

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 355.588

УЧАСТИЕ В ЛИКВИДАЦИИ КРУПНОМАСШТАБНОЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

И. И. Кобзев

В 2013 году в результате обильных и продолжительных осадков возникла сложная гидрологическая обстановка на территории Дальневосточного федерального округа, в пострадавших районах был введен режим чрезвычайной ситуации и установлен федеральный уровень реагирования. Рассмотрена сложившаяся в регионе сложная ситуация и причины наводнения. Подробно описаны действия по ликвидации чрезвычайной ситуации. В частности, рассмотрена работа группировки спасателей Воронежской области.

Ключевые слова: ликвидация последствий чрезвычайной ситуации, наводнение, стихийное бедствие, антикризисное управление, МЧС России.

Введение. С середины июля 2013 года в результате обильных и продолжительных осадков, а также в связи с пространственным размахом подтопленных территорий (более 8 млн кв. км) и большим количеством рек возникла сложная гидрологическая обстановка на территории шести субъектов Российской Федерации Дальневосточного федерального округа (Республика Саха (Якутия), Хабаровский край, Приморский край, Амурская область, Магаданская область и Еврейская автономная область) (рис. 1—3).

1. Причины наводнения. Причиной наводнений явились аномальные изменения циркуляции воздушных масс над югом Сибири и Дальним Востоком, которые могут стать постоянными. Разбалансировка механизма регуляции воздушных масс способствовала формированию мощных циклонов с более длительным периодом существования. Над северной территорией Китая летом доминировали

очень высокие температуры с высокой влажностью, а над Якутией, напротив, очень высокие температуры с температуры были достаточно умеренными, а воздух сухим. Вызвано это было установлением блокирующего антициклона над западом Тихого океана. Эта блокирующая волна высокого давления остановила циклоны над Приамурьем, не давая им быстро проходить в Охотском море.

В зоне подтопления оказались 388 населенных пунктов в 74 муниципальных районах, более 13,5 тыс. жилых домов. Пострадало свыше 135 тыс. человек и нанесен ущерб около 610 социально значимым объектам.

Вопреки опасениям местных жителей, Зейское и Бурейское водохранилища, расположенные на крупных притоках Амура, при максимальном снижении величин сбросных расходов способствовали смягчению паводковой ситуации, аккумулировав значительный объем стока (8 и 5 км³ соответственно), что, согласно расчетам гидрологов, позволило удерживать уровень реки Амур пониженным более чем на метр на протяжении 2 месяцев, а благодаря Зейскому гидроузлу на пике паводка в бассейне Зеи 31 июля сбрасывалось в 10 раз меньше воды, чем поступало в водохранилище, за счет чего уровень Зеи держался на 6 метров ниже возможного (рис. 4).

Кобзев Игорь Иванович, начальник Главного управления МЧС России по Воронежской области, генерал-майор вн. сл.;
Россия, г. Воронеж; e-mail: mchs-vrn@mail.ru

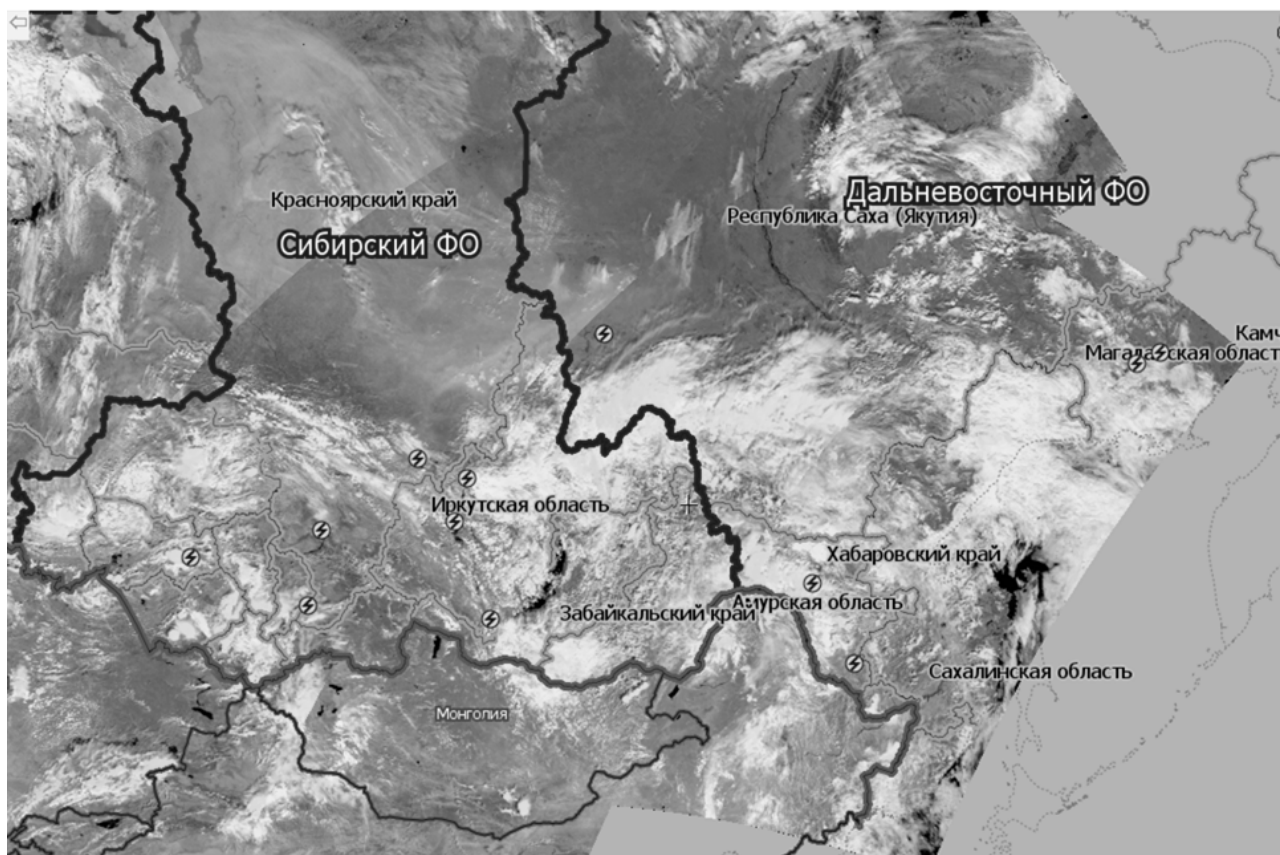


Рис. 1. Метеообстановка 03.08.2013 на территории Дальневосточного федерального округа

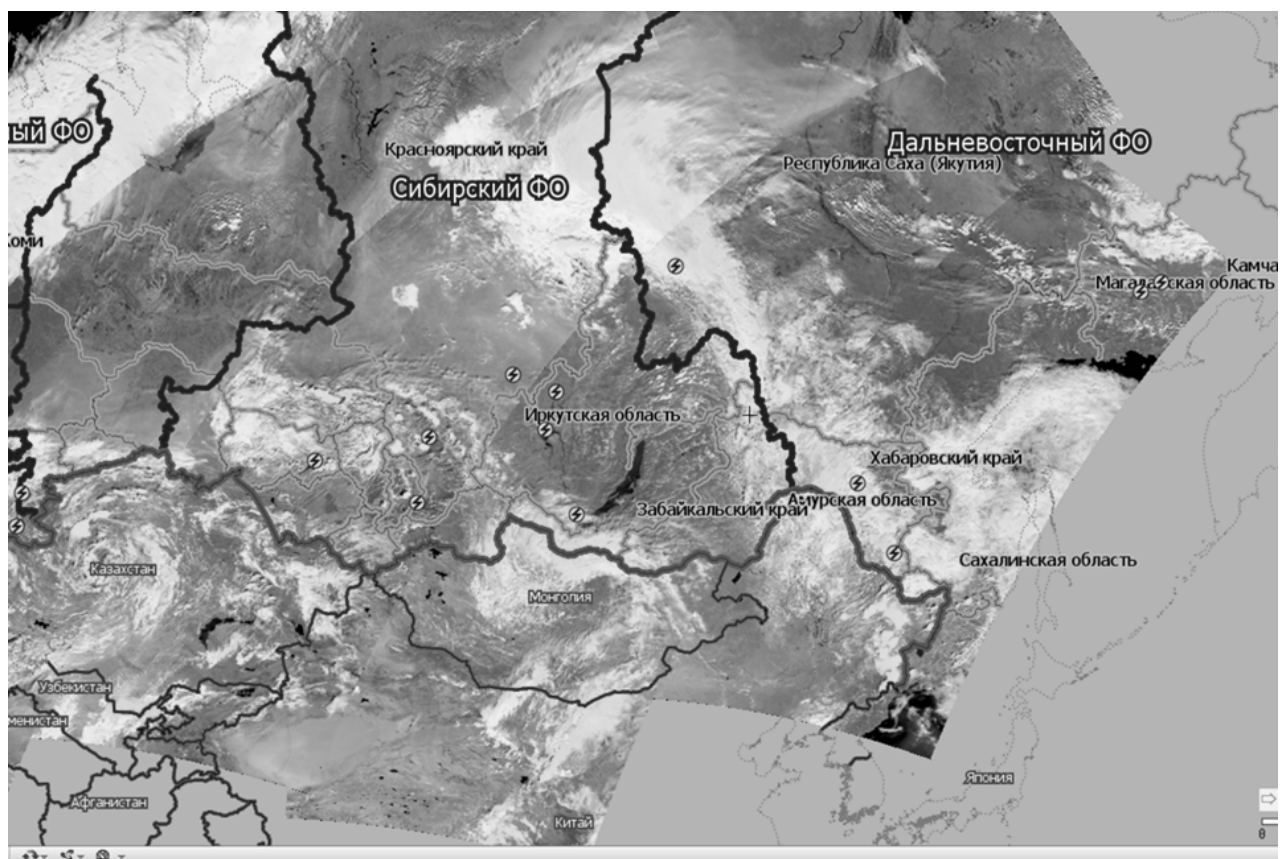


Рис. 2. Метеообстановка 10.08.2013 на территории Дальневосточного федерального округа

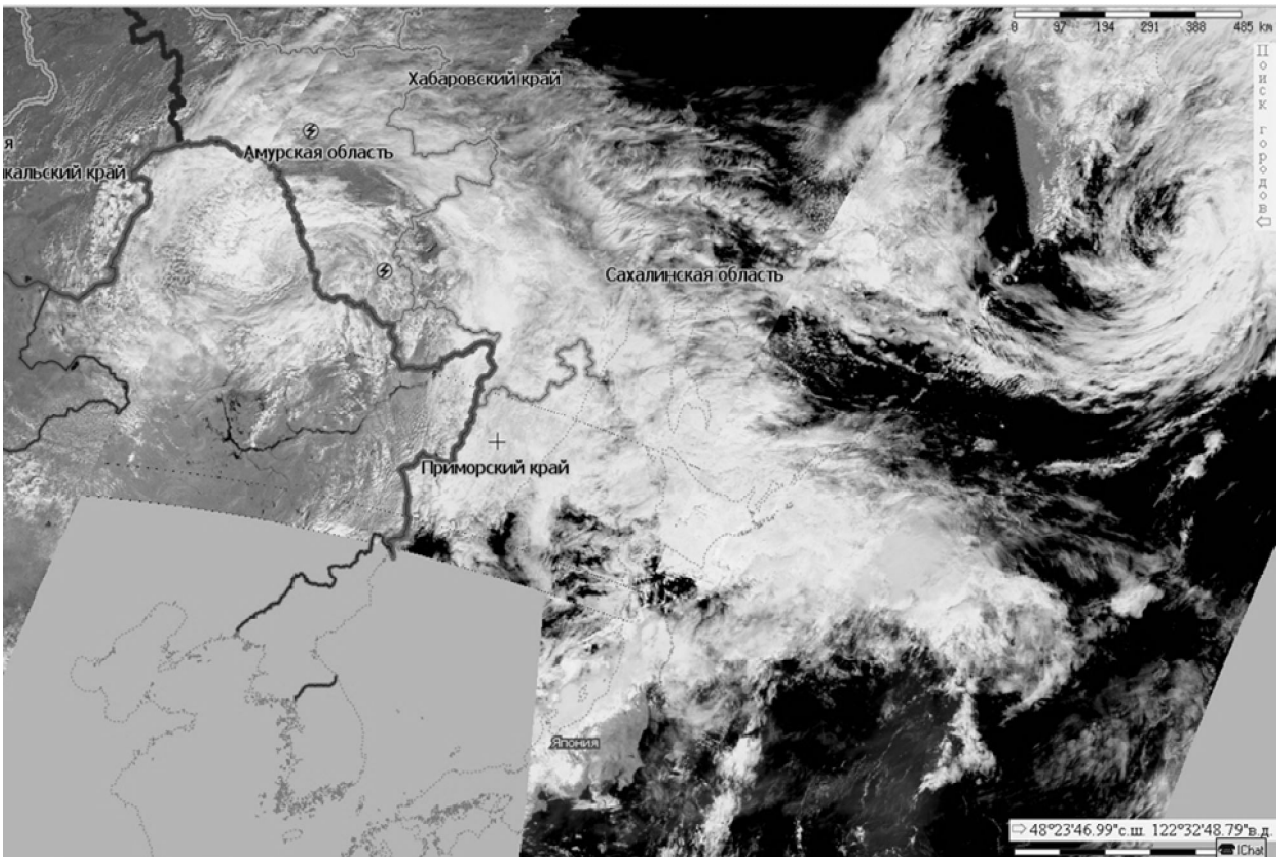


Рис. 3. Метеообстановка 30.08.2013 на территории Дальневосточного федерального округа



Рис. 4. Холостые сбросы на Зейской ГЭС

На начальном этапе наводнения сыграли свою противопаводковую роль и 6 водохранилищ на реке Сунгари в Китае, позже переключившиеся в транзитный режим.

В Китае наиболее значительный ущерб был причинен северо-восточным провинциям. По мень-

шей мере 105 человек погибли от наводнений и более 115 числятся пропавшими без вести (рис. 5). Более 60 тысяч домов были разрушены и 840 тысяч человек эвакуированы из провинций Хэйлунцзян, Цзилинь и Ляонин.



Рис. 5. Мониторинг состояния рек в Китае по данным космического зондирования

2. Работа по ликвидации ЧС. В целях обеспечения безопасности жизнедеятельности населения в зоне чрезвычайной ситуации решением Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности 7 августа 2013 года в пострадавших регионах был заблаговременно введен режим чрезвычайной ситуации и установлен федеральный уровень реагирования.

Для координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и управления созданной группировкой сил и средств была организована круглосуточная работа Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности; оперативного штаба Правительственной комиссии; комиссий по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности субъектов РФ Дальневосточного региона;

оперативных штабов и оперативных групп подразделений МЧС России; органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Во время ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в созданной системе антикризисного управления работало более 300 оперативных групп от МЧС России и более 200 групп от территориальных органов федеральных органов исполнительной власти, координацию деятельности которых осуществляли центры управления в кризисных ситуациях территориальных органов МЧС России.

Непосредственно на месте чрезвычайной ситуации было развернуто семь подвижных пунктов управления, организована работа 36 оперативных групп от территориальных органов МЧС России, а также 78 сводных оперативных групп, включающих в свой состав федеральные органы исполнительной власти, органы исполнительной власти субъектов РФ и органы местного самоуправления.

