank for the transportation of petroleum products with certain initial data. An event tree is presented for the destruction of a railroad tank with oil.

Keywords: fire risk, railway transport, liquid hydrocarbons, fire, explosion, accident

Нефть и нефтепродукты, которые широко применяются в различных отраслях промышленности и на транспорте, в современном мире играют важную роль. Актуальными остаются вопросы, связанные с доставкой жидких углеводородов до конечного потребителя [1].

Одним из основных видов доставки нефтепродуктов является железнодорожный транспорт. Это обусловлено его всесезонностью, достаточной скоростью, широкой географией и возможностью перевозки значительных объемов грузов.

Железнодорожный транспорт можно отнести к наиболее пожароопасному виду транспорта. На возникновение пожаров и взрывов при осуществлении процесса перевозки нефтепродуктов оказывает влияние ряд факторов. Учет риска пожаров и аварий при перевозке жидких углеводородов железнодорожным транспортом позволит снизить их количество и минимизировать причиняемый ущерб [2].

Кроме того, в настоящее время существенно увеличились перевозки нефти и нефтепродуктов между Российской Федерацией и странами Европейского союза (ЕС), что связано с реализацией положений долгосрочных контрактов между странами. Очевидно, что в ближайшем будущем доля транспортировки таких грузов между Российской Федерацией и странами ЕС будет только расти и, следовательно, будут расти и риски при перевозке жидких углеводородов железнодорожным транспортом [3].

При транспортировке нефти и нефтепродуктов ключевой проблемой, как показало комплексное исследование, проведенное в рамках настоящей темы, является расстояние между объектами железнодорожной инфраструктуры, производственными и жилыми объектами [2]. Действующие на территории Российской Федерации строительные нормы и правила допускают отделять жилые застройки от железных дорог специальной зоной 100 м, считая от оси крайнего железнодорожного пути. В ЕС такие нормы не установлены в принципе. Некоторые жилые дома в Российской Федерации,озведенные до принятия вышеизложенных технических требований, располагаются на меньшем расстоянии от железнодорожного полотна, что не учитывает уровень опасности, даже при возникновении небольших пожаров и аварий.

Основными причинами пожаров (аварий) при транспортировке железнодорожным транспортом нефтепродуктов являются:

- разгерметизация запорной арматуры, фланцевых и сварных соединений;
- механические повреждения емкостного оборудования, коррозионное и тепловое воздействия;
- попадание в цистерны посторонних веществ;
- дефекты и усталостные явления в металлах и сварных элементах цистерн, сосудов, нефтепроводов;
- ошибки при транспортировке и выполнении ремонтных работ;
- необоснованные увеличения встречных перевозок опасных веществ железнодорожным транспортом вследствие отсутствия системы регулирования и оптимизации маршрутов доставки аварийно химически опасных веществ потребителям.

Для выявления наиболее приемлемого математического аппарата необходимо смоделировать стандартную ситуацию, при которой может произойти пожар или авария при транспортировке нефтепродуктов [4].

Моделирование происшествия выполняем при следующих исходных данных: груз – нефтепродукты, перевозимые в цистерне для вязких нефтепродуктов модели 15-1210-01 (рис. 1), объем цистерны – 74 м³. Давление в оборудовании аналогично давлению насыщенных паров. Температура окружающей среды – 10 °С. Температура в оборудовании равна температуре окружающей среды. Скорость ветра – 3 м/с, направление ветра – 190°. Высота замера скорости ветра 8 м. Модель распространения нефтепродукта на плоскую, ровную поверхность. Время ликвидации аварии 4 000 с. Моделирование выполнялось с помощью программного комплекса ТОКСИ+Risk.



Рис. 1. Цистерна для вязких нефтепродуктов модели 15-1210-01

Сделаем акцент на том, что выброс жидкости с низкой летучестью, хранящейся в условиях окружающей среды, обычно не представляет опасности для людей за пределами железнодорожного массива при их достаточном удалении от места аварии, поскольку испарение из нефтяного пятна будет небольшим. Опасность может возникнуть в том случае, если жидкость воспламенится или повлияет на окружающую среду при просачивании в водоносные слои почвы. Выброс газов из цистерны может представлять большую опасность, поскольку газ может достаточно быстро переносится ветром [5].

После разлива из цистерны нефтепродукты растекаются по земле и распространяются до тех пор, пока не достигнут какой-либо искусственной границы, такой как дамба или стена, либо пока не достигнут глубины, на которой они больше не смогут распространяться, или пока скорость испарения не будет равна скорости высвобождения. Также нефтепродукты начинают нагреваться по мере того, как они поглощают жару от воздуха, земли или солнца.

Чтобы моделировать поведение нефтяного пятна или газового облака (выделяемого из цистерны при перевозке нефтепродуктов) в процессе риск-ориентированного подхода, необходимо знать скорость и продолжительность испарения нефтепродуктов и газа. Для их расчета необходимо сначала рассмотреть процесс распространения, чтобы найти радиус нефтяного пятна как функцию времени. Это важно для определения скорости испарения как функции времени, потому что теплопередача жидкости и массообмен от ветра зависят от площади поверхности пятна.

В рамках математического аппарата, предлагаемого в настоящей статье, целесообразно использовать модель распространения нефтепродуктов Шоу и Бриско, предполагающую, что нефтяное пятно распространяется на гладкой ровной поверхности.

Радиус задается следующим образом – для мгновенного разлива:

$$r = \left[\frac{t}{\beta} \right]^{\frac{1}{2}},$$

где

$$\beta = \left[\frac{\pi \rho_l}{8gm} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Учитывая радиус, можно рассчитать скорость испарения в данный момент времени. Сразу после выливания большая часть тепла берется нефтепродуктами из земли.

Для расчета скорости испарения m_g воспользуемся следующим уравнением:

$$m_g = \frac{\lambda_s(T_a - T_b)}{H_{vap}(\pi\alpha_s t)^{\frac{1}{2}}},$$

где λ_s – теплопроводность; α_s – температуропроводность (табл. 1).

Таблица 1. Свойства передачи тепла некоторых поверхностей

Поверхность	λ_s (теплопроводность), Вт/(м·К)	α_s (температуропроводность), м ² /с
Бетон	1,1	$1,29 \times 10^{-7}$
Земля (8 % воды)	0,9	$4,3 \times 10^{-7}$
Сухой песок	0,3	$2,3 \times 10^{-7}$
Влажный песчаный грунт	0,6	$3,3 \times 10^{-7}$
Гравий	2,5	11×10^{-7}

Со временем теплопередача становится незначительной по сравнению с переносом массы ветром, который не зависит от времени и продолжается до тех пор, пока вся жидкость не испарится. Формула, приведенная для массопереноса ветром, была предложена Саттоном и представляет собой уравнение:

$$m_w = a \left[\frac{p_s M}{R T_a} \right] u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}} r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}},$$

где a и n имеют отношение к устойчивости атмосферы, как показано в табл. 2.

Таблица 2. Параметры в модели испарения нефтяного пятна по Саттону

Условие устойчивости	a	n
Неустойчивая	0,2	$3,846 \times 10^{-3}$
Нейтральная	0,25	$4,685 \times 10^{-3}$
Стабильная	0,3	$5,285 \times 10^{-3}$

Скорость уноса воздуха в пар определяет плотность облака и тем самым определяет выбор модели рассеивания облака. Скорость уноса будет зависеть от таких факторов, как скорость ветра, стабильность воздуха, плотность пара, а принятой модели нет. Простейшим подходом было бы выбрать высоту над нефтяным пятном, выше которой, как предполагается, не будет значительной концентрации пара. Масса, испаряясь, смешается при ветре, дующем через поверхность пятна, на определенной высоте. Массовый расход потока воздуха можно рассчитать. Для правильных расчетов необходимо использовать соответствующее компьютерное моделирование, как уже было отмечено, моделирование выполнялось с помощью программного комплекса ТОКСИ+Risk.

Максимальный диаметр разлива нефтепродуктов зависит от рельефа местности вблизи точки выброса и от того, является ли выброс непрерывным или мгновенным. Каналы, стоки, стены могут повлиять на распространение нефтепродуктов. Часто, например, имеются приспособления, способствующие локализации разлива возле железнодорожных путей, такие как канавы.

Для непрерывного или мгновенного выпуска с наличием заграждения распространение нефти будет сокращено, когда она достигнет заграждения, так что максимальный диаметр нефтяного пятна будет рассчитываться до заграждения. В отсутствии искусственной границы, чтобы остановить распространение, необходимо понимать, что нефтяное пятно остановится только тогда, когда к нему не будет добавлено больше жидкости (либо когда ее запасы

исчерпаны, либо когда скорость испарения равна скорости выброса жидкости на землю) в момент, когда произойдет одно из этих событий, диаметр нефтяного пятна будет максимальным. Исходя из этого, можно предположить следующий процесс: сначала должен быть рассчитан радиус r_w , при котором скорость испарения от ветра равна скорости высвобождения жидкости. Затем вычисляется время T_w , за которое пятно достигнет этого радиуса. Если t_w меньше, чем продолжительность жидкостного отпуска, то максимальный радиус пятна дается равным r_w . Если t_w больше продолжительности жидкостного отпуска, то максимальный радиус нефтяного пятна задается радиусом r_d .

Для мгновенного пролива все гораздо сложнее в плане моделирования, поскольку в отличие от непрерывного высвобождения, рассмотренного выше, невозможно сказать, что распространение остановится, когда в нефтяное пятно больше не добавляется жидкость, так как вся жидкость высвобождается в нефтяное пятно в момент пролива. На плоской, гладкой, ровной поверхности, такой, как рассматриваемая поверхность в этой модели, пятно перестанет распространяться только при достижении некоторой минимальной толщины. На полностью гладкой поверхности эта минимальная толщина будет зависеть от поверхностного натяжения; на шероховатой поверхности минимальная толщина будет зависеть от шероховатости поверхности. При этом научных данных относительно связи результатов, связывающих минимальную толщину с шероховатостью поверхности нет. В отдельных исследованиях допускается, что максимальный диаметр бассейна можно высчитать, предполагая, что жидкость распространяется мгновенно к минимальной толщине.

Расчет в данной ситуации производился для наиболее вероятного сценария – пожара при проливе [6]. Зона рассеяния паров определялась по концентрационным пределам воспламенения: нижний концентрационный предел воспламенения – $0,03456 \text{ кг}/\text{м}^3$ и верхний концентрационный предел – $0,17064 \text{ кг}/\text{м}^3$. Зона, где достигается нижний концентрационный предел воспламенения: 25 м по ветру, 16 м против ветра, максимальный радиус 20 м в эпицентре пролива. Зона, где достигается верхний концентрационный предел: на расстояние 15 м по ветру, 10 м против ветра с максимальным радиусом 12 м в эпицентре пролива. Представим дерево событий при разрушении цистерны с нефтепродуктами (рис. 2).

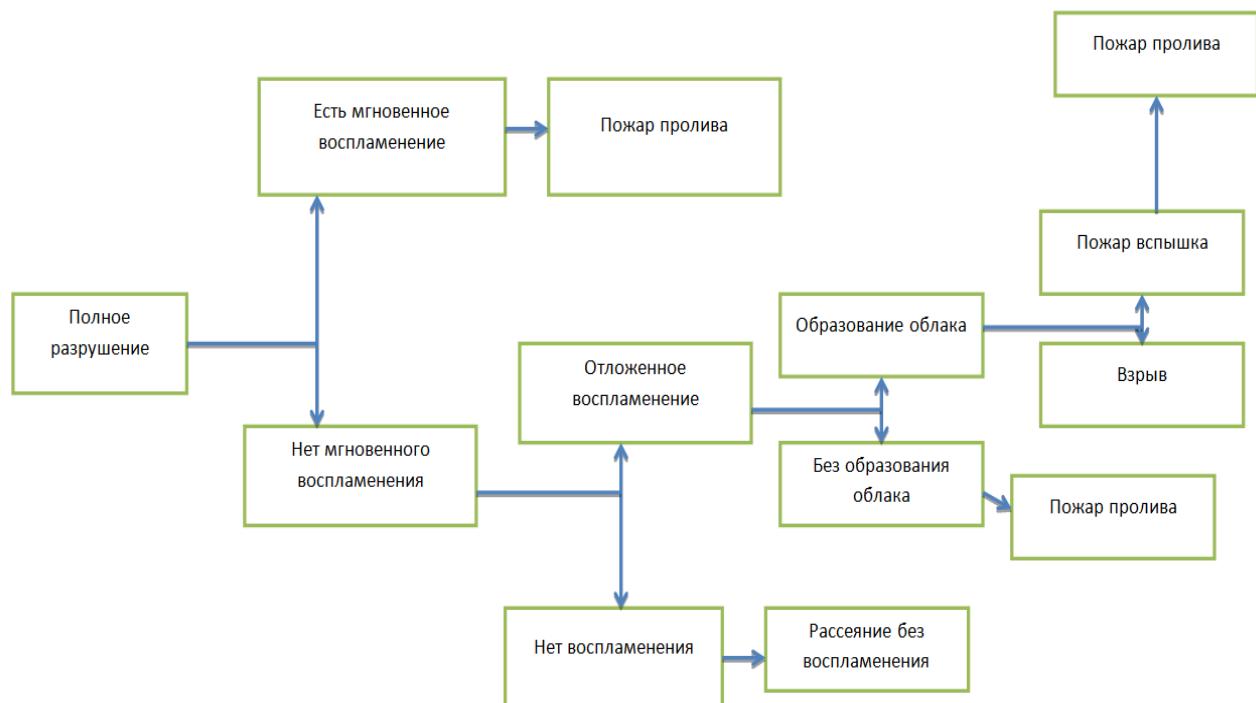


Рис. 2. Дерево событий при разрушении железнодорожной цистерны с нефтью

Моделирование показало, что предложенный математический аппарат предоставляет возможность произвести оценку риска пожаров и аварий при перевозке нефтепродуктов, что при взаимной адаптации позволит избежать аварийных ситуаций и сделает трансграничную перевозку нефтепродуктов более эффективной и безопасной.

Литература

1. Перспективы перевозок нефтеналивных грузов железнодорожным транспортом: риски и перспективы. URL: <http://www.logistika-prim.ru/press-releases/perspektivy-perevozok-neftenalivnyh-gruzov-zheleznodorozhnym-transportom-riski-i> (дата обращения 15.02.2019).
 2. Мартынюк И.В. Повышение безопасности железнодорожных перевозок опасных грузов с учетом взаимодействия с другими видами транспорта и окружающей среды: дис. ... канд. техн. наук. Ростов-н./Д., 2007. 154 с.
 3. ГОСТ 54145–2010. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Общая методология // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 15.11.2018).
 4. РД 03-26–2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ (введ. 25 янв. 2020 г.). М.: ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2008. 124 с.
 5. ГОСТ Р 12.3.047–98. Пожарная безопасность технологических процессов общие требования. Методы контроля // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 15.11.2018).
 6. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
-
-

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

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПТЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ СПАСЕНИЯ И ЭВАКУАЦИИ ПОСТРАДАВШИХ И РАНЕНЫХ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ МИРНОГО И ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

**Л.А. Коннова, доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

П.К. Котенко.

**Всероссийский центр экстремальной и радиационной медицины
им. А.М. Никифорова МЧС России**

Работа представляет краткий обзор концептов развития медицинской робототехники, предназначенной для спасения и эвакуации пострадавших и раненых при катастрофах мирного времени и в условиях военных действий. Приведены концепты наземной и воздушной робототехники. Обсуждается роль применения дронов-спасателей в борьбе за снижение людских потерь.

Ключевые слова: медицинская робототехника, дроны-спасатели, концепты медицинских дронов, эвакуация пострадавших, автоматизированная система экстренной помощи

MODERN CONCEPTS OF DEVELOPMENT OF MEDICAL ROBOTICS FOR THE RESCUE AND EVACUATION OF VICTIMS AND WOUNDED IN EMERGENCY SITUATIONS OF PEACE AND WARTIME

L.A. Konnova. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

P.K. Kotenko.

The Nikiforov Russian center of emergency and radiation medicine of EMERCOM of Russia

The work presents a brief overview of the concepts of development of medical robotics, designed to rescue and evacuate the injured and wounded during peacetime accidents and in the context of military operations. The concepts of ground and aerial robotics are given. The role of the use of rescue drones in the struggle to reduce human losses is discussed.

Keywords: medical robotics, rescue drones, medical drones concepts, evacuation of victims, automated emergency systems

В настоящее время концептуальные разработки в области медицинской робототехники как в гражданской, так и военной медицине, ведутся в двух основных направлениях:

1. Для выполнения лечебно-диагностических мероприятий в медицинских учреждениях;

2. Для спасения и эвакуации пострадавших и раненых из труднодоступных и опасных для медицинского персонала местностей при чрезвычайных ситуациях мирного времени и в условиях военных действий [1, 2].

По первому направлению достигнуты значительные успехи, например, серийно выпускается и используется в клиниках, в том числе и в России, робот-ассистированная хирургическая система «da Vinci» (da Vinci Surgical System) – аппарат для проведения хирургических операций [3]. Второе направление включает разработки наземных и воздушных робототехнических средств для поиска, оказания помощи и эвакуации пострадавших и раненых.

Основными действиями в алгоритме спасения и в мирное, и военное время являются: розыск (пострадавших/раненых) – первая медицинская помощь – эвакуация. Японская компания iRobot для спасения раненых солдат в экстремальных условиях спроектировала и разрабатывает робота, который способен обходить препятствия и находить раненого. Робот оснащен специальным оборудованием «Bloodhound» (видеокамерой, радиопередатчиком, электронным стетоскопом и т.д.), что позволяет общаться врачу и раненому. Исходя из полученных данных и показаний сенсоров, оценивается тяжесть ранения, санитар-робот оказывает первую медицинскую помощь, при необходимости делает инъекцию обезболивающего или противоядия. Это первый автоматизированный робот-санитар, член «команды спасения», которая будет включать в себя роботов, способных эвакуировать раненых с поля боя и прикрывать их от вражеского огня броней [4]. Американская компания Vecna Technologies разрабатывает роботы BEAR (Battlefield Extraction-Assist Robot) [5]. Робот способен нести большой груз до 270 кг на большие расстояния и предназначается для использования в экстремальных ситуациях с риском радиационного или химического поражения для поиска и эвакуации раненых солдат, вес которых вследствие защитной экипировки превышает доступный для спасателей (рис. 1).



Рис. 1. Робот – эвакуатор раненых солдат [5]

По второму направлению в последние годы быстро развивается использование беспилотных летающих аппаратов (БПЛА) в медицинских целях, например для доставки медицинских продуктов – препаратов крови для переливаний, вакцин и противоядий от укусов змей, биологических материалов для анализа и т.д. – в тех странах, где БПЛА можно использовать не только в пределах прямой видимости: в Австралии и в ряде африканских государств – в Вануату, Руанде, Танзании, на Мадагаскаре [6]. Такой подход повышает эффективность медицинской помощи пациентам больниц, доступность к которым ограничена бездорожьем. В Канаде, США и ряде европейских стран рассматривается концепция летающей скорой помощи, но пока экспериментируют с доставкой дефибрилляторов на место несчастного случая, поскольку использование БПЛА ограничено пределами прямой видимости.

В последнее десятилетие актуализировались разработки роботов для спасательных и эвакуационных целей как в области военно-полевой медицины, так и в области медицины катастроф. В ряде стран – в Израиле, США, Китае, Японии – ведутся разработки как наземных, так и воздушных робототехнических средств. В Израиле разработкой беспилотников для эвакуации раненых занимается компания Urban Aeronautics, которая в 2015 г. провела испытания аппарата «Cormorant», совершившего полный автономный полет по заданному маршруту (рис. 2).

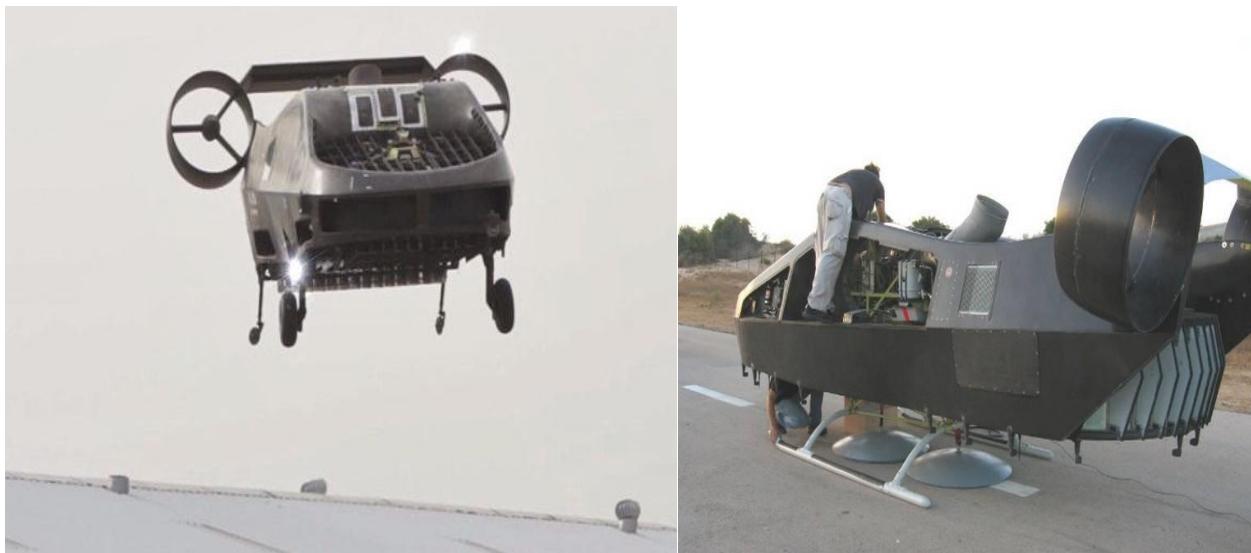


Рис. 2. БПЛА «Cormorant», Израиль [7]

Cormorant имеет вертикальный взлет и посадку, что позволяет ему приземляться в зону боевых действий, на маленькие пятаки, непригодные для обычных вертолетов. Благодаря особенной конструкции лопастей, он может маневрировать в условиях городской застройки и садиться даже при ветре 90 км/ч. Одновременно способен самостоятельно спасти двух раненых – люди только погружают пострадавших в аппарат. БПЛА имеет один мотор и два винта в хвостовой части, скорость до 160 км/ч и летает на расстояние до 32 км при более сильном ветре, чем пилотируемый вертолет. Живучесть беспилотника выше по сравнению с вертолетом, поскольку при равной скорости имеет меньший размер и меньший уровень шума – при расстоянии выше 800 м его не слышно [7]. Кроме эвакуации его можно использовать для снабжения армейских подразделений, а также в гражданской авиации – как помощника спасателей и врачей неотложной помощи.

Другая израильская компания – Israel Aerospace Industries – провела испытания прототипа БПЛА «Air Hopper» (рис. 3) [8].



Рис. 3. Air-хопперы. Фото: Израильская аэрокосмическая промышленность IAI [8]

Воздушный хоппер представляет собой беспилотный вертолет, созданный на основе технологии пилотируемого вертолета, с бензиновым двигателем внутреннего сгорания и грузоподъемностью от 100 до 180 кг в зависимости от модели. Применение такого аппарата минимизирует риск для жизни людей и значительно менее затратно, чем использование пилотируемого вертолета.

Ведомство медицинских исследований и материально-технического обеспечения армии США (US Army Medical Research and Materiel Command) рассматривает возможность использования для эвакуации раненых с поля боя многоцелевого БПЛА вертолетного типа DP-14 «Hawk» («Ястреб»), разработанного в 2013 г. компанией Dragonfly Pictures, Inc., оснащенного современным оборудованием, позволяющим двигаться по заданному маршруту в автоматическом режиме [9] (рис. 4).



Рис. 4. БПЛА DP-14 Hawk [9]

При этом ни одна из стран, создающих такого рода технику, пока не проводила испытания беспилотных аппаратов с людьми на борту. В США такие испытания пока запрещены.

Важным аспектом проблемы эвакуации людей с места бедствия является создание автоматизированной системы экстренной медицинской помощи. Военно-морские силы США предполагают создать первую в истории полевой медицины полностью автоматизированную

систему такой помощи – робота, который возьмет на себя функции поддержания жизни пострадавшего в процессе доставки по назначению – обеспечивать необходимыми жидкостями, кислородом, лекарствами, обезболивающими. Футуристический медицинский робот ACCS должен будет осуществлять мониторинг важных жизненных функций и медикаментозную помочь в случае критического состояния пострадавшего. Перспективы автоматизированной системы экстренной помощи заключаются не просто в создании помощника санитара, а в создании беспилотного санитарного транспорта для эвакуации раненых в полностью автономном режиме. БПЛА должен самостоятельно добраться до зоны боевых действий и после того, как раненого погрузят и подключат к автоматической системе экстренной медицинской помощи, по команде вернуться на посадочную площадку госпиталя (рис. 5).



Рис. 5. Проект дрона-спасателя [10]

На основании представленного материала можно заключить, что новые идеиные концепты развития медицинской робототехники свидетельствуют о больших перспективах использования наземной и воздушной робототехники в целях снижения людских потерь в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Практическая реализация обозначенных концептов позволит, с одной стороны, сократить время поиска, оказания первой помощи и эвакуации пострадавших и раненых и свести число необоснованных смертей до минимума, и, с другой стороны, обеспечит безопасность спасателей и медицинского персонала. Бурный технологический прогресс, совершенствование средств навигации, передачи и приема информации, радиолокации, композитных материалов, нанотехнологий, микропроцессоров, солнечных батарей, сверхъемких аккумуляторов, оптико-электронных систем и т.д. значительно увеличивает возможность создания наземной и воздушной робототехники, пригодной для медицинских целей и ориентированной на снижение людских потерь.

Литература

1. Разработка медицинских роботов поля боя в вооруженных силах США / А.С. Голота [и др.] // Воен. мед. журнал. 2014. № 4. С. 65–67.
2. Робототехнические комплексы военного и двойного назначения. Справочные материалы. 2-е изд. / под ред. А.А. Донченко. М.: ГНИИЦ РТ, 2015. 298 с.
3. Da Vinci (робот хирург). URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Da_Vinci_ (дата обращения: 08.12.2018).
4. Робот санитар способен лечить солдат. URL: <https://www.medskop.ru/shot/4611.html> (дата обращения: 06.12.2018).
5. Робот эвакуатор раненых солдат. URL: https://gizmod.ru/2008/05/12/robot-evakuator_ranenyx_soldat_bear/ (дата обращения: 04.12.2018).

6. Бойко А. Летающие беспилотники доставляют вакцины на острова Вануату. URL: <http://robotrends.ru/pub/1845/letayushie-bespilotniki-dostavlyayut-vakciny-na-ostrova-vanuatu> (дата обращения: 05.12.2018).

7. В Израиле разработан летающий беспилотник для эвакуации раненых. URL: <https://www.vesty.co.il/articles/0,7340,L-5285689,00.html> (дата обращения: 01.12.2018).

8. IAI stellt umbemannet Hubschrauber fur Rettungsmissionen. URL: <http://www.israel-nachrichten.org/archive/32535> (дата обращения: 04.12.2018).