Для выполнения задач в зоне чрезвычайной ситуации была сформирована группировка сил РСЧС общей численностью более 46 тыс. человек и свыше 7,5 тыс. единиц техники. Авиационная группировка составила 51 воздушное судно и 4 беспилотных летательных аппарата. Использовалось свыше 1 тыс. плавсредств.

Успех применения сил и средств был достигнут путем круглосуточной работы органов управления всех уровней, своевременной переброски сил и средств на наиболее сложные и опасные участки по ходу движения волны паводка в соответствии с меняющейся, буквально ежечасно, обстановкой.

В рамках оказания помощи пострадавшему населению выполнены беспрецедентные по своим масштабам мероприятия по проведению спасательных и восстановительных работ, доставке материальных средств и гуманитарных грузов в пострадавшие от паводка районы.

В целях экстренной защиты населения было эвакуировано более 32 тысяч человек, в том числе свыше 10 тыс. детей, подготовлено 265 пунктов временного размещения, в которых проживало более 6,5 тыс. человек. В пунктах временного размещения было организовано горячее питание и медицинское обслуживание, работали детские комнаты и все остальные необходимые объекты инфраструктуры. Психологами МЧС, Минобороны, Минздрава и МВД России оказывалась психологическая помощь пострадавшему населению в пунктах временного размещения, при подворовых обходах в составе оперативной группы, при эвакуации и размещении населения, по телефонам горячей линии.

Для защиты населенных пунктов было возведено более 140 км защитных дамб, с целью организации транспортного сообщения с пострадавшими населенными пунктами были развернуты переправы на плавательных транспортных средствах, паромно-пontonно-мостовые переправы и тяжелые механизированные мосты.

В зоне подтопления была развернута сеть мобильных госпиталей и дежурных бригад медицинских и ветеринарных работников, население непрерывно обеспечивалось лекарственными препаратами и медицинскими изделиями, благодаря чему удалось удержать под контролем санитарно-эпидемиологическую и ветеринарную обстановку. От различных вирусных инфекций вакцинировано более 200 тыс. человек.

Контроль за санитарно-эпидемиологической обстановкой в круглосуточном режиме осуществлялся силами 393 учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля Дальневосточного федерального округа в составе порядка 2,5 тыс. специалистов и 3,5 тыс. ед. различных приборов. Специализированными учреждениями функциональной подсистемы РСЧС был организован контроль за системой водоснабжения в пострадавшем регионе, состоянием скотомогильников. В ходе работ всего

было исследовано более 17,5 тыс. проб воды. При неблагоприятных результатах проводилась экстренная обработка подземных источников, дезинфекция централизованного водоснабжения. В результате проведенной работы на подтопленной территории обработано и продезинфицировано более 11,5 тыс. жилых домов, более 90 тыс. кв. км территории различной степени эпидемиологической значимости.

При проведении спасательной операции и ликвидации чрезвычайной ситуации были задействованы все имеющиеся на территории средства информирования и оповещения населения. По 55 средствам массовой информации посредством телевизионных, радиоканалов и информагентств ежечасно передавались данные о ходе прохождения паводка и принимаемых мерах по ликвидации чрезвычайной ситуации.

В более чем 350 населенных пунктах была создана группировка сил, осуществляющая информирование населения путем подворового обхода. Регулярно население информировалось посредством мобильных телефонов через рассылку SMS-сообщений. В рамках заключенного соглашения с оператором сотовой связи Мегафон SMS-оповещение проводилось более 130 раз.

На 41 терминальном комплексе общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей транслировались информационные материалы по тематикам: наводнение, угроза затопления, порядок поведения при наводнении, порядок поведения при грозе, порядок эвакуации населения.

3. Работа спасателей Воронежской области. В спасательных операциях на Дальнем Востоке принимали участие спасатели Воронежской области.

Согласно распоряжению Центрального регионального центра МЧС России № 12693-2-2-21 от 18.08.2013 и на основании решения суженного заседания Комиссии правительства Воронежской области по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (протокол от 16.08.2013 г. № 27) для ликвидации последствий чрезвычайной ситуации на территории Дальневосточного федерального округа от Воронежской области сформированы сводные группы, в состав которых вошли спасатели аварийно-спасательной службы, инспекторы Государственной инспекции по маломерным судам, сотрудники Государственной противопожарной службы (всего 12 человек, 5 ед. плавсредств).

За время командировки в Смидовичском муниципальном районе Еврейской автономной области (рис. 6—7) проведены работы по укреплению песчаных дамб, произведены работы по жизнеобеспечению населения в зоне подтопления, осуществлена откачка воды из затопленных помещений, произведена доставка продуктов питания и питьевой воды, заготовлено более 60 куб. метров древесины на дрова, эвакуировано из опасной зоны в общей сложности 279 человек.

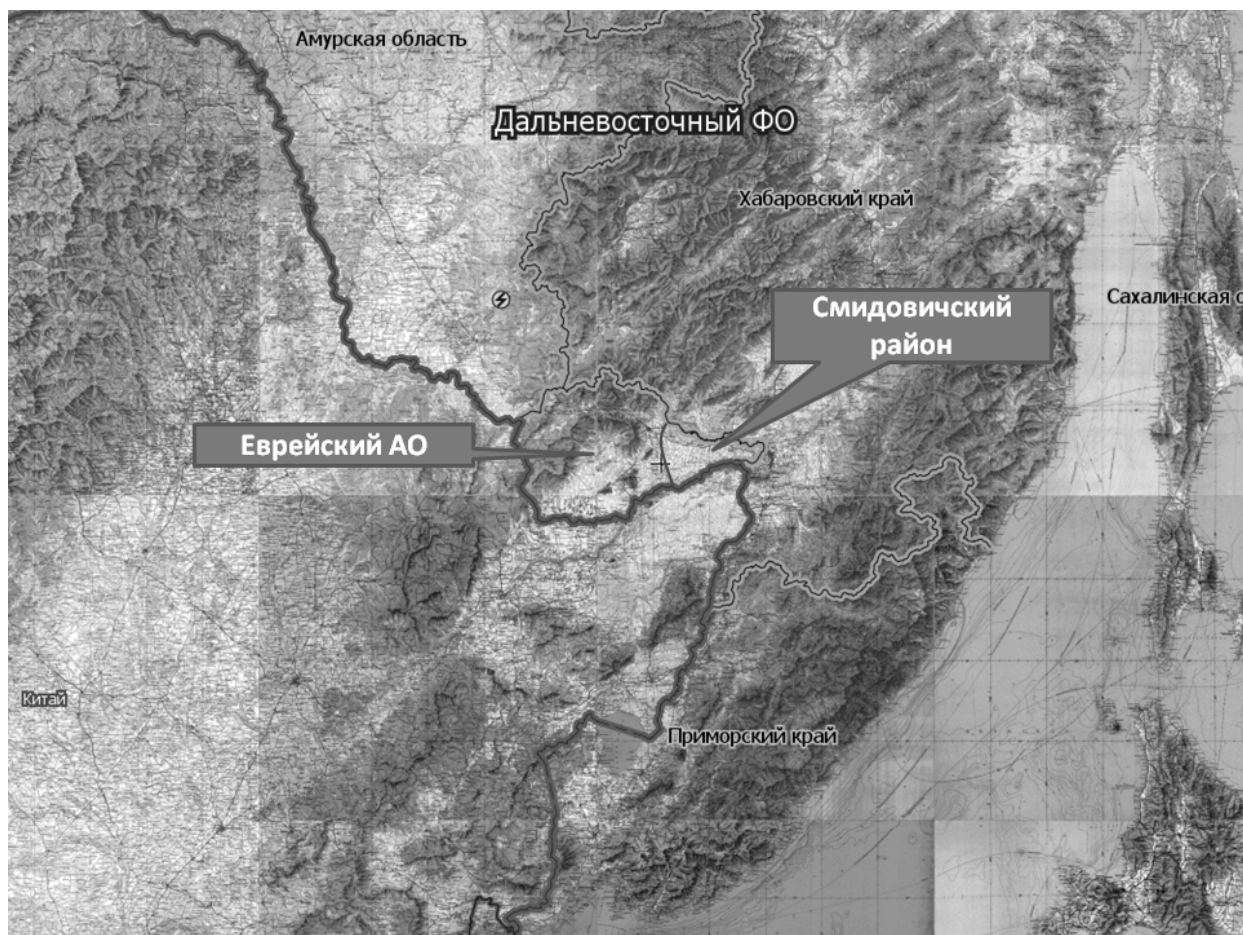


Рис. 6. Смидовичский муниципальный район Еврейской автономной области

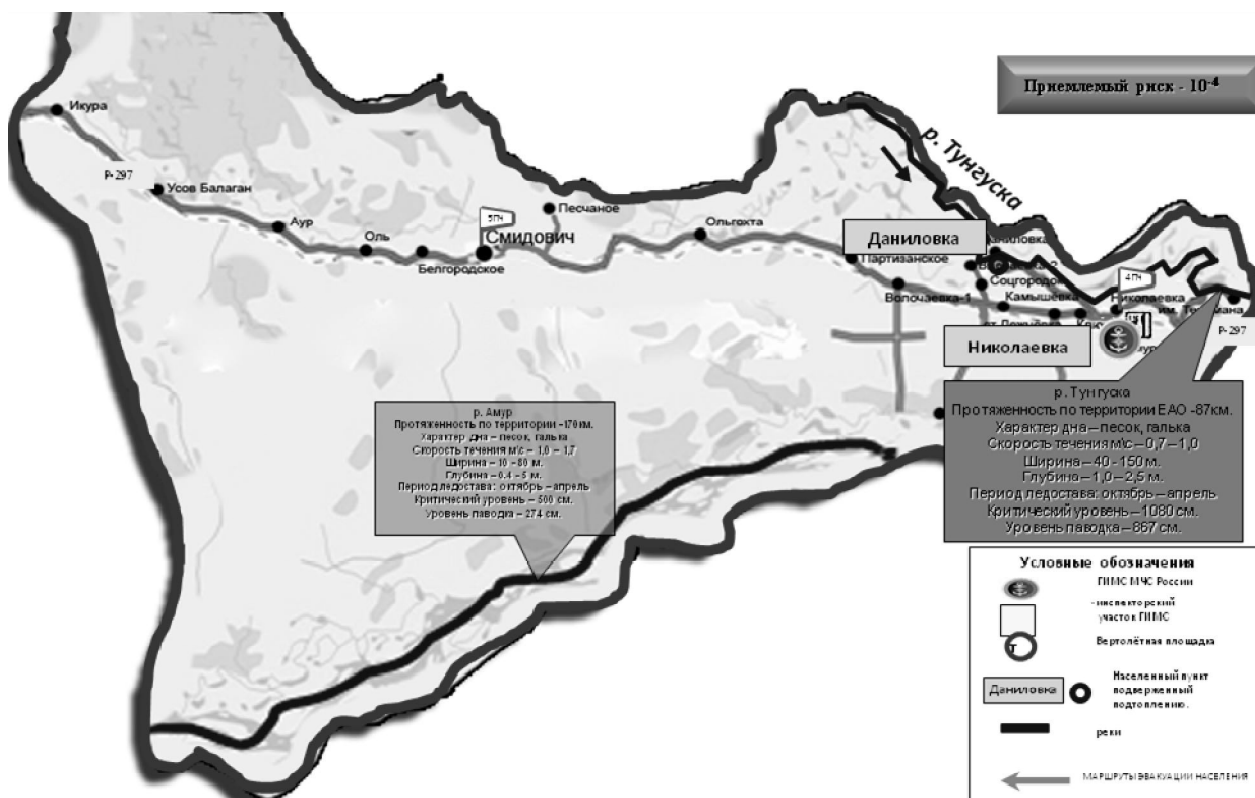


Рис. 7. Паспорт территории МО «Смидовичский муниципальный район» Еврейской автономной области: зоны возможного затопления, характеристика рек

В соответствии с распоряжением Центрального регионального центра МЧС России сотрудниками Главного управления МЧС России по Воронежской области доставлено в г. Москву для дальнейшей отправки на Дальний Восток следующее имущество, шт.:

- мотопомпы – 5;
- генератор дизельный – 4;
- генератор бензиновый – 1;
- нагреватель дизельный – 10.

Выполнив поставленные перед ними задачи, 24 сентября 2013 г. спасатели вернулись в пункт постоянной дислокации, заслужив благодарность от администраций Николаевского и Приамурского городских поселений Смидовичского муниципального района Еврейской автономной области, а также местных жителей затопленных районов (рис. 8). Все участники аварийно-спасательных работ в Дальневосточном регионе за проявленное мужество и высокий профессионализм отмечены ведомственными наградами МЧС России.

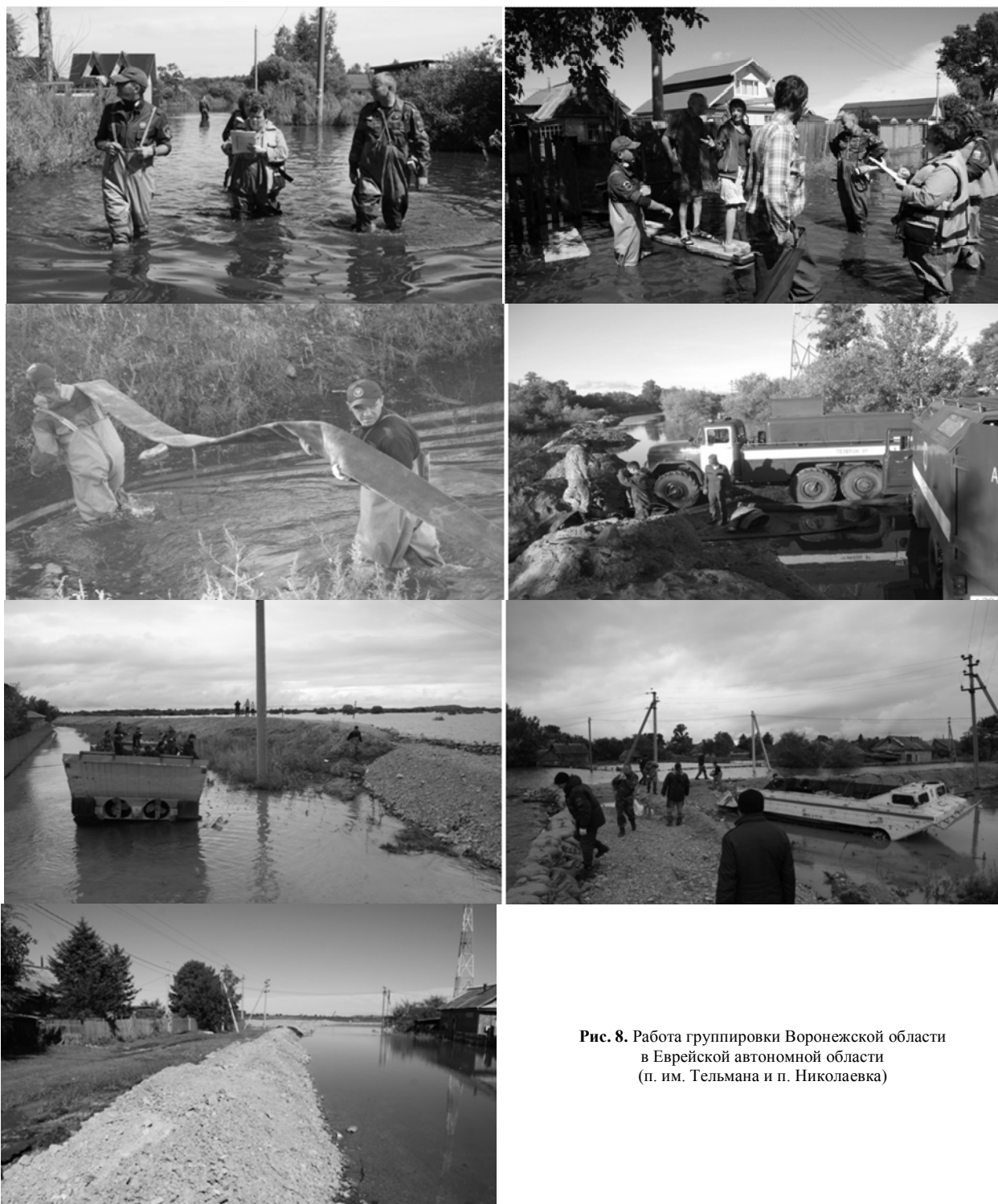


Рис. 8. Работа группировки Воронежской области в Еврейской автономной области (п. им. Тельмана и п. Николаевка)



Рис. 8 (окончание). Работа группировки Воронежской области в Еврейской автономной области (п. им. Тельмана и п. Николаевка)

Выводы. Результаты половодья на Дальнем Востоке стали хорошим уроком по предупреждению и ликвидации ЧС, идентифицируемых как катастрофические. В Главном управлении рассматриваются возможности дальнейшего применения в регионе использованных технологий:

- возведения земляных дамб путём их отсыпки либо укладки мешков с грунтом;
- использования водоналивных дамб;
- возведения перехватывающих плотин;

- устройства приямков;
- предпаводковой сработки водохранилищ;
- возведения временных мостовых переходов;
- устройства лодочных переправ.

Также крайне полезен опыт обустройства мест временного размещения эвакуированного населения, обеспечения населения всеми условиями жизнедеятельности, в том числе и с учётом его возрастного состава.

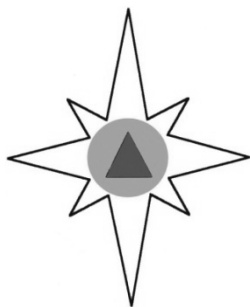
PARTICIPATION IN THE ELIMINATION OF A LARGE-SCALE EMERGENCY SITUATION IN THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT

Kobzev I. I.,

Head of the Main Department of EMERCOM of Russia in the Voronezh Region,
General-major of Internal Service;
Russia, Voronezh; e-mail: mchs-vrn@mail.ru

In 2013, after heavy and long rain, there was a complex hydrological situation in the far Eastern Federal district, in the affected areas was introduced a state of emergency and installed a Federal level of response. Considered the situation in the region difficult situation and the reasons of the flood. Detail emergency management. In particular, reviewed the work of a grouping of rescuers of the Voronezh region.

Keywords: liquidation of consequences of the emergency, flood, natural disaster, crisis management, EMERCOM of Russia.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 681.142.6

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПОДСИСТЕМ РСЧС

А. Ю. Иванов, М. Ю. Синещук

Рассматриваются структура и особенности функционирования автоматизированной информационной управляющей системы МЧС России. Предлагаются модели организации безопасного взаимодействия различных подсистем.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, МЧС России, безопасность, канал связи, защита информации.

Введение. МЧС России функционирует в составе единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), порядок организации и функционирования которой определяется постановлением правительства РФ № 794 от 30.12.2003 г. (с изменениями, внесенными постановлениями Правительства РФ от 27 мая 2005 г. № 335 и 3 октября 2006 г. № 600).

РСЧС включает функциональные и территориальные подсистемы, действующие на федеральном, региональном, территориальном, местном и объектовом уровнях. Для решения задач, стоящих перед РСЧС и МЧС России, на каждом уровне созданы соответствующие органы управления [1]. МЧС России (региональные центры — РЦ, главные управления — ГУ) и структурные подразделения его системы управления (центры управления в кризисных

ситуациях) являются постоянно действующими органами управления и органами повседневного управления РСЧС соответственно.

Расширение круга задач РСЧС на современном этапе и увеличение требований к качеству их решения, необходимость повышения эффективности межведомственного и межгосударственного взаимодействия по вопросам ЧС обусловили переход к новым технологиям управления, к концепции автоматизации управления РСЧС на основе центров управления в кризисных ситуациях. Система этих центров имеет иерархическую структуру (рис. 1).

В настоящее время актуальной является проблема организации эффективного управления и безопасного взаимодействия различных подсистем РСЧС. В рамках решения этой проблемы осуществляется подключение отдельных подсистем РСЧС к ведомственной цифровой сети связи (ВЦСС) МЧС России. При этом первостепенной задачей является изменение или переподписание соглашений об информационном обмене между взаимодействующими субъектами, т. к. существующие на данный момент соглашения не определяют конкретных технических условий подключения и вариантов передачи данных.

В рамках обновления соглашений об информационном обмене необходимо прописать варианты безопасного подключения подсистем РСЧС к ВЦСС с использованием сертифицированных средств криптографической защиты данных (далее — СКЗИ)

Иванов Александр Юрьевич, д-р техн. наук, проф. кафедры прикладной математики и информационных технологий, Санкт-Петербургский ун-т ГПС МЧС России; Россия, г. Санкт-Петербург, тел.: +7-921-737-82-39, e-mail: alexander.y@mail.ru
Синещук Максим Юрьевич, начальник группы автоматизированных систем управления отдела информационных технологий, АСУ и связи, Северо-Западный региональный центр МЧС России; Россия, г. Санкт-Петербург, тел.: +7-812-247-09-99, +7-921-429-40-69, e-mail: smaxim@inbox.ru

© Иванов А. Ю., Синещук М. Ю., 2013

через сеть Интернет или по выделенным каналам связи при их наличии. При выборе системы защиты информации можно рекомендовать программно-аппаратный комплекс компании «Инфотекс» *VipNet*,

используемый МЧС России и имеющий сертификаты Федеральной службы по техническому и экспортному контролю и ФСБ России.

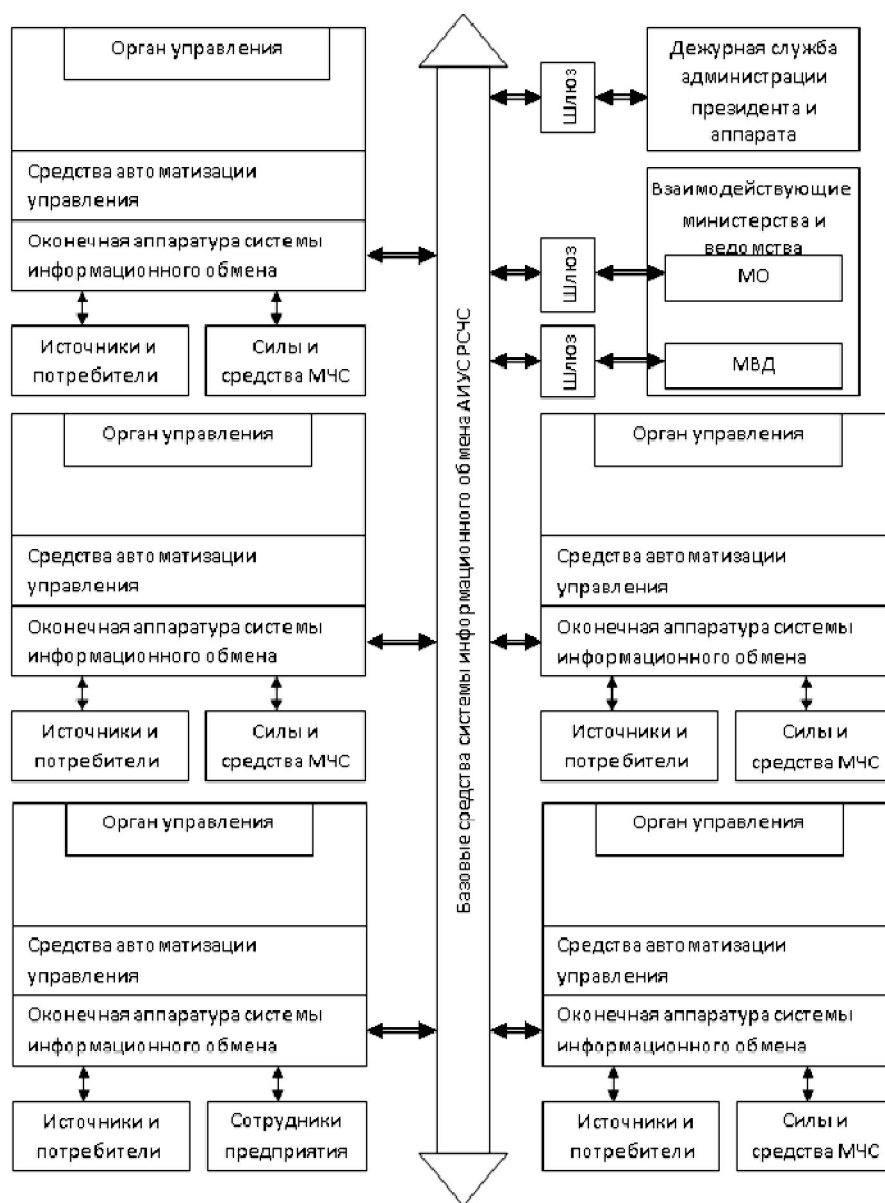


Рис. 1. Иерархическая структура автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС) РСЧС

1. Варианты подключения подсистем РСЧС к ВЦСС. На сегодняшний день одним из основных способов взаимодействия в МЧС России является видео-конференц-связь, которая позволяет в режиме реального времени передавать видео-, графическую и голосовую информацию с места чрезвычайной ситуации. Подключение органов повседневного управления подсистем РСЧС к ВЦСС МЧС России позволит, помимо взаимодействия в случае чрезвычайной ситуации, также получать различные прогнозы и информационные материалы в режиме повседневного функционирования [2].

РЦ и ГУ МЧС России имеют в своем арсенале серверы аудио- и видео-конференц-связи, FTP-сер-

веры, IP-телефонные станции и другие технические средства, которые позволят на их базе выстроить современную и эффективную систему управления органами повседневного управления РСЧС [2].

Проведенный анализ позволил выявить три варианта подключения подсистем РСЧС к ВЦСС:

- 1) подключение через выделенный канал связи (рис. 2);
- 2) через Интернет с использованием СКЗИ *VipNet Coordinator HW 100* (рис. 3);
- 3) через Интернет с использованием СКЗИ *VipNet Client* (рис. 4).

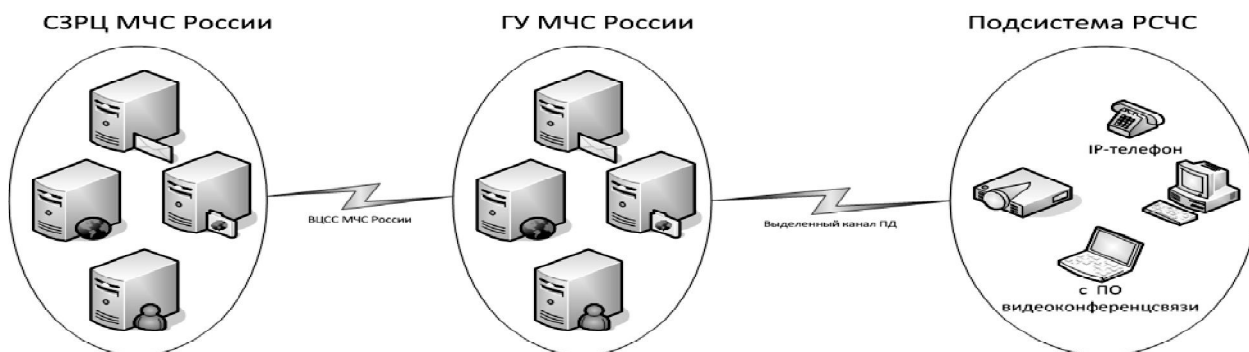


Рис. 2. Подключение через выделенный канал связи

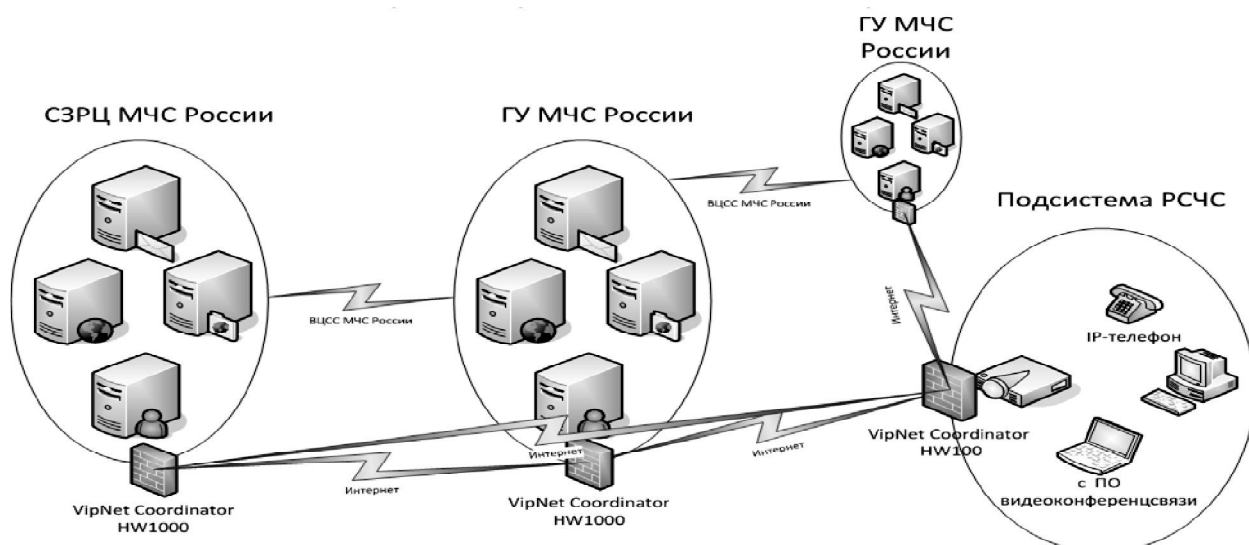


Рис. 3. Подключение через Интернет с использованием СКЗИ VipNet Coordinator HW 100

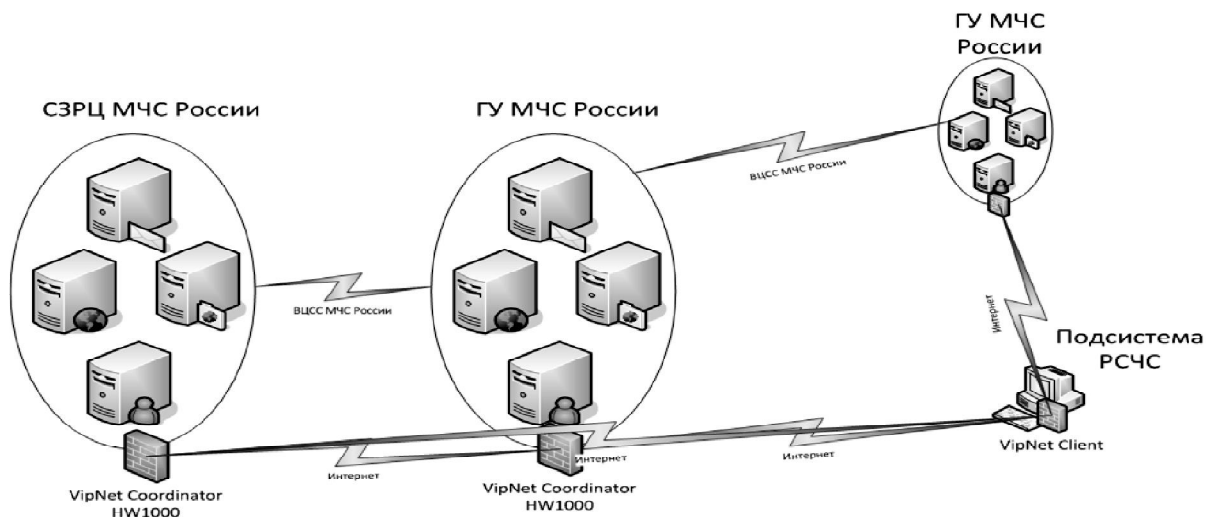


Рис. 4. Подключение через Интернет с использованием СКЗИ VipNet Client

При использовании первого варианта можно точно контролировать скорость передачи в канале, но будет начисляться ежемесячная абонентская плата, сумма которой может сильно варьироваться в зависимости от региона и оператора. Возможно подключение большого количества устройств, та-

ких как компьютеры, устройства видео-конференц-связи, IP-телефоны и т. д.