9. БПЛА DP-14 Hawk для эвакуации раненых. URL: http://zonwar.ru/news5/news_875_DP-14_Hawk.html (дата обращения: 05.12.2018).

10. Футуростический проект дрона-спасателя. URL: <http://lifeglobe.net/entry/6688> 02.12.2018 (дата обращения: 09.12.2018).

ОСОБЕННОСТИ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСНЫХ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

И.Ш. Шафигуллин, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Кубуша, кандидат военных наук.

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

В.Г. Трунов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Принято считать, что в будущем действие деструктивных факторов на специальные организационно-технические системы как причин, приводящих к нарушениям, разрушениям требуемых, заданных, нормальных условий функционирования, будет неизменно повышаться. Поэтому исследование вопросов антикризисного управления, а также управления в условиях чрезвычайных происшествий, кризисных ситуаций и иных событий, имеющих общественную значимость, будет актуально всегда.

Ключевые слова: антикризисное управление, организационно-технические системы, органы управления

PECULIARITIES OF ANTI-CRISIS MANAGEMENT OF SPECIAL ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF CRISIS AND EMERGENCY SITUATIONS IN MODERN CONDITIONS

I.Sh. Shafigullin; A.V. Kubusha. Military space academy named after A.F. Mozhaysky.
V.G. Trunov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

It is considered that in the foreseeable future, the impact of destructive factors on special organizational and technical systems, as the reasons leading to violations, the destruction of normal, given, required operating conditions, will only increase. Therefore, the study of issues of crisis management, as well as management in crisis situations, emergencies and other events of public importance will always be relevant.

Keywords: crisis management, organizational and technical systems, management bodies

Для понимания закономерностей антикризисного управления в условиях кризисных (КС) и чрезвычайных ситуаций (ЧС) надо четко представлять основные их характеристики. В статье в качестве ситуации рассматривается совокупность событий, обстоятельств, положений, обстановки, которые заслуживают особого внимания, могут быть четко сформулированы, развиваются во времени и пространстве и имеют определенные последствия. При этом в качестве КС понимается неопределенность цели при заданных условиях, характеризуемая комплексом условий, в которых существует проблема как расхождение между действительным и желаемым, приводящем к взаимосвязанным задачам, подлежащим разбору и решению в установленные сроки и с необходимым качеством.

Любая КС характеризуется [1]:

- существованием угроз для реализации целей, задач и соответствующих функций организационно-технических систем (ОТС);
- недостатком времени для формирования и принятия решений, направленных на устранение последствий возникшей КС (ЧС);
- деятельностью должностных лиц органов управления, формирующих и принимающих решения в условиях неопределенности, отсутствия полноты необходимой информации, целенаправленного давления и введения в заблуждение;
- неадекватным восприятием возникшей КС ответственными должностными лицами органов управления, формирующими и (или) принимающими соответствующие решения.

Как разновидность КС, ЧС является обстановкой на определенной территории, сложившейся в результате аварии, катастрофы или крушения, в том числе применения противником средств поражения, опасного природного явления, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Проведенный анализ показал, что ЧС подразделяются на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные, трансграничные, при этом их можно классифицировать в зависимости от: числа, пострадавших в ЧС человек; людей, у которых нарушены условия жизнедеятельности; размера материальных потерь; зоны распространения поражающих факторов ЧС (их характеристики представлены в табл. 1).

Таблица 1. Виды и характеристики ЧС

Вид ЧС	Характеристики ЧС			
	пострадало <i>n</i> чел.	изменены условия жизнедеятель- ности <i>m</i> чел.	материальные потери (<i>K</i> – минимум размеров оплаты труда на день возникновения ЧС)	зона
Трансграничная	Поражающие факторы выходят за пределы Российской Федерации; Либо произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации			
Федеральная	<i>n</i> >500	<i>m</i> >1000	<i>K</i> >5000000	Выходит за пределы двух и более субъектов Российской Федерации
Региональная	50< <i>n</i> ≤500	500< <i>m</i> ≤1000	500000< <i>K</i> ≤5000000	Охватывает территоию двух и более субъектов Российской Федерации

Вид ЧС	Характеристики ЧС			
	пострадало <i>n</i> чел.	изменены условия жизнедеятель- ности <i>m</i> чел.	материальные потери (<i>K</i> – минимум размеров оплаты труда на день возникновения ЧС)	зона
Территориальная	$50 < n \leq 500$	$300 < m \leq 500$	$50000 < K \leq 500000$	Не выходит за пределы субъекта Российской Федерации
Местная	$10 < n \leq 50$	$100 < m \leq 300$	$10000 < K \leq 50000$	Не выходит за пределы района, города, населенного пункта
Локальная	$n \leq 10$	$m \leq 100$	$K \leq 10000$	Не выходит за пределы территории объекта

При появлении информации о КС (ЧС) необходимо, чтобы через органы управления проходила информация, включающая:

- тип КС (ЧС);
- дату и время (московское) возникновения КС (ЧС);
- место (округ, регион, республика, край, область, район, населенный пункт, объект);
- причину возникновения;
- меру опасности для людей и окружающей среды;
- привлеченные средства.

Поскольку функционирование органов управления и их должностных лиц в КС (ЧС) имеет соответствующую особенность, то и антикризисное управление в большой степени отличается от традиционного управления. При этом под традиционным управлением понимается действие должностных лиц органов управления, осуществляемое преимущественно в устойчивых, постоянных, неизменных условиях.

Проведенный анализ показал, что в зависимости от параметров сравнения традиционное и антикризисное управление заметно отличаются (результаты анализа представлены в табл. 2).

Таблица 2. Сравнение управления в традиционных условиях и при возникновении КС (ЧС)

Параметры сравнения	Традиционные условия	КС (ЧС)
Условия функционирования	низкий темп изменений; ясность ситуации, ее предсказуемость; проблемы управления – повторяющиеся, знакомые	высокий темп изменений; неопределенность ситуации, ее непредсказуемость; управленческие проблемы, не повторяющиеся, как правило, новые
Организационная структура управления	стабильная; распределение обязанностей на длительный период; лишенная широты функциональная направленность	гибкая, меняющаяся в соответствии с антикризисными приоритетами; отсутствие распределения обязанностей должностных лиц органов управления; объемная и частично непрогнозируемая область действий

Параметры сравнения	Традиционные условия	КС (ЧС)
Решение проблем управления	реакция в ответ на появившуюся проблему; ориентация на имеющийся опыт	прогнозирование и возможное предупреждение проблем; креативный поиск (ориентация на имеющийся опыт, чаще всего, не имеет разумного основания)
Организация ресурсов	жесткая структура	гибкая структура на основе распределения ресурсов в соответствии с антикризисными приоритетами
Характер информации	установленные потоки информации; достоверная, точная, избыточная информация	зависимость информации от складывающейся КС; устаревшая, недостоверная, неточная, неполная информация

Сравнение традиционного и антикризисного управления позволяет сделать два вывода:

1) различия между ними всегда принципиальны (смена управления требует существенной реорганизации управления), это подразумевает разработку и внедрение новых информационных технологий управления, информационно-коммуникационных систем, методик и моделей, а также постоянную переподготовку и повышение квалификации должностных лиц аппарата управления;

2) кризис управления означает, что:

- проблемы возникают внезапно, вопреки ожиданиям, и не соответствуют прошлому опыту функционирования ОТС;

- модели и методы управления привычные в традиционных условиях, как правило, неприменимы в обстоятельствах КС (ЧС).

При этом субъективное восприятие КС (ЧС) зачастую приводит к следующим вариантам поведения лиц, формирующих и (или) принимающих решение (ЛФР и (или) ЛПР): либо не воспринимают КС, не видят необходимости в незамедлительном реагировании; либо обнаруживают признаки КС, но считают ситуацию контролируемой; либо не успевают за происходящими происшествиями, их действия в изменившейся ситуации становятся неадекватными. Во всех подобных случаях действия ЛФР и (или) ЛПР, как правило, негативно влияют на своевременность, достоверность, точность, полноту и качество управления.

Основные факторы, оказывающие влияние на специфику деятельности должностных лиц органов управления (ДЛОУ) в КС (ЧС), сгруппированы в схеме, представленной на рис. 1.

В современных условиях антикризисное управление невозможно без учета оперативной информации, характеризующей военно-политическую обстановку в мире, общественно-политическую обстановку в стране, социально-экономическое состояние регионов, развитие транспортной инфраструктуры, ряда других показателей, влияющих на возможности применения специальных ОТС, относящихся к различным ведомствам [2]. Данная информация может классифицироваться по функциональному предназначению, по срокам и форме представления, по способам ее передачи.

Для организации информационного взаимодействия в ОТС различного уровня целесообразна организация дежурных служб в форме: либо центров (пунктов) управления, либо службы оперативных (ответственных) дежурных.



Рис. 1. Факторы, оказывающие влияние на специфику деятельности ДЛОУ в КС (ЧС)

Основными задачами центров (пунктов) управления могут являться:

- сбор оперативной информации о КС и ЧС в режиме реального времени;
- выработка предложений в управленческие решения по КС и ЧС;
- управление дежурными силами и средствами;
- оповещение и информирование.

Введение в ОТС системы дежурной службы позволит повысить эффективность информационного обеспечения органов управления в условиях развития КС и ЧС, а так же достичь ряда преимуществ, представленных на рис. 2.



Рис. 2. Преимущества от введения в ОТС системы дежурной службы

Учет особенностей управления в условиях развития КС (ЧС) при совершенствовании информационного обеспечения органов управления – это фундамент для качественного скачка в повышении эффективности функционирования специальных ОТС как при традиционном, так и антикризисном управлении.

Развитие многоуровневой системы взаимодействующих центров (пунктов) управления специальных разноуровневых ОТС может заложить технологическую основу для функционирования системы управления будущего. Она обеспечивает совершенно другое качество работы с информацией о КС и ЧС за счет широкого применения информационно-коммуникационных технологий и основана на автоматизации всей совокупности управлеченческих процессов.

Литература

1. Системы управления организационно-технических систем космического назначения: учеб. пособие / И.Ш. Шафигуллин [и др.]. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2015. 150 с.
2. Мизинцев М.Е. Об опыте межведомственного информационного взаимодействия в интересах обеспечения обороны Российской Федерации // Система межведомственного информационного взаимодействия: сб. материалов I Межведомственной науч.-практ. конф. М.: НЦУО РФ, 2015. С. 6–13.

ОСОБЕННОСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ МОРСКОГО ПОРТОВОГО ХОЗЯЙСТВА И ОЦЕНКА СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ИХ ЛИКВИДАЦИИ

**В.А. Седнев, доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации;
А.В. Нестругин.
Академия ГПС МЧС России**

Проанализированы чрезвычайные ситуации на объектах морского портового хозяйства и выявлены особенности их ликвидации, что позволяет повысить эффективность применения аварийно-спасательных формирований и снизить возможный ущерб при чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: морской порт, взрыв, пожар, безопасность населения, силы и средства для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

FEATURES OF EMERGENCY SITUATIONS ON MARITIME PORT FACILITIES AND EVALUATION OF FORCES AND MEANS TO ELIMINATE THEM

V.A. Sednev; A.V. Nestrugin. Academy of State fire service of EMERCOM of Russia

The article analyzes the emergency situations at the facilities of the sea port facilities and identifies the features of their liquidation, which allows to improve the efficiency of emergency rescue units and reduce possible damage in emergency situations.

Keywords: seaport, explosion, fire, public safety, forces and means for emergency response

Анализ чрезвычайных ситуаций на объектах морского портового хозяйства

В истории зафиксировано множество чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с пожарами, взрывами и другими чрезвычайными событиями на объектах морского портового хозяйства.

Наиболее масштабные из них:

– взрыв в канадском порту Галифакс 6 декабря 1917 г. на французском пароходе «Монблан», где находилось 2 300 т пикриновой кислоты (мелинит), 200 т тротила, 10 т пироксилина, 35 т бензола в бочках (рис. 1, 2). В результате взрыва погибло 1 963 чел., без вести пропало около 2 000 чел., в школах города из 500 учеников в живых остались 11, около 9 тыс. чел. были ранены, северная часть города почти полностью была стерта с лица земли [1];

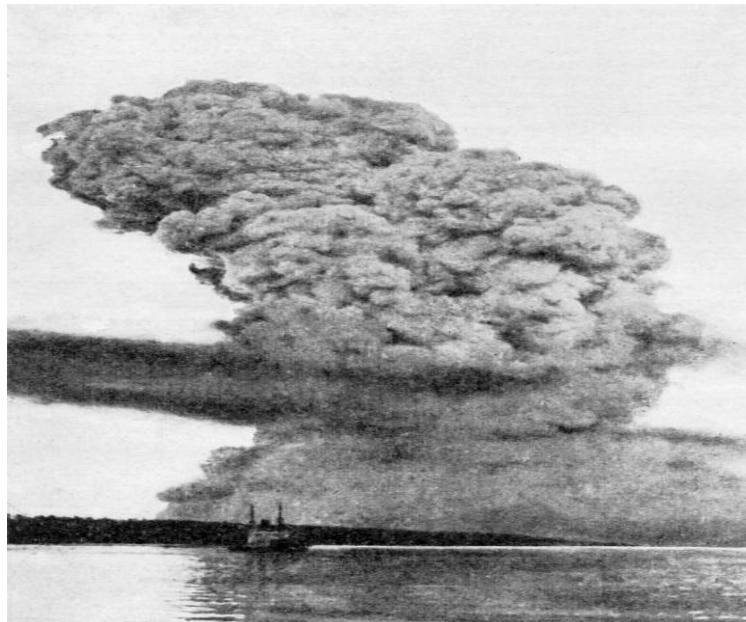


Рис. 1. Взрыв парохода «Монблан» в канадском порту Галифакс



Рис. 2. Результаты последствий взрыва на пароходе «Монблан»

– пожар в контейнерном терминале китайского порта Тяньцзинь 12 августа 2015 г., спровоцировавший два мощных взрыва, эквивалентных взрыву 3 и 21 т тротила (рис. 3, 4).



Рис. 3. Результаты взрыва в китайском порту Тяньцзинь



Рис. 4. Результаты пожара в китайском порту Тяньцзинь

Общее число жертв составило 173 чел., из них – 17 пожарных, более 224 чел. пострадало, разрушено несколько жилых многоэтажных домов, на стоянке дотла сожжено несколько тысяч новых автомобилей, от взрывов пострадало более чем полторы тысячи предприятий, а в окружающем воздухе был обнаружен цианид натрия [2];

– пожар на трубопроводе для транспортировки жидкого химического сырья с последующим взрывом в г. Людвигсхафен 17 октября 2016 г. на предприятии немецкого концерна BASF, занимающегося производством химикатов, пластмасс и продукции для сельского хозяйства (рис. 5). В результате два человека погибли, два пропали без вести, 30 чел. пострадали [3].



Рис. 5. Пожар на химическом концерне BASF

К наиболее крупным происшествиям и катастрофам в акватории морских портов страны можно отнести:

– взрыв 20 октября 1916 г. на линкоре «Императрица Мария», флагмане Черноморского флота, в Севастопольском рейде Северной бухты. В течение часа произошло 25 взрывов, после чего корабль накренился по правому борту, перевернулся и утонул. В результате катастрофы и тушения пожара погибло 225 моряков, 85 были тяжело ранены. Это была самая крупная потеря Российского императорского флота за годы Первой мировой войны [4];

– два взрыва возле Госпитальной стенки Севастопольской бухты под корпусом линкора «Новороссийск» 29 октября 1955 г. Первый взрыв с правого борта в носовой части, эквивалентный 1 000–1 200 кг тротила, насквозь пробил корпус линкора и пробил в подводной части дыру в 150 м², что привело к гибели в носовых кубриках 150–175 чел., второй взрыв по левому борту образовал вмятину в 190 м², после чего линкор лег на левый борт и к вечеру затонул (рис. 6). В катастрофе погибли 829 чел., включая аварийные партии с других кораблей. Водолазы перестали слышать стук запертых в корпусе моряков только 1 ноября 1955 г. [5];

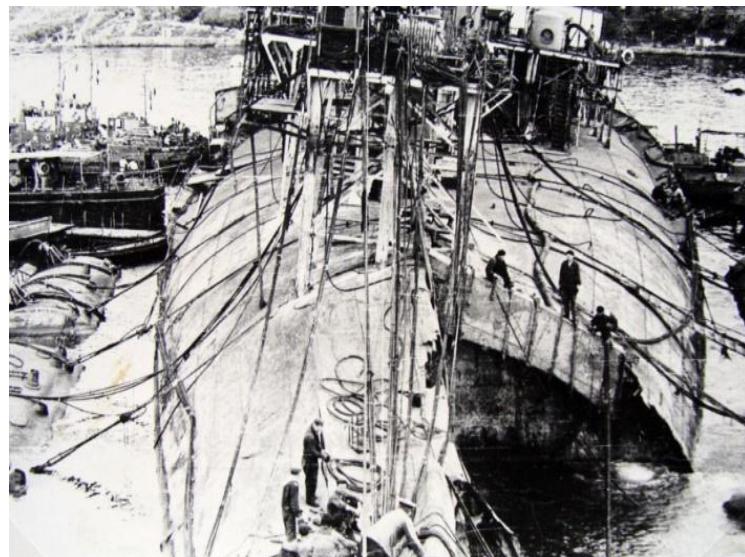


Рис. 6. Взрыв на линкоре «Новороссийск»

– пожар на большом противолодочном корабле 1-го ранга проекта 1134Б «Керчь», который являлся вторым флагманом Черноморского флота после ракетного крейсера «Москва», 4 ноября 2014 г. в Северной бухте акватории г. Севастополя, на борту которого имелись боеприпасы артиллерии более чем на 15 000 выстрелов, ракетное, противолодочное и минно-торпедное вооружение, авиационная группа с вертолетом Ка-25ПЛ (рис. 7). В результате пожара никто не пострадал, оборудование было демонтировано, боеприпасы вынесены на безопасное расстояние, корабль восстановлению не подлежал.



Рис. 7. Пожар на большом противолодочном корабле «Керчь»

Анализируя чрезвычайные события на объектах морского портового хозяйства, можно сделать вывод, что наиболее распространенными ЧС в морских портовых хозяйствах являются пожары и взрывы.

На объектах морского порта взрывы и пожары вероятны:

- на нефтеперевалочном терминале, где происходит хранение горюче-смазочных материалов и легковоспламеняющихся жидкостей, выполняются сливоаливные работы по перегрузке топлива из танкеров в железнодорожные и автомобильные цистерны;
- в силосах для хранения зерна, где происходит прием, хранение и перегрузка зерновых культур;
- на перегрузочных комплексах, где происходит прием, перегрузка и хранение угля, леса и прочих горючих и взрывоопасных грузов;
- на военных кораблях, имеющих различное вооружение, у причалов.

К поражающим факторам при ЧС на этих объектах относятся воздушная ударная волна с образованием большого количества осколков из обломков зданий и сооружений, высокая температура от горения различных веществ, материалов и загрязнение воздуха в очаге поражения продуктами горения, в том числе угларным газом.

Поражающие факторы действуют как на территории объектов портового хозяйства, так и за его пределами.

Расстояния от границ специализированных районов морских и речных портов до жилой застройки принимают не менее 100 м (табл. 1) [6].

В нормативные границы, например морского порта г. Севастополя, попадают Инкерманские штольни с сосредоточенным в них запасом различных средств поражения около 10 000 т, оставшихся со времен Великой Отечественной войны, которые представляют наибольшую опасность для населения города и его инфраструктуры.

В зону воздействия поражающих факторов могут попасть жилые дома, автомобильные дороги с оживленным движением, железнодорожная линия, мост через р. Черная, газопровод низкого давления, городская нефтебаза с резервуарами хранения топлива на 22 000 м³ и др.

Таблица 1. Расстояния от границ районов портов до жилой застройки

№ п/п	Условие требования	Минимальное расстояние, м
1	От границ районов, предназначенных для размещения складов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	500
2	От границ районов перегрузки и хранения пылящих грузов	300
3	От границ рыбного порта (без рыбообработки на месте)	100
4	От резервуаров и сливно-наливных устройств в районах перегрузки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на складах: – I категории; – II и III категории	200 100
5	При размещении складов выше по течению реки расстояние от объектов, перечисленных в п. 4, должно быть не менее: – I категории; – II и III категории	5 000 3 000

Силы и средства для ликвидации последствий ЧС на объектах портового хозяйства на примере г. Севастополя

При возникновении крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий (режим ЧС) в морском порту в рабочее время диспетчер главной диспетчерской, диспетчер портового флота и оперативный дежурный пункта управления обеспечения транспортной безопасности осуществляют оповещение должностных лиц по рабочим и мобильным телефонам. Продолжительность сбора – не более получаса.

В нерабочее время оповещение осуществляется по домашним и мобильным телефонам, продолжительность сбора – не более двух часов.

Для усиления дежурно-диспетчерских служб на рабочие места прибывают: главный и старший диспетчер; старший оперативный дежурный пункта управления обеспечения транспортной безопасности; старший диспетчер диспетчерской портового флота.

Для быстрого прибытия должностных лиц в нерабочее время используется дежурный автомобиль, который забирает их с домашних адресов. Оповещение остальных работников порта осуществляется на рабочих местах через систему громкоговорящей связи и руководителями структурных подразделений.

Оповещение работников предприятий арендаторов и собственников производят сотрудники службы транспортной безопасности по рабочим телефонам и обходом предприятий. При необходимости оповещения большого количества работников порта в нерабочее время привлекаются сотрудники отдела кадров, вызванные на рабочие места. Оповещение населения жилых районов рядом с предприятиями осуществляют, при необходимости, сотрудники подразделений Управления МВД России через громкоговорители патрульных машин.

В морском порту имеются нештатные формирования для выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Объектовые нештатные формирования приводятся в готовность: в рабочее время – за 2 ч; в нерабочее время – за 4 ч.

Для защиты персонала предприятие имеет защитные сооружения, которые в повседневной деятельности используются как склады имущества гражданской обороны.

При возникновении ЧС в морском порту управление силами и средствами Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) осуществляется через Главное управление МЧС России по г. Севастополю, которое является постоянно действующим органом управления РСЧС на региональном уровне.

Органом повседневного управления РСЧС на региональном уровне является ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по городу Севастополю» (ЦУКС ГУ МЧС России по г. Севастополю).

Управление осуществляется со стационарных, подвижных (мобильных), основных и вспомогательных пунктов управления, определяемых решениями соответствующих руководителей в зависимости от обстановки и режима функционирования.

На региональном уровне управление осуществляется со стационарного пункта управления ЦУКС ГУ МЧС России по г. Севастополю; в районе ЧС – с подвижного пункта управления.

В режиме повседневной деятельности и при угрозе возникновения ЧС управление силами и средствами РСЧС организуется ЦУКС ГУ МЧС России по г. Севастополю и единой дежурной диспетчерской службой г. Севастополя из пунктов постоянной дислокации, при этом передача, сбор и обобщение информации осуществляется через оперативные дежурные силы – старших оперативных дежурных смен, оперативных дежурных дежурно-диспетчерских смен, службы «101».

В режиме повышенной готовности в районе возможной ЧС при необходимости развертываются вспомогательные стационарные пункты управления на базе подчиненных органов управления и подвижные пункты управления на автомобилях или других транспортных средствах.

В режиме ЧС управление организуется со стационарных пунктов управления с последующим переносом на подвижной пункт управления в район ЧС.

Для управления силами и средствами в районе ЧС создаются нештатные оперативные формирования:

- оперативный штаб по ликвидации последствий ЧС Главного управления МЧС России по субъекту Российской Федерации (время готовности: в рабочее время – 30 мин, в нерабочее время – не более 2 ч);

- оперативная группа ЦУКС ГУ МЧС России по субъекту Российской Федерации (время готовности – 10 мин).

Возможная группировка сил и средств федеральных и территориальных органов исполнительной власти для ликвидации последствий ЧС по личному составу и технике приведена в табл. 2.

Анализируя силы и средства для предупреждения и ликвидации последствий возможных ЧС на объектах портового хозяйства, можно отметить, что алгоритм действий группировки сил и средств предполагает задействование личного состава и техники для проведения мероприятий по ликвидации последствий одного типа ЧС.

Анализ же опасных объектов морского порта показывает, что при возникновении на их территории ЧС могут возникнуть вторичные ЧС и поражающие факторы.

При одновременном возникновении нескольких ЧС имеющихся сил и средств будет недостаточно для снижения возможного ущерба для населения и находящихся вблизи объектов инфраструктуры, что требует совершенствования состава сил и средств и разработки научно-методического аппарата оценки последствий ЧС на объектах морского портового хозяйства.

Главными управлениями МЧС России организована работа по выполнению задач по предназначению пожарными, пожарно-спасательными и аварийно-спасательными формированиями, однако анализ аварийно-спасательных сил и средств показывает, что они ориентированы на решение конкретных задач и не могут быть использованы для ликвидации последствий взрывов, пожаров и других ЧС на территории порта и прилегающих объектах одновременно.

Таблица 2. Силы РСЧС для ликвидации последствий ЧС на примере г. Севастополя

Силы РСЧС	Участие в ликвидации чрезвычайной ситуации, чел.				Обеспечение пожарной безопасности, чел.				Итого по плану предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, чел.	
	ликвидация	обеспечение	из них АМГ	всего	постоянно готовы	готовность 2 ч	готовность 4 ч	из них АМГ		
Силы федеральных органов исполнительной власти										
МЧС России	210	56	60	266	92	102	5	0	203	465
МВД России	0	25	0	25	0	0	0	0	0	25
Минприроды России	0	3	0	3	0	0	0	0	0	3
Минтранс России	0	15	0	15	0	0	0	0	0	15
Минобороны России	32	35	0	67	0	15	19	0	34	101
Минздрав России	0	0	0	0	10	30	30	0	70	70
За функциональную подсистему	242	130	60	372	41	114	152	0	307	679
Силы территориальной подсистемы РСЧС										
Координационные органы	0	0	0	0	33	0	0	-	33	33
Силы лесных хозяйств и лесопожарные формирования	30	5	0	35	3	2	2	0	7	42
Силы и средства территориальных подразделений пожарной охраны	10	18	0	28	4	10	51	0	65	93
За территориальную подсистему	40	23	0	63	40	12	53	0	105	168

АМГ – аэромобильная группировка

Существующие методы расчета и обоснования сил для ликвидации последствий ЧС на объектах морского портового хозяйства и прилегающих зданиях и сооружениях не могут быть использованы без изменений, дополнений и уточнений.

Таким образом, выявлено противоречие между необходимостью недопущения или оперативной ликвидации последствий ЧС на объектах морского портового хозяйства и отсутствием научно-методического подхода их оценке и обоснованного порядка планирования применения аварийно-спасательных формирований.

В то же время важно оценить возможные масштабы последствий ЧС на территории портов и прилегающих объектах и, на этой основе, обосновать комплекс мероприятий и средств для снижения или ликвидации последствий воздействия их поражающих факторов.

Научно-методический подход обоснования комплекса средств для ликвидации последствий ЧС на объектах порта и прилегающей инфраструктуре позволит обосновать качественные и количественные характеристики средств, требования к ним и предложения по снижению ущерба от воздействия поражающих факторов. Научно-методический подход обоснования комплекса средств для ликвидации последствий ЧС на объектах морского порта и прилегающей инфраструктуре будет являться основой поддержки принятия решений руководителей главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации и других подсистем РСЧС при планировании и реализации ими мероприятий по снижению ущерба от воздействия их поражающих факторов.

Литература

1. Скрягин Л.Н. Как пароход погубил город: Очерки о катастрофах на реках, озерах и в портах. М.: Транспорт, 1990. 272 с.
2. Что произошло в Тяньцзине: цифры, факты и версии. URL: <https://news.tut.by/world/460274.html> (дата обращения: 23.11.2018).
3. Пожар на заводе BASF. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=kZHvuN7JnrA> (дата обращения: 20.11.2018).
4. Тайна взрыва линкора «Императрица Мария». URL: http://history-paradox.ru/linkor_im.php (дата обращения: 23.11.2018).
5. Черкашин Н. Как погиб линкор «Новороссийск» // Информационно-аналитическое интернет-издание фонда исторической перспективы «Столетие». 2015. 27 окт.
6. Об утверждении свода правил СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: приказ Минрегиона России от 28 дек. 2010 г. № 820 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 08.11.2018).

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент;

А.П. Толстов, кандидат юридических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены возможности использования нейронных сетей для защиты информации. Приведены основные особенности нейронных сетей и возможности нейрокриптографического подхода для кодирования информации.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, хэш-функция, кодирование информации, моделирование

SYNTHETIC NEURAL NETWORKS AND INFORMATION PROTECTION

A.Yu. Labinskiy; A.P. Tolstov.

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

This article presents the special feature for information protection. Presents the possibility of the synthetic neural networks for information encode and development the neural networks encoding system.

Keywords: synthetic neural networks, hashing function, information encode, simulation

Деятельность органов управления МЧС России происходит в сложной обстановке воздействия различных факторов. При этом особую важность приобретают вопросы защиты информации. Современный подход к решению вопросов защиты информации заключается в использовании современных направлений компьютерного моделирования, одним из которых является использование фрактальной концепции [1]. Другим перспективным направлением компьютерного моделирования является моделирование с помощью искусственных нейронных сетей [2].

Криптология [3], разделяющаяся на два направления – криптографию и криптоанализ, занимается защитой информации с помощью различных преобразований. Криптография использует математические методы поиска и преобразования информации. Криптоанализ

использует различные математические методы расшифровывания информации без знания ключей.

Современная криптография включает в себя четыре крупных раздела [3]:

- симметричные крипtosистемы;
- крипtosистемы с открытым ключом;
- системы электронной подписи;
- управление ключами.

Любая защищенная связь для защиты информации использует криптографические методы, в том числе методы симметричного и асимметричного шифрования (с открытым ключом), а также односторонние хэш-функции.

Шифрование является процессом преобразования информации, в котором исходный текст, называющийся также открытым текстом, заменяется шифрованным текстом. Процесс шифрования с использованием крипtosистемы представлен на рис. 1.

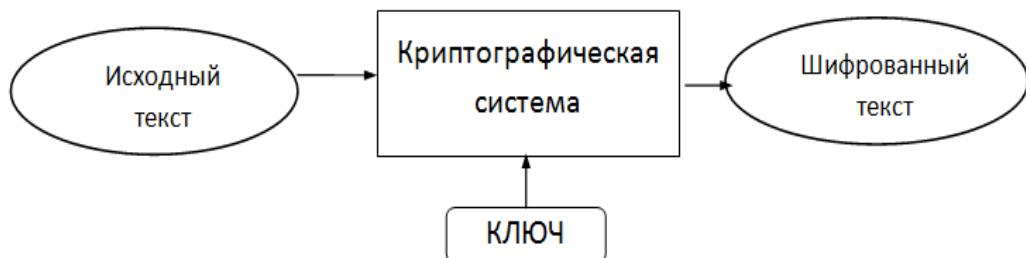


Рис. 1. Процесс шифрования

В симметричных крипtosистемах и для шифрования, и для дешифрования используется один и тот же ключ.

В криптографических системах с открытым ключом используются два ключа – открытый и закрытый, которые математически связаны друг с другом. На входе в криптографическую систему исходный текст шифруется с помощью открытого ключа, доступного всем пользователям. На выходе из криптографической системы информация расшифровывается с помощью закрытого ключа, известного только получателю сообщения.

В качестве хэш-функций используются функции, которые можно легко рассчитать. При этом обратное восстановление таких функций требует больших усилий. В качестве примера можно привести функции возведения в степень и логарифма. Использование хэш-функций обычно сочетается с технологией асимметричного шифрования.

Асимметричные системы для преобразования ключей, которые могут использоваться в целях необратимости процесса шифрования даже для отправителя сообщения, включают в себя так называемые необратимые или односторонние функции (безопасные хэш-функции), у которых при заданном значении x относительно просто вычислить значение $f(x)$, однако при использовании уравнения $y=f(x)$ нет простого пути для вычисления значения x . Хэш-функции создают дайджест (хэш-код, «отпечаток») шифруемого текста (данных), который используется для подтверждения истинности исходной информации.

В криптографической системе входящее сообщение пропускается через математическую хэш-функцию, в результате чего на выходе из криптографической системы получается некоторая последовательность битов. Этот процесс преобразования информации практически невозможно восстановить.

Основой методов шифрования с помощью хэш-функции является применение к значению ключа одностороннего (безопасного) математического преобразования, в результате чего получаются соответствующие шифрованные значения.

Основные результаты использования хэш-функций [3]:

- вероятность подбора ключа уменьшается;
- распределение значения свертки в структурах данных становится более равномерным;
- становится возможной генерация последовательностей псевдослучайных чисел, которые можно использовать в имитационном моделировании.

Рассмотрим некоторые известные алгоритмы хэширования.

Алгоритм MD5 (Message Digest), разработанный в 1991 г., для сообщения произвольной длины создает дайджест длиной 128 бит. Сообщение разбивается на блоки длиной 512 бит (16 слов по 32 бита). Каждый блок обрабатывается с помощью четырех логических функций, используемых в процессе 64 циклов обработки:

- $F1(X, Y, Z) = (X \wedge Y) \vee ((\neg X) \wedge Z);$
- $F2(X, Y, Z) = (X \wedge Z) \vee (Y \wedge (\neg Z));$
- $F3(X, Y, Z) = X \oplus Y \oplus Z;$
- $F4(X, Y, Z) = Y \oplus (X \wedge (\neg Z)).$

Здесь побитовые операции \wedge – И, \vee – ИЛИ, \neg – НЕ, \oplus – XOR (исключающее ИЛИ), X, Y, Z – шестнадцатеричные коды 32-битовых слов ($16*32=512$).

Алгоритм SHA-1 (Secure Hash Algorithm), разработанный в 1993 г., для сообщения произвольной длины создает дайджест длиной 160 бит. Сообщение разбивается на блоки длиной 512 бит. Каждый блок обрабатывается в течение 80 циклов с помощью трех логических функций.

Наиболее известным алгоритмом симметричного шифрования является DES (Data Encryption Standard), разработанный фирмой IBM в 1977 г. Шифруемая информация разбивается на блоки 64 бит, длина ключа 56 бит. В настоящее время используется улучшенная версия этого алгоритма – DES3 (Triple DES), в которой производится троекратное выполнение алгоритма DES. В качестве ключа шифрования используется хэш ключа, вычисленный по алгоритму хэширования MD5 (длина хэша ключа 128 бит). В соответствии с алгоритмом шифрования DES каждый бит зашифрованных данных является функцией от всех битов исходных данных и всех битов ключа. Окно вывода консольной программы шифрования, созданной на языке C# с использованием алгоритма DES3, представлено на рис. 2.

The screenshot shows a terminal window with the following text output:

```
Шифрование строки по алгоритму DES3 (Data Encryption Standard),
который требует ключ длиной 24 символа,
полученный с использованием функции ComputeHash(),
встроенной в алгоритм DES3 – алгоритм хэша MD5.
Строку на кириллице шифрует, но расшифровывает так:
'?????????????'
Исходная строка: Test string for encrypted system DES3
Исходная строка: 37 символов
Ключ: secret key for DES 3
Ключ: 20 символов
Шифрование происходит с помощью хэша ключа !
Хэш ключа: iSEFMgoZM0N8j/zvQb8Tkg==
Хэш ключа: 24 символа
Зашифрованная строка: fL/uFiaxn8MP3aAESeyQaaQFqACKNsVR8AS3rmv2j8s50MHgucZlsA==
Зашифрованная строка: 56 символов
Расшифрованная строка: Test string for encrypted system DES3
```

Рис. 2. Окно вывода консольной программы шифрования

На языке программирования C# шифрование осуществляется с использованием пространства имен System.Security.Cryptography.

Протокол обмена ключами

Алгоритм Диффи-Хеллмана часто используется для обмена ключами между двумя абонентами. Для моделирования данного алгоритма обычно используется многоуровневая нейронная сеть прямого распространения [4], схема которой представлена на рис. 3.

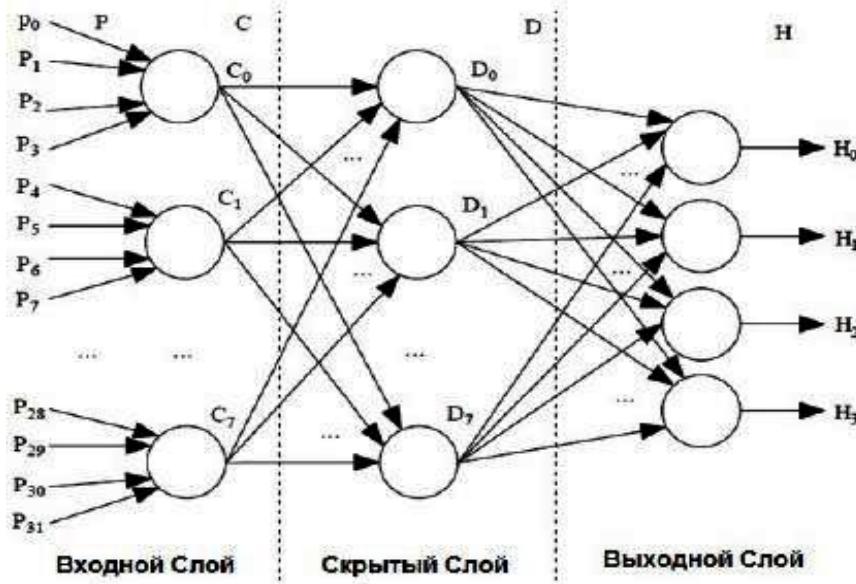


Рис. 3. Схема многоуровневой нейронной сети прямого распространения

Порядок работы (протокол) обмена ключами следующий. У каждого абонента (А или Б) есть своя многоуровневая нейронная сеть прямого распространения. Синхронизация нейронных сетей происходит с использованием следующего алгоритма [4]:

1. Задаются случайные значения весовых коэффициентов нейронной сети.
2. Выполняются шаги, предшествующие синхронизации:
 - 2.1. На вход нейронов входного слоя подается случайный вектор X.
 - 2.2. Вычисляются значения на выходе нейронов скрытого слоя.
 - 2.3. Вычисляются значения на выходе нейронов выходного слоя.
 - 2.4. Сравниваются выходные значения двух нейронных сетей.
3. Если выходные значения разные, то происходит переход к п. 2.1.
4. Если выходные значения одинаковые, то выбранное правило применяется к весовым коэффициентам нейронной сети.

После полной синхронизации нейронных сетей (значения весовых коэффициентов обоих сетей одинаковые), абоненты А и Б могут использовать значения весовых коэффициентов в качестве ключа. Этот метод известен как двунаправленное обучение нейронной сети [4].

Моделирование криптографической системы

При обмене ключами между абонентами сети возможен перехват ключа злоумышленником, что грозит последующей расшифровкой зашифрованного сообщения. Использование абонентами в составе криптографической системы двух синхронизированных искусственных нейронных сетей позволяет использовать в качестве ключа весовые коэффициенты сети W_{ij} , что повышает криптографическую стойкость крипtosистемы. В данной работе моделирование процесса обмена ключами производилось с использованием аппроксимации значений ключа с помощью искусственной нейронной сети без скрытого слоя

(однонаправленная сеть без обратных связей), содержащей по 24 нейрона в каждом слое. Обучение сети происходило по алгоритму обратного распространения ошибки. Подробное описание указанной нейронной сети, включая алгоритм обучения, представлено в работе [5]. Зависимость числа итераций от размера ключа представлена на диаграмме (рис. 4).



Рис. 4.

Размер ключа менялся от 8 до 24 бит. С увеличением размера ключа объем вычислений (число итераций) процесса аппроксимации увеличивался (рис. 3).

Имея ключ, можно приступать к процессу шифрования/десифрования, осуществляющему криптографической системой. В данной работе криптографическая система была реализована в виде программы для ЭВМ, интерфейс которой представлен на рис. 5.

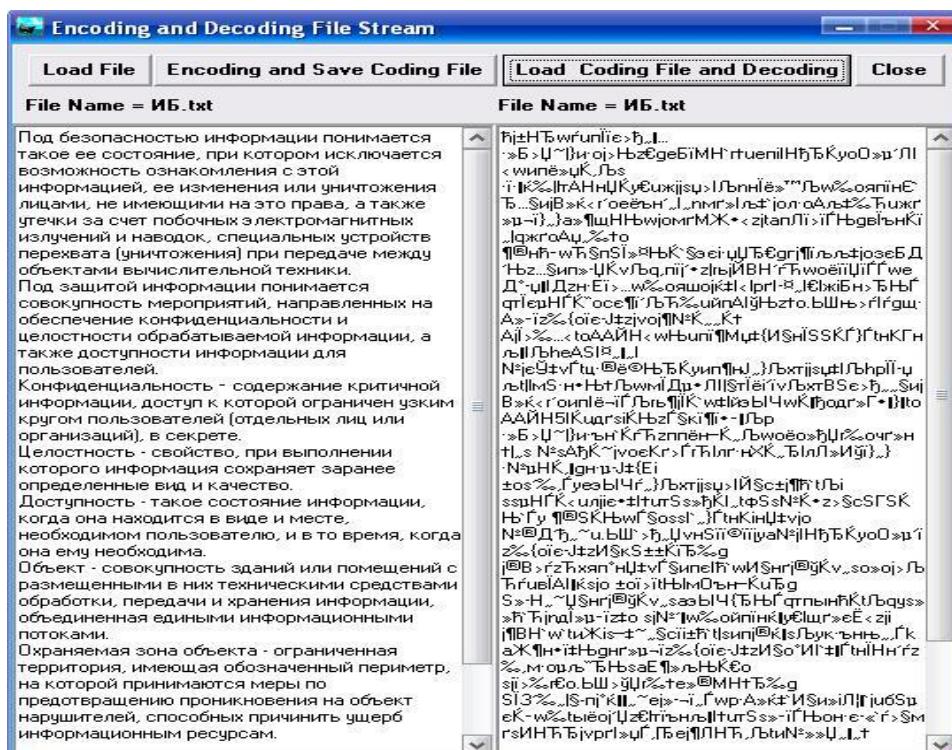


Рис. 5. Программа, реализующая криптографическую систему

В левом окне программы представлен исходный текст, а в правом окне – зашифрованный текст. В данной программе обмен данными, находящимися на внешнем носителе, осуществляется с помощью потоков, что обеспечивает высокую скорость передачи данных в процессе шифрования и дешифрования.

Программа содержит поточный класс, кодирующий и декодирующий исходный файловый поток. Поточный класс имеет два метода чтения и записи информации, а также свойство, хранящее ключ шифрования. В данной программе для демонстрации процесса шифрования текста используется упрощенный механизм шифрования, при котором значение ключа при шифровании добавляется в каждый байт исходного текста, а при расшифровке вычитается из каждого байта зашифрованного текста.

Нейросетевой подход к защите информации позволяет осуществлять процесс обмена ключами, обладающий необходимой криптографической стойкостью. Однако использование искусственных нейронных сетей требует достаточно большого объема вычислений и должно быть оптимизировано.

Литература

1. Лабинский А.Ю., Ильин А.В. Фракталы и защита информации. СПб.: Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1 (17). С. 82–86.
2. Червяков Н.А., Евдокимов А.Б., Галушкин А.П. Применение искусственных нейронных сетей и системы остаточных классов в криптографии. М.: Физматлит, 2012.
3. Бабаш А.В., Баранова Е.К. Криптографическое методы защиты информации. М.: Кронус, 2016.
4. Гридин В.Н., Солодовников В.И., Евдокимов И.А. Нейросетевой алгоритм симметричного шифрования // Информационные технологии. 2015. Т. 21. № 4.
5. Лабинский А.Ю., Уткин О.В. К вопросу аппроксимации функции нейронной сетью // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 1 (17). С. 5–11.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ НЕФТИЯНЫХ РАЗЛИВОВ

**В.Д. Захматов, доктор технических наук, профессор;
В.А. Онов, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
Н.В. Щербак, кандидат технических наук.
ООО «ЗОЛА», Санкт-Петербург**

Проведен системный анализ разливов нефти с целью обоснования направления исследований по созданию новой аварийно-спасательной универсальной техники, размещенной на одном морском или сухопутном транспортном средстве. Эта техническая система предназначена для тушения пожаров и предотвращения крупных, аварийных разливов нефти или ликвидации локальных разливов нефти.

Ключевые слова: разливы нефти, аварийные локальные, катастрофические разливы, пожар – причина разлива, локализация и ликвидация разливов, гавани, открытое море, побережье

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL DAMAGE FROM OIL SPILLS

V.D. Zachmatov; V.A. Onov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
N.V. Shcherbak. LLC «ZOLA», Saint-Petersburg

The system analysis of oil spills is carried out in order to substantiate the direction of research on the creation of a new emergency and rescue universal equipment placed on one sea

or land vehicle. This technical system is designed to extinguish fires and prevent large, accidental oil spills or local oil spills.

Keywords: oil spills, emergency local, catastrophic spills, fire – the cause of the spill, localization and liquidation of spills, harbor, open sea, coast

С начала XX в. потребление нефтяных ресурсов планеты выросло в 27 раз. Снижение добычи нефти регулярно прогнозируют и планируют с 1950-х гг., ввиду истощения запасов нефти и увеличения доли в энергобалансе других источников энергии. До 50 % всей добываемой в мире нефти идет на автомобильное топливо, до 8 % – на нужды водного и воздушного транспорта и всего до 42 % нефти используется в нефтехимической, синтезирующей промышленности, фармацевтике, тепловых электростанциях, при производстве потребительских товаров и продуктов питания [1].

В настоящее время большое влияние человечества на природу угрожает восстановительным и очищающим функциям биологической сферы (биосфера), разрушает экологически безопасное развитие – основные восстановительные источники и биохимические циклы и, в конце концов, создает локальные и глобальные экологические катастрофы, резко уменьшающие экологические ресурсы. К наиболее масштабным трансформациям природных систем относится изменение биосферы и ее составляющих, благодаря техногенным сливам в гидросферу, в частности к наиболее вредным относятся разливы нефти и нефтепродуктов [1].

Общее загрязнение гидросферы в количественном выражении в мире до 15 Гт/год, которое разрушает экологически безопасное развитие гидросферы. Большинство техногенных, нефтяных загрязнений – разливов, вследствие морских течений, распространяются до регионального уровня. Авария с катастрофическим разливом нефти (РН) в Мексиканском заливе впервые показала реальную возможность глобального катастрофического, разрушающего влияния разливов нефти на развитие гидросферы большей части залива и окружающую природу. Анализ длительной, трудоемкой, опасной, очень дорогой операции по ликвидации последствий этой катастрофы значительно повысил актуальность создания новой технологии и оборудования для быстрой и эффективной ликвидации данных разливов [2, 3].

Анализ образования разливов нефти

Разлив и распространение нефти и нефтепродуктов на акваторию – в море, океан, озеро, реку – является сложным, многофакторным процессом, с нестабильными межфакторными связями. Нефть – горючая, маслянистая жидкость, со специфическим запахом, распространенная в осадочной оболочке Земли и являющаяся, на современном этапе технического развития человечества, важнейшим полезным ископаемым, ежегодная добыча, транспортировка и переработка которого измеряется миллиардами тонн, с соответствующими утечками, потерями и мощными аварийными выбросами. Нефть и горючий газ образуются на глубинах от 1,2 до 2 км, выделяясь с глубин естественным путем под воздействием пластового давления, нефть вблизи земной поверхности преобразуется в густую мальту, полувердый асфальт. Поэтому нефть в естественном, глубинном виде, попадая на поверхность Земли, несовместима с современной экологией и наносит ей громадный, часто непоправимый ущерб [1, 3, 4].

Нефть и нефтепродукты являются сложными углеводородными химическими соединениями, с плотностями в относительно небольшом диапазоне от 700 до 900 кг/куб.м и состоящими из алканов, циклоалканов, ароматических углеводородов – аренов, содержащих кислород, серу, азот. Благодаря своим физико-химическим свойствам, нефть и нефтепродукты (именуемые в дальнейшем нефть) в воде могут существовать на акватории в виде пленок, взвешенных капель или капель, прилипших ко дну, берегу. Наиболее распространены и экологически опасны нефтяные пленки на поверхности воды [1, 2].

Нефтяная пленка на поверхности водоема переносится течением, ветром и волнами, а также самопроизвольно растекается под действием силы тяжести и турбулентной диффузии. Из пленки быстро испаряются летучие компоненты, а часть химически активных компонентов

растворяется в воде. Волны частично разбивают нефтяную пленку, уменьшая ее площадь, но мелкие капли, погрузившиеся в толщу воды, сливаются, образуя крупные капли, которые всплывают и сливаются с пленкой. При этом образуются водонефтяные эмульсии, содержащие до 80 % воды и относительно устойчивые – долгоживущие, увеличивающие до двух–четырех раз объемы РН и, соответственно, снижающие вязкость и плотность нефти. В прибрежных зонах нефть волнами выбрасывается на берег, что многократно увеличивает затраты на сбор и нейтрализацию нефти [2, 3].

Прямое воздействие солнечного света приводит к фотоокислению – химическому разложению нефти на биологически безвредные компоненты. Морская флора и животный мир способствуют биологическому распаду нефти, осевшей на дно, что также приводит к переработке и расщеплению нефти на биологически безвредные компоненты. Большинство типов нефти при относительно небольших разливах, измеряемых не более чем десятками и сотнями килограмм, сравнительно быстро – в течение нескольких дней – рассеиваются под воздействием природных процессов испарения, растворения и диспергирования. В зависимости от температуры, обстановки на море и масштабов разлива, легкие нефтепродукты ликвидируются естественным путем за 1–2 дня, легкие нефти – за 2–5 дней, нефти средней плотности – за 5–10 дней. Тяжелые нефти, нефтепродукты, особенно парафиновые, осаждаются на дно и сохраняются в течение недель и месяцев. Однако естественный потенциал водоемов по самоликвидации экологических катастроф имеет свои определенные пределы. При больших аварийных разливах нефти, измеряемых тоннами, тем более десятками, сотнями и тысячами тонн, необходима оперативная, эффективная помощь для предотвращения экологических, крупномасштабных катастроф [4, 5].

Описание процесса растекания нефтяного пятна

Процессам растекания нефтяного пятна посвящено множество научных работ [2, 3], и при этом выявлены основные закономерности распространения РН. На первых этапах разлив распространяется в основном под влиянием силы тяжести слоя первоначально разлитой нефти, при этом увеличивается площадь пленки и, соответственно, уменьшается ее толщина, и этот механизм распространения действует пока силы тяжести – давление слоя пленки превышает силы инерции, характеризуемые вязкостью пленки. Характерная толщина нефтяной пленки около 1 мм, что обеспечивает ее стабильность и продолжительное «время жизни». В такой пленке градиент скорости много (в 15–20 раз) меньше градиента скорости в воде и поэтому вязкие течения распространяются на всю толщину пленки. Затем распространение пленки происходит под действием волн и течений – при этом силы поверхностного натяжения превышают силы инерции. На последней стадии распространения пленки закон изменения площади уже не зависит от объема разлитой нефти. Реально площадь пленки имеет пределы увеличения, так как при растекании меняются физико-химические свойства пленки и в результате плотность и вязкость нефти растет, а суммарное поверхностное натяжение убывает на границе раздела вода, нефть, воздух. На определенной стадии поверхностное натяжение меняет знак и растекание прекращается. Затем поведение нефти – рост размеров пленки определяется лишь турбулентной диффузией. Дальнейшее поведение нефти зависит от индивидуальных физико-химических свойств сорта нефти и гидрометеоусловий: ветра, волнения, температур воды и воздуха, солнечного излучения, солености моря. При этом отмечены основные виды распространения нефти: в виде локальных, плотных, долгоживущих пятен, в виде крупномасштабных эмульсий типа «нефть в воде» или «вода в нефти», нефтяные пятна увеличивают свою плотность и тонут вследствие интенсивного испарения и выщелачивания [1, 6].

Существует достаточно большое количество моделей нефтяных разливов, которые можно разделить на траекторные, описывающие дрейф нефтяных пятен только правильной формы под действием ветра и течений; физико-химические, описывающие трансформацию нефтяных пленок под различными видами воздействий. Эти модели справедливы лишь

в частных случаях и диапазонах масштабов, исследованных экспериментально. Известные модели распространения нефтяных пятен [6] на базе асимптотических зависимостей или автомодельных решений [7] для первых двух этапов распространения пятна – инерционно-вязкого и поверхностного натяжения. Как правило, эти модели основаны на упрощении, что пятно имеет правильную форму, однако не могут описать реального, несимметричного растекания нефтяных пятен в поле ветра и течений или при долговременном вытекании нефти из аварийного танкера [7].

Дрейф нефтяной пленки при отсутствии волнения происходит под действием ветра, при этом скорость дрейфа не превышает 3–4 % от средней скорости ветра на высоте 10 м. Ветровой дрейф приводит к вытягиванию нефтяного пятна по ветру, что определяется небольшой разницей скоростей между верхней и нижней поверхностями пленки. Специфически воздействует на нефтяные пленки циркуляция Лэнгмюра [2], состоящая из вихря с горизонтальной осью в приповерхностном слое моря. Пятно нефти под таким воздействием преобразуется в вытянутые ветровые полосы [1, 2, 4].

С точки зрения нанесения возможно большего экологического ущерба наиболее важным процессом является растворение нефтяной пленки в воде. Однако учитывая баланс масс нефтяного разлива, испарение незначительно, и поэтому не играет существенной роли в динамике разлива нефтяной пленки. Поэтому в большинстве моделей растворение не учитывается.

Преобразование нефтяных пятен – последствий РН

В течение первых нескольких часов после образования нефтяного разлива основную роль в уменьшении массы разлитой нефти играет испарение. Скорость этого процесса определяется следующими параметрами: физико-химическими свойствами нефти, отрезком времени от начала разлива, температуры воды, скорости ветра, волнения моря. Скорость испарения легколетучих компонентов зависит от их процентного содержания в сырой нефти, температуры нефти, толщины и площади слива, воздействия ветра и волн. Способность данного сорта нефти к испарению характеризуется ее дистилляционными кривыми, выражаяющими соотношение температур и объемной или весовой доли нефти, которая может быть испарена при данной температуре. Скорость испарения заметно, но немного увеличивается с увеличением температуры и скорости ветра [4, 7]. Испарение легких фракций, соответственно, уменьшает объем, увеличивает плотность и вязкость нефти. На протяжении первых 24 ч после разлива большинство сырых сортов нефти испаряют большую часть своих легких компонентов, что составляет до 25–30 % от их массы. После этого скорость испарения резко снижается [3, 8].