При использовании 2 и 3-го вариантов на стороне ГУ необходимо обеспечить скорость интернет-канала с учетом 384—512 Кбит/с на одного абонента для стабильной работы видео-конференц-

связи в случае максимальной нагрузки. Второй вариант также позволяет подключить большое количество различных устройств, создав подсеть за устройством СКЗИ.

Использование 3-го варианта подключения существенно ограничивает варианты подключения, т. к. *VipNet Client* устанавливается на персональный компьютер с системой *Microsoft Windows* или iOS-совместимые устройства. В этом случае на одном компьютере придется совмещать все необходимые компоненты, такие как IP-телефония, видео-конференц-связь, доступ к FTP, электронная почта и т. д.

С учетом предполагаемых затрат на аренду каналов связи, приобретение лицензий и др. можно сделать вывод, что наиболее функциональным и выгодным по соотношению «цена—качество» является вариант 2.

Использование оборудования одного вендора для криптографической защиты позволит при выходе из строя оборудования в одном из ГУ переключить подсистемы региона на работоспособное оборудование ГУ соседнего региона, что обеспечит резервирование интернет-каналов и оборудования СКЗИ в ГУ и тем самым повысит надежность (отказоустойчивость) функционирования системы.

При любой схеме подключения одним из важных вопросов остается защита от несанкционированного доступа при использовании оборудования, подключенного к ВЦСС МЧС России и находящегося в неконтролируемой зоне (имеются ввиду различные подсистемы РСЧС, замыкающиеся по управлению на другие министерства и ведомства). Для предотвращения несанкционированного доступа к ВЦСС в соглашении об информационном обмене необходимо прописать использование лицензионного системного, антивирусного и другого программного обеспечения на компьютерах, подключенных к ВЦСС, а также организацию размещения и доступа к оборудованию в контролируемых помещениях. На стороне РЦ и ГУ необходимо максимально ограничить доступ к информационным ресурсам с помощью маршрутизации, листов доступа и парольной защиты, а также интеграции серверов удаленного доступа в существующие системы обеспечения безопасности информации в целях недопущения распространения служебной информации ограниченного характера.

2. Защита информации в МЧС России.

Проблема защиты информации представляет особую важность для МЧС — министерства, которое отличается высоким уровнем компьютеризации процессов управления на всех уровнях иерархии.

Концентрация больших объемов обобщенной и систематизированной информации в автоматизированных системах обработки информации МЧС привела к увеличению вероятности утечки секретных и конфиденциальных сведений, а значит, и к необходимости принятия мер по обеспечению безопасности информации.

В связи с этим в МЧС создано «Управление защиты информации и обеспечения безопасности спасательных работ». Для поддержания требуемого уровня информационной безопасности в МЧС это управление организует:

- разработку мероприятий по защите сведений, составляющих государственную тайну, контроль эффективности проводимых мероприятий и принятие мер по защите информации;
- лицензирование деятельности организаций по проведению работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну, а также осуществлением мероприятий и (или) организацией услуг по защите государственной тайны;
- проведение единой технической политики, координацию работ по защите информации в системе МЧС России;
- расследование причин и условий появления нарушений по вопросам защиты информации и разработку предложений по устранению недостатков и предупреждению подобного рода нарушений;
- координацию деятельности в системе МЧС России по защите государственной тайны и контроль выполнения законодательства РФ в области защиты государственной тайны.

Выводы. В соответствии с российским законодательством автоматизированные системы, обрабатывающие сведения ограниченного доступа, должны выполняться в защищенном исполнении и обеспечивать уровень защиты информации, соответствующий степени ее конфиденциальности [3].

Также требует защиты и открытая документированная информация, находящаяся в ведении МЧС России и являющаяся государственным информационным ресурсом. Поэтому защита конфиденциальности, целостности и доступности информационных, вычислительных и коммуникационных ресурсов автоматизированной информационно-управляющей системы РСЧС является обязательной и жизненно необходимой государственной задачей.

Библиографический список

1. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС: постановление Правительства РФ от 30.12.03 г. № 794 (с изм. и доп.) // Собрание законодательства РФ. — 2004. — № 2. — Ст. 121.
2. **Артамонов, В. С.** Информационное обеспечение государственной пожарно-спасательной службы в ус-

References

1. O edinoj gosudarstvennoj sisteme preduprezhdeniya i likvidacii ChS: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30.12.03 g. № 794 (s izm. i dop.) // Sobranie zakonodatel'stva RF. — 2004. — № 2. — St. 121.
2. **Artamonov, V. S.** Informacionnoe obespechenie gosudarstvennoj pozharно-spasatel'noj sluzhby v uslovi-

ловиях чрезвычайных ситуаций / В. С. Артамонов, В. Е. Кадулин, Р. Н. Козленко // Вестник С.-Петербурга. ин-та ГПС МЧС России. — 2003. — № 3. — С. 82—87.

3. О совершенствовании информационно-телекоммуникационного обеспечения органов государственной власти и порядке их взаимодействия при реализации государственной политики в сфере информатизации: указ Президента РФ 01.07.1994 г. № 1390 // Официал. веб-сервер администрации г. Сургута. — (<http://www.admsurgut.ru/tate.php?ttop=120072&top=203303>). — (10.09.2013).

ях chrezvychajnyx situacij / V. S. Artamonov, V. E. Kadulin, R. N. Kozlenko // Vestnik S.-Peterburg. in-ta GPS MChS Rossii. — 2003. — № 3. — S. 82—87.

3. O sovershenstvovanii informacionno-telekommunikacionnogo obespecheniya organov gosudarstvennoj vlasti i poryadke ix vzaimodejstviya pri realizacii gosudarstvennoj politiki v sfere informatizacii: ukaz Prezidenta RF 01.07.1994 g. № 1390 // Oficial. veb-server administracii g. Surguta. — (<http://www.admsurgut.ru/state.php?ttop=120072&top=203303>). — (10.09.2013).

ORGANIZATION OF SECURE INFORMATION INTERACTION OF FUNCTIONAL AND TERRITORIAL SUBSYSTEMS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

Ivanov A. Yu.,

D. Sc. in Engineering, Prof.,
Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Saint-Petersburg,
тел.: +7-921-737-82-39, e-mail: alexander.y@mail.ru

Sineshhuk M. Yu.,

Head of Automated Control Systems Group,
North-Western Regional Center of EMERCOM of Russia;
Russia, Saint-Petersburg,
тел.: +7-812-247-09-99, +7-921-429-40-69, e-mail: smaxim@inbox.ru

The article describes the structure and features of functioning of the automated information control system of EMERCOM of Russia. Offers a model of the organization of safe interaction of various subsystems.

Keywords: *automated control system, EMERCOM of Russia, safety, interaction, communication channel, protection of information.*



ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России приглашает принять участие во II всероссийской научно-практической конференции «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» 19 декабря 2013 года.

Место проведения — г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д.231

Работа конференции будет проходить по следующим направлениям:

1. Эколого-правовые проблемы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях при-

родного и техногенного характера; промышленная экология; физический и химический контроль состояния окружающей среды.

2. Организация межведомственного взаимодействия при ликвидации последствий ЧС природного и техногенного характера.

3. Научно-теоретические и инженерно-технические разработки в области проблем безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

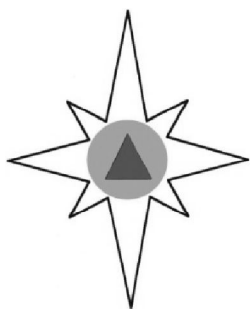
4. Применение информационных технологий в области обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях социального, природного и техногенного характера.

5. Совершенствование форм и методов профессиональной подготовки будущих специалистов МЧС России.

6. Актуальные вопросы теории и практики высшего профессионального образования.

7. Технологии гражданской защиты. Вопросы развития Службы—112 в России.

По результатам конференции планируется издание сборника статей.



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 378: 37.06

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ НА УКРАИНЕ

А. А. Нестеренко

На современном этапе общественно-экономического развития Украины в системе подготовки профессиональных кадров Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям проводятся глубокие реформы. Они затрагивают деятельность учебных заведений, готовящих квалифицированных специалистов. Одним из условий успешного проведения реформ является изучение и использование многолетнего опыта отечественного профессионального образования в области пожарной безопасности, в том числе в вопросах обучения и практики проведения пожарно-профилактических мероприятий. В статье проанализирована история пожарно-профилактической работы на Украине.

Ключевые слова: профилактическая деятельность, пожарная безопасность, пожарная организация, меры противопожарной безопасности.

Введение. Сложное историческое развитие украинского государства не позволяет четко выделить сугубо украинские особенности профилактики пожаров. Присутствует определенное сходство с пожарно-профилактической работой тех стран, основой или частью которых длительное время была Украина. Поэтому целью статьи является исторический анализ развития системы пожарно-профилактической работы на Украине. Имеющиеся письменные и печатные источники можно условно поделить на четыре периода: к первому принадлежат работы авторов, которые датируются временем от Киевской Руси до начала первых царских указов о создании профессиональной пожарной охраны (IX в. — начало XIX в.); второй период — это этап начального исследования проблемы (середина XIX в. — 20-е гг. XX в.); третий период — советский (30-е гг. — конец 80-х гг. XX в.); четвертый этап — современный (начало 90-х XX в. — н.в.).

Нестеренко Артем Анатольевич, адъюнкт кафедры пожарно-профилактической работы, Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля; Украина, г. Черкассы, тел.: +3-8-093-99-06-553; e-mail: temuch115@yandex.ua

Рассмотрим более детально особенности проведения пожарно-профилактической работы в рассматриваемые периоды. Немаловажным будет анализ некоторых ключевых документов в выделенных этапах.

Первый этап был выделен как начальный, в котором основным средством борьбы и профилактики пожаров было издание ряда нормативно-правовых документов относительно обеспечения пожарной безопасности и мер тушения пожаров. Случались одиночные случаи создания пожарных команд, пожарная техника была на низком уровне, методы тушения также не могли противостоять огневой стихии.

Первым нормативно-правовым актом, связанным с противопожарными мерами, который действовал на территории Киевской Руси и служил основой для наказания за неправомерное использование огня, была «Русская Правда» (1032—1054—1072 гг.), параллельно с которой действовали и княжеские уставы. Так, в статьях 32, 83 и других устанавливались различные виды наказания (денежный штраф, конфискация имущества, смертная казнь) за неумышленный и намеренный поджог. Тяжесть зависела от того, какие строения пострадали от пожара [1, с. 48]. То есть нормативные акты того времени больше касались наказания через за-

пугивание для предупреждения пожаров, чем собственно профилактики.

Второй этап характеризуется изданием нормативно-правовых актов, которые были направлены на создание в городах, а потом в селах (земствах) профессиональных пожарных команд, разработкой Строительного и Пожарного уставов, началом развития пожарного страхования, улучшением технического оснащения пожарной охраны.

Первые государственные противопожарные меры, которые определяли правила обращения с огнем, были разработаны в период правления московского князя Василия II Темного (1425—1462 гг.). После опустошительного пожара в Москве в 1434 г. Великий князь Василий II не только приказал осторожно вести себя с огнем, но и определил условия пользования им в наиболее пожароопасных ремеслах и на бытовом уровне [2, с. 11].

Дальнейшее развитие норм и правил в области пожарной безопасности на Руси в летописных упоминаниях относится к 1472 году. В указанное время Великий князь Иван III (1462—1505 гг.), который принимал участие вместе со своей дружиной в тушении пожара в Москве, издал указ, определяющий меры пожарной безопасности в населенных пунктах. Это был один из первых нормативных актов, который выделял профилактические мероприятия по предупреждению пожаров на Руси. В указе были определенные два основных направления профилактики причин возникновения и распространения пожаров – неосторожное обращение с огнем и скученность застройки [3, с. 28].

В 1485 г. после очередного большого пожара в Москве Иваном III был издан указ, который определил противопожарные нормы, предусматривающие меры пожарной безопасности при использовании открытого огня в быту (то есть использование печей, лампад, свечей и др.) [4, с. 42]. С целью предотвращения распространения пожаров на больших площадях другим указом Ивана III предписывалось соблюдать противопожарные разрывы при строительстве церквей и дворов [5, с. 146].

Комплекс мер пожарно-профилактического характера для жителей Москвы был закреплен указом 1504 г., которым приказывалось [6, с. 21]:

- летом не топить бани и дома без крайней необходимости, не использовать вечерами в доме огонь (то есть зажженные щепки, лампы, свечи), в пределах населенного пункта не заниматься стеклянным производством;

- кузнецы, гончары, оружейники, работа которых была связана с огнем, должны заниматься своим делом далеко от жилых зданий;

- строго наказывать за курение табака.

Начало XVIII века характеризовалось усилением предупредительных мер борьбы с пожарами в России. Во многом это было связано с началом строительства Санкт-Петербурга, который с 1712 г. стал столицей Российского государства. В России вводились новые противопожарные нормы, заимст-

вованные Петром I (1682—1725 гг.) в Западной Европе. Одним из первых стал указ от 17 января 1701 г., определяющий порядок застройки кварталов после пожаров [7, с. 15]. Далее последовала разработка и издание целого ряда указов и других правовых актов с целью создания норм профилактики пожаров, при этом в качестве одного из основных направлений было определено строительство зданий (домов) из огнестойких материалов (кирпич, черепица, камень). Немаловажными факторами повышения эффективности профилактики пожаров становятся также рытье водоемов (водосток, канал), планирование зданий, применение водных насосов. Отдельно издавались указы о предотвращении лесных, корабельных и других видов пожаров.