Испарение, повышая вязкость нефти, снижает ее потенциальную способность проникать в поры сорбента и, соответственно, скорость и полноту локализации и утилизации нефтяной пленки, увеличивая, в свою очередь, экологический ущерб. Очевидно – чем быстрее будут напылены гранулы сорбента в нефтяную пленку по всей ее площади, тем быстрее и эффективнее завершится операция утилизации и тем меньше будет экологический ущерб. Для расчета испарения используются псевдокомпонентный и аналитический методы расчета [5–7]. Псевдокомпонентный основан на представлении о нефти, как наборе углеводородных компонентов, сгруппированных по молекулярной массе или по точке кипения. В аналитическом методе давление паров испаряемой нефти вычисляется как функция температуры испаренной массы или объема.

При поверхностном разливе нефти и нефтепродуктов в море сначала, как правило, формируется пятно загрязнений в виде тонкой пленки, передвигающейся под влиянием ветра и течений. Процессы испарения и растворения нефти уменьшают массу нефтяного пятна на поверхности. Волны разрушают и дробят нефтяную пленку на капли, вовлекаемые турбулентными волновыми завихрениями вглубь моря. Возникающие в результате разницы

удельных весов нефти и воды, силы плавучести поднимают капли на поверхность моря, где они формируются в виде удлиненного, спутного следа за основным пятном. На мелководье дисперсная (раздробленная) часть нефтяного разлива загрязняет придонный верхний слой. Например, при аварии танкера «Braer», произошедшей в 1993 г. на мелководье в районе Шетландских островов, из 30 000 т разлива шторм перемешал до 40 % по всей толщине слоя воды на мелководье [1, 9]. Эта взвесь переносилась течениями в направлении, противоположном существующему ветру. В результате до 15 % от общего разлива осело и загрязнило дно на мелководье, что нанесло самый большой экологический ущерб. При этом образуется водонефтяная эмульсия в приповерхностном слое воды и диспергированная нефть может разбавляться до низких концентраций.

Экологический ущерб от РН на воде

Тонкое диспергирование РН сильно усугубляет экологический ущерб, особенно для наиболее чувствительных к загрязнениям природных компонентов водорослей, моллюсков и рыб. Наиболее вредны капли малого размера, не всплывающие, а надолго остающиеся в воде [1, 8, 10]. В работе [1] оценена потеря массы из поверхностного нефтяного слива за счет дисперсии, в частности, показано, что тонкие нефтяные пленки с малыми значениями вязкости и поверхностного натяжения будут диспергироваться в приповерхностном слое быстрее, чем толстые пленки с высокими значениями данных показателей.

Эмульсификация нефти – вовлечение капель воды в нефть с образованием эмульсии воды в нефти. Способность нефти образовывать эмульсии связана с долей асфальтенов в составе нефти, а устойчивость такой эмульсии определяется количеством восковых соединений. В результате эмульсии объем нефтяного пятна может увеличиваться до 3–4 раз, а также увеличивается плотность и вязкость эмульсии – «шоколадного пятна» [2].

Большое значение для загрязнения окружающей среды играет сорбция. Капли нефти, попавшие в воду под действием разрушающих волн, могут быть адсорбированы частичками взвешенных наносов, донных отложений и окружены частичками мелкого песка или глины. Нефть может обволакивать частички взвеси, капля нефти и песчинка могут быть скреплены друг с другом. Образование соединений нефти и взвеси приводит к уменьшению плавучести капель нефти, вплоть до отрицательных значений плавучести – в результате частички нефти быстро оседают на дно. Сорбция значительно влияет на распространение РН и увеличивает загрязнение дна в мелководных прибрежных районах, особенно в штормовую погоду, когда близ берега происходят наиболее опасные аварии для окружающей среды [3].

Экологический ущерб от РН на побережье

Наибольшую экологическую опасность представляют аварийные разливы с возможным загрязнением береговой линии. Как было показано выше, нефть, находящаяся вдали от берега, подвергается естественным процессам разложения и выветривания и постепенно ее экологическая опасность снижается – море перерабатывает нефть за счет своих значительных биологических ресурсов. Выброс нефти на побережье, особенно в первые часы после разлива, наносит наибольший ущерб флоре, фауне (растительному и животному миру), рекреационным зонам, портам, прибрежным сооружениям. Путь и характер движения нефтяного пятна при подходе к берегу сильно зависит от типа и профиля береговой линии. Для более быстрого принятия решений по ликвидации последствий аварии и для моделирования этих сложных процессов ввели классификацию типов берега [7, 11]. В зависимости от типа береговой линии принимаются решения о способах очистки и локализации разлива с помощью боновых заграждений или разброса адсорбирующих материалов. Для отмывания нефти с берега пользуются набором эмпирических констант, соответствующих выбранному типу берега:

1) узкие полоски бетона, облицовывающие береговой обрыв – создают эффект отражения волн, что удерживает большую часть нефти в отдалении от берега, практически устраняет опасность загрязнения и очистка не требуется;

2) волноприбойные платформы – нефтяная пленка смывается волнами, большая часть нефти удаляется только за несколько недель;

3) глинистые берега – нефть обычно не проникает в осадочные отложения и тем самым облегчается и является эффективным механическое удаление нефтяного загрязнения. Если эта операция не проводится или проводится некачественно, то нефть может оставаться на побережье до нескольких месяцев, постоянно загрязняя окружающую среду и выделяя сильный запах, особенно в солнечную погоду;

4) песчаные берега с крупнозернистым песком – нефть может просочиться и быстро уйти в песок вниз на глубину до метра, что увеличит трудоемкость и срок ликвидации загрязнения;

5) открытая плотная отливно-приливная полоса – большая часть нефти не прилипнет и не проникнет внутрь плотной отливно-приливной полосы. Меры по очистке загрязнения, как правило, не осуществляются;

6) смешанные песчано-гравийные берега – нефть может быстро проникнуть через такой береговой слой и остаться внизу как постоянный источник сильного загрязнения. При умеренной и низко активной окружающей среде нефть может оставаться годами, загрязняя экологию;

7) гравийные берега – аналогично предыдущему пункту, при очистке от загрязнения основное внимание к местам полного прилива и отмелей;

8) защищенные от волнения скалистые берега – в зоне сниженного волнового воздействия нефть может оставаться многие годы;

9) защищенные от волнения приливно-отливные полосы – зоны высокой биологической активности и низкой, волновой энергии, нефть может оставаться на месте годами, постоянно загрязняя окружающую среду, причем интенсивность загрязнения меняется в зависимости от температуры воды. Защиту этих зон следует проводить в первую очередь, используя боновые заграждения и сорбенты;

10) солончаки, мангровые заросли – наиболее продуктивные из водных сред, где нефть может оставаться на месте годами, отравляя окружающую среду. Защищаются такие зоны с помощью бонов или сорбентов [4, 5, 7, 12].

В результате действия солнечного света на нефтяную пленку происходит фотоокисление – химическое разложение некоторых компонентов нефти с образованием безвредных, растворимых в воде веществ. Однако влияние фотоокисления на общий массовый баланс и на химические свойства невелико в течение первых нескольких дней [8, 9].

Биодеградация – биологический распад – наиболее естественный и безопасный способ утилизации нефти и нефтепродуктов, когда разливы относятся далеко в море и постепенно оседают на дно, при этом процесс биораспада может продолжаться до нескольких месяцев и даже лет [10, 13, 14]. Для ускорения биораспада над нефтяными пленками распыляют дисперсанты – химически активные вещества, значительно изменяющие химические свойства нефтяной пленки, для ее быстрого разложения, диспергации и осаждения на дно, загрязнение которого считается более предпочтительным, чем береговой зоны. Это мнение основано скорее всего на том, что последствия загрязнения дна менее видны, чем загрязнения берега. Нет исследований, доказывающих меньший вред от загрязнения дна, чем побережья, хотя бы в отдаленной перспективе. Механизм биодеградации лег в основу метода восстановления окружающей среды – «биоремедиации» путем искусственного ускорения естественного распада нефтяной пленки, скорость которого весьма мала и длительность процесса измеряется месяцами, зависит от химических свойств нефти и от биологической активности донных фауны и флоры [6, 7, 11, 14].

Обсуждение результатов системного анализа

Велик ущерб экологии множества стран мира от ежедневных аварий с РН на акваториях малых и средних рек, морей, океана. Ежегодно фиксируются тысячи локальных разливов, наиболее часто в гаванях морских портов, пропорционально числу заходящих и выходящих судов, вблизи нефтяных терминалов и морских нефтепромыслов, пропорционально количеству перегружаемых и добываемых нефтепродуктов. Наиболее крупные разливы случаются при пожарах на морских платформах с нефтедобывающими скважинами и авариях супертанкеров, перевозящих десятки тысяч тонн нефтепродуктов [4, 12]. В акваторию Мирового океана поступают 10^7 – 10^8 т нефти и нефтепродуктов ежегодно: 1) бытовые и промышленные стоки – 37 %, 2) регулярные РН от плавающих кораблей и судов – 33 %, 3) аварийные РН – 12 %, 4) с атмосферными осадками – 9 %, 5) фильтрация из природных источников – 7 %, 6) РН при авариях-геологоразведке, нефтедобыче – 2 % [9, 13]. Реально новой техникой возможно ежегодно снижать РН по пп. 2,3,6=47 %. Аварийные РН наиболее опасны в прибрежной части акватории – они непредсказуемы, локальны, концентрированы и создают долго ликвидируемые и не ликвидируемые естественным способом экологические ущербы. Последние – РН с 10^6 – 10^7 \$ прямыми и 10^9 – 10^{10} \$ косвенными убытками: танкер «Брайер» у Шетландских островов РН=80 000 т, 1993 г.; танкер «Престиж» у испанского берега РН=2 000 т, 2003 г.; танкер «Волгонефть-139» Керченский пролив РН=2000 т, ноябрь 2007 г.; танкер на Балтике у Гданьска, Польша РН=300 т, январь 2008 г.; морская нефтедобывающая платформа «Deep Water Horizon» в Мексиканском заливе, разлив составил РН=500 000 т – первая в истории глобальная катастрофа, май 2010 г. [1]. Как правило, все крупные разливы являются последствиями непотушенных достаточно быстро пожаров и не предотвращения их перехода во взрыв. Например, катастрофический разлив на «Deep Water Horizon» является прямым следствием возгорания, отсутствия на платформе пожарной техники, способной справиться с пожаром и позднего прибытия пожарных кораблей. Их интенсивности тушения уже не хватило для тушения пожара и предотвращения его перехода во взрыв.

Проведенный анализ позволяет выделить стадии образования и распространения крупных разливов по степени их опасности в сочетании с техникой, способной их ликвидировать:

- 1 – возгорание эффективно подавляется только автоматической системой пожаротушения или эффективными огнетушителями у рабочих или дежурных;
- 2 – развитый пожар подавляется только пожарными машинами или кораблями;
- 3 – взрыв с разрушением нефтесодержащих насосов, трубопроводов, емкостей – открывающий путь РН, нет эффективных средств предотвращения взрыва;
- 4 – РН на акватории, локализуется с помощью боновых заграждений и ликвидируется с помощью специальных нефтесборочных кораблей;
- 5 – распространение РН по побережью – не имеется эффективной техники ликвидации нефти на песчаных пляжах, тем более на каменистом побережье.

Наиболее опасны в отношении экологического ущерба крупные РН на море от танкеров и нефтедобывающих морских платформ. Основная причина крупных разливов – авария с последующим возникновением пожаров, переходящих в разрушительный взрыв. Достаточно хорошо развиты системы слежения и оповещения, в частности, возгораний, пожаров, взрывов и разливов. Целесообразно повысить скорость, эффективность, масштаб действия техники тушения пожаров, локализации и ликвидации разливов нефти на всех стадиях их возникновения и развития [15, 16].

Литература

1. Исаев Г.В., Овсиенко С.Н. Распространение вязкой пленки на поверхности моря // Метеорология и гидрология. 1983. № 2. С. 74–81.

2. Карюхина Т.А., Чурбанова И.С. Химия воды и микробиология. М.: Стройиздат, 1993. С. 185.
3. Коротенко К., Мамедов Р. Моделирование процесса распространения пятен нефти в прибрежной зоне Каспийского моря // Океанология. 2001. № 41. С. 42–52.
4. Cough P.S., Zwarts F.J. Modeling heterogeneous two-phase reacting flow // AIAA Journal. 1989. V. 17. № 1. P. 17–25.
5. Ergin S. Fluid flow through packed columns // Chemical engineering progress. 1952. V. 48. № 2. P. 89–94.
6. IPIECA. A Guide to Contingency Planning for Oil Spills on Water. Report Ser. Vol. 2: London IPIECA, 2000. 30 p.
7. Maderich V., Brovchenko I. Oil Dispersion by breaking waves and currents // Sea Technology. 2005. 46. № 4. P. 17–22.
8. Witmen K.G. Not Quite Simper Paratus. The Bulletin U.S. Coast Guard Academy Alumni Association, May/June, 1999.
9. Tan S.K., Yao A.F. Recognition and measurement of dispersed oil droplets in water column // Journal of Hydraulic Research. 2001. 39. № 1. P. 99–103.
10. Torud, pommid ja labidad – plahvatuslik tuletorjetechnoloogia // Inseneeria. 2014. P. 14–20.
11. Korotenko K.A., Mamedov R.M., Moores C.N.k. Prediction of the Transport and Dispersal of Oil in the South Caspian Sea Resulting from Blowouts // Environmental Fluid Mechanism. 2002. 1. P. 383–414.
12. Thorpe S. Langmuir Circulation and the Dispersion of the Oil Spills in Shallow Seas // Spill Science and Technology Bulletin. 2000. 6. P. 213–223.
13. Щербак М.В., Захматов В.Д. Новые технологии локализации разливов нефти в море // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19. № 6. С. 56–63.
14. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. 648 с.
15. Крымский В.В. Оценка ущерба специалистами в области техногенных и природных чрезвычайных ситуаций // Аудит и финансовый анализ. 2016. № 5. С. 408–411.
16. Крымский В.В. Прогнозирование последствий чрезвычайных ситуаций от аварий танкеров // Таможенные чтения–2015. Евразийский экономический союз в условиях глобализации: вызовы, риски, тенденции: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. / под общ. ред. С.Н. Гамидуллаева. 2015. С. 69–75.

О НЕОБХОДИМОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**О.М. Троянов, кандидат военных наук, доцент;
Ю.В. Рева, кандидат военных наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Показана взаимосвязь культуры безопасности жизнедеятельности, экологической культуры и культуры экологической безопасности. Раскрывается необходимость формирования культуры экологической безопасности в контексте формирования культуры безопасности жизнедеятельности.

Ключевые слова: культура безопасности жизнедеятельности, экологическая культура, культура экологической безопасности, формирование, образование

ABOUT NECESSITY OF FORMATION OF CULTURE ENVIRONMENTAL HEALTH AND SAFETY IN THE HIGHER EDUCATION SYSTEM

O.M. Troyanov; Yu.V. Reva.

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

This article shows the relationship of culture of life safety, environmental culture and culture of environmental safety. The necessity of formation of culture of ecological safety in the context of formation of culture of life safety is revealed.

Keyword: culture of life safety, environmental culture, culture of environmental safety, formation, education

В настоящее время о наличии экологических проблем, в том числе глобального масштаба, знают все. Многих экологические проблемы настораживают своей масштабностью и критичностью.

Повсеместно люди, осуществляя хозяйственную и иную деятельность, оказывают определенное негативное воздействие на окружающую среду. В настоящее время многие, не только ученые, но и управленцы и политики, видят именно в человеке главный фактор, действующий против природы. Однако при этом они не вполне задумываются и не до конца осознают последствия антропогенного, негативного воздействия на природу и не могут представить себе, сколько усилий и времени нужно для того, чтобы восстановить повсеместно разрушенные и поврежденные экологические системы, чистоту почвы, воды и воздуха. Это следствие низкой экологической культуры, культуры экологической безопасности и культуры безопасности жизнедеятельности в целом.

Глобальные экологические проблемы и ситуация глобального экологического кризиса затрагивают все страны мирового сообщества. Жизненно важное, особое значение в решении сложившихся проблем приобретают факторы, связанные с изменением отношения людей к образу жизни в контексте формирования современной культуры безопасности жизнедеятельности, экологической культуры, в том числе культуры экологической безопасности.

Культура безопасности жизнедеятельности, экологическая культура и культура экологической безопасности взаимосвязаны, имеют единую направленность и являются важной неотъемлемой частью общественной культуры и культуры личности. Следует отметить, что в настоящее время в России и, в частности в крупных городах (Москве, Санкт-Петербурге), потребность в безопасности и уверенности в завтрашнем дне стала одной из доминирующих потребностей для людей, общественных коллективов, организаций, предприятий [1].

Потребность в безопасности, культура безопасности жизнедеятельности многогранны. Одной из граней культуры безопасности жизнедеятельности является культура экологической безопасности, которая, в свою очередь, основывается на экологической культуре.

Экологическая культура – широкое, комплексное понятие, объединяющее ценностный и деятельностный компоненты. Ценностный компонент экологической культуры включает материальные и духовные ценности общества экологической направленности и экологического характера. Деятельностный компонент составляют способы и приемы деятельности людей, которые, как правило, не воздействуют негативно на окружающую среду, обеспечивают

сохранение природной среды, природных ресурсов, благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности.

В правовой системе Российской Федерации нет отдельного закона «Об экологической культуре» и на федеральном уровне не дано специального законодательного определения понятия «экологическая культура». Тем не менее оно достаточно активно используется наряду с понятиями «экологическое воспитание», «экологическая ответственность», «экологические ценности» [2].

Экологическая культура является особенной составляющей общей культуры общества. В ней как на фотографии отражается и становится зерном экологически значимая часть образа жизни людей, гармонично сочетается экологически осознанное взаимодействие общества с окружающей средой, сознательное отношение людей к природе и их практическое участие в рационализации природопользования, экологизации хозяйственной и иной деятельности, восстановлении разрушенных и поврежденных экологических систем, охране и защите окружающей среды.

В процессе развития экологическая культура общества оказывает взаимное влияние на общественное сознание и, как следствие, на формирование безопасного отношения людей к природе, экологически безопасного поведения. Она определяет мировоззренческий аспект решения проблем экологически безопасного, гармоничного существования людей и природы, человечества в целом в условиях повсеместно нарастающей экологической опасности, практически в обстановке глобального (о чем свидетельствуют результаты исследований многих известных экологов и с чем уже соглашаются многие политики с мировыми именами) экологического кризиса.

Таким образом, процесс углубления глобальных экологических проблем поставил мировое сообщество перед необходимостью осознания того, что для выживания и дальнейшего существования человеческой цивилизации необходимо повсеместно на Земле обеспечить экологическую безопасность, создать и поддерживать условия гармоничных взаимоотношений между обществом и природой, условия устойчивого развития. Такое осознание напрямую связано с формированием культуры экологической безопасности.

Культура экологической безопасности – это, во-первых, обычаи, традиции, нормы и правила поведения, сформированные людьми в процессе их общественно-исторической практики в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности как важнейшего элемента безопасности жизнедеятельности в целом.

Во-вторых, культура экологической безопасности обуславливает экологически осознанную деятельность людей, такое их поведение, которое направлено на предупреждение, устранение или, по крайней мере, минимизацию экологических опасностей, угроз и рисков.

В-третьих, культура экологической безопасности является важной составляющей как экологической культуры, так и культуры безопасности жизнедеятельности.

В-четвертых, в культуре экологической безопасности отражается уровень, качество экологической образованности людей как совокупности их знаний, умений, навыков экологической направленности, экологической компетенции в области культуры безопасности жизнедеятельности.

Особо следует отметить, что экологическая безопасность является одним из элементов национальной безопасности.

Формирование экологической культуры, совершенствование экологического образования и воспитания, формирование культуры экологической безопасности в настоящее время в России реализуется как одна из главных задач государственной экологической политики. Данное положение закреплено на федеральном уровне в утвержденных Президентом Российской Федерации от 30 апреля 2012 г. «Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Формирование экологических знаний и культуры приобретает актуальность, поскольку неграмотность населения в экологических вопросах пагубно, угрожающим образом влияет не только на окружающую среду, но и на интеллектуально-духовную жизнь каждого. Из-за

экологической неграмотности, безответственного поведения людей, в том числе и многих чиновников (которые не получили достаточного образования в сфере экологии), имеются громадные потери материальных ресурсов, столь необходимых для обеспечения нормальной жизни населения, утрачиваются средства и опора для сохранения и укрепления здоровья подрастающего поколения [3].

Требования и задачи по формированию экологической культуры законодательно закреплены в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» в гл. XIII, которая так и называется «Основы формирования экологической культуры». Данный закон определяет необходимость всеобщности и комплексности экологического образования. Статья 71 закона, имеющая соответствующее название «Всеобщность и комплексность экологического образования», регламентирует следующие конкретные требования: «В целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды устанавливается система всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя общее образование, среднее профессиональное образование, высшее образование и дополнительное профессиональное образование специалистов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма».

Таким образом, в высших учебных заведениях, в том числе в Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России, должны быть предусмотрены дисциплины или модули экологической направленности по всем направлениям и специальностям высшего образования (независимо от уровней и форм обучения).

Экологическое обучение должно быть предусмотрено также в системах дополнительного образования, переподготовки и повышения квалификации. Здесь уместно привести требования ст. 73: «Подготовка руководителей организаций и специалистов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности» Федерального закона «Об охране окружающей среды», – «...специалисты, ответственные за принятие решений при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, должны иметь подготовку в области охраны окружающей среды и экологической безопасности».

На сегодняшний день в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России в общем состоянии экологического образования и в частности решение задач по формированию экологической культуры и культуры экологической безопасности в образовательном процессе отвечает современным требованиям. В процессе преподавания в первую очередь экологических дисциплин «Экология», «Экологическая безопасность», а также таких дисциплин, как «Безопасность жизнедеятельности», «Основы первой помощи», «Основы сервиса безопасности», «Производственная санитария и гигиена труда» и др., профессорско-преподавательский состав кафедры «Сервис безопасности» использует все возможности для формирования у обучающихся университета культуры безопасности жизнедеятельности, экологической культуры и культуры экологической безопасности для привития будущим специалистам ГПС МЧС России твердой жизненной позиции, обеспечивающей культуру безопасного поведения во всех сферах предстоящей им профессиональной деятельности.

Литература

1. Экологическая культура – основа решения экологических проблем: аналит. доклад / под общ. ред. нач. Аналитического управления Аппарата Совета Федерации В.Д. Кривова // Аналитический вестник Совета Федерации. 2013. № 12 (496). 104 с.
2. Струев В.П. Роль и значение экологического образования в формировании экологической культуры общества // Педагогика высшей школы. Международный журнал. 2016. № 2 (05).
3. Крейтор В.П., Троянов О.М., Рева Ю.В. Основы сервиса безопасности: учеб. пособие / под общ. ред. Э.Н. Чижикова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2016. 124 с.

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ СТРУКТУРЫ И ИНТЕНСИВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ УСЛОВИЯХ УЯЗВИМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

**В.Н. Ложкин, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

М.А. Косовец;

С.В. Мальцев.

**Дальневосточная пожарно-спасательная академия –
филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России**

Автомагистрали городов являются мощными источниками техногенной нагрузки, оказывающих существенное влияние на придорожную среду. Интенсивное загрязнение воздуха в больших городах обусловлено быстрым ростом численности транспортных средств и отставанием темпов развития дорожно-транспортной сети. Это приводит к возникновению заторных ситуаций, когда двигатели работают в режимах малых нагрузок и холостого хода, характеризующихся повышенным расходом топлива и выбросами. Экологическая опасность загрязнения крупных городов стала одной из актуальных проблем современности. В связи с этим существует потребность в постоянном мониторинге содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для оценки уровня загрязнения придорожной среды в зависимости от состава транспортного потока, дорожных и атмосферных условий.

Ключевые слова: автотранспортные средства, транспортный поток, выбросы загрязняющих веществ

ON THE LAWS OF THE STRUCTURE AND INTENSITY OF MOTOR TRANSPORT FLOWS IN EMERGENCY CONDITIONS OF POPULATION

V.N. Lozhkin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

M.A. Kosovets; S.V. Maltsev.

Far East fire and rescue academy – branch of Saint-Petersburg university of EMERCOM of Russia

Highways of cities are powerful sources of anthropogenic load that have a significant impact on the roadside environment. Intensive air pollution in large cities is due to the rapid growth in the number of vehicles and the lagging pace of development of the road and transport network. This leads to congestion when the engines are operating at low loads and idling, characterized by increased fuel consumption and emissions. The environmental risk of pollution in large cities has become one of the urgent problems of our time. In this regard, there is a need for continuous monitoring of the content of pollutants in the air to assess the level of pollution of the roadside environment, depending on the composition of the traffic flow, road and atmospheric conditions.

Keywords: motor vehicles, traffic, pollutant emissions

Экологическая опасность загрязнения крупных городов стала одной из актуальных проблем современности [1]. Методы оценки измерителей влияния и уровней загрязнения придорожного пространства регламентированы соответствующими законодательными актами России и нормативно-методическими документами [2, 3].

Получение информации о загрязнении воздушной придорожной среды вредными (загрязняющими) выбросами автотранспорта возможно двумя путями:

- экспериментальными измерениями параметров, характеризующих качество воздуха вблизи объектов транспортной инфраструктуры;
- расчетом выбросов загрязняющих веществ в атмосферу передвижными источниками (для отдельных магистралей, элементов улично-дорожной сети, транспортных объектов и, в целом, городских агломераций).

Для решения задач, связанных с моделированием и прогнозированием загрязнения атмосферы транспортными потоками, наиболее перспективным является использование расчетных методов. В европейских странах для расчетов концентраций используются методики, рекомендованные Международным агентством по атомной энергии, в которых за основу взята эмпирическая модель Пасквила-Гиффорда [4], которая применима в масштабах расстояний до 10 км. В основе модели – представление изменения концентрации примесей, выбрасываемых непрерывным источником в атмосферу, гауссовым распределением по вертикали и в поперечном к ветру направлении. Вероятные атмосферные метеорологические ситуации ранжируются по шести классам устойчивости, распределение скорости ветра моделируется функцией, зависимой от высоты. Базисной информацией модели являются обобщенные многочисленные экспериментальные данные.

В нашей стране распространены модели на основе теории турбулентной диффузии примесей в стратифицированной атмосфере [3, 5], которые положены в основу отраслевого стандарта, который действует и используется, в том числе, и для расчетов загрязнения атмосферы выбросами от автотранспорта [3].

При определении уровня загрязнения придорожной среды выбросами от транспортного потока необходимо учитывать ряд особенностей:

- узкую линейную локализацию выбросов вдоль дорог;
- неоднородность плотности и состава (морфологии) транспортного потока, закономерно изменяющихся во времени: как и интенсивность, зависит от времени года, дня недели, времени суток;
- значительную пространственную изменчивость характеристик потока, которые определяются удаленностью от крупных населенных пунктов, видом покрытия дорожного полотна, ландшафтом местности;
- приземное расположение источников замедляет рассеивание выбросов в атмосфере.