Как и в других странах Европы, в системе государственных органов Российской империи отсутствовало звено, которое было бы специально предназначено для руководства борьбой с пожарами, не было единой структуры, которая обеспечивала бы противопожарную защиту населения и территории, а также надзор за мерами пожарной безопасности. Таким образом, государство ощутило потребность в создании специализированных профессиональных противопожарных команд и обеспечении правового регулирования их действий.

В 1504 г. в Москве великим князем Московским и всей Руси Иваном III (1440—1505 гг.) впервые была создана пожарно-сторожевая охрана [8]. Хотя она не могла оказывать серьезного противостояния огню из-за слабой подготовки и технической оснащенности, но все-таки это была первая попытка создания профессиональной пожарной охраны. Но все равно существующая ситуация с пожарной безопасностью требовала реформирования всей системы пожаротушения. С 1550 по 1698 гг. пожарно-сторожевую охрану сменяют стрельцы, что стало прогрессом для обеспечения пожарной безопасности, но практически не повлияло на профилактику пожаров. Стрельцы по сути оставались войнами и пожарными одновременно.

Сведения о создании первой пожарной команды в Москве относятся к 1629 г. Специальная пожарная команда состояла из 200 человек, в летний период количество пожарных возрастало до 300. Команда оснащалась водосливными трубами, бочками с водой, ведрами, баграми и другим инвентарем. На Земском дворе постоянно дежурили 20 извозчиков с лошадьми для доставки людей и инвентаря к месту пожара [9, с. 21].

Третий этап характеризуется постепенным техническим и технологическим усовершенствованием пожарной техники, внедрением в градостроительство и домостроительство противопожарных мер и пожаробезопасных материалов.

Одним из первых специальных исследований по пожарной безопасности стала монография О. Чехова, в которой исследовались проблемы раз-

вития пожарного дела в Российской империи до 90-х гг. XIX века. О. Чехов обобщил законодательную базу в сфере деятельности пожарной охраны, исследовал становление и функционирование профессиональных пожарных частей, рассмотрел проблему организации помощи погорельцам.

Следует отметить, что ни в данной работе, ни в дальнейших работах других авторов к середине XX столетия проблема развития пожарного дела на Украине не исследовалась. В основном рассматривалось функционирование пожарной охраны в целом в империи (К. Томас, Д. Бородин). Часто исследовались (например, в работах Т. Турчиновича, Б. Токарного, В. Григорьева, М. Денисьевского, О. Кутузова) лишь отдельные практические аспекты темы: функционирование и оборудование добровольных пожарных обществ, пожарная тактика, организация службы городских пожарных команд, противопожарное водоснабжение и т. п.

В советский период в работах, посвященных развитию пожарного дела, их авторы в большинстве случаев рассматривали деятельность пожарной охраны лишь во времена советской власти. Только в конце 60-х годов в связи с празднованием 50-летия советской пожарной охраны вышел ряд комплексных исследований. Среди них следует отметить наиболее полное издание, опубликованное авторским коллективом под руководством Н. А. Тарасова-Агалакова (1968 г.), — «Пожарное дело в СССР». Эта работа содержала значительный фактологический материал по вопросам тушения пожаров в Российской империи XIX — начала XX в., истории развития пожарной техники, мер предупреждения пожаров.

В этот же период увидела мир и первая работа из истории пожарной охраны, посвященная одному с регионов Украины. Ее авторы, Г. Кучер и Л. Усатенко, проанализировав значительное количество архивного материала, ввели в научное обращение значительно количество нового и малоисследованного материала для анализа процесса развития пожарной охраны на Киевщине.

Заинтересованность пожарной охраной резко возросла после 1986 г. Это было вызвано событиями, связанными с ликвидацией аварии на Чернобыльской АЭС, в ходе которой мужество и самопожертвование пожарных спасло человечество от техногенной катастрофы мировых масштабов.

Последний (четвертый) этап характеризуется ростом научного интереса к проблемам пожарной охраны, в частности к проблемам пожарной профилактики на территории Украины. Этому содействовало создание независимого украинского государства и выделение пожарной охраны страны из состава Министерства внутренних дел в отдельную Государственную службу (ранее — Министерство) Украины по чрезвычайным ситуациям. Было проведено расширение сети и повышение статуса и уровней аккредитации высших учебных заведений для подготовки специалистов пожарной безопасно-

сти. С первых дней независимости Украины, учитывая потребность государства в квалифицированных специалистах пожарной безопасности, были созданы курсы переподготовки офицерских кадров. Официально признано новое научное направление в технических науках — пожарная безопасность.

Ныне на Украине действуют ряд учебных заведений, в которых готовятся высококвалифицированные специалисты пожарно-спасательной службы, в частности Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля (г. Черкассы), Национальный университет гражданской защиты Украины (г. Харьков), Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, Винницкое высшее профессиональное училище Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности. Научное руководство в разработке мер пожарной безопасности и противопожарной профилактики поручено Украинскому научно-исследовательскому институту гражданской защиты (г. Киев).

Становление учебной системы украинских высших учебных заведений ГСЧС тесно связано с созданием и функционированием профессиональных подразделений, призванных обеспечивать реализацию государственной политики в сфере гражданской защиты и пожарной безопасности.

Анализ нормативно-правовых документов и практика профессиональной пожарной деятельности показывают, что существенные изменения в системе подготовки офицерских кадров для подразделений пожарной охраны произошли на рубеже XX и XXI в. Тогда большинство учебных заведений Государственной службы Украины по чрезвычайным ситуациям в соответствии с новыми государственными требованиями к высшему образованию и уровню подготовки будущих офицеров, были реформированы и получили более высокий уровень аккредитации [10].

Начиная с 90-х г. руководством ГСЧС были определены главные направления формирования механизмов безопасности на двустороннем, региональном и глобальном уровнях. На этой основе Украина постоянно развивает сотрудничество, прежде всего в области государственного надзора и контроля за соблюдением законов и других нормативно-правовых актов по вопросам гражданской защиты и предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Вывод. Ретроспективный анализ образования и развития пожарно-профилактической работы на Украине свидетельствует о чрезвычайно сложном пути развития. На основе анализа ряда научных работ можно выделить основные направления пожарно-профилактической работы с периода Киевской Руси до настоящего времени:

– издание нормативно-правовых документов пожарно-профилактической направленности, которые регламентировали особенности использования огня в разные времена года и имели караяо-

щую функцию за нарушение противопожарных законодательных актов в виде административного или уголовного наказания;

- введение и усовершенствование стандартов строительства и застройки поселений (городов и сел);
- разработка эффективных противопожарных мер, в частности применение новых огнестойких материалов в строительстве и новых безопас-

ных технологий в промышленности, развитие пожарной техники, проведение водогонных;

- создание команд профессиональной пожарной охраны, одними из задач которых являлись пожарный надзор и пожарная профилактика;
- постоянное повышение уровня профессиональной подготовки пожарных команд.

Библиографический список

1. **Российское законодательство X-XX вв.:** в 9 т. Т. 1: Законодательство Древней Руси / Под ред. О. И. Чистякова. — М., 1984. — 432 с.
2. **Трачук, М. П.** Из истории развития пожарной охраны в России / М. П. Трачук. — Львов: Изд-во Львов. пожар.-технич. училища МВД СССР, 1959. — 94 с.
3. **Советская пожарная охрана** / Сост. Т. А. Ворошилова, В. Т. Потемкин. — М., 1988. — 84 с.
4. **Савельев, П. С.** Исторические вехи пожарной охраны России / П. С. Савельев // Пожарное дело. — 1993. — № 4. — С. 42—44.
5. **Алексеев, Ю. Г.** Государь всея Руси / Ю. Г. Алексеев. — Новосибирск: Наука, Sib. отд-ние, 1991. — 240 с. — (Страницы истории нашей Родины).
6. **Савельев, П. С.** Пожары-катастрофы / П. С. Савельев. — М.: Стройиздат, 1983. — 315 с.
7. **Голубев, С. Г.** Пожарное дело в СССР / С. Г. Голубев, Ф. В. Зильберштейн, П. С. Савельев. — М.: Изд-во литературы по строительству, 1968. — 307 с.
8. **Бабенко, А. М.** Формирование государственной системы пожарной безопасности в дореволюционной России (по материалам Курской губернии): дис. ... канд. ист. наук: 07.00.02 / Бабенко А. М. — Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2005. — 214 с.
9. **Артузи, Н. А.** Беседа пожарного: сборник бесед по «истории пожарного дела» и «пожарной техники» / Н. А. Артузи. — Самара, 1926. — 145 с.
10. **Підгайний, А. В.** Становлення та розвиток системи підготовки офіцерських кадрів МНС України наприкінці ХХ — початку ХХІ ст.: автореф. дис. ... канд. іст. наук: 20.02.22 / Підгайний А. В. — Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2009. — 18 с.

References

1. **Rossijskoe zakonodatel'stvo X-XX vv.:** v 9 t. T. 1: Zakonodatel'stvo Drevnej Rusi / Pod red. O. I. Chistyakova. — M., 1984. — 432 s.
2. **Trachuk, M. P.** Iz istorii razvitiya pozharnoj oxrany v Rossii / M. P. Trachuk. — L'vov: Izd-vo L'vov. pozhar.-texnich. uchilishha MVD SSSR, 1959. — 94 s.
3. **Sovetskaya pozharnaya oxrana** / Sost. T. A. Voroshilova, V. T. Potemkin. — M., 1988. — 84 s.
4. **Savel'ev, P. S.** Istoricheskie vехi pozharnoj oxrany Rossii / P. S. Savel'ev // Pozharnoe delo. — 1993. — № 4. — S. 42—44.
5. **Alekseev, Yu. G.** Gosudar' vseya Rusi / Yu. G. Alekseev. — Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1991. — 240 s. — (Stranicy istorii nashej Rodiny).
6. **Savel'ev, P. S.** Pozhary-katastrofy / P. S. Savel'ev. — M.: Strojizdat, 1983. — 315 s.
7. **Golubev, S. G.** Pozharnoe delo v SSSR / S. G. Golubev, F. V. Zil'bershtejn, P. S. Savel'ev. — M.: Izd-vo literatury po stroitel'stvu, 1968. — 307 s.
8. **Babenko, A. M.** Formirovanie gosudarstvennoj sistemy pozharnoj bezopasnosti v dorevolucionnoj Rossii (po materialam Kurskoj gubernii): dis. ... kand. ist. nauk: 07.00.02 / Babenko A. M. — Kursk: Kursk. gos. texn. un-t, 2005. — 214 s.
9. **Artuzi, N. A.** Beseda pozharного: sbornik besed po «istorii pozharного dela» i «pozharnoj tehniki» / N. A. Artuzi. — Samara, 1926. — 145 s.
10. **Pidgajnyj, A. V.** Stanovlennja ta rozvytok systemy pidgotovky officers'kyh kadriv MNS Ukraїny naprykin-ci HH — pochatku HHI st.: avtoref. dys. ... kand. ist. nauk: 20.02.22 / Pidgajnyj A. V. — L'viv: Nacional'nyj universytet «L'vivs'ka politehnika», 2009. — 18 s.

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF FIRE PREVENTION IN THE UKRAINE

Nesterenko A. A.,

Adjunct,

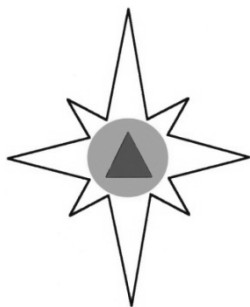
Academy of Fire Safety named after Chernobyl Heroes;

Ukraine, Cherkassy,

tel.: +3-8-093-99-06-553; e-mail: temuch115@yandex.ua

At the present stage of social and economic development of Ukraine in the system of the public service of Ukraine of Emergencies implemented far-reaching reforms. First of all they touch the field of education, which are designed to prepare highly qualified specialists. Under these conditions, it is important to study and use of long-term experience of the national vocational education, which was complicated development in statelessness. The article on the background of modern statistics historical analysis conducted fire prevention Ukraine.

Keywords: prevention activities, fire safety, fire organization, fire prevention measures.



МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 355.588

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ВЫСОКОМАНЕВРЕННОЙ СЛУЖБЫ ЭКСТРЕННОГО РЕАГИРОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. В. Калач, А. Н. Шуткин, Н. С. Шимон

Время прибытия медиков и пожарных подразделений к месту пожара или аварии является одним из наиболее значимых факторов. Однако в последнее время проблема автомобильных пробок на дорогах крупных городов и пригородных трасс как никогда актуальна: плохое качество дорог, неудобные автомобильные развязки, отсутствие надземных/подземных переходов, объездных дорог для грузовых фур и др. затрудняют движение. Для решения этой проблемы предлагается использование мотоциклов в работе скорой помощи и спасателей. Рассмотрен положительный опыт Краснодарского края, где с 2010 года в качестве эксперимента действует первая в стране моточасть. Также анализируется зарубежный опыт использования мотоциклов при оказании экстренной помощи.

Ключевые слова: экстренное реагирование, медицинская помощь, спасение, маневренность, мотоцикл, время прибытия, МЧС России.

Введение. Фактор времени оказывает решающее влияние на причиняемый пожаром социальный и материальный ущерб. Статистика свидетельствует, что 98 % от общего числа погибших приходится на начальный период развития пожаров. В связи с этим реализация мероприятий по своевременному и оперативному прибытию пожарных подразделений и медиков к месту пожара является одной из приоритетных задач.

1. Перспективы использования мотоцикла для оказания экстренной помощи. Ежегодно количество машин на дорогах городов возрастает. При этом к самим дорогам претензий много: плохое качество, неудобные автомобильные развязки,

отсутствие надземных/подземных переходов (много светофоров) и объездных дорог для грузовых фур. В последнее время проблема автомобильных пробок на дорогах крупных городов и пригородных трасс как никогда актуальна.

В отличие от традиционного пожарного автомобиля мотоцикл может добраться туда, куда большой машине или машине скорой помощи тяжело доехать из-за пробок или конфигурации дорожных развязок. Спасатель на мототехнике в состоянии провести первоочередные мероприятия при пожаре или оказать первую помощь пациентам с политравмой, хроническими обструктивными заболеваниями дыхательных путей, астмой, сахарным диабетом, заболеваниями сердца и т. п. В кофрах мотоциклов, как правило, находится набор для неотложной помощи: от небольшой аптечки на тяжелых мотоциклах до дефибриллятора-монитора на мотоциклах легкого класса.

Кроме спасателя или медика на мотоцикле, на вызов должна выезжать и обычная пожарная машина или машина скорой помощи. Пока машина пробирается по пробкам, спасатель-мотоциклист на месте успевает разобраться в ситуации, стабилизировать и подготовить пострадавшего к госпитализации.

Калач Андрей Владимирович, д-р хим. наук, доц., Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: AVKalach@gmail.com

Шуткин Александр Николаевич, канд. физ.-мат. наук, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: vigps@mail.ru

Шимон Николай Степанович, канд. техн. наук, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: vigps_onirio@mail.ru

зации. Если пострадавших много, он определяет очередность оказания первой помощи.

Как известно, в реаниматологии существует так называемое правило «золотого часа». Это время, когда здоровье попавшего в критическое положение человека балансирует на грани жизни и смерти, и когда пострадавшему можно оказать наиболее действенную помощь. У спасателя на мотоцикле шансов успеть оказать необходимую первую помощь гораздо больше.