Для оценки уровня загрязнения придорожного пространства целесообразно использовать всю доступную дополнительную информацию, а именно: результаты ранее проведенных исследований, таких как непосредственные инструментальные и визуальные обследования автомобильной дороги; данные государственных органов по охране окружающей природной среды (метеорологические данные наблюдений на территории, на которой расположена автомобильная дорога); данные Государственной инспекции безопасности дорожного движения и транспортной инспекции; опубликованы данные бюллетеней, ежегодников, карт, справочников, материалов научно-исследовательских, а также проектных организаций и др.

Разработанная авторами методика основана на выявлении закономерностей формирования морфологии состава и структуры транспортного потока применительно к условиям максимальной уязвимости населения в часы пик. Поэтому массовый выброс i загрязняющего вещества транспортным потоком M_i рассчитывается с учетом категории транспортных средств, их экологического класса Евро, вида используемого топлива, реального технического состояния по формуле, мг/с [6]:

$$M_i = \frac{1}{3600} * I * \sum_{jk} (m_{ikpv} * \gamma_{kpi} * k_j),$$

где I – интенсивность транспортного потока, авт./час; m_{ikpv} – удельные выбросы выброса i загрязняющего вещества транспортным средством; k_j – категория экологического класса Евро-0, который использует p вид топлива при v скорости движения транспортного потока, мг/км; γ_{kpi} – доля транспортных средств k категории p вида топлива j экологического класса Евро ($\sum \gamma_{kpi} = 1$).

Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе придорожной среды на расстоянии « x » от оси дороги $C(x)$ определяется по формуле, мг/м³:

$$C(x)_i = \frac{M_i}{\pi * u * \sin \alpha * \sigma_y * \sigma_z} * e^{\left[\frac{H^2}{2 * \sigma_z^2} \right]},$$

где u – скорость ветра, м/с; α – угол между направлением ветра и направления дороги, град; σ_y, σ_z – дисперсия распределения примесей в атмосфере в направлениях y и z , м; H – высота источников выбросов, м (для смешанного транспортного потока $H=0,5$ м).

В качестве исходных данных для расчета выбросов авторы используют результаты натурных наблюдений качественного и количественного состава транспортных потоков и метеорологические показатели.

Обязательно, по данным наблюдений стационарных станций непрерывного контроля качества городской среды, авторами оценивается достоверность полученных результатов для реальных транспортных потоков и вносятся адекватные им корректизы.

Натурные наблюдения характеристик транспортного потока, согласно разработанной методике, необходимо проводить в два этапа:

- 1) выделяется типичный для города участок улично-дорожной сети;
- 2) проводятся одновременно наблюдения интенсивности и состава движения в течение 13 ч (7:00–20:00) и метеорологических условий.

Натурные наблюдения интенсивности и состава транспортных потоков требуется проводить в будние дни недели, так как эти дни характеризуются наиболее устойчивой интенсивностью движения.

Транспортный поток характеризуется максимальной интенсивностью 3 000–4 000 авт./час. Качественный состав по категориям составляет: 85–90 % – транспортные средства категории М1, 7–12 % – транспортные средства категории М2, 1–3 % – транспортные средства других категорий. По виду топлива: 85–90 % – бензиновые двигатели, 15–18 % – дизельные.

Для регистрации CO, NO_x использовался переносной газоанализатор 603 EX01-3М. Работа прибора основана на преобразовании массовой концентрации токсичных газов по принципу электрохимического эффекта. Способ отбора проб диффузный. Для определения концентрации СnНm используется оптико-абсорбционный газоанализатор ГИАМ-315, который предназначен для измерения суммарной массовой концентрации предельных углеводородов C1–C10 (в пересчете на углерод). Способ отбора проб – принудительный, принцип работы – непрерывный.

В работе «Прогноз экстремального загрязнения воздуха водным и автомобильным транспортом: на примере вантовых переходов Санкт-Петербурга и Владивостока» приведены основные исследования опасного загрязнения воздушной среды отработавшими газами двигателей автомобилей и судов в акваториях мостовых переходов [7].

Объект и предмет исследования выбраны актуализировано с целью и задачами научных изысканий (рис. 1).

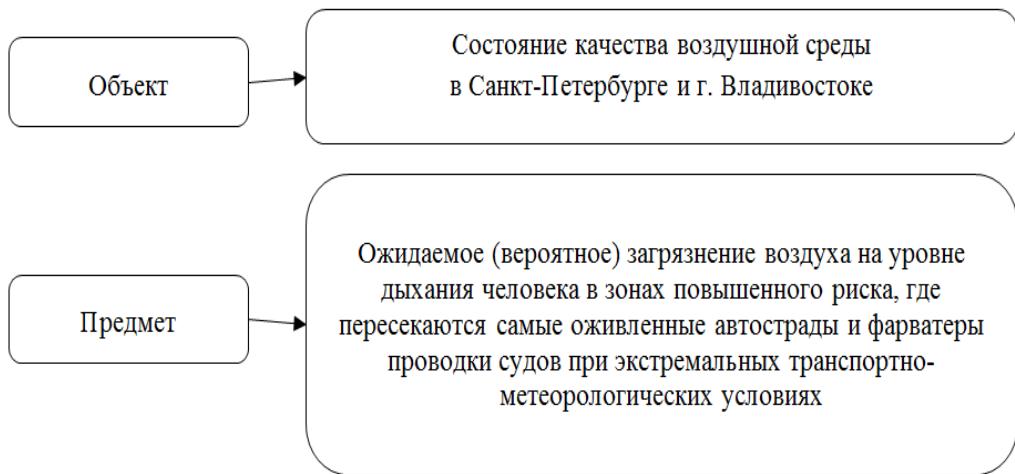


Рис. 1. **Объект и предмет исследования**

Результаты выполненных натурных обследований интенсивности движения автотранспорта приведены в таблице.

Таблица. Результаты обследования интенсивности автотранспортного потока [7]

Дата проведения наблюдения	Время наблюдений (20 мин)	Число автомобилей по категориям					Средняя скорость движения потока, км/ч		
		Л	АМ	$\Gamma_{\geq 12}$	$\Gamma_{>12}$	$A_{>3,5}$	легковые	грузовые	автобусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Большой Обуховский мост (Санкт-Петербург)									
17.03.2016 г.	17:45–18:05	3 122	178	59	151	3	80	70	60
18.03.2016 г.	17:45–18:05	3 213	185	62	165	4	80	70	60
19.03.2016 г.	17:45–18:05	3 102	195	65	161	3	60	70	60
21.03.2016 г.	17:45–18:05	3 305	222	63	175	5	80	70	60
22.03.2016 г.	17:45–18:05	3 040	206	55	145	4	80	70	60
Золотой мост (Бухта Золотой Рог, г. Владивосток)									
20.03.2017 г.	8:00–8:20	1 828	28	9	8	13	60	50	50
21.03.2017 г.	8:00–8:20	1 762	26	13	4	7	60	50	50
22.03.2017 г.	8:00–8:20	1 818	18	15	7	12	60	50	50
23.03.2017 г.	8:00–8:20	1 834	21	6	7	13	60	50	50
24.03.2017 г.	8:00–8:20	1 743	37	21	7	17	60	50	50

Л – легковые; АМ – автофургоны и микроавтобусы до 3,5 т; $\Gamma_{\leq 12}$ – грузовые от 3,5 до 12 т; $\Gamma_{>12}$ – грузовые свыше 12 т; $A_{>3,5}$ – автобусы свыше 3,5 т

Из анализа данных таблицы следует, что интенсивность движения автотранспорта в часы пик по КАД в Санкт-Петербурге через вантовый переход «Большой Обуховский мост» (восемь полос движения) значительно выше, чем по автомагистрали г. Владивосток – о. Русский через переход «Золотой мост» (шесть полос движения).

Экспериментально-расчетные оценки ожидаемого превышения поллютантами ПДК_{МР} в окрестности вантового перехода «Золотой мост» в г. Владивостоке при нормально неблагоприятных метеорологических условиях (ННМУ) для часов пик выявили проблемным загрязнителем диоксид азота (NO₂), превышения до 3–4 раз (рис. 2). Ожидаемые значения концентраций CO, SO₂, формальдегида, бензо(а) пирена, сажи, углеводородов оказались значительно меньше ПДК_{МР}.

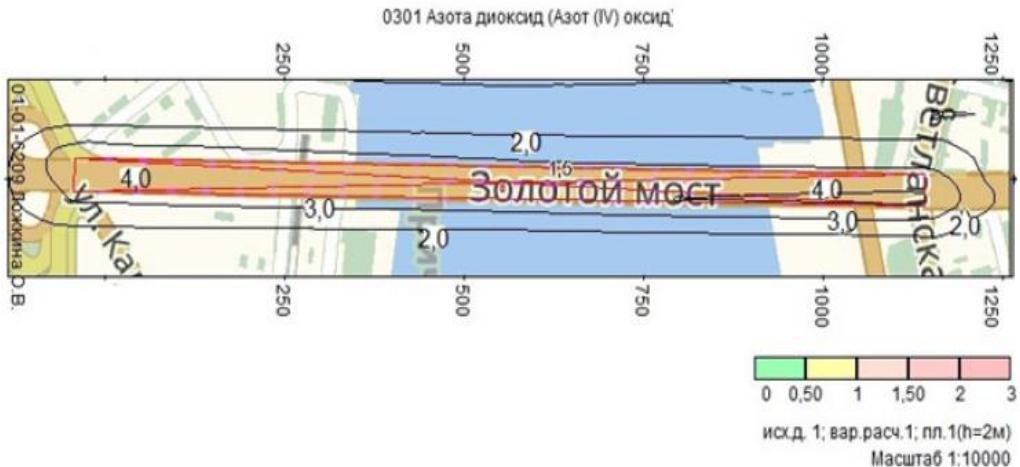


Рис. 2. Ожидаемое для ННМУ загрязнение воздуха NO₂ (в долях ПДК_{МР}) от автомобилей в районе перехода «Золотой мост» (г. Владивосток) в часы пик [7]

Экспериментально-расчетные оценки ожидаемого превышения концентраций поллютантов ПДК_{МР} в окрестности вантового перехода «Большой Обуховский мост» в Санкт-Петербурге при ННМУ для часов пик, аналогично оценкам для г. Владивостока, выявили проблемным загрязнителем диоксид азота (NO₂) со сравнительно несколько большими превышениями – до четырех раз (рис. 3). Ожидаемые значения концентрации сажи до 1,5 ПДК_{МР}; CO, SO₂, формальдегида, бензо(а) пирена, углеводородов оказались значительно меньше ПДК_{МР}.

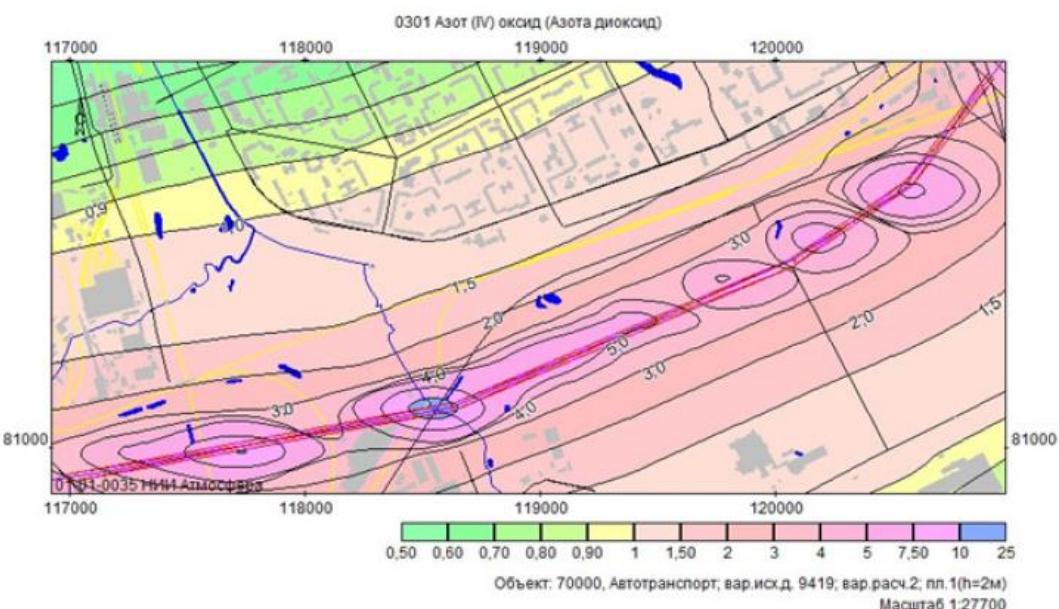


Рис. 3. Ожидаемое для ННМУ загрязнение воздуха NO₂ (в долях ПДК_{МР}) от автомобилей в районе перехода «Большой Обуховский мост» (Санкт-Петербург) в часы пик» [7]

Выводы:

1. Разработана модель и методика прогнозирования состава, структуры (морфологии) и интенсивности движения транспортного потока в периоды чрезвычайно опасной уязвимости городского населения, проживающего в окрестности крупных автомагистралей.
2. Результатами проведенного в Санкт-Петербурге и г. Владивостоке исследования предполагается обратить внимание заинтересованных служб и организаций, включая силы МЧС России, на необходимость контроля закономерно повторяемых, по сути чрезвычайных ситуаций вероятного сверхнормативного локального загрязнения пограничной атмосферно-водной акватории на уровне дыхания человека, обусловленного одновременным комплексным воздействием отработавших газов судовых и автомобильных двигателей.

Литература

1. Экологическое состояние города / А.И. Бондарь [и др.]. К., 2008. 96 с.
2. Общесоюзный нормативный документ «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий – ОНД-86». Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 93 с.
3. ГОСТ 32847–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению экологических изысканий // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 10.11.2018).
4. Bruce Turner D. Atmospheric dispersion estimates – Lewis Publishers, 1994. 90 с.
5. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 93 с.
6. Матейчик В.П., Никонович С.А. Разработка методики определения расхода топлива и массовых выбросов загрязняющих веществ транспортным потоком // Вестник НТУ. 2012. № 25.
7. Ложкин В.Н., Ложкина О.В., Добромиров В.Н. Прогноз экстремального загрязнения воздуха водным и автомобильным транспортом: на примере вантовых переходов Санкт-Петербурга и Владивостока // Вода и экология: проблемы и решения. 2017. № 3. С. 133–145.



ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛИВКИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТЕКЛОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПАЕВ ТОКОПРОВОДЯЩИХ УСТРОЙСТВ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

А.А. Кузьмин, кандидат педагогических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.А. Кузьмин, кандидат технических наук.

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

Необходимым условием сохранения работоспособности токопроводящих устройств в условиях пожара является отсутствие влаги внутри изоляции. Наиболее надежный способ герметизации – заливка торцовой части стеклом. В настоящей работе исследовалось влияние глубины заливки на прочность заделки токопроводящего стержня. Установлено, что изменение геометрии спая не влияет на его прочность, показан пластичный характер разрушения. Представлены результаты контрольного эксперимента на реальном изделии.

Ключевые слова: кабель, токопроводящий стержень, припоечное стекло, прочность спая, бусинковый спай, влажность, герметизация, заливка, нагрузочная способность

THE INFLUENCE OF DEPTH OF FILL ON THE PERFORMANCE STEKLOKERAMICHESKAJA THE JUNCTIONS OF THE CONDUCTING DEVICES IN FIRE CONDITIONS

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

A.A. Kuzmin. Saint-Petersburg state technological institute (technical university)

A prerequisite for the performance of conductive devices is the lack of moisture inside the insulation. The most reliable method of sealing is to pour the front part with glass. In the present work, the effect of the embedment depth on the strength of the sealing of a conductive rod was investigated. It is shown that a change in the geometry of a junction does not affect its strength, and the plastic nature of fracture is shown. A control experiment was conducted on a real product.

Keywords: cable, conductive rod, solder glass, bond strength, bead junction, humidity, sealing, fill, load capacity

Кабели, тоководы и различные токопроводящие устройства широко используются в судостроении, химической технологии, энергетике и других отраслях промышленности. Токопроводящие устройства подразделяются на силовые (рис. 1 а) и управляющие (рис. 1 б).

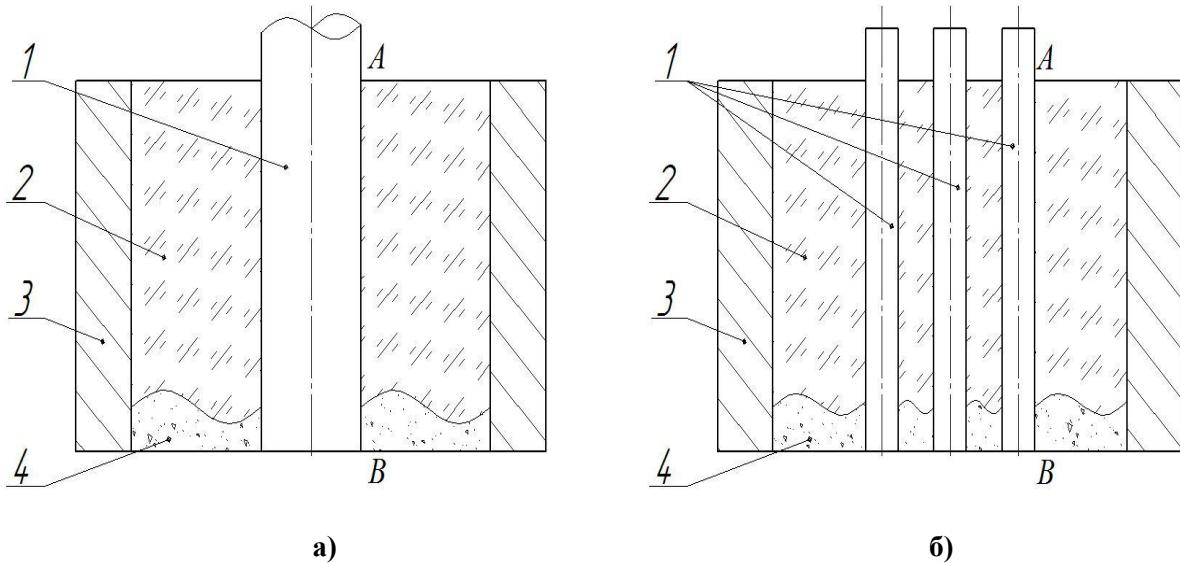


Рис. 1. Конструкции токопроводящих кабелей:

- а) – одножильный; б) – многожильный; 1 – токопроводящий стержень; 2 – стеклянная заливка; 3 – медная оболочка; 4 – магнезия

Силовые кабели, как правило, содержат токопроводящий стержень 1 диаметром несколько миллиметров, электроизоляцию 2, оболочку 3, необходима также герметизация торцевой части 4. Управляющие кабели имеют такую же конструкцию, но содержат несколько жил меньшего диаметра [1]. Основными критериями работоспособности подобных изделий в условиях пожара, когда на изделия могут воздействовать продукты горения и потоки воды, являются прочность, герметичность, термостойкость [2]. В качестве материала токопроводящих стержней ввиду малого сопротивления используется медь. Корпуса и оболочки кабелей могут быть изготовлены из нержавеющих сталей, меди и других материалов. Работоспособность токопроводящих устройств в наибольшей степени обеспечивает электроизоляция. Для обеспечения гибкости кабеля в качестве электроизоляции используют полимеры, порошкообразную засыпку и другие материалы. Хотя засыпка и более термостойка, чем пластмассы, она набирает влагу, поэтому необходима герметизация торцовой части кабеля [3]. Наиболее технологичным способом решения поставленной задачи представляется применение тех же пластмасс, однако, помимо недостаточной прочности и теплостойкости, их газопроницаемость и склонность к старению накладывают свои ограничения [4]. Разработанные в последнее время клеи способны выдерживать высокие нагрузки в тяжелых эксплуатационных условиях [5]. На основе синтетических каучуков созданы устойчивые к агрессивным средам защитные покрытия [6]. В работе [7] показано, что прочность kleевых соединений можно повысить ультразвуковой обработкой. Модификация композиций на основе фенольных олигомеров позволяет значительно повысить их долговечность [8]. Введением наполнителей можно снизить газопроницаемость полимерных композиций [9]. Перечисленные и другие меры позволяют расширить диапазоны применения полимерных изоляторов, однако тепло- и термостойкость, влаго- и газонпроницаемость, прочность полимерных материалов несопоставима с силикатами. В работе [2] рекомендуется применять механически обрабатываемый слюдоситалл. Поскольку обычные машиностроительные технологии распространяются на диаметры от 3 мм и обеспечивают точность от 6 квалитета [10], собирать по посадке ситалловые изоляторы и медные стержни малых диаметров затруднительно. Поэтому наиболее универсальным способом герметизации токопроводящих устройств представляется заливка стеклом. Целью настоящей работы является отработка технологии герметизации

токопроводящих устройств стеклянной заливкой и определение оптимальной глубины этой заливки. Попутно представляется целесообразным исследовать влияние глубины заливки и геометрии контакта на прочность заделки токопроводящего стержня в корпусе. В качестве объекта исследований был выбран силовой кабель с токопроводящим медным стержнем диаметром 10 мм (рис. 2), медной оболочкой и электроизоляцией порошком магнезии на основе окиси магния.

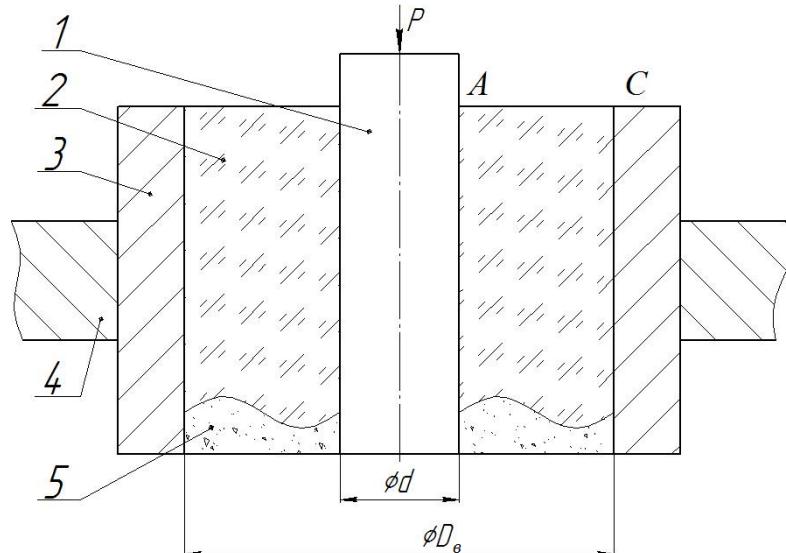


Рис. 2. Узел герметизации:
1 – токопроводящий стержень; 2 – стеклянная заливка; 3 – медная оболочка;
4 – корпус; 5 – магнезия; D_b – внутренний диаметр медной оболочки кабеля;
 d – диаметр токопроводящего стержня

Поскольку магнезия впитывает влагу, герметизация торцовой части необходима. Рекомендуемая технология должна содержать состав стекла, способ и режимы герметизации, а также глубину стеклянного слоя (рис. 3).

В качестве исходного было выбрано применяемое ранее для герметизации стекло следующего состава: PbO – 72 %; CuO – 2,5 %; B₂O₃ – 18 %; CeO₂ – 1,5 %; TiO₂ – 6 %.

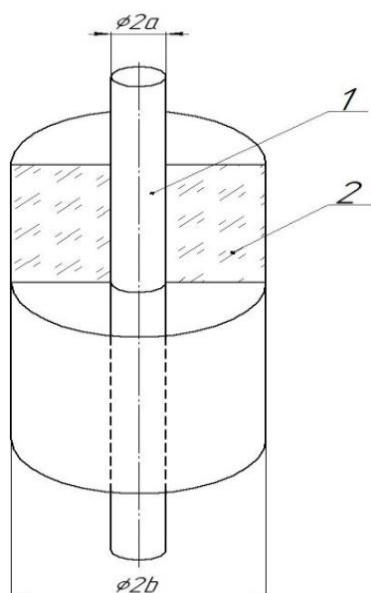


Рис. 3. Бусинковый спай:
1 – токопроводящий стержень; 2 – стеклянный цилиндр

Было испробовано три способа герметизации: таблеткой, засыпкой и заливкой. В первом случае торцовую часть кабеля очищали от магнезии, в свободное пространство помещали спрессованную таблетку указанного состава и верхнюю часть кабеля устанавливали в шахтной печи, плавно поднимали температуру до 550–570 °С, выдерживали при этой температуре в течение 15 мин, затем отключали печь и охлаждали спай вместе с печью. Спай получался пузырчатый, предварительное прокаливание, сушка, варирование временем и температурами положительных результатов не дали.

Кроме того, применение таблеток для многожильных токовводов и кабелей создает дополнительные сложности при сборке, поэтому следующая попытка герметизации была основана на засыпке в очищенную от магнезии зону спаивания стеклянного порошка с его последующим оплавлением и спаиванием. В результате снова получался стеклянный спай, содержащий поры и пузыри. При герметизации заливкой прокатанные пластинки стекла помещали в корундовые тигли и нагревали в печи до температуры 1 000÷1 050 °С. Торец кабеля очищали от магнезии на необходимую глубину и сушили в течение 15 мин при температуре 550 °С. Просушенный торец кабеля заливали расплавом стекла и выдерживали в течение двух часов при температуре 570 °С, затем охлаждали вместе с печью. Выбор температур обусловлен ситаллизацией при температуре 570 °С. В результате получался однородный беспузырный спай. Далее встала задача определения оптимальной глубины спая, то есть той глубины заливки стекла, при которой прочность достигает своего наибольшего значения.

Поскольку толщина наружной оболочки кабеля составляет десятые доли миллиметра, ее жесткостью можно пренебречь и в качестве расчетной схемы принять бусинковый спай (рис. 3) и оценить осевое усилие выдавливания медного токопроводящего стержня из сформированного при остывании стеклянного цилиндра.

Очевидно, что это усилие выдавливания должно соответствовать сумме сил адгезии на поверхности стержня и сил трения, создаваемых радиальными напряжениями в стеклянном цилиндре. Радиальные напряжения в бусинковых спаях принято рассчитывать по формулам Халла и Бергера [11]:

$$\sigma_r = \frac{-E_c \cdot \delta}{1+C+C \cdot \beta \cdot R} \cdot \left(\frac{a^2}{b^2} - \frac{a^2}{r^2} \right),$$

где $\delta = \int_{T_1}^{T_2} \alpha_c \cdot dT - \int_{T_1}^{T_2} \alpha_m \cdot dT$ – дифференциальное сжатие; α_c – температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) припоечного стекла; α_m – ТКЛР токопроводящего стержня; a – радиус медного стержня; b – радиус стеклянного цилиндра (внутренний радиус медной оболочки кабеля); r – расстояние от рассматриваемой точки до оси спая; $C=a^2(1-2/m)/b^2$; $\beta=a^2(1-2/m)/b^2-1$; $R=E_c/E_m$; E_c – модуль упругости стекла; E_m – модуль упругости металлического стержня; m – коэффициент Пуассона (стекла и металла принимаем равным 0,3).

Поскольку для применяемых припoeчных стекол $\alpha_c < \alpha_m$, то $\delta < 0$ и в стеклянном цилиндре на границе с медным стержнем будут действовать растягивающие радиальные напряжения σ_r . Если стеклянный цилиндр не сжимает медный стержень, то последний удерживается исключительно за счет сил адгезии, которые следует определять экспериментально.

Первым этапом было необходимо определить влияние изоляции на прочность всей конструкции. Исследовались образцы описанного выше токопроводящего кабеля (рис. 2) длиной L=10, 15, 20, 30 мм. Определялось усилие выдавливания токопроводящего стержня F из массива. Далее определялась погонная разрушающая нагрузка $N=F/L$ и разрушающее напряжение сдвига $\tau=F/(\pi \cdot d \cdot L)$. Испытания производились в соответствии с приведенной на рис. 4 схемой.

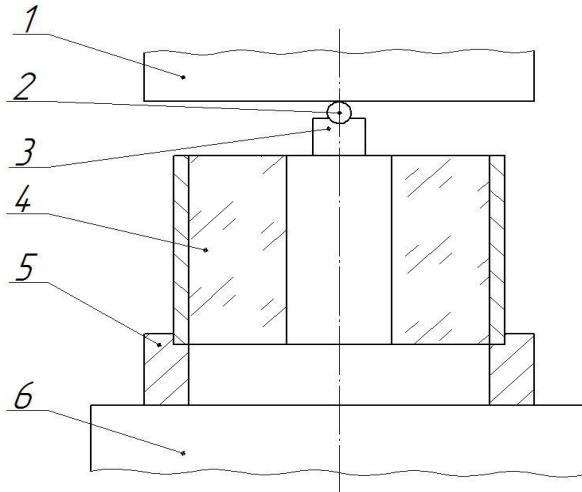


Рис. 4. Схема установки:

1, 6 – захваты испытательной машины; 2 – центрующий шарик;
3 – упор для фиксации шарика; 4 – образец для испытаний; 5 – стакан

Результаты испытаний представлены в табл. 1, где $\Delta\tau$ – доверительный интервал при пятипроцентном уровне значимости, а V_x – коэффициент вариации.

Таблица 1. Результаты испытаний образцов с магнезией

Уровень значимости q		$q=10 \%$		$q=5 \%$		$q=1 \%$	
L , мм	$F_{cp.}$, Н	ΔF , Н	F_{min} , Н	ΔF , Н	F_{min} , Н	ΔF , Н	F_{min} , Н
10	890	260	630	250	640	420	470
15	1 210	330	880	375	835	510	700
20	1 690	320	1 370	372	1 318	500	1 190
30	1 990	580	1 410	660	1 330	1 030	960

Поскольку герметизирующим слоем является стеклянная заливка, то именно разрушение стекло-металлического спая приводит к потере работоспособности всего изделия. Оценка прочности стекло-металлических образцов производилась по той же схеме (рис. 4). Донышко из магнезии толщиной 5 мм служило для заливки стекла и вряд ли влияло на прочность образца. Результаты испытаний стекло-металлических образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний стекло-металлических образцов

Уровень значимости q		$q=10 \%$		$q=5 \%$		$q=1 \%$		V_x , %
L , мм	$F_{cp.}$, Н	ΔF , Н	F_{min} , Н	ΔF , Н	F_{min} , Н	ΔF , Н	F_{min} , Н	
5	715	270	445	336	379	480	230	74
10	2 100	440	1 660	546	1 554	740	1 360	50
15	2 870	290	2 580	373	2 497	480	2 390	39
25	7 270	1 160	6 110	1 527	5 743	2 040	5 230	34
35	7 230	620	6 610	723	6 507	1 050	6 180	26

В процессе проведения эксперимента было обнаружено, что при постепенном нагружении образцов до величины F сначала слышался слабый треск, а затем наблюдалось плавное и монотонное снижение нагрузки. Это свидетельствует о пластичном характере разрушения. Выданный в результате испытаний из образца отрезок медного стержня представлял собой ровный гладкий остеклованный цилиндр зеленого цвета (цвет стекла) 94

диаметром 10 мм. Это означает, что разрушение происходило по поверхности стержня и адгезия была такова, что разрушался поверхностный слой стекла, а не сам спай. Из табл. 1 следует, что имеет место большой разброс результатов и можно говорить лишь о тенденции, согласно которой усилие выдавливания стержня F из изоляции при L/d более 3 не возрастает. Это было подтверждено дополнительными экспериментами. Похожие результаты были получены и при испытании стекло-металлических образцов. Из табл. 2 следует, что, как и в случае образцов с магнезией, при $L/d > 3$ усилие выдавливания медного стержня стабилизируется и далее не растет. Однако при L/d около 3 наблюдается лучшая воспроизводимость результатов, о чем свидетельствует снижение коэффициента вариации. Следует также отметить, что при $L/d > 3$ нагрузочная способность стеклянной заделки в разы больше, чем нагрузочная способность образца, заполненного магнезией. Это позволяет не учитывать влияние магнезии при оценке прочности реальных изделий. Контрольный эксперимент, проведенный на образце кабеля общей длиной 200 мм при глубине заливки 35 мм, показал, что усилие отрыва медного стержня составило 7 300 Н. Это позволяет пренебречь влиянием магнезии. Повышение воспроизводимости какого-либо свойства снижает доверительный интервал, и, следовательно, повышает нижнюю границу, в данном случае величину минимального усилия выдавливания стержня F_{min} . Из табл. 2 и рис. 5 видно, что для глубин заливки 25 мм и 35 мм средние значения усилий выдавливания практически равны, а минимальное усилие во втором случае ощутимо выше.

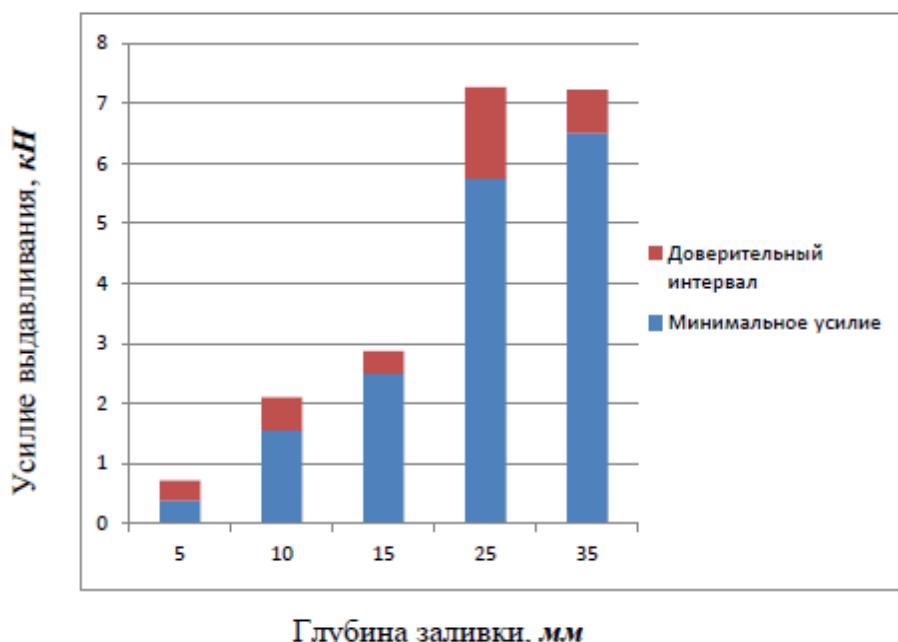
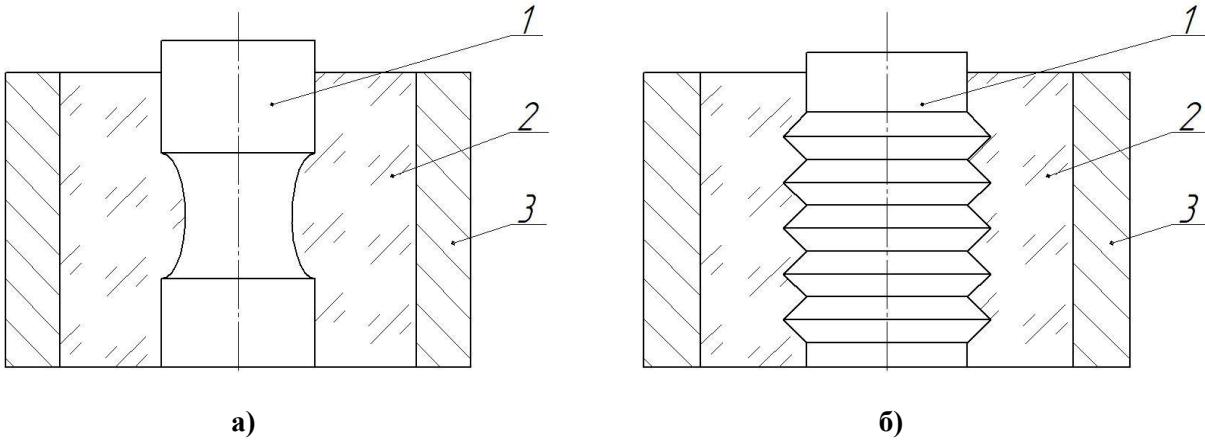


Рис. 5. Диаграмма зависимости усилия выдавливания медного стержня от глубины заливки стекла

Как правило, слабым местом любых соединений является стык сопряженных поверхностей. Представляется целесообразным увеличение площади сопрягаемых поверхностей усложнением геометрической формы. С этой целью были изготовлены две партии образцов: с плавной выточкой и кольцевыми канавками (рис. 6).



а)

б)

Рис. 6. Кабели со стержнями усложненной геометрической формы:

а) – с плавной выточкой; б) – с кольцевыми канавками;

1 – токопроводящий стержень; 2 – стеклянная заливка; 3 – медная оболочка

Обе конструкции позволяют увеличить площадь спая, при этом первый вариант не содержит концентраторов напряжений. Результаты испытаний обеих партий приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты испытания образцов усложненной формы

Форма контакта	L , мм	F_{cp} , Н	V_x , %
Плавная выточка	25	5 750	33
Кольцевые канавки	25	7 060	36

Из данных табл. 3 следует, что изменение геометрии спая не изменило стабильности прочностных характеристик. Увеличения нагрузочной способности также не произошло. В процессе нагружения наблюдалась описанная ранее картина: слабый треск и плавное без скачков снижение нагрузки. Выдавленный медный стержень также имел гладкую цилиндрическую остеклованную поверхность, что говорит о хорошей адгезии применяемого стекла. На основании выполненных работ можно сделать следующие выводы:

- магнезия не оказывает существенного влияния на усилие выдавливания токопроводящего стержня из кабеля;
- прочность заделки медного стержня определяется адгезией припоечного стекла и не зависит от геометрической формы спая;
- несмотря на то, что при глубине заливки стекла в три диаметра стержня прочность заделки достигает максимума, целесообразно увеличить глубину заливки до 3,5÷4,0 диаметров, так как при этом повышается стабильность прочностных характеристик.

Литература

1. Тепляков М.В., Хазиева М.Д. Гермоввод как элемент корабельной электроэнергетической системы // Новый университет. 2014. № 11. С. 37–42.
2. Кузьмин А.А., Яблокова М.А. Герметизация токовводов слюдоситаллом // Фундаментальные исследования. 2018. № 3. С. 13–18.
3. Лазаревский Н.А., Тепляков М.В. Нормативные требования по величинам протечек для устройств уплотнения и результаты опытов с некоторыми уплотнительными материалами // Судостроение. 2013. № 3. С. 38–39.
4. Тепляков М.В. О применении электроосмоса при изготовлении и ремонте токовводов в судовом электромонтажном производстве // Судостроение. 2013. № 6. С. 80–84.
5. Кравцова Е.А., Феськов С.А. Области применения kleящих веществ // Пластические массы. 2016. № 3-4. С. 51–53.

6. Защитные покрытия на основе синтетических каучуков / К.В. Сухарева [и др.] // Пластические массы. 2015. № 11-12. С. 57–62.
7. Попов В.М., Дворник О.Р., Латынин А.В. К созданию клеевых соединений повышенной прочности на основе полимерных kleев, модифицированных воздействием комбинированных физических полей // Пластические массы. 2017. № 3-4. С. 55–59.
8. Амирсланова М.Н. Лакокрасочные и клеевые композиции на основе фенольных олигомеров // Пластические массы. 2014. № 11-12. С. 51–53.
9. Газонепроницаемость смесей полиолефинов, содержащих стеклянный пластиначатый наполнитель / А.И. Ермилова [и др.] // Пластические массы. 2016. № 7-8. С. 41–45.
10. Общетехнический справочник / Е.А. Скороходов [и др.]. 4-е изд., испр. М.: Машиностроение, 1990. 496 с.
11. Мазурин О.В. Отжиг спаев стекла с металлом. Л.: Энергия, 1980. 140 с.

ПОЖАРНЫЕ ПЕНОПОДЪЕМНИКИ: ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ, ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ

А.И. Преснов, кандидат технических наук, доцент;

А.А. Печурин, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Данилевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Приводится историческая справка и сведения о современном типаже пожарных пеноподъемников. Проанализированы их технические характеристики. Рассмотрены конструктивные особенности отечественных и зарубежных моделей. Поставлены проблемные вопросы.

Ключевые слова: пожарный пеноподъемник, стрела, пожарный насос, технические характеристики, конструкция, высота, вылет

FIRE TRAILERS: HISTORICAL ASPECT, CURRENT STATE, TECHNICAL SPECIFICATIONS, CONSTRUCTIVE SOLUTION, PROBLEMATIC ISSUE

A.I. Presnov; A.A. Pechurin; A.V. Danilevich.

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

Contains historical information and information about a modern type of fire trailers. Analyzed their characteristics. The authors consider the structural features of the Russian and foreign models. Put the problematic issues.

Keywords: fire foam lifter, jib, fire pump, specifications, design, height, offset

Пожарные пеноподъемники (ППП) относятся к основным пожарным автомобилям и обеспечивают подачу на высоту огнетушащих веществ. Они наиболее востребованы при тушении пожаров на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности и объектах топливо-энергетического комплекса.

В соответствии с ГОСТ Р 53247–2009 [1] ППП – пожарный автомобиль, оборудованный стационарной механизированной поворотной коленчатой или телескопической подъемной стрелой с пеногенераторами и предназначенный для доставки личного состава, пожарно-технического вооружения и оборудования к месту пожара и проведения действий по тушению пожаров пеной на высоте.

В настоящее время Типажом пожарных автомобилей на 2016–2020 гг. в России установлены модели ППП, представленные в табл. 1 [2].

Таблица 1

Основные параметры	Модели ППП				
	ППП 21	ППП 30	ППП 32	ППП 38	ППП 50
Высота подъема стрелы, м	21	30	32	38	50
Вылет стрелы, м	17				24
Число мест боевого расчета, чел.	1+2				
Колесная формула базового шасси	4x2; 6x6	6x4; 6x6	6x4; 6x6; 8x4	6x4; 6x6; 8x4; 8x8	8x8

Кроме того, Типаж пожарных автомобилей устанавливает новый тип пожарного автомобиля: ПППЦ – пожарный пеноподъемник, оборудованный цистерной для пенообразователя и насосной установкой для проведения действий по тушению пожаров огнетушащими веществами на высоте.

Типаж пожарных автомобилей на 2016–2020 гг. устанавливает ПППЦ 37 со стрелой высотой подъема 37 и максимальным вылетом 20 м, оборудованный цистерной вместимостью 4 м³ и пожарным насосом нормального давления производительностью не менее 70 л/с при напоре не менее 100 м.

ППП обеспечивают подачу воды или воздушно-механической пены (ВМП) при пожарах в резервуарах и технологических установках с нефтепродуктами, а также зданиях и сооружениях различного назначения. Они могут использоваться для создания мощных водяных завес.

На практике ППП и ПППЦ изготавливаются, как правило, на полноприводных шасси грузовых автомобилей с колесной формулой 6х6 и используются в большей мере для подачи воздушно-механической пены или воды из-за обвалования при пожарах в резервуарах для нефти и нефтепродуктов. Поэтому, в силу своих эксплуатационных особенностей, ППП характеризуются повышенным, в сравнении с автоподъемниками (АПК), вылетом стрелы.

В настоящее время применяются два вида ППП и ПППЦ:

1 вид – ППП с телескопическими стрелами, которые, как правило, изготавливаются на базе стрел серийных АПК путем демонтажа люльки и установки вместо нее устройств для подачи огнетушащих веществ на высоту, а также оборудование АПК насосной установкой, емкостями с пенообразователем и пожарным оборудованием для подачи воздушно-механической пены.

2 вид – ППП с рулонными стрелами, которые, как правило, имеют больший (в сравнении с 1 видом) вылет стрелы и, соответственно, более эффективно обеспечивают подачу огнетушащих веществ из-за обвалования при пожарах в резервуарах для нефти и нефтепродуктов. Комплект колен таких пеноподъемников состоит из многосекционной складывающейся стрелы, вдоль которой закреплен жесткий водопровод. На конечной секции стрелы монтируется поворотное устройство для подачи огнетушащих средств. Аналогично 1 виду данные пеноподъемники оборудуются насосной установкой, емкостями и пожарным оборудованием.

Первый отечественный ППП был произведен в 1970-е гг. на базе АПК МШТС-2А, который представлял собой гидравлический полноповоротный шарнирно-рычажный подъемник с двухколенной стрелой, предназначенный для работ на высоте до 17,8 м [3]. Подъемник устанавливался на различные автомобильные и гусеничные шасси: ЗИЛ-157К, ЗИЛ-131, ЗИЛ-130, Урал-375Д, ТДТ-60. Его стрела состоит из двух колен длиной 6 и 10 м, соединенных между собой шарнирно. Для подачи огнетушащих веществ АПК оборудовался водопенными коммуникациями с 12-метровой стрелой-удлинителем. Наибольшая высота стрелы-удлинителя

с четырьмя ГВП-600 (современное название ГПС-600) составляет 28...30 м, а ее рабочий вылет, измеряемый от оси ближнего опорного шпинделя (опоры) – 25...27 м.

В дальнейшем (середина 1980-х – начало 1990-х гг.) в Торжокском производственном объединении «Противопожарная техника» на базе пожарного автоподъемника АКП-30 на шасси КамАЗ-53215 был изготовлен ППП-30(53215), на котором вместо люльки был установлен коллектор с четырьмя пеногенераторами ГПС-2000. Угол поворота коллектора в вертикальной плоскости составлял от – 30⁰ до + 135⁰ [3]. Пеноподъемник предназначался для подачи ВМП через пеногенераторы ГПС-2000 при тушении резервуаров с нефтепродуктами от насосной установки основных пожарных автомобилей. Максимальный вылет пеногенераторов, установленных на стреле, составляет 17,5 м.

В силу своих конструктивных особенностей (шарнирное соединение колен) первые ППП обладали незначительными показателями вылета стрелы.

В настоящее время пеноподъемники в России производят ОАО «Пожтехника», г. Торжок Тверская область; АО «УралПОЖТЕХНИКА», г. Миасс, Челябинская область; ООО «Центр новой пожарной и специальной техники», г. Уфа, Республика Башкортостан.

ОАО «Пожтехника» на различных типах шасси повышенной и высокой проходимости изготавливает коленчато-телескопические пеноподъемники (табл. 2) высотой до 50 м.

Таблица 2. Техническая характеристика ППП ОАО «Пожтехника» [4]

Наименование показателей	Значение показателей					
	ППП-30 (53215)	ППП-37 (43118)	ППП-37 (МГТ-Т)	ППП-37 (FL-6)	ПППК-35 (T 815)	ППП-50 (6923)
Базовое шасси	КамАЗ-53215 (6x4)	КамАЗ-43118 (6x6)	МГТ-Т (гусеничное)	Volvo FL-6 (6x4)	Tatra-T815 (6x6)	МЗКТ-6923 (8x4)
Максимальная скорость, км/ч	80	80	30	90	80	70
Максимальная высота подъема пеногенераторов, м	30		37		35	50
Максимальное количество пеногенераторов ГПС-2000, шт			4			
Максимальный вылет пеногенераторов от оси вращения поворотного основания, м	17,5		27	28	20	24
Производительность насосной установки, л/с			–		20	–
Вместимость цистерны для пенообразователя, л			–		4 000	–
Масса, кг	20 000	20 000	26 500	16 200	27 000	36 000
Габаритные размеры, мм:						
длина	14 700	10 700	10 800	10 700	10 500	12 000
ширина	2 500	2 500	3 200	2 500	2 500	2 500
высота	3 800	4 100	3 800	3 900	3 800	3 800

Анализ технических данных ППП ОАО «Пожтехника» показывает, что большинство моделей не оборудованы насосной установкой и цистерной для огнетушащего вещества. Подача раствора пенообразователя к воздушно-пенным стволам (ГПС, Пурга) производится от емкостей и насосных установок основных пожарных автомобилей.

Пеноподъемники ППП-37 (рис. 1) оборудованы специально разработанным комплектом колен, состоящим из нижней стрелы, трехсекционного телескопа с телескопическим водоводом и шарнирной стрелы. Они обладают наибольшими значениями вылета стрелы. Стрела ППП других моделей изготавливается на базе комплекта колен пожарного АПК и не имеет высоких показателей вылета. Пеноподъемник пожарный комбинированный ПППК-35(TATRA-815)

оборудован пожарным насосом ПН-1200 ЛА, предназначенным для подачи пенообразователя в водопровод стрелы.

Заслуживает внимание техническое решение специалистов ОАО «Пожтехника» при создании универсального пожарного автотранспортного подъемника АКП-50(6923)ПМ-514. Данный АПК, при необходимости, возможно использовать в качестве пеноподъемника, путем снятия люльки и установки на ее место коллектора с четырьмя пеногенераторами ГПС-2000, которые в транспортном положении размещены на платформе. В этом случае максимальный вылет стрелы с пеногенераторами от оси вращения поворотного основания составляет 22 м, а при использовании четырех ГПС-2000 – ограничения по высоте до 35 м.

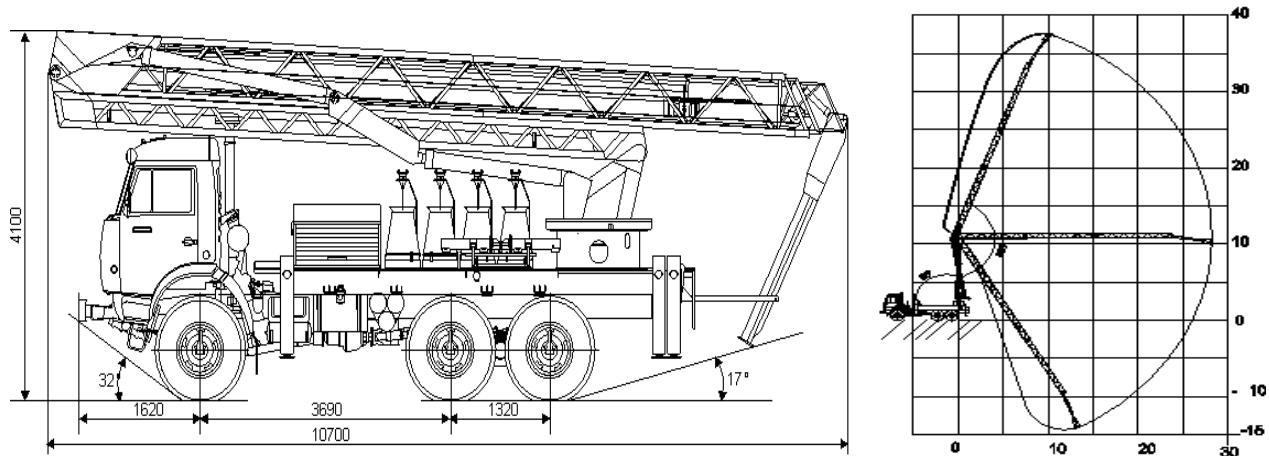


Рис. 1. Общий вид и зона обслуживания ППК-37(43118) [4]

ООО «Центр новой пожарной и специальной техники» (г. Уфа, Республика Башкортостан) на базе ОАО «Туймазинский завод бетоновозов» производит ППК для подачи средств тушения на высоту 32 и 38 м, оборудованные цистернами для пенообразователя и насосной установкой (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3. Техническая характеристика ППК
ООО «Центр новой пожарной и специальной техники» [5, 6]

Наименование показателей	Значение показателей	
	ППК 32-70(53228)	ППК 38-100(65222)
Базовое шасси	КамАЗ-53228	КамАЗ-65222
Колесная формула	6x6	
Максимальная транспортная скорость, км/ч	80	
Максимальная высота подъема пенных стволов, м	32	38
Максимальный вылет стрелы, м	26	35
Тип центробежного насоса (насоса-повысителя)	НЦПН 70/100М или 1Д250-125	НЦПН 100/100М или ESTERI 10-6000
Наименование показателей	Значение показателей	
	ППК 32-70(53228)	ППК 38-100(65222)
Номинальная подача насоса, л/с	70	100
Номинальный напор насоса, м		100
Максимальное количество используемых пенных стволов (пеногенераторов): – ГПС-2000; – ПЛС; – УКТП «Пурга»	4 1 (ПЛС-60) 1 (Пурга 60)	4 1 (ПЛС-80) 1 (Пурга 80)
Вместимость цистерны для пенообразователя, м ³	2	5
Полная масса, кг	24 000	33 000
Габаритные размеры, м	10,2x2,5x3,8	11,8x2,5x3,8

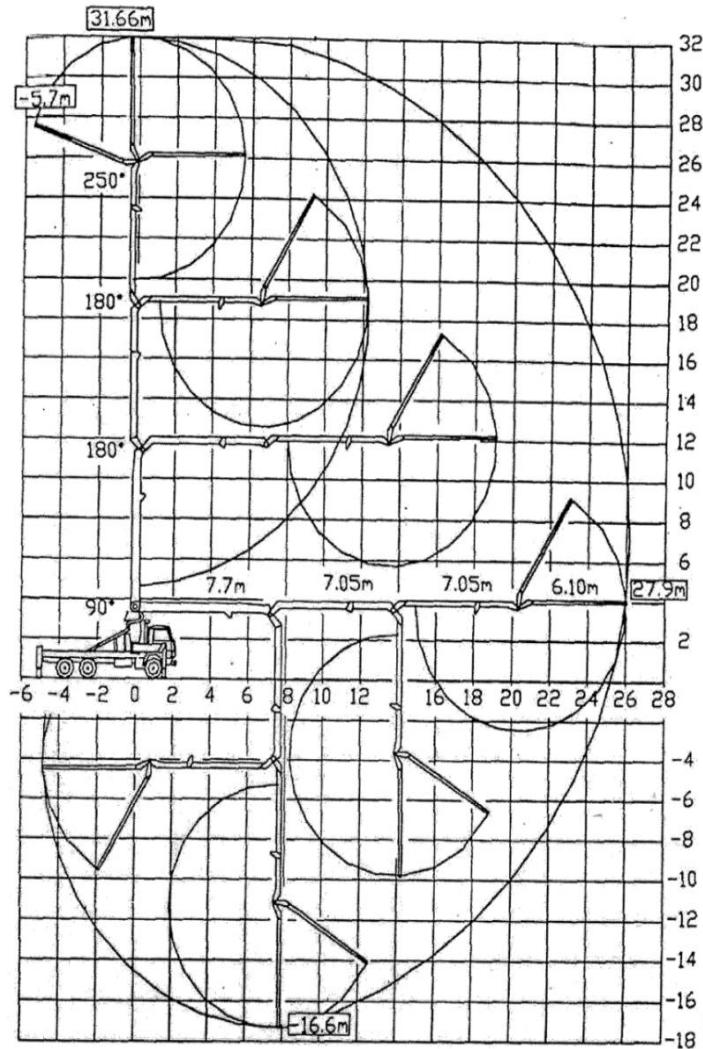


Рис. 2. Схема рабочей зоны стрелы ППК 32-70(53228) в вертикальной плоскости [5]

ППК изготавливаются на базе строительных подъемников (на шасси автомобилей КамАЗ) с рулонным принципом выдвижения стрелы. Стрела пеноподъемников четырехсекционная складывающаяся производства «LIEBHERR» (Германия). Ее секции соединены между собой рычажными механизмами. Перемещение секций осуществляется с помощью гидроцилиндров. Секции представляют собой сварную коробчатую конструкцию. Вдоль секций стрелы закреплен водовод стрелы с внутренним диаметром 125...150 мм. Стрела не имеет ограничений в перемещениях и может выдвигаться на всю длину горизонтально земле, достигая при этом максимально возможный вылет. Управление стрелой возможно как с основного пульта, так и с дистанционного (выносного), с расстояния 50...100 м. Для крепления пеногенераторов или УКТП «Пурга» на конечной секции стрелы смонтировано специальное поворотное устройство.