2. Пожарно-спасательные мотоциклы. Вопросы создания высокоманевренной службы экстренного реагирования рассматривались в ФЦП «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2012 г.» и «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2017 г.» [1, 2]. Координатором и идейным вдохновителем этих федеральных программ выступает МЧС России.

Новые технологии готовы к широкому внедрению в пожарно-спасательные формирования МЧС России.

Пожарно-спасательный мотоцикл, оснащенный средствами связи и специализированным оборудованием, предназначен для проведения пожарно-спасательных работ в жилых и административных зданиях, объектах промышленности и транспорте, разведки, передачи информации, ликвидации пожара на ранней стадии его развития.

В целях обеспечения экстренного реагирования и проведения пожарно-спасательных работ разработана гамма маневренных технических средств:

- оперативные высокоманевренные транспортные средства легкого и среднего классов для проведения экстренных пожарно-спасательных работ в условиях мегаполисов (на базе мотоциклов *BMW-650* и *BMW-1200*);

- пожарно-спасательные мотовездеходы, предназначенные для эксплуатации как в труднодоступной местности («Шанс» и «Улан»), так и на подземных объектах («Енисей») [3].

Вся техника оборудована современными пожарно-спасательными средствами (ранцевыми установками пожаротушения, установками тушения тонкораспыленной водой, установками пенного тушения) и вспомогательным оборудованием в различных комплектациях (гидравлическим и электромеханическим аварийно-спасательным инструментом, бензиновой электростанцией, тепловизорами).

Кроме того, накопленный опыт эксплуатации высокоманевренных транспортных средств показал, что зачастую пожарно-спасательные подразделения вынуждены выполнять возложенные на них задачи в районах, удаленных от места постоянной дислокации. Для обеспечения эффективной деятельности пожарно-спасательных подразделений в таких условиях создан комплекс специальных пожарных транспортных средств «Кирасир», состоящий из базового шасси фургона-автокемпера, модуля для отдыха и проживания личного состава (оборудован двумя спальными местами, холодильником, умы-

вальником, газовой плиткой, биотуалетом), модуля для транспортировки техники (двух мотоциклов или одного мотовездехода).

Комплекс «Кирасир» является «мобильным постом» и может обеспечить автономную деятельность пожарно-спасательного подразделения из 2-х маневренных транспортных средств.

Комплекс позволяет расширить тактические возможности пожарно-спасательного подразделения и организовать его деятельность при выполнении дополнительных задач (например, при проведении профилактических рейдов, патрулировании удаленных районов с повышенным уровнем риска возникновения чрезвычайных ситуаций и др.) [3].

3. Эксперимент в области применения технологии экстренного реагирования на пожары и чрезвычайные ситуации. Эксперимент начался в Южном региональном центре в 2010 году. С его внедрением пожарно-спасательные расчеты могут значительно сокращать время реагирования на возгорания в жилом секторе, на транспорте и других объектах жизнедеятельности, что позволяет сохранять жизнь большему числу пострадавших.

Первой в нашей стране стала часть экстренного реагирования «12 отряд Федеральной противопожарной службы по Краснодарскому краю», созданная летом 2010 года в Краснодаре. Поступившие на её оснащение специальные мотоциклы *BMW* оборудованы самым современным аварийно-спасательным инструментом и средствами оказания доврачебной медицинской помощи. В условиях мегаполиса это очень эффективное средство реагирования на ЧС, происшествия, пожары.

На улицах Краснодара уже курсируют восемь мотоциклов *BMW G 650 GS* (рис.) под эгидой МЧС России.



Рис. Мотоцикл *BMW G 650 GS* МЧС России

Мотоциклы оснащены системой навигации, переносной радиостанцией и целым набором спецтехники. Накопленный в Краснодаре опыт планируется использовать в Сочи при проведении Олимпийских игр.

На пожарных краснодарских мотоциклах присутствует российское ноу-хау — ранцевая установка тушения, большой огнетушитель объемом 23 л (для сравнения: в обычном огнетушителе — 5 л). Это приспособление позволяет эффективнее тушить огонь с помощью рассеивания воды [4].

Помимо этого создана единая диспетчерская служба, позволяющая по специальной электронной карте быстро распознавать географию событий и выдавать точную справочную информацию для немедленного реагирования, в том числе при пожарах. Для спасательных мотоциклов городские власти построили специально оборудованное депо.

В 2013 году в спасательные подразделения поступили квадроциклы, пожарно-спасательные автомобили с реверсивным движением «Тяни-Толкай», оперативные мотоциклы BMW, автомобили с медицинским модулем для условий эксплуатации в крупных мегаполисах. За время опытной эксплуатации пожарно-спасательных мотоциклов группы экстренного реагирования 95 раз привлекались к ликвидации последствий ДТП (спасено 93 человека), участвовали в тушении 55 пожаров и проведении 40 аварийно-спасательных работ (деблокировано 53 человека) [5].

В ближайшем будущем ожидается и пожарно-спасательный катер на воздушной подушке. Автомобиль «Тяни-Толкай» будет использоваться для проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров в тоннелях (на территории Сочи находится 14 тоннелей). Квадроциклы, они же мотовездеходы, будут патрулировать по установленным маршрутам территорию от Красной Поляны до Лазаревского. Что касается катера-амфибии, в зоны его обслуживания будут входить как водные, так и наземные маршруты патрулирования с учетом анализа возможных происшествий [5].

С 1 октября 2013 года вся полученная инновационная техника введена в расчёт, личный состав подразделений МЧС России приступил к дежурству, создана медицинская служба.

Кроме того, в Краснодарском крае созданы первые мотобригады врачей скорой медицинской помощи. В группах быстрого реагирования работают по два человека. Все мотоциклы оборудованы кофрами с медоборудованием. С помощью таких бригад оперативная помощь пострадавшему оказывается эффективнее, поскольку напряженная дорожная ситуация во многих случаях замедляет движение машин скорой помощи к пациентам. Мотобригады не могут обеспечить транспортировку пострадавшего в медучреждение, но могут провести некоторые первоочередные медицинские мероприятия: остановку кровотечения, антишоковую терапию, иммобилизацию переломов и др. Остальные мероприятия относятся к задачам бригад машин скорой помощи, которые будут выезжать к месту ЧС следом за двухколесной техникой. Мотобригады предполагается использовать в основном на дорожных авариях [5].

В большинстве случаев использования мотоциклетные отделения зарекомендовали себя наилучшим образом, в связи с чем МЧС России предполагает этот опыт распространить в других городах России.

Основным аргументом против использования мотоциклов для скорой медицинской помощи является то, что мотоциклы являются особо опасным средством передвижения и с их участием происходит множество аварий. Медиков в этой инициативе беспокоит собственная безопасность и комфорт в условиях плохих дорог и холодной зимы.

4. Опыт зарубежных стран. В большинстве развитых европейских стран мотоциклы скорой помощи (*ambulance motorcycle*) — вполне обыденное явление. Парамедики, окончившие курсы первой помощи, приезжают на них на вызов для оказания первой помощи.

Конструкция мотоцикла для скорой помощи в первую очередь зависит от района его применения. В азиатских странах популярны легкие мотоциклы, в Африке — мотоциклы с коляской, а в европейских странах обычно используют мощные дорожники. На вызов выезжает парамедик с реанимационным набором в кофрах. Парамедик за рубежом — аналог фельдшера/врача скорой медицинской помощи, человек, оказывающий первую помощь.

Самые популярные модели мотоциклов для адаптации под нужды скорой помощи: *Yamaha FJR1300*, *BMW R1150RT/R1200RT* или *Honda ST1100/ST1300 Pan-European*.

В каждой стране есть свои стандарты на цвет машин и мотоциклов скорой помощи, поскольку важно выделить мотоцикл помощи в транспортном потоке, чтобы водители могли его вовремя заметить и уступить дорогу. В Европе и США мотоциклы скорой помощи часто вместо стандартного бело-красного красят в ярко-желтый или оранжевый цвет, нанося поверх контрастные рисунки и светоотражающие полосы. По результатам европейских исследований в области проблем дорожного движения, эти цвета наиболее заметны на дороге. Также на ветровое стекло и задний кофр пишут слово *ambulance* (с англ. «скорая помощь»). Причем характерной особенностью является зеркальное написание этого слова спереди, чтобы водителям впереди идущих машин легче было прочесть надпись в зеркалах.

Кроме того, на каждом мотоцикле, как правило, есть номер телефона экстренной службы, место приписки и эмблема — узнаваемые символы красного креста/полумесяца/кристалла или «звезда жизни». В дополнение к раскраске все мотоциклы скорой помощи комплектуются специальными сигналами и сиренами. Минимальный набор специальной светотехники — синие проблесковые маячки спереди, над поворотниками.

На мотоциклы помощи устанавливаются и звуковые сирены, причем в разных странах разные нормы по их применению. Например, в Америке

скорая может шуметь в любое время суток, а в Швеции, наоборот, применение особых звуковых сигналов строго регламентировано.

В зависимости от вида используемого мотоцикла меняется и набор вывозимого спасательного оборудования. Большой тяжелый мотоцикл может вывезти гораздо больше оборудования, чем мотоцикл малого класса.

Пример укладки мотоцикла скорой помощи в США:

- 1) дефибриллятор-монитор *Phillips Heart Start* с функцией мониторинга неинвазивного артериального давления, пульсоксиметрии и капнографии;
- 2) кислородный баллон, кислородная маска, назальная канюля и регулятор подачи кислорода;
- 3) мешок Амбу с масками разного размера;
- 4) механический портативный аспиратор;
- 5) наборы для интубации с различными клинками и трубками;
- 6) сумка с медикаментами;
- 7) набор для инфузионной терапии с необходимыми жидкостями;
- 8) глюкометр;
- 9) набор для первой помощи при повреждении мягких тканей;
- 10) механический тонометр и стетоскоп;
- 11) метки очередности медицинской помощи;
- 12) обеззараживающий спрей *Cool It* с охлаждающим эффектом;
- 13) маленький планшет для документов;
- 14) дорожный светоотражающий жилет;
- 15) средства индивидуальной защиты.

На самом парамедике в качестве униформы надеты шлем с гарнитурой и контрастный раздельный дождевик.

Кроме оборудования мотоцикла, необходимо выполнить требования к водителям медицинских мотоциклов и их подготовке. У водителя должен быть допуск на право оказания медицинской помощи. В разных странах разные стандарты лицензирования медицинского персонала. Иерархия выглядит так: техник скорой помощи (*Emergency Medical Technician, EMT*) 1, 2, 3 уровня; парамедик, квалифицированный парамедик и т. д. На работу на мотоциклах скорой медицинской помощи обычно берут как минимум парамедиков.

Кроме того, медики-спасатели, должны уметь водить большой тяжелый мотоцикл. Начальная подготовка обычно занимает минимум пару месяцев. Обучение медиков-мотоциклистов идентично обучению офицеров полиции. Однако больше внимания уделяется безопасному и эффективному маневрированию в плотном потоке. Помимо обширной начальной подготовки, каждый месяц проводится оценка навыков мотоциклистов-спасателей на учениях. В некоторых странах мотоциклом управляет обычный спасатель или пожарный, а медик едет вторым.

Во многих азиатских странах вместо тяжелых мотоциклов чаще применяют легкие модели. В

холмистом пригороде, да и на узких загруженных городских улочках проходимость становится важнее мощности. У некоторых служб есть свои экипажи на двух или трех мотоциклах. На одном находится аптечка первой помощи и/или автоматический внешний дефибриллятор, на других — оборудование для пожаротушения или аварийно-спасательных работ. Большинство экипажей — пожарные, обученные оказывать первую помощь, или парамедики. На большинстве таких мотоциклов стоит радиосвязь, грузовые кофры, световые сигналы и сирены.

Скорая мотопомощь приезжает на вызов в течение нескольких минут и готовит пациента для транспортировки в больницу. Если травма незначительна, спасатель может отменить вызов ведомой машины скорой, и она освобождается для более серьезного вызова.

В Израиле есть добровольная организация «Ацала» («Спасение»), которая состоит из врачей, фельдшеров и спасателей. Эта организация сотрудничает со скорой помощью; ее члены оборудуют личные автомобили необходимой медтехникой и препаратами или выдают оборудованные скутеры или мотоциклы, подключают к центру связи скорой помощи для получения всех сообщений об авариях, терактах и других критических ситуациях. При этом помощь заключается в маневренном и скором прибытии на места аварий и оказании первичной профессиональной помощи до прибытия скорой.

На Украине также начали использовать мотоциклы для оказания первой помощи. Киевские дороги патрулируют отряды волонтеров на мотоциклах, которые регулируют движение и оказывают первую помощь. Волонтеры патрулируют дороги на ярко-красных мотоциклах в кожаных куртках, на которых нашиты красные кресты с аббревиатурой УСС: Украинская служба спасения. Оказав доврачебную помощь, волонтеры ограждают место ДТП. Кроме того, они умеют регулировать и возобновлять движение после аварии. Информацию о транспортной ситуации получают благодаря сотрудничеству с милицией и ГАИ.

При этом каждый волонтер должен пройти специальный курс по реагированию на чрезвычайные ситуации при Академии УСС, а также курсы парамедиков при Украинском научно-практическом центре экстренной медицины и медицины катастроф. Любой из спасателей имеет третью категорию парамедика.

Выводы. Развитие скорой высокоманевренной службы в Российской Федерации еще требует решения многих вопросов. Это и разработка нормативной базы, и оптимизация технических решений по выбору и оборудованию мототехники, кадровые и финансовые вопросы. Но, несмотря на все трудности и «подводные камни», развитие скорой высокоманевренной службы экстренного реагирования в России имеет широкие перспективы и будет активно продолжаться.

1. О федеральной целевой программе «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2012 года: постановление Правительства РФ от 29.12.2007 № 972 // BestPravo: информационно-правовой портал. — (<http://www.bestpravo.ru/federalnoje/ea-pravila/x7w.htm>). — (01.09.2013).
2. О федеральной целевой программе «Пожарная безопасность в Российской Федерации на период до 2017 года»: постановление Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. № 1481 // Гарант: информационно-правовой портал. — (<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70192632>). — (01.09.2013).
3. Сб. материалов Всероссийского сбора по подведению итогов деятельности единой Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, выполнения мероприятий гражданской обороны в 2012 году и постановке задач на 2013 год (30—31 янв. 2013 г.) / МЧС России. — М., 2013. — 142 с. // ГУ МЧС России по Республике Калмыкия: официал. сайт. — (<http://www.08.mchs.gov.ru/upload/iblock/cbornik%20mater%20vserussia%20sбора%202012.pdf>). — (01.09.2013).
4. Карасев, И. В Краснодаре врачей неотложки пересаживают на мотоциклы / И. Карасев // Российская газета: официал. сайт. — (<http://www.rg.ru/2011/06/30/reg-kuban/moto-anons.html>). — (11.010.2013).
5. Бородин, Ю. По первому зову [интервью с первым зам. начальника Южного регионал. центра МЧС России полковником Р. Киреевым] / Ю. Бородин // Красная звезда: официал. сайт. — (<http://www.redstar.ru/index.php/newspaper/item/5698-po-pervomu-zovu>). — (12.10.2013).

1. O federal'noj celevoj programme «Pozharnaya bezopasnost' v Rossijskoj Federacii na period do 2012 goda: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 29.12.2007 № 972 // BestPravo: informacionno-pravovoj portal. — (<http://www.bestpravo.ru/federalnoje/ea-pravila/x7w.htm>). — (01.09.2013).
2. O federal'noj celevoj programme «Pozharnaya bezopasnost' v Rossijskoj Federacii na period do 2017 goda»: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30 dekabrya 2012 g. № 1481 // Garant: informacionno-pravovoj portal. — (<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70192632>). — (01.09.2013).
3. Sb. materialov Vserossijskogo sbora po podvedeniyu itogov deyatel'nosti edinoj Gosudarstvennoj sistemy preduprezhdeniya i likvidacii chrezvychajnyx situacij, vypolneniya meropriyatij grazhdanskoj oborony v 2012 godu i postanovke zadach na 2013 god (30—31 yanv. 2013 g.) / MChS Rossii. — M., 2013. — 142 s. // GU MChS Rossii po Respublike Kalmykiya: oficial. sajt. — (<http://www.08.mchs.gov.ru/upload/iblock/cbornik%20mater%20vserussia%20sбора%202012.pdf>). — (01.09.2013).
4. Karasev, I. V Krasnodare vrachej neotlozhki peregadyat na motocikly / I. Karasev // Rossijskaya gazeta: oficial. sajt. — (<http://www.rg.ru/2011/06/30/reg-kuban/moto-anons.html>). — (11.010.2013).
5. Borodin, Yu. Po pervomu zovu [interv'y u s pervym zam. nachal'nika Yuzhnogo regional. centra MChS Rossii polkovnikom R. Kireevym] / Yu. Borodin // Krasnaya zvezda: oficial. sajt. — (<http://www.redstar.ru/index.php/newspaper/item/5698-po-pervomu-zovu>). — (12.10.2013).

CREATION AND DEVELOPMENT OF HIGHLY MANEUVERABLE EMERGENCY RESPONSE SERVICE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Kalach A. V.,
D. Sc. in Chemistry, Assoc. Prof.,
Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Voronezh, e-mail: AVKalach@gmail.com

Shutkin A. N.,
PhD in Physics and Mathematics,
Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Voronezh, e-mail: vigps@mail.ru

Shimon N. S.,
PhD in Engineering,
Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Voronezh, e-mail: vigps_onirio@mail.ru

Time of arrival medics and firefighters to the site of fire or accident is one of the most significant factors. Recently, however, the problem of traffic jams on the roads of large cities and suburban routes is very relevant: the poor quality of roads, inconvenient road junction, lack of above-ground/underground transitions, bypass roads for freight transport, and other hinder movement. To resolve this problem it is offered to use motorcycles in the work of the ambulance and rescue. Considered positive experience of the Krasnodar region, where with 2010 as an experiment operates the country's first motorcycle division. Also analyzes the international experience in the use of motorcycles for emergency assistance.

Keywords: emergency response, medical assistance, rescue, maneuverability, motorcycle, time of arrival, EMERCOM of Russia.

АНАЛИЗ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ В ГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)

А. В. Лобода, И. А. Муконина

Произведён анализ нормирования расположения пожарных депо в городах до и после вступления в силу «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» в нашей стране. Приведены статистические данные о пожарах в г. Воронеже, показано, что временной норматив прибытия не всегда выполняется. Сделан вывод о необходимости строительства новых пожарных депо, пересмотра границ зон выезда уже существующих и нахождения оптимальных вариантов расположения новых пожарных депо в г. Воронеже.

Ключевые слова: средняя скорость следования пожарного автомобиля, время прибытия пожарного подразделения, пожарное депо.

Введение. В последнее время в связи с увеличивающимися темпами строительства стремительно разрастаются и обновляются города. Как следствие, обостряется проблема определения мест дислокации подразделений пожарной охраны (пожарных депо) и количества таких подразделений.

Известно, что одним из важнейших факторов успешного выполнения такими подразделениями своих функций является возможность быстрого прибытия пожарных расчетов к месту пожара. Время прибытия пожарных по вызову рассматривается как самый важный фактор и в научных исследованиях, посвященных проблемам пожарной охраны (см. [1]).

Председателем Центрального Совета Всероссийского добровольного пожарного общества Михаилом Верзилиным 31 мая 2009 было отмечено, что временной норматив прибытия первого подразделения к месту вызова в областных центрах, столицах краев и республик, в городах в основном соблюдается, но, как показывает практика, в стране не прикрыто от огня значительное количество небольших населенных пунктов [2].

На сегодняшний день невыполнение нормативных требований, очевидно, связано с недостаточным количеством пожарных депо и отдаленностью их месторасположения, а также с пробками на дорогах. Во многих городах Российской Федерации названные причины подталкивают к проектированию и строительству новых пожарных депо.

В связи с обозначенными проблемами рассмотрим обоснование мест дислокации оперативных подразделений пожарной охраны в населенных пунктах в нашей стране и за рубежом, а также особенности нормирования размещения пожарных депо.

1. Особенности нормирования дислокации пожарных подразделений. До вступления в силу Федерального Закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] при проектировании размещения пожарных депо основными являлись положения НПБ 101-95 [3] и СНиП 2.07.01-89* [4]. Проведенные расчеты [5] по всем городам Российской Федерации (1095 ед.) с использованием НПБ 101-95 свидетельствовали, что только для 30 % городов можно было определить необходимое количество пожарных депо и пожарных автомобилей. Численность населения и площадь территории большинства городов либо выходили за пределы установленных границ нормирования, либо имели такие параметры, для которых в нормах отсутствовали какие-либо значения. В числе таких городов был и Воронеж (численность населения — 908,8 тыс. чел. и площадь территории 59,0 тыс. га [5]). Для него не нашлось подходящей клетки в таблице «население-территория» обязательного приложения 7 НПБ 101-95 [3].

Кроме того, согласно СНиП 2.07.01-89* [4] радиус зоны обслуживания пожарного депо должен был составлять 3 км, что в большинстве случаев не выполнялось.

Отметим, что сам термин «радиус зоны обслуживания» предполагал размещение пожарного депо в центре круга (или шестиугольника), определяемого как территория, обслуживаемая одной пожарной частью. На практике такое размещение возможно только в отдельных случаях, так как населенный пункт обычно представляет собой неправильную фигуру. При покрытии такой фигуры кругами (шестиугольниками) с радиусом 3 км или меньшим возникали «ничейные земли» или земли, выходящие вблизи границ городской черты за пре-

Лобода Александр Васильевич, д-р физ.-мат. наук, доц. кафедры высшей математики, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет; Россия, г. Воронеж, тел.: (473) 271-53-62, e-mail: lobvgasu@yandex.ru
Муконина Ирина Александровна, аспирант кафедры пожарной и промышленной безопасности, Воронежский государственный архитектурно-строительный университет; Россия, г. Воронеж, тел.: +7-951-871-86-29, e-mail: miral2000@yandex.ru

дела зоны обслуживания. Это приводило к возникновению пространственной неэквивалентности пожарных частей с одинаковыми силами и средствами. Также не учитывались характеристики объектов обслуживания, такие как пожарная опасность веществ и материалов, обрабатываемых в зданиях и сооружениях [5], степень огнестойкости и этажность зданий, имеющиеся средства противопожарной защиты [6]. Мы считаем данное замечание авторов [6] очень важным.

Если обратить внимание на зарубежную практику и дислокационные характеристики, полученные в результате анализа публикаций в журналах за период 1960—1970 гг. [7—9], то, например, в США радиус выезда в границах города рекомендуется определять в зависимости от плотности застройки населенного пункта; 1,6 км — для районов с очень высокой плотностью застройки; 2,4 км — для районов с высокой плотностью застройки; 4,8 км — для районов с низкой плотностью застройки. При наличии зданий повышенной этажности в районе выезда пожарная часть должна располагаться на расстоянии 2 км от этих зданий и быть оснащена соответствующими спасательными средствами для проведения спасательных работ в многоэтажных зданиях. Во Франции (г. Париж) радиус обслуживания определяется в зависимости от пожарной опасности зданий и колеблется от 1 км в центре города до 4 км в пригородах. При этом нормируется величина численности противопожарной службы в зависимости от площади обслуживания. В Англии осуществлено разделение районов города на классы в зависимости от уровня пожарной опасности (рассматривается пять классов). Для каждого класса нормированы время следования оперативных подразделений на место пожара и количество пожарной техники. Так, для класса пожарной опасности «А» время следования первого и второго пожарного автомобиля составляет 5 мин, третьего — 8 мин. Для класса «В» временные интервалы равны: первый автомобиль — 5 мин, второй — 8 мин. Для класса «С» время следования первого автомобиля — 10 мин. Для класса «Д» время следования первого автомобиля — 20 мин.

По мнению зарубежных специалистов, эти нормативы являются наилучшими для выполнения задач по снижению социальных и материальных последствий возможных пожаров. Сдерживающим фактором являются только экономические возможности органов управления населенных пунктов [9].

2. Дислокация пожарных подразделений с точки зрения выполнения временного норматива прибытия к месту вызова. С вступлением в силу Федерального Закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] и СП 11.13130.2009 [10] ситуация по определению мест дислокации подразделений пожарной охраны изменилась. Статья 76 [2] гласит: «Дислокация подразделений пожарной охраны на территориях поселений и городских округов определяется исхо-

дя из условия, что время прибытия первого подразделения к месту вызова в городских поселениях и городских округах не должно превышать 10 минут, а в сельских поселениях — 20 минут». Время прибытия первого подразделения к месту вызова в соответствии с [10] — это время следования оперативного подразделения пожарной охраны от места получения сообщения о пожаре (от пожарного депо) до объекта предполагаемого пожара.

Таким образом, нормирование радиуса выезда изменилось на нормирование временной характеристики, которая, очевидно, определяется по формуле

$$t = \frac{L \cdot 60}{V_{сл}},$$

где t — время прибытия подразделений пожарной охраны, мин; L — расстояние от пожарного депо до предполагаемого места пожара, км; $V_{сл}$ — средняя скорость следования пожарных автомобилей, км/ч.

Ясно, что старое нормирование по радиусу обслуживания пожарного депо и новое по времени прибытия подразделений по сути очень близки друг к другу.

В СП 11.13130.2009 [10] не указывается способ определения средней скорости следования пожарных автомобилей $V_{сл}$. Для городов со сложившейся обстановкой (давно существующих) в данной ситуации можно воспользоваться статистическими данными. При проектировании новых жилых микрорайонов, а также торговых и развлекательных центров на окраинах, строительство которых все более популярно в последнее время, остается не ясно, как определить среднюю скорость следования пожарных подразделений к месту пожара. На практике проектировщики пользуются данными [11—13].

Согласно [11], средняя скорость движения пожарных автомобилей принимается равной 45 км/ч на широких улицах с твердым покрытием и 25 км/ч на сложных участках.

В соответствии с [12] величина $V_{сл}$ колеблется от 25 до 45 км/ч и может рассчитываться по формуле

$$V_{сл} = V_{ов. макс.} \cdot C_1 \cdot C_2,$$

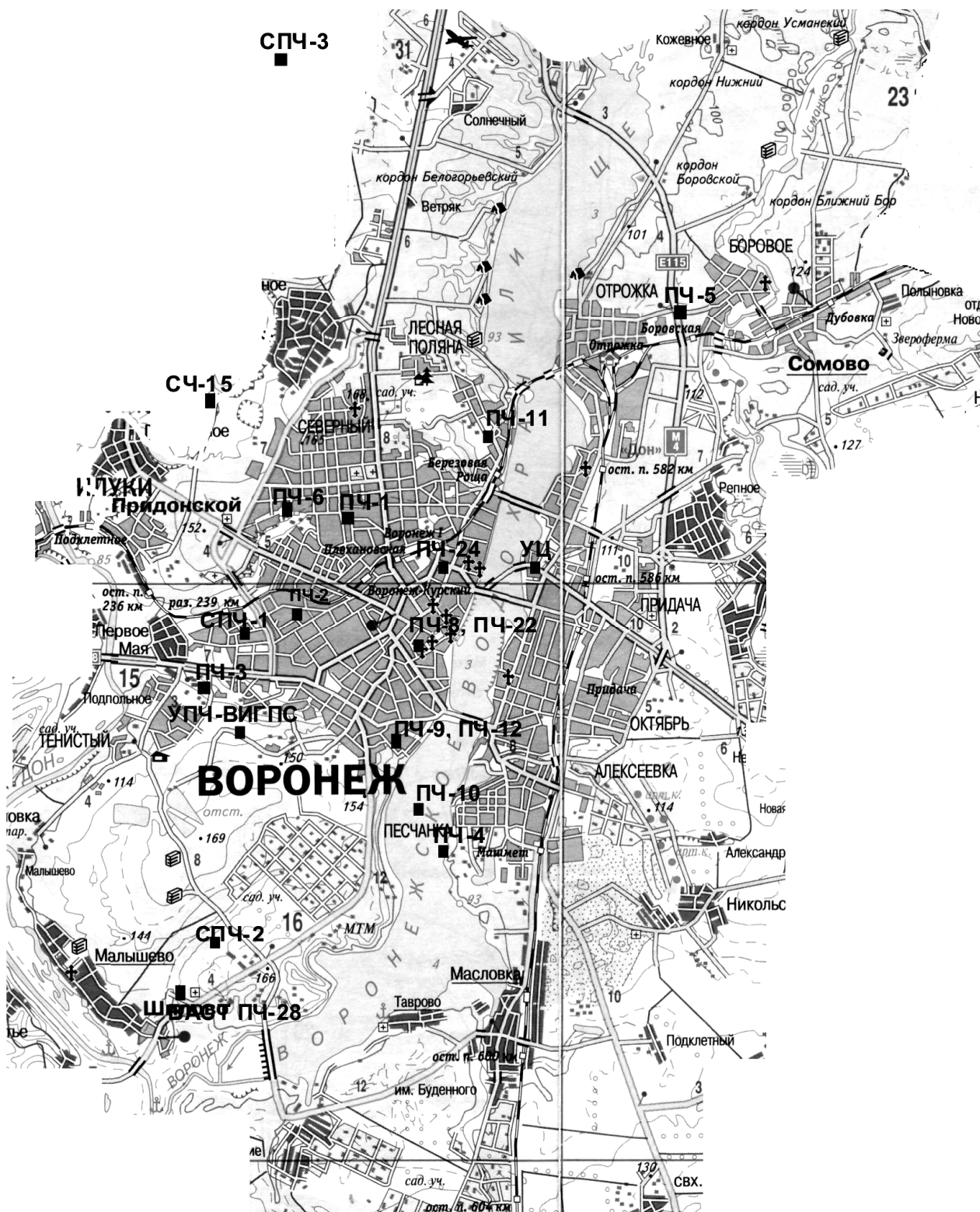
где $V_{ов. макс.}$ — максимально возможная скорость движения пожарных автомобилей, км/ч; C_1, C_2 — постоянные коэффициенты, учитывающие соответственно состояние дорог и тепловой режим двигателя пожарных автомобилей.

Согласно [13], среднюю скорость движения пожарных автомобилей $V_{сл}$ принимают равной 30 км/ч в городе и 60 км/ч в сельской местности.