Расположение опорно-поворотного устройства стрелы непосредственно за кабиной шасси позволяет подъезжать передом к обвалованию резервуаров и делает пеноподъемник более маневренным.

Пеноподъемники характеризуются высокими значениями (до 35 м) вылета стрелы, что обеспечивает подачу огнетушащих веществ с более безопасного расстояния. Они оборудуются емкостями для пенообразователя объемом 2...5 м³ и центробежными насосами-повысителями производительностью до 100 л/с. Насосные установки оборудованы основной и резервной системами пеносмесения (рис. 3).

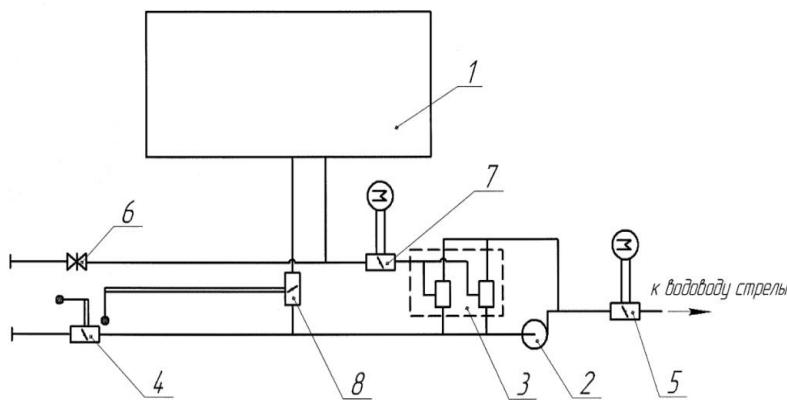


Рис. 3. Принципиальная схема водопенных коммуникаций ППП 32-70(53228):
1 – пенобак; 2 – центробежный насос; 3 – блок пеносмесителей; 4 – затвор приема воды;
5 – затвор электрический ДЗЭ-100; 6 – кран приема пенообразователя;
7 – затвор электрический ДЗЭ-65; 8 – затвор перемычки

ППК с телескопической стрелой ППП-32(65225) изготавливает АО «УралПОЖТЕХНИКА» совместно с Челябинским машиностроительным заводом. Он смонтирован на автомобильном шасси повышенной проходимости КамАЗ-65225, оборудован подъемной стрелой с устройством для подачи огнетушащих веществ на вершине стрелы, цистерной для пенообразователя и насосной установкой (рис. 4, табл. 4).

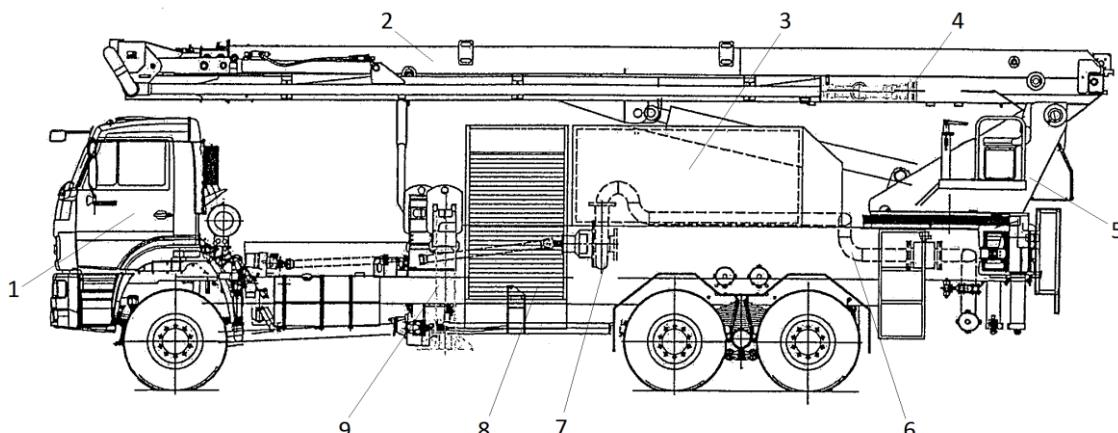


Рис. 4. Общее устройство ППП-32(65225):
1 – базовое шасси КамАЗ-65225; 2 – подъемная стрела; 3 – емкость для пенообразователя;
4 – комбинированный монитор; 5 – поворотная платформа; 6 – водопенные коммуникации;
7 – пожарный насос; 8 – отсек кузова; 9 – выносные опоры

Таблица 4. Техническая характеристика ППП-32(65225) [7]

Наименование показателей	Значение показателей
Базовое шасси	КамАЗ-65225
Колесная формула	6x6
Максимальная транспортная скорость, км/ч	80
Максимальная высота подъема пенных стволов, м	32
Максимальный вылет стрелы, м	24
Максимальный вылет стрелы на высоте подъема пенных стволов 21м, м	22
Тип центробежного насоса (насоса-повысителя)	НЦПН 100/100М
Номинальная подача насоса, л/с	100
Номинальный напор насоса, м	100

Пенный ствол MONSOON-RU RC:	
– производительность, л/с;	125
– дальность подачи водяной струи, м;	80
– дальность подачи пенной струи, м	60
Вместимость цистерны для пенообразователя, м ³	5
Полная масса, кг	31 800
Габаритные размеры, м	12,0 x 2,55 x 4,0

Водопенные коммуникации насосной установки ППП-32(65225) включают в себя автоматическую систему дозирования пенообразователя «АУДП-100» с электронным управлением отечественного производства и резервную систему дозирования пенообразователя эжекционного типа (рис. 5).

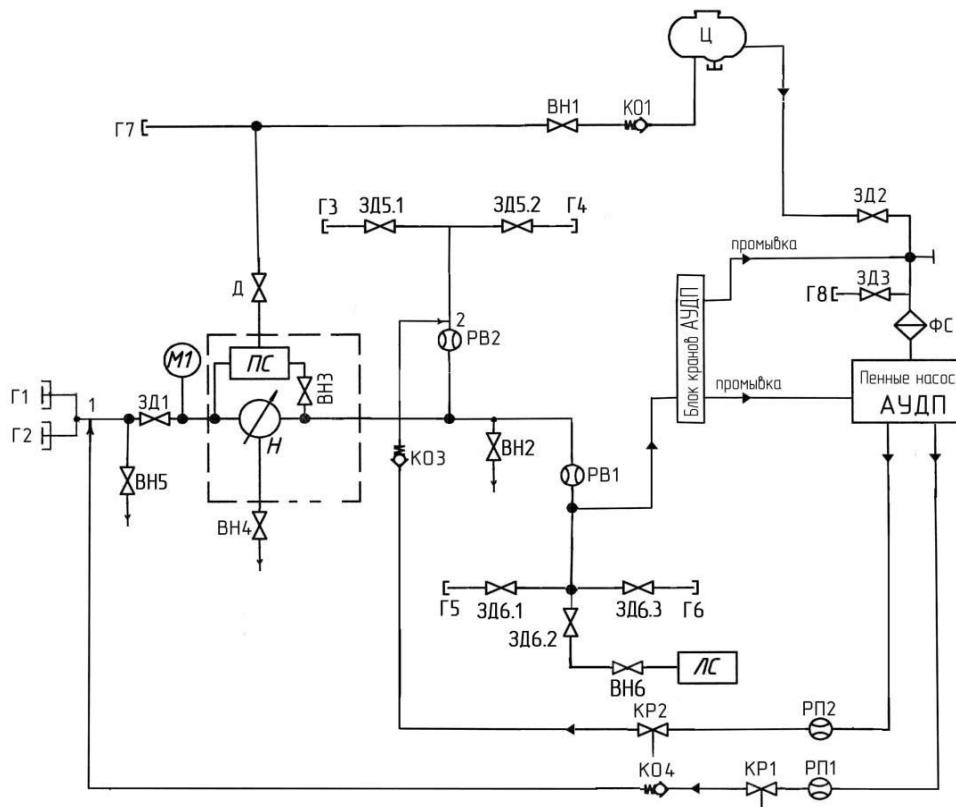


Рис. 5. Схема водопенных коммуникаций ППП-32(65225):

Ц – цистерна; ЛС – лафетный ствол (монитор) комбинированный; Н – центробежный пожарный насос НЦПН-100/100; ПС – пеносмеситель; ФС – фильтр сетчатый; М1 – мановакуумметр; ВН1 – кран (шаровый 1,5") подачи пенообразователя из цистерны в резервную систему пеносмешения; ВН2 – кран (шаровый 1,5") слива ОТВ из напорной полости; ВН3 – кран эжектора (кран шаровый 1,5"); ВН4, ВН5 – кран (шаровый 1/2") слива ОТВ из насоса и всасывающего коллектора; Г1, Г2 – головка всасывающая ГМВ-150; Г3, Г4, Г7, Г8 – головка муфтовая ГМ-80; Г5, Г6 – головка муфтовая ГМ-150; Д – дозатор (кран шаровый 2 1/2"); ЗД1 – дисковый затвор ДУ200 (с пневмоприводом); ЗД2, ЗД3 – дисковые затворы ДУ80 (с пневмоприводом) подачи пенообразователя к пенным насосам установки дозирования АУДП-100; ЗД5.1 / ЗД5.2 – затвор подачи на напорный левый/правый патрубок (дисковый затвор ДУ80); ЗД6.1 / ЗД6.3 – затвор подачи на напорный левый/правый патрубок (дисковый затвор ДУ150); ЗД6.2, ВН6 – затвор подачи на комбинированный монитор (дисковый затвор ДУ125); КО3 – клапан обратный ДУ25; КО4 – клапан обратный ДУ40; КР1 – кран-регулятор ДУ40 подачи пенообразователя с электроприводом; КР2 – кран-регулятор ДУ25 подачи пенообразователя с электроприводом; РВ1 – расходомер воды электромагнитный ДУ150; РВ2 – расходомер воды электромагнитный ДУ80; РП1 – расходомер пенообразователя электромагнитный ДУ40; РП2 – расходомер пенообразователя электромагнитный ДУ25

Безопасную работу и контроль за параметрами при работе с опорным основанием и стрелой ППП-32(65225) обеспечивает система безопасного управления и контроля (СБУК), разработанная ООО Научно-производственное предприятие «Резонанс». В качестве центрального устройства СБУК используется контроллер. В состав системы входят: основной, дополнительный и дистанционный пульты управления; датчики: угла поворота, перемещения, угла наклона, скорости ветра; сигнальный кренометр. Программное обеспечение СБУК создает автоматическое управление ограничения вылета стрелы в зависимости от ширины опорного контура и позволяет в автоматическом режиме из любого положения производить сбор и укладку стрелы на транспортную стойку.

Для визуализации информации работы опорного основания и стрелы стационарные пульты управления оборудованы дисплеем, отображающим движения пеноподъемника, рабочие параметры (вылет, длину, высоту, угол поворота и др.), диагностическую и другую информацию (рис. 6).



Рис. 6. Дисплей (блок индикации) пульта управления ППП-32(65225)

Анализ технических данных показывает, что ППП-32(65225) не обладает высокими значениями высоты и вылета стрелы. При этом за счет внедрения компьютерных технологий сокращается время его развертывания и подачи огнетушащих веществ.

По применению компьютерных технологий ППП-32(65225) близок к зарубежным моделям.

ППП зарубежного производства представлены в России фирмами IVECO-Magirus Brandschutztechnik (в России представляет ООО «КОМПАНИЯ ВИТАНД»), «BRONTO SKYLIFT OY AB» и «VEMA LIFT» (Финляндия) (табл. 5). Они, в отличие от отечественных, имеют более расширенные функциональные возможности, высокие эргономические показатели, повышенную эксплуатационную стойкость и надежность. Системы их управления автоматизированы с применением компьютерных технологий. В насосных установках применяются автоматические электронные системы пеносмещения FoamPro, Salamandre и др. На окончной части стрелы возможна установка не только лафетного ствола, но и УКТП «Пурга», соответствующей насосной установке пеноподъемника производительности.

Таблица 5. Технические данные ППП зарубежного производства [8, 9]

Наименование показателей	Значение показателей								
	F35WFT	ППП-33 (Ивеко-АМТ)	ППП-37 (Ивеко-АМТ)	ППП-44 (Ивеко-АМТ)	ППП-55 (Ивеко-АМТ)	37TWT (Мерседес-Бенц)			
Предприятие-изготовитель	BRONTO SKYLIFT	ООО «КОМПАНИЯ ВИТАНД»			VEMA LIFT				
Максимальная высота подъема пенных стволов, м	35	33	37	44	55	37			
Максимальный вылет стрелы, м	24	25			27	23			
Номинальная подача пожарного насоса, л/с	100								
Вместимость цистерны для пенообразователя, л	5 000								

Платформа пеноподъемников ООО «КОМПАНИЯ ВИТАНД» выполнена по классической для фирмы Magirus технологии «Алю Файер» с изменяемым объемом и дизайном отсеков, которая дает возможность изменять комплектацию ППП пожарным и другим оборудованием. Для надежной подачи пены в условиях низких температур помимо специальной системы отопления цистерны (пенобака) обеспечивается электрический обогрев трубопровода для подачи огнетушащих веществ по всей длине стрелы. В радиусе до 100 м обеспечивается дистанционное управление всеми движениями стрелы и лафетным стволом.

Конструктивное исполнение пеноподъемника Bronto Skylift F35WFT позволяет производить подачу огнетушащих веществ при скорости ветра до 14 м/с.

Компания «BRONTO SKYLIFT OY AB» изготавливает ППП на базе АПК серии RPX, где применяются следующие технические решения. В гидроприводе для создания рабочего давления применяется двойной гидронасос. Благодаря такому техническому решению, имеется возможность одновременно осуществлять все действия стрелой, а в случае выхода из строя одного из насосов всеми движениями подъемника возможно управлять одним. Для повышения безопасности при работе механизм поворота оборудован тормозом, обеспечивающим безопасность стрелы в любом ее положении с нагрузкой. При необходимости аварийного сбора стрелы гидравлический привод оборудован системой аварийного сбора (опускания) стрелы, основу которой составляют перепускные электрогидравлические клапаны, встроенные в гидроцилиндры подъема и телескопирования основной стрелы. В аварийной ситуации управление механизмом поворота стрелы возможно вручную. Фирменная электронная система управления «Bronto+» позволяет производить автоматическую установку и выравнивание машины, а при не полностью выдвинутых опорах ограничивает опасные движения стрелы. В состав системы входят цветные дисплеи, расположенные на пультах управления, где отображается вся необходимая информация. Для надежной работы системы управления в зимний период пульты управления оборудуются нагревательными элементами с электропитанием от бортовой сети.

В настоящее время в России объемы резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов превысили значение 50 тыс. м³ и достигли показателя в 120 тыс. м³. Обеспечить требуемую подачу огнетушащих веществ при тушении зеркала таких резервуаров становится невозможным с помощью одного пеноподъемника. Анализируя технические данные установок пожаротушения ППП, можно сделать вывод о требуемом количестве ППП для тушения определенного типа резервуара с горючими жидкостями. В табл. 6 представлены сведения

о необходимом количестве ППП с насосной установкой производительностью 100 л/с для тушения зеркала некоторых типов резервуаров с нефтью и нефтепродуктами [10].

Таблица 6. Требуемое количество ППП для тушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами

Тип резервуара	Площадь зеркала горючего, м ²	Требуемый расход раствора пенообразователя*, л/с		Количество ППП**, шт	
		нефть и нефтепродукты с t _{всп} >28 °C	нефть и нефтепродукты с t _{всп} ≤28 °C	нефть и нефтепродукты с t _{всп} >28 °C	нефть и нефтепродукты с t _{всп} ≤28 °C
PBC 10000	918	45,9	73,44	1	1
PBC 20000	1 632	81,6	130,56	1	2
PBC 50000	2 892	144,6	231,36	2	3
PBC 100000	5 715	285,75	457,2	3	5

* требуемый расход пенообразователя $Q_{tp}=S \cdot J_{tp}$, где S – площадь зеркала (м²); J_{tp} – требуемая интенсивность подачи (л/с м²). Для пенообразователей общего назначения (углеводородных) нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя составляет [10]: 0,08 для нефти и нефтепродуктов с t_{всп}≤28 °C и 0,05 для нефти и нефтепродуктов с t_{всп}>28 °C;

** ППП с производительностью насосной установки 100 л/с

Литература

- ГОСТ Р 53247–2009. Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения // Открытая база ГОСТов. URL: StandartGOST.ru (дата обращения: 15.05.2018).
- Типаж пожарных автомобилей на 2016–2020 гг. (утв. 7 мая 2016 г.).
- Пожарные автоподъемники: исторические аспекты, технические данные, конструктивные решения / А.И. Преснов [и др.] // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 1 (45). С. 93–104.
- ОАО «Пожтехника». URL: www.pozhtechnika.ru (дата обращения: 20.06.2018).
- Автопеноподъемник пожарный коленчатый АПП-32-1 (53228): Руководство по эксплуатации ПА 32.00.00.000.РЭ. Уфа: ООО «Центр новой пожарной и специальной техники», 2000.
- Пожарный пеноподъемник ППП 38-100(65222)мод.01 УФ ТУ. Руководство по эксплуатации ППП 38.00.00.000 РЭ. Уфа: ООО «Центр новой пожарной и специальной техники», 2017.
- Автопеноподъемник пожарный ППП-32(65225): Руководство по эксплуатации. Миасс: АО «УралПОЖТЕХНИКА», 2016.
- ООО «КОМПАНИЯ ВИТАНД». URL: www.Vitand.ru (дата обращения: 20.06.2018).
- BRONTO SKYLIFT F 35 WFT: Руководство по эксплуатации и перечни запасных частей. FIN-33300. Tampere: BRONTO SKYLIFT OY AB, 2014.
- СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. URL: www.mchs.gov.ru (дата обращения: 25.06.2018).

КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙНЫХ ПОЖАРООПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ И СХЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ ИХ СЛЕДОВ ПОСЛЕ ПОЖАРА

**И.Д. Чешко, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации;**

С.В. Скодтаев;

Т.Д. Теплякова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Представлены характерные признаки протекания аварийных пожароопасных режимов работы автомобильной электросети. Предложена дополненная классификация аварийных пожароопасных режимов работы электросетей автомобилей, а также схема экспертного исследования автомобиля после пожара, связанного с аварийной работой электросети.

Ключевые слова: медный проводник, автомобильная электросеть, короткое замыкание, последовательный дуговой пробой, токовая перегрузка, сверхток, локальная токовая перегрузка, судебная пожарно-техническая экспертиза, пожары автомобилей

CLASSIFICATION OF EMERGENCY FIRE-HAZARDOUS OPERATIONS OF ELECTRIC NETWORKS OF CARS AND THE SCHEME OF IDENTIFYING THEIR TRAILS AFTER THE FIRE

I.D. Cheshko; S.V. Skodtayev; T.D. Teplyakova.

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

In this article introduced some characteristics signs of the occurrence of emergency fire hazardous modes of operation of the car power (electrical) grid. Here is introduced additional classification of emergency fire-hazardous modes of car power grid as well as scheme of experts study after a fire associated with emergency modes of car automotive electrical grid.

Keywords: copper conductor, car power (electrical) grid, short circuit, sequential arc breakdown, power breakdown, overcurrent, local current overload, forensic fire-technical expertise, car fires

В России доля пожаров, произошедших на автотранспорте, составляет около 15 % от общего их количества на территории страны [1]. В судебно-экспертных учреждениях федеральной противопожарной службы МЧС России сгоревшие автомобили являются одним из основных объектов исследования. Перед экспертами ставится задача определения места возникновения пожара (очага пожара) и его причины. Установленная причина пожара является основой для принятия процессуального решения – возбуждения или отказа в возбуждении уголовного дела. Точное определение причины пожара необходимо также для устранения конструктивных, производственных недостатков и повышения надежности транспортных средств.

При исследовании сгоревшего автомобиля практически всегда рассматривается так называемая «электрическая» версия возникновения пожара. Аварийные электрические режимы в электросетях автомобилей являются одной из наиболее распространенных причин пожара [2]. Данным обстоятельством обусловлена потребность в разработке и совершенствовании специальных методик исследования электросетей и электрооборудования после пожара.

Традиционно, в рамках судебной пожарно-технической экспертизы рассматривается возможность возникновения пожара в результате протекания трех аварийных режимов работы электросети: короткого замыкания (КЗ), большого переходного сопротивления и токовой перегрузки.

Анализ практики исследования пожаров современных автомобилей, учет конструктивных особенностей их электросети позволяет эту классификацию аварийных пожароопасных режимов уточнить и расширить, учитывая особенности возникновения данных режимов и формирующихся следов (табл.).

Таблица. Классификация аварийных пожароопасных режимов работы электросетей автомобилей

Аварийный пожароопасный режим	Механизм возникновения
КЗ полное (металлическое)	Непосредственный контакт оголенного проводника (+) с металлическим корпусом автомобиля (-)
КЗ неполное (неметаллическое)	Контакт через субстанцию, ограничивающую рост тока. Утечка тока на корпус через поврежденную, обугленную изоляцию
Токовая перегрузка	Включение излишних потребителей. Протекание по проводнику тока, превышающего номинально допустимый уровень по условиям нагрева
Перегрузка сверхтоком КЗ	Прохождение по проводнику и др. элементам электрической сети автомобиля «сверхтока» при КЗ
Большое переходное сопротивление	«Плохой контакт» (недостаточная площадь контакта) между элементами электросети при переходе электрического тока с одного элемента на другой
Локальная токовая перегрузка	Разогрев проводника в месте локального уменьшения площади сечения жилы электропроводника
Последовательный дуговой пробой	Локальный разогрев в месте протекания электродугового процесса между разорванными фрагментами жилы электропроводника

В ходе исследований аварийных пожароопасных режимов работы выявлены характерные для автомобильной электросети (однопроволочная система электроснабжения, постоянный ток, напряжение 12 (24) В) признаки.

Установлено, что при КЗ, под воздействием электрической дуги, в стальных элементах кузова автомобиля образуются микротрешины, в которые затекает расплавленная медь проводников (рис. 1).

При КЗ проводника на элемент корпуса автомобиля под воздействием электрической дуги возможно также образование сквозных проплавлений (рис. 2). При морфологическом исследовании установлено, что границы проплавлений бывают гладкие, без острых краев. На металле наблюдаются волнообразные наплывы и лунки.

Такого рода повреждения формируются только под воздействием дуги КЗ. При внешнем тепловом воздействии или токовой перегрузке подобные повреждения на элементах кузова автомобиля не зафиксированы.

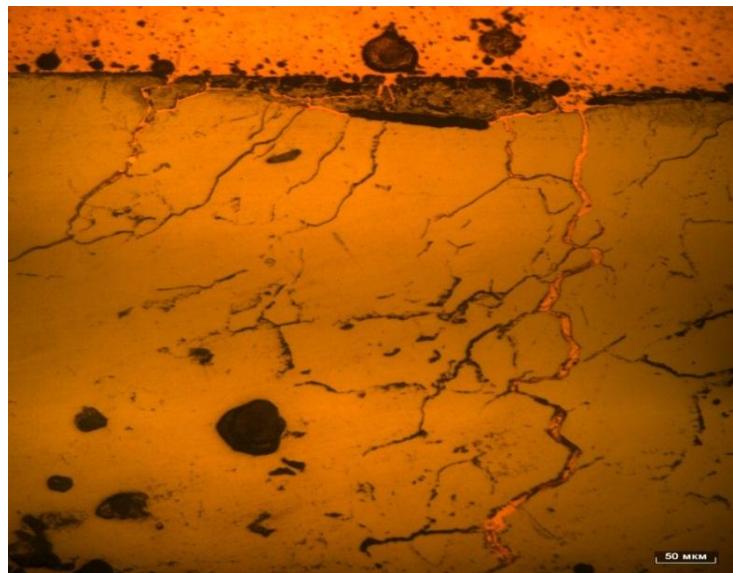


Рис. 1. Микротрешины в стальных деталях автомобиля, возникшие под воздействием дуги КЗ



Рис. 2. Локальное проплавление стального патрубка сапуна двигателя свеклоуборочного комбайна

В предыдущих работах [3, 4] было установлено, что токовая перегрузка медных проводников может привести к появлению на поверхности утолщений, утончений (шеек), вздутий и в конечном счете – разрыву электрического проводника (рис. 3).



а) множественные мелкие вздутия



б) утолщение



в) незавершенная фрагментация



г) утончение (шейка)

Рис. 3. Следы, образующиеся на поверхности медных многопроволочных проводников в результате токовой перегрузки кратностью выше 3÷4 (сечение проводников – 2,5 мм²)

Специфических признаков больших переходных сопротивлений (БПС), характерных только для автомобильной электросети, в ходе проведенных исследований не выявлено. Они аналогичны приведенным в предыдущих работах [5].

Локальная токовая перегрузка (ЛТП) – аварийный пожароопасный режим работы электросети, возникающий вследствие локального уменьшения площади сечения жилы электропроводника [6].

В специальной технической литературе режим ЛТП не выделяют среди прочих аварийных пожароопасных электрических режимов, отсутствует также анализ его пожарной опасности и методика установления причастности к возникновению пожара.

При ЛТП сила тока для всей цепи не изменяется – это означает, что устройство автоматической защиты (автомат защиты, УЗО, предохранитель), реагирующее на рост тока при КЗ или обычной токовой перегрузке, не отключит электросеть от источника питания. В результате выделение тепла на локальном участке будет происходить неконтролируемо.

Нарушение целостности электропроводника может происходить вследствие механического повреждения части проволок в многопроволочном проводнике. Причиной механического повреждения проводника тока могут стать его многократные перегибы.

Зависимость температуры в зоне механического повреждения проволок от потери площади сечения медного многопроволочного проводника показана на рис. 4.

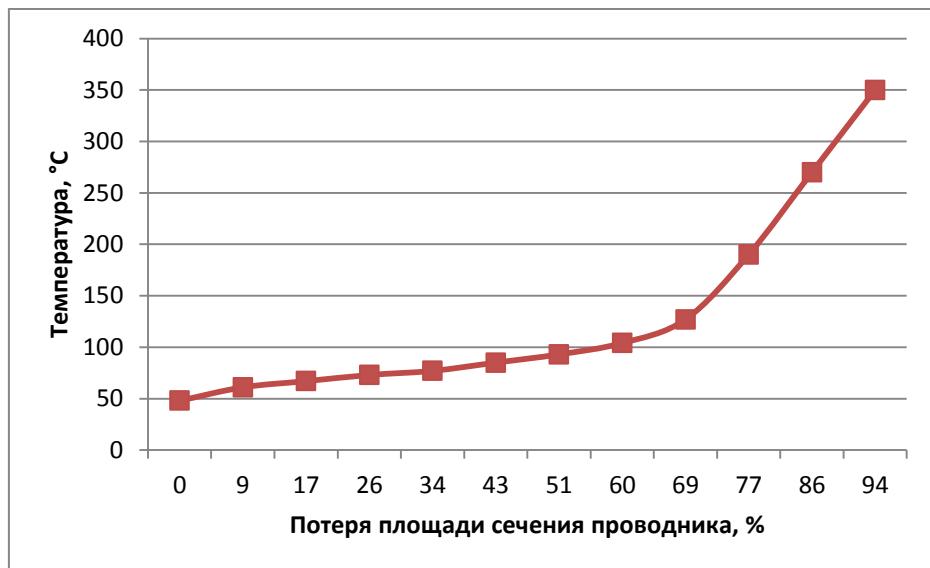


Рис. 4. Зависимость температуры в зоне механического повреждения проволок от потери площади сечения медного проводника

На графике видно, что при уменьшении сечения многопроволочного проводника вследствие излома части проволок в жиле более чем на 60–70 % начинается резкий рост температуры в месте излома. Этот процесс приводит к карбонизации изоляции и, в конечном счете, к загоранию. Подобные инциденты неоднократно происходили с подогревом автомобильных сидений [6].

Необходимыми условиями для возникновения пожара вследствие ЛТП являются: нахождение электросети под напряжением в момент возникновения пожара; потенциальная возможность циклического механического воздействия на проводник, например, перетирание провода о другую металлическую деталь в автомобиле или перегибов проводника по месту ввода в прибор; наличие в очаговой зоне механически полностью или частично поврежденной электропроводки.

Последовательный дуговой пробой (ПДП) – аварийный пожароопасный режим работы электросети, возникающий вследствие протекания электродугового процесса между разорванными фрагментами жилы электропроводника. ПДП также не выделяют среди прочих аварийных электрических режимов, отсутствует методика установления его причастности к возникновению пожара.

При ПДП локальный разогрев в зоне излома многопроволочного проводника происходит за счет возникновения множества микродуг.

Зафиксированная в ходе экспериментов, температура в зоне возникновения ПДП превышает 350 °С. Установлено, что характерным визуальным признаком протекания ПДП является наличие множественных микрооплавлений на концах проволок, образующихся при электродуговом процессе (рис. 5).



а) проводник, изъятый с места пожара



б) проводник, полученный в ходе моделирования ПДП

Рис. 5. Характерное для ПДП взаимное расположение локальных оплавлений на участке токоведущей жилы

Необходимыми условиями для принятия версии возникновения пожара вследствие ПДП являются: установление факта нахождения электросети под напряжением в момент возникновения пожара; потенциальная возможность повреждения проводника; обнаружение в зоне очага пожара фрагментов электропроводки с множественными микрооплавлениями на концах проволок.

Выявление указанных признаков аварийных электрических процессов в ходе судебной пожарно-технической экспертизы предполагается проводить в соответствии со схемой (рис. 6).



Рис. 6. Схема экспертного исследования автомобиля после пожара, связанного с аварийной работой электросети

После установления очага пожара, исходя из модели автомобиля, конструктивных особенностей, обстоятельств пожара и сформировавшихся термических повреждений, необходимо определиться с кругом рассматриваемых версий возникновения пожара. В качестве дополнительного вспомогательного источника информации при формировании круга версий возникновения пожаров рекомендуется использовать базу данных пожаров автомобилей [7]. Следует провести осмотр и анализ электросети автомобиля, а при возможности, сравнить его с аналогичным транспортным средством с целью установления изменений в электросети поврежденного автомобиля. При обнаружении проводников,

предохранителей или элементов кузова с признаками протекания какого-либо аварийного режима работы в электросети их следует изъять для дальнейшего лабораторного исследования.

Лабораторное исследование объектов, изъятых с места пожара, состоит из четырех этапов, а именно: визуальное исследование, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), металлографическое исследование, исследование методом рентгеновской интроскопии.

1 этап. Визуальное исследование.

На стадии визуального исследования необходимо определить природу оплавления, то есть образовалось ли оно в результате протекания сверхтока или в результате внешнего теплового воздействия.

В случае выявления на элементах корпуса автомобиля, предохранителях, медных проводниках признаков механического повреждения или оплавлений, имеющих явные признаки формирования в результате внешнего теплового воздействия, делается вывод о том, что на данных объектах признаков протекания пожароопасных аварийных режимов работы электросети не обнаружено. Дальнейшее исследование таких проводников инструментальными методами не проводится.

При обнаружении повреждений в виде оплавлений, рассредоточенных по длине проводника и характерных для теплового воздействия сверхтока, дальнейший их анализ может не проводиться. Исследование завершается выводом о выявлении признаков токовой перегрузки на исследуемом фрагменте проводника. При обнаружении на концах электрических проводников оплавлений, характерных для теплового воздействия сверхтока (в том числе электродугового воздействия), необходимо продолжить исследование инструментальными методами – СЭМ и металлографического анализа. При обнаружении на элементах корпуса автомобиля проплавлений или деформаций, характерных для электродугового воздействия, необходимо продолжить исследование методом СЭМ. При обнаружении разрыва плавкой вставки или деформации, изменение цвета металла предохранителя, необходимо продолжить исследование инструментальными методами – СЭМ и рентгеновской интроскопии.

2 этап. СЭМ.

Исследование методом СЭМ применяется для определения природы оплавлений, а также для установления условий формирования оплавлений, вызванных дугой КЗ или токовой перегрузки. Метод СЭМ применяется также для определения вида аварийного режима работы электросети, приведшего к разрыву плавкой вставки предохранителя (КЗ или токовая перегрузка).

3 этап. Металлографический анализ.

В рамках металлографического исследования решаются следующие экспертные задачи:

- определение причины, вызвавшей оплавление токоведущей жилы (аварийный режим работы электросети, внешнее тепловое воздействие или растворение меди при контакте с легкоплавким металлом);
- определение причины проплавления и деформации элемента корпуса автомобиля (аварийный режим работы электросети или внешнее тепловое воздействие);
- определение вида аварийного режима работы электросети, приведшего к образованию оплавления токоведущей жилы (КЗ или токовая перегрузка).

Металлографическому исследованию подвергаются все оплавления, образовавшиеся по визуальным (морфологическим) признакам в результате теплового воздействия сверхтока, а также оплавления, природу которых, по каким-либо причинам, затруднительно определить на стадии визуального и морфологического исследования.

При выявлении признаков протекания КЗ необходимо определить условия, при которых сформировалось данное оплавление.

Если оплавление имеет признаки протекания токовой перегрузки или невозможно уточнить вид аварийного режима работы электросети, приведшего к образованию оплавления, определение условий, при которых оно сформировалось, не производится. По окончании исследований делается вывод об обнаружении признаков воздействия на проводник сверхтока и образовании оплавления в результате этого процесса без уточнения условий его протекания.

При отсутствии признаков протекания сверхтока следует сделать вывод о том, что следов протекания аварийных пожароопасных режимов работы электросети (КЗ и токовая перегрузка) на представленных объектах не обнаружено. В случае выявления аварийного режима работы электросети формируется вывод о причастности данного процесса к источнику зажигания. При этом необходимо учитывать возможность возникновения установленного аварийного режима в месте обнаружения объектов исследования (табл.).

Апробация предлагаемой схемы исследования автомобиля после пожара, связанного с аварийной работой электросети, показала ее работоспособность.

В качестве примера можно привести пожар, произошедший в автомобиле Фиат Дукато, который был оставлен владельцем на ночь на стоянке. После ряда проведенных экспертиз одна из заинтересованных сторон (страховщик) утверждала, что на момент возникновения горения автомобиль был обесточен (была снята минусовая клемма с аккумуляторной батареи), а термические повреждения электрических проводников – следствие воздействия тепла пожара. Экспертиза по данному пожару была назначена в Исследовательский центр экспертизы пожаров Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. В рамках данной экспертизы были представлены изъятые из очаговой зоны сгоревшего автомобиля фрагменты медных проводников, являвшихся частью его бортовой электросети. В ходе визуального исследования проводников на их поверхности были обнаружены шарообразные частицы меди – так называемого вздутия (рис. 7), которые, как было описано выше, являются следами воздействия на проводник токовой перегрузки.

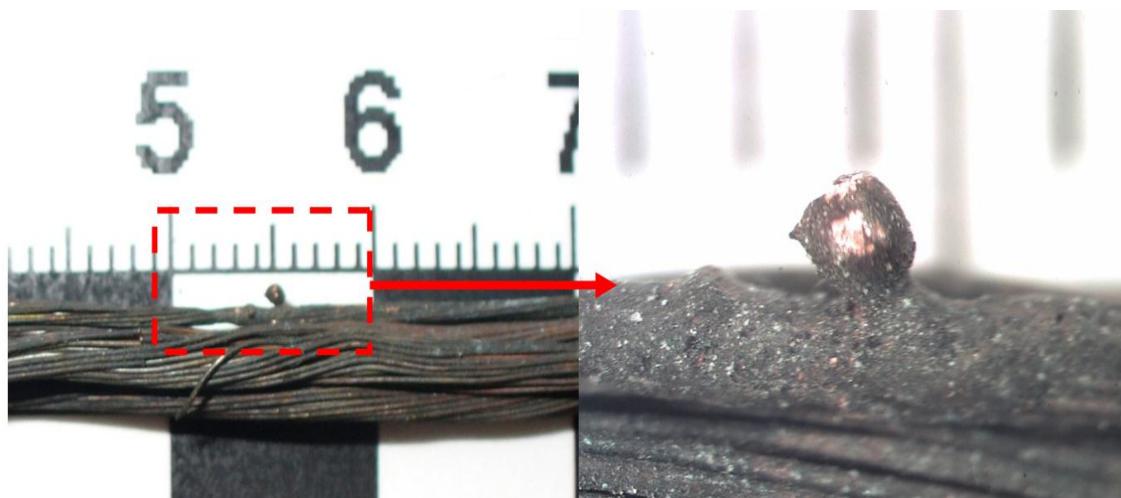


Рис. 7. Шаровидное образование (вздутие) на поверхности медного проводника, свидетельствующее о протекании по проводнику сверхтока

Металлографический анализ оплавленных участков проводника показал наличие поверхностных и межпроволочных оплавлений, также являющихся следствием протекания по медному проводнику токовой перегрузки (рис. 8).

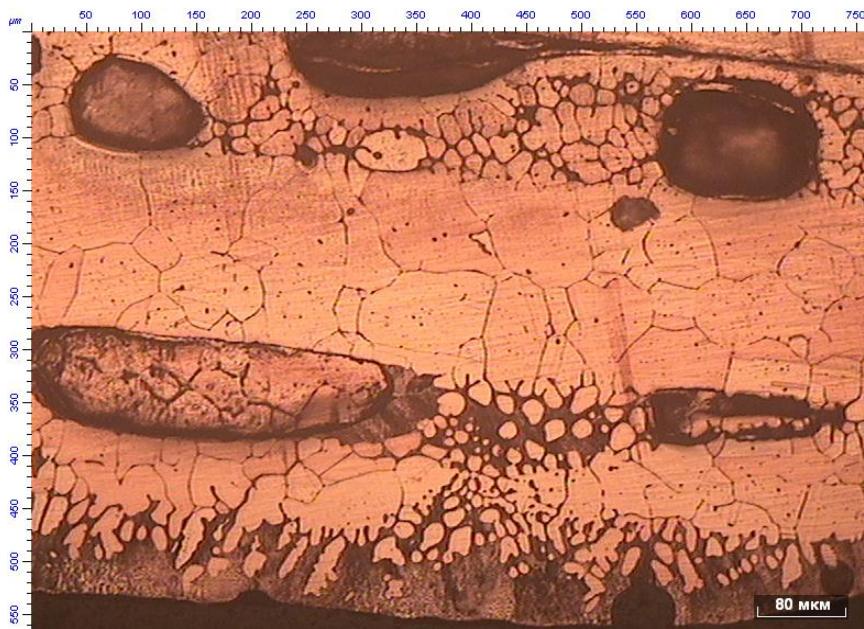


Рис. 8. Поверхностные и межпроводочные оплавления, являющиеся следствием протекания по медному проводнику сверхтоков

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что электросеть автомобиля на момент пожара находилась под напряжением. Эта криминалистически значимая информация позволила сделать более объективным и обоснованным вывод о причине пожара.

Аварийные электрические пожароопасные режимы, возникающие в автомобилях, более сложны и разнообразны, чем часто представляют в своих заключениях пожарно-технические эксперты. Приводимые в статье данные убеждают в возможности более глубокой дифференциации таких аварийных режимов путем морфологических исследований их следов, не всегда обоснованно принимаемых исключительно за следы КЗ.

Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году. Статистический сборник. ВНИИПО.
2. Скодтаев С.В., Копкин Е.В., Бардулин Е.Н. Анализ практики исследования пожаров автомобилей судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 2 (42). С. 117–124.
3. Мокряк А.Ю., Чешко И.Д. Морфологический анализ медных проводников, подвергшихся воздействию токовой перегрузки, при экспертизе пожаров // Проблемы управления рисками в техносфере. 2014. № 4 (32). С. 41–49.
4. Чешко И.Д., Мокряк А.Ю., Скодтаев С.В. Механизм формирования следов протекания сверхтоков по медному проводнику // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 1. С. 41–46.
5. Чешко И.Д., Лебедев К.Б., Мокряк А.Ю. Экспертное исследование после пожара контактных узлов электрооборудования в целях выявления признаков больших переходных сопротивлений: метод. рекомендации. М.: ВНИИПО, 2008. 60 с.
6. Скодтаев С.В., Елисеев Ю.Н., Мокряк А.Ю. Возникновение пожароопасного аварийного режима в электросети при механическом повреждении проводника тока // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 1 (41). С. 65–72.
7. Скодтаев С.В., Чешко И.Д. Формирование электронной базы данных экспертных исследований пожаров автомобилей // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 2. С. 61–65.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Большаков Максим Алексеевич – слушатель СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: bolshakovmaxim1996@mail.ru;

Воронин Сергей Владимирович – 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, доц.;

Воронцова Анна Анатольевна – зам. нач. отд. инновац. и информ. технол. в эксперт. пож. Исслед. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-07-46, e-mail: annavorontsova@msn.com, канд. физ.-мат. наук;

Громов Виктор Никифорович – проф. каф. воен. архитектуры, автоматиз. систем проект. естественнонауч. дисциплин Военного ин-та (инж.-техн.) Воен. акад. мат.-техн. обеспеч. им. генерала армии А.В. Хрулева (191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 22), д-р техн. наук, проф.;

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;

Данилевич Андрей Васильевич – нач. учеб. пож.-спас. части ин-та проф. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149),

Захматов Владимир Дмитриевич – ст. науч. сотр. центра орг. науч.-исслед. и ред. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: zet.pulse@gmail.com, д-р техн. наук, проф.;

Иванов Алексей Владимирович – доц. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 645-20-25, e-mail: avivanov@igps.ru, канд. техн. наук;

Иванов Александр Юрьевич – проф. каф. систем. анализа и антикризис. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: alexandr.y@mail.ru, д-р техн. наук, проф.;

Ивахнюк Григорий Константинович – проф. каф. инж. защ. окр. среды СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: fireside@inbox.ru, д-р хим. наук, проф.;

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;

Королева Людмила Анатольевна – зам. нач. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Косовец Максим Александрович – препод. каф. естественно-науч. и спец. дисц. Дальневост. пож.-спас. акад. – филиала СПб ун-та ГПС МЧС России (690920, Приморский край, о. Русский остров, пос. Аякс, д. 27), e-mail: kosovets@igps.ru;

Котенко Петр Константинович – зав. каф. безопасн. жизнедеят., экстрем. и радиац. медицины ин-та доп. проф. образ. «Экстремальная медицина» Всерос. центра экстр. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 54), д-р мед. наук, проф.;

Кубуша Александр Владимирович – ст. препод. каф. упр. орг.-техн. сист. косм. назнач. Воен.-косм. акад. им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), e-mail: kav246@mail.ru, канд. воен. наук;

Кузьмин Александр Алексеевич – доц. каф. механики СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: alexkuzmin@lenta.ru, канд. техн. наук;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ безопасн. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: kaa47@mail.ru, канд. пед. наук, доц.;

Лабинский Александр Юрьевич – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Ложкин Владимир Николаевич – проф. каф. пож. авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Мальцев Сергей Владимирович – препод. каф. надзор. деят. Дальневост. пож.-спас. акад. – филиала СПб ун-та ГПС МЧС России (690920, Приморский край, о. Русский остров, пос. Аякс, д. 27), e-mail: malcev@igps.ru;

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.;

Нестругин Алексей Васильевич – соискатель Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), e-mail: zigan_1979@mail.ru;

Онов Виталий Александрович – нач. центра орг. науч.-исслед. и ред. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: onov.va@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Петрова Наталья Вячеславовна – ст. науч. сотр. отд. инновац. и информ. технол. в эксперт. пож. Исследоват. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-07-46, e-mail: n-youn@mail.ru;

Печурин Александр Алексеевич – доц. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: pechurinas@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Преснов Алексей Иванович – доц. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Рева Юрий Викторович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Савенкова Анастасия Евгеньевна – препод. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: savenkova@igps.ru, канд. техн. наук;

Савчук Олег Николаевич – проф. каф. сервис 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, почетный проф. ун-та;

Скодтаев Сослан Владиславович – ст. науч. сотр. отд. инструмент. методов и техн. сп-в эксперт. пож. Исслед. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-06-83;

Седнев Владимир Анатольевич – проф. каф. защ. нас. и тер. Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ, почетный работник науки и техн. РФ, лауреат премии Прав-ва РФ в обл. науки и техн., лауреат премии Прав-ва РФ в обл. образования РФ;

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.;

Теплякова Татьяна Дмитриевна – науч. сотр. отд. эксперт. пож. и орг. подгот. экспертов Исследоват. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-06-83;

Толстов Александр Павлович – ст. препод. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. юрид. наук;

Троянов Олег Михайлович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, канд. воен. наук, доц.;

Трунов Василий Геннадьевич – магистрант СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Хайдаров Андрей Геннадьевич – доц. каф. бизнес-информ. СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: andreyhaydarov@gmail.com, канд. техн. наук, доц.;

Чешко Илья Данилович – нач. Исслед. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-06-80, e-mail: idc48@mail.ru, , д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Шафигуллин Ильдар Шайхутдинович – доц. каф. упр. орг.-техн. систем. косм. назнач. Воен.-косм. акад. им. А.Ф. Можайского (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13), e-mail: kav246@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Щербак Николай Владимирович – вед. конструктор ООО «ЗОЛА» (198095, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, д. 19), тел. (812) 511-81-46, канд. техн. наук;

Юнцова Ольга Семеновна – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: uncova@igps.ru, канд. пед. наук, доц.



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 обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за вековую историю подготовлено более 40 тыс. специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспрецедентная 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 учебного заведения.

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 российское и мировое научно-образовательное пространство. Университет по разным формам обучения – очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий – осуществляет обучение по 25 программам среднего, высшего образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, аспирантов, переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы, кандидат экономических наук Чижиков 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, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, экономической безопасности в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. По инновационным программам подготовки осуществляется обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для военизованных горноспасательных частей по специальности «Горное 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: 7 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 11 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время осуществляют 56 докторов наук, 277 кандидатов наук, 58 профессоров, 158 доцентов, 12 академиков отраслевых академий, 8 членов-корреспондентов отраслевых

академий, 5 старших научных сотрудников, 6 почетных работников высшего профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиста Российской Федерации.

В составе университета:

- 32 кафедры;
- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт нравственно-патриотического и эстетического развития;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;
- Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;
- Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета (ДВПСА);
- пять факультетов: факультет инженерно-технический, факультет экономики и права, факультет подготовки кадров высшей квалификации, факультет пожарной безопасности (подразделение ДВПСА), факультет дополнительного профессионального образования (подразделение ДВПСА).

Институт безопасности жизнедеятельности осуществляет образовательную деятельность по программам высшего образования по договорам об оказании платных образовательных услуг.

Приоритетным направлением в работе Института заочного и дистанционного обучения является подготовка кадров начальствующего состава для замещения соответствующих должностей в подразделениях МЧС России.

Институт развития реализует дополнительные профессиональные программы по повышению квалификации и профессиональной переподготовке в рамках выполнения государственного заказа МЧС России для совершенствования и развития системы кадрового обеспечения, а также на договорной основе.

Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности осуществляет реализацию государственной научно-технической политики, изучение и решение научно-технических проблем, информационного и методического обеспечения в области пожарной безопасности. Основные направления деятельности научно-исследовательского института: организационное и научно-методическое руководство судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы МЧС России; сертификация продукции в области пожарной безопасности; проведение испытаний и разработка научно-технической продукции в области пожарной безопасности; проведение расчетов пожарного риска и расчетов динамики пожара с использованием компьютерных программ.

Факультет инженерно-технический осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Пожарная безопасность» (специализации: «Пожаротушение», «Государственный пожарный надзор», «Руководство проведением спасательных операций особого риска», «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций»), «Судебная экспертиза», по направлениям подготовки: «Системный анализ и управление», «Техносферная безопасность».

Факультет экономики и права осуществляет подготовку специалистов по специальностям: «Правовое обеспечение национальной безопасности», «Пожарная безопасность» (специализация «Пожарная безопасность объектов минерально-сырьевого комплекса»), «Судебная экспертиза», «Горное дело» и по направлениям подготовки «Техносферная безопасность» и «Системный анализ и управление».

Факультет подготовки кадров высшей квалификации осуществляет подготовку докторантов, аспирантов по очной и заочной формам обучения.

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Вытегра, Горячий Ключ (Краснодарский край), Мурманск, Петрозаводск, Пятигорск,

Севастополь, Стрежевой, Сыктывкар, Тюмень, Уфа; представительства университета за рубежом: г. Алма-Ата (Республика Казахстан), г. Баку (Азербайджанская Республика), г. Бар (Черногория), г. Ниш (Сербия).

Общее количество обучающихся в университете по всем специальностям, направлениям подготовки, среднему общему образованию составляет 7 057 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1 100 специалистов.

В университете действует два диссертационных совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим и экономическим наукам.

Ежегодно университет проводит научно-практические конференции различного уровня: Всероссийскую научно-практическую конференцию «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международную научно-практическую конференцию «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». Совместно с Северо-Западным отделением Научного Совета РАН по горению и взрыву, Российской академией ракетных и артиллерийских наук (РАРАН), Балтийским государственным техническим университетом «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и Российской секцией Международного института горения на базе университета проводится Международная научно-практическая конференция «Комплексная безопасность и физическая защита». Также университет принимает активное участие в организации и проведении Всероссийского форума МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность».

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами и организациями. Традиционно большим интересом пользуется выставочная экспозиция университета на Международном салоне средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность», Петербургском международном экономическом форуме, Международном форуме «Арктика: настоящее и будущее».

Международная деятельность вуза направлена на всестороннюю интеграцию университета в международное образовательное пространство. На сегодняшний момент университет имеет 18 действующих соглашений о сотрудничестве с зарубежными учебными заведениями и организациями, среди которых центры подготовки пожарных и спасателей Германии, КНР, Франции, Финляндии.

В университете обучаются иностранные курсанты из числа сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС Кыргызской Республики и Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан в пределах квот на основании межправительственных соглашений и постановления Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 г. № 1448 «О подготовке лиц офицерского состава и специалистов для правоохранительных органов и таможенных служб государств-участников СНГ в образовательных учреждениях высшего профессионального образования Российской Федерации». В настоящее время в университете проходят обучение 30 сотрудников Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан и 15 сотрудников МЧС Кыргызской Республики.

В соответствии с двусторонними соглашениями университет осуществляет обучение по программам повышения квалификации. Регулярно проходят обучение в университете специалисты Российско-сербского гуманитарного центра, Российско-армянского центра гуманитарного реагирования, Международной организации гражданской обороны, Министерства нефти Исламской Республики Иран, пожарно-спасательных служб Финляндии, Туниса, Республики Корея и других стран.

Преподаватели, курсанты и студенты университета имеют возможность проходить стажировку за рубежом. За последнее время стажировки для профессорско-преподавательского состава и обучающихся в университете были организованы в Германии, Сербии, Финляндии, Швеции.

В университете имеются возможности для повышения уровня знания английского языка. Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

Компьютерный парк университета составляет более 1 200 единиц. Для информационного обеспечения образовательной деятельности функционирует единая локальная сеть с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, справочно-правовую систему «КонсультантПлюс», систему «Антиплагиат». Компьютерные классы позволяют обучающимся работать в сети Интернет, с помощью которой обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса.

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. Фонды библиотеки университета составляют более 350 700 экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Они имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

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 сети Интранет работает Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России, объединяющая библиотеки системы МЧС России.

В Электронной библиотеке оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: Дальневосточный филиал и библиотека Арктического спасательного учебно-научного центра «Вытегра». Имеется доступ к Президентской библиотеке им. Б.Н. Ельцина. Заключены договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде. Имеется 8 000 точек доступа.

В фондах библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2019 г., в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и единый план изготовления печатной продукции МЧС России. Университет издает 8 научных журналов, публикуются материалы ряда международных и всероссийских научных мероприятий, 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, а также имеют международный индекс (ISSN). 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 рецензируемых научных журналов, в которых публикуются основные научные результаты

диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Курсанты университета проходят обучение по программе первоначальной подготовки спасателей.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. открыт Кадетский пожарно-спасательный корпус.

Кадетский пожарно-спасательный корпус осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учетом дополнительных образовательных программ. Основные особенности 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.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов 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.

Деятельность команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС) включает в себя 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 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 Институте нравственно-патриотического и эстетического развития. Творческий коллектив университета принимает активное участие в ведомственных, городских и университетских мероприятиях, направленных на эстетическое и патриотическое воспитание молодежи, а также занимает призовые места в конкурсах, проводимых на уровне университета, города и МЧС России. На каждом курсе организована работа по созданию и развитию творческих объединений по различным направлениям: студия вокала, студия танцев, клуб веселых и находчивых. Для курсантов и студентов действует студия ораторского искусства, команда технического обеспечения, духовой оркестр.

На территории учебного заведения создается музей истории Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в котором обучающиеся и сотрудники, а также гости университета смогут познакомиться со всеми этапами становления учебного заведения – от курсов пожарных техников до университета.

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 версии** 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. Грэждану П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: 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.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.

Вниманию 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
№ 1 (49) – 2019**

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 29.03.2019. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. л. 15,75 Тираж 1000 экз. Зак. № 00

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149