Однако в настоящее время, как показывают статистические данные, требования норм № 123-ФЗ [2] и СП 11.13130.2009 [10], например, в г. Воронеже, не всегда выполняются. Так, в г. Воронеже имеется 10 пожарных частей (ПЧ) с определенными

ми районами и подрайонами выезда, учебный центр (УЦ) и Воронежский институт ГПС МЧС России, 8 объектовых пожарных частей с ограниченными подрайонами выезда и одна объектовая пожарная часть, которая не имеет подрайона выезда

да (охраняемый объект — Воронежское акционерное самолетостроительное общество). Перечисленные выше пожарные депо достаточно равномерно распределены по территории города (рис. 1).



Масштаб 1:250000

Рис. 1. Схема расположения подразделений пожарной охраны на территории г. Воронежа: СПЧ — специальная пожарная часть; СЧ — специализированная часть; ВАСТ ПЧ — пожарная часть Воронежской атомной станции теплоснабжения; УПЧ ВИГПС — учебная пожарная часть Воронежского института ГПС МЧС России

При этом:

– ПЧ-1 обслуживает такие территории, как жилой микрорайон по ул. Ломоносова, расстояние до которого превышает 7 км, а также правую сторону Московского проспекта до Аэропорта, включая берег водохранилища и санаторий Максима Горького, п. Рыбачий, базу «Олимпик», корпус Воронежского государственного технического университета, расстояние до которых превышает 8 км;

– ПЧ-2 — такие территории, как Ближние сады (расстояние — 7—8 км);

– ПЧ-3 — п. Придонской (от 9 км до пожарной части), п. Подклетное (от 10 км), п. Тенистый (от 9 км), п. 1Мая (от 7 км), Шилово (от 7 км), п. Тепличный (от 12 км), п. Малышево (от 14 км), Дальние сады (от 7 км), п. Подпольный, Юго-Западное кладбище (от 15 км), район 9 Января (нечетная сторона), где находится новый жилой район, район Лесного кладбища, где строится новый жилой массив (от 7 км), пер. Попутный, район ул. Холмистой (от 7 км);

– ПЧ-4 — с. Никольское (от 10 км), п. Масловка (от 10 км), п. Семилукские Выселки (от 20 км), с. Березовка (от 22 км), п. Буденный (от 20 км), Таврово (от 12 км), совхоз Заречинский (от 8 км), с. Алексеевка (от 7 км), район «Песчанка» ул. Танеева, Балашовская (от 7 км);

– ПЧ-6 и СЧ-15 — п. Подгорное (от 7 до 12 км), ул. 9 Января-Газовая (от 7 км), ул. Зеленко (от 7 км);

– ПЧ-11 и ПЧ-5 — Отрожка в районе ул. Луговой (от 7 км), Кожевенный кордон в районе турбазы «Маяк» (от 7 км).

Данные о пожарах за 2006—2011 г. подтверждают, что временные нормативы Федерального Закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] не всегда выполняются. Согласно статистическим данным по г. Воронежу, в 2011 г. произошло 2643 пожара (учитывались только пожары в зданиях и подвалах зданий, не учитывались лесные пожары, а также горение мусора на улице). При этом время прибытия первых пожарных подразделений в 17,56 % случаев (464 пожара) составляло 10 минут и более. Это естественно при описанной выше ситуации с расстояниями от пожарных депо до объектов их района выезда.

Несмотря на то, что в г. Воронеже предусмотрены специальные пожарные части, а также УЦ и Воронежский институт ГПС МЧС России, в реальных условиях расстояние от новых жилых массивов, пригородных территорий, которые уже находятся в черте города, а также новых торговых и развлекательных центров, проектируемых и строящихся на окраинах, превышает 7—10 км. Значит при средней скорости следования подразделений 45 км/ч (в условиях проектирования отсутствует статистическая информация по скорости следования в новых районах) время прибытия подразделений пожарной охраны при расстоянии до объекта

более 7,5 км превышает 10 мин. Отметим также, что среднюю скорость следования, равную 45 км/ч, авторы [11—12] считают максимально возможной.

Тем самым ситуацию с расположением пожарных депо и с защитой некоторых объектов в г. Воронеже нельзя считать полностью отвечающей нормативным требованиям. Причины такого положения для г. Воронежа авторы видят в следующем:

– отсутствие денежных средств в бюджете, необходимых не только на строительство новых депо, но и на их последующее содержание;

– стремительный рост города и смена обстановки (строительство супермаркетов, гипермаркетов и развлекательных центров на окраинах городов, а также новых жилых массивов),

– увеличение площади города за счет присоединения пригородных территорий (Шилово, Сомово, Придонской и т. п.);

– проектирование генеральных планов города с недостаточным учетом необходимости строительства новых пожарных депо.

Обратим внимание на то, что города, в том числе и Воронеж, разрастаются неравномерно (вдоль транспортных магистралей, железных дорог, рек и т. п.), а не по круговой форме. Увеличивается количество пробок на дорогах, что еще более усложняет ситуацию проезда пожарных автомобилей по транспортным магистралям. К тому же в последнее время из экономических соображений существует тенденция строительства на окраинах крупных торговых и развлекательных центров, а также жилых массивов с застройкой зданиями повышенной этажности, то есть объектов, возникновение пожаров на которых несет наиболее серьезные последствия. Все эти факторы еще более усугубляют ситуацию.

Рассмотрим, например, ситуацию с участком г. Воронежа, который включает п. Придонской и п. Подклетное. Этот район обслуживают две пожарные части: ПЧ-3 (до п. Придонской расстояние — от 7, до п. Подклетное — от 9 км), СЧ-15 (до п. Придонской расстояние — от 7, до п. Подклетное — от 9 км) (рис. 2).

В данном районе необходимо строительство новых пожарных частей, так как время прибытия от ПЧ-3 и СЧ-15 превышает 10 минут.

В соответствии с математической терминологией диаметр этой фигуры (район п. Придонской, п. Подклетное) составляет около 5 км. Понятно, что время прибытия подразделения пожарной охраны, расположенного в любой точке фигуры, не превышает 10 минут. Это означает, что, согласно [2], достаточно одной пожарной части для обеспечения противопожарной защиты данного района города.

Аналогично усматривается потребность в строительстве новых пожарных депо, обслуживающих еще три района:

1) с. Никольское, п. Масловка, п. Семилукские Выселки, п. Буденный;

2) район санатория им. Горького, п. Рыбачий, п. Подгорное, база «Олимпик», корпус Воронежского государственного технического университета;

3) район п. Тенистый, п. Малышево, п. Тепличный.



Масштаб 1:250000

Рис. 2. Схема п. Придонского и п. Подклетного г. Воронежа

Вопрос о конкретном месте размещения пожарных депо требует более детальной теоретической проработки, учёта экономических, экологических, др. факторов и в рамках данной статьи не рассматривается.

Таким образом, даже беглый обзор ситуации с выполнением норматива времени прибытия подразделений пожарной охраны к месту пожара, показывает, что необходимо строительство новых пожарных депо в г. Воронеже.

Нами рассмотрен подход к определению мест дислокации пожарных частей только с точки

зрения времени прибытия. Авторы [1] также отмечают важность этого параметра и предлагают методику оценки скорости прибытия пожарного автомобиля с учетом возможной загруженности, пропускной способности дорожной сети, климатических особенностей времени года. Понятно, что в проблеме оптимального расположения пожарных депо имеются и другие аспекты.

Перспективы решения рассмотренной проблемы размещения подразделений пожарной охраны в городах авторы видят в следующем:

1. Градация районов города по подрайонам в зависимости от пожарной опасности объектов защиты пожарных депо (жилые массивы, торговые-развлекательные центры, бизнес-центры, складские массивы и т. п.);

2. Разграничение подрайонов по площадям, по населенности, по степени пожарной опасности и важности;

3. Определение времени прибытия подразделений пожарной охраны для каждого подрайона;

4. Оптимизация расположения пожарных частей с учетом деления районов города на подрайоны;

5. Проектирование расположения пожарных частей с учетом пожарной опасности объектов защиты и применяемых на объектах средств противопожарной защиты;

6. Проектирование мероприятий, обеспечивающих беспрепятственный проезд пожарной техники к месту пожара (например, применение скоростных разделителей на дорогах для спецтранспорта, принятие мер по предотвращению незаконной парковки, применение GPS-навигации на пожарных автомобилях).

Выводы. В результате анализа дислокации подразделений пожарной охраны в г. Воронеже сделан вывод о необходимости строительства новых пожарных депо, пересмотра границ зон выезда уже существующих и нахождения оптимальных вариантов расположения новых пожарных депо в г. Воронеже.

Библиографический список

1. Определение областей нормативного обслуживания территории населенного пункта (района) оперативными подразделениями пожарной охраны / А. В. Матюшин [и др.] // Пожарная безопасность. — 2010. — № 4. — С. 104—110.
2. **Технический регламент о требованиях пожарной безопасности:** фед. Закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. — М.: ФГУ ВНИИПО, 2008. — 157 с.
3. **Нормы проектирования объектов пожарной охраны:** НПБ 101-95: утв. зам. главного гос. инспектора Рос. Федерации по пожарному надзору: взамен ВСН 1-91/СПАСР МВД РФ. — Введ. 1995-01-01. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 1995. — 17 с.

References

1. Opredelenie oblastej normativnogo obsluzhivaniya territorii naselennogo punkta (rajona) operativnymi podrazdeleniyami pozharnoj oxrany / A. V. Matyushin [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. — 2010. — № 4. — S. 104—110.
2. **Texnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnoj bezopasnosti:** fed. Zakon Ros. Federacii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ: prinyat Gos. Dumoj Feder. Sobr. Ros. Federacii 4 iyulya 2008 g.: odobr. Sovetom Federacii Feder. Sobr. Ros. Federacii 11 iyulya 2008 g. — M.: FGU VNIPO, 2008. — 157 s.
3. **Normy proektirovaniya ob'ektov pozharnoj oxrany:** NPB 101-95: utv. zam. glavnogo gos. inspektora Ros. Federacii po pozharnomu nadzoru: vzamen VSN 1-91/SPASR MVD RF. — Vved. 1995-01-01. — M. FGU VNIPO MChS Rossii, 1995. — 17 s.

4. **Строительные нормы и правила Российской Федерации.** Градостроительство. Планировка зданий и застройка городских и сельских поселений: СНиП 2.07.01-89*. — Взамен СНиП 11-60-75: введ.1990-01-01. — М. ФГУП ЦПП, 1990. — 17 с.

5. **Манохин, В. Я.** Основные факторы пожароопасности асфальтобетонных заводов / В. Я. Манохин, И. А. Иванова // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. — 2008. — № 3. — С. 183—187.

6. **Матюшин, А. В.** Отечественный опыт нормирования ресурсов оперативных подразделений пожарной охраны и мест их дислокации в населенных пунктах / А. В. Матюшин, А. А. Порошин, Ю. А. Матюшин // Пожарная безопасность. — 2005. — № 3. — С. 75—80.

7. **Минаев, С. Н.** Некоторые вопросы организации пожарной охраны за рубежом / С. Н. Минаев, В. Г. Ситников, В. Л. Семиков // Зарубежная пожарная техника. — М.: ВНИИПО, 1972. — С. 67—74.

8. **Кимстач, И. Ф.** Пожарная тактика / И. Ф. Кимстач, П. П. Девлишев, Н. М. Евтюшкин. — М.: Стройиздат, 1984. — 592 с.

9. **Матюшин, А. В.** Зарубежный опыт обоснования мест дислокации оперативных подразделений пожарной охраны / А. В. Матюшин, А. А. Порошин, Ю. А. Матюшин // Пожарная безопасность. — 2005. — № 2. — С. 74—82.

10. **Свод правил.** Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения: СП 11.13130.2009. — Введ. 2009-05-01. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. — 15 с.

11. **Иванников, В. П.** Справочник руководителя тушения пожара / В. П. Иванников, П. П. Ключ. — М.: Стройиздат, 1987. — 288с.

12. **Повзик, Я. С.** Пожарная тактика / Я. С. Повзик. — М.: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 2004. — 416 с.

13. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: рекомендации. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. — 96 с.

14. **Муконина, И. А.** К вопросу о целях выезда подразделений пожарной охраны на пожар / И. А. Муконина // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. — 2013. — № 3 (8). — С. 15—19.

4. **Stroitel'nye normy i pravila Rossijskoj Federacii.** Gradostroitel'stvo. Planirovka zdaniy i zastrojka gorodskix i sel'skix poselenij: SNiP 2.07.01-89*. — Vzamen SNiP 11-60-75: vved.1990-01-01. — M. FGUP CPP, 1990. — 17 s.

5. **Manoxin, V. Ya.** Osnovnye faktory požaropasnosti asfal'tobetonnyx zavodov / V. Ya. Manoxin, I. A. Ivanova // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo GASU. Stroitel'stvo i arxitektura. — 2008. — № 3. — S. 183—187.

6. **Matyushin, A. V.** Otechestvennyj opyt normirovaniya resursov operativnyx podrazdelenij požarnoj ohrany i mest ix dislokacii v naselennyx punktax / A. V. Matyushin, A. A. Poroshin, Yu. A. Matyushin // Pozharnaya bezopasnost'. — 2005. — № 3. — S. 75—80.

7. **Minaev, S. N.** Nekotorye voprosy organizacii požarnoj ohrany za rubezhom / S. N. Minaev, V. G. Sitnikov, V. L. Semikov // Zarubezhnaya požarnaya tehnika. — M.: VNIPO, 1972. — S. 67—74.

8. **Kimstach, I. F.** Pozharnaya taktika / I. F. Kimstach, P. P. Devlishev, N. M. Evtyushkin. — M.: Strojizdat, 1984. — 592 s.

9. **Matyushin, A. V.** Zarubezhnyj opyt obosnovaniya mest dislokacii operativnyx podrazdelenij požarnoj ohrany / A. V. Matyushin, A. A. Poroshin, Yu. A. Matyushin // Pozharnaya bezopasnost'. — 2005. — № 2. — S. 74—82.

10. **Svod pravil.** Mesta dislokacii podrazdelenij požarnoj ohrany. Poryadok i metodika opredeleniya: SP 11.13130.2009. — Vved. 2009-05-01. — M.: FGU VNIPO MChS Rossii, 2009. — 15 s.

11. **Ivannikov, V. P.** Spravochnik rukovoditelya tusheniya požara / V. P. Ivannikov, P. P. Klyus. — M.: Strojizdat, 1987. — 288s.

12. **Povzik, Ya. S.** Pozharnaya taktika / Ya. S. Povzik. — M.: ZAO «SPECTEXNIKA», 2004. — 416 s.

13. Sredstva požarnoj avtomatiki. Oblast' primeneniya. Vybora tipa: rekomendacii. — M.: FGU VNIPO MChS Rossii, 2004. — 96 s.

14. **Mukonina, I. A.** K voprosu o celyax vyezda podrazdelenij požarnoj ohrany na požar / I. A. Mukonina // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. — 2013. — № 3 (8). — S. 15—19.

ANALYSIS OF THE LOCATION OF FIRE PROTECTION UNITS IN CITIES (BY THE EXAMPLE OF VORONEZH)

Loboda A. V.,

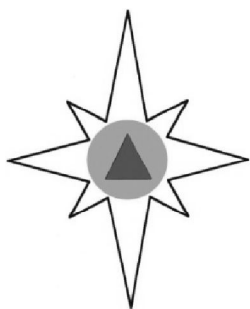
D. Sc. in Physics and Mathematics, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering;
Russia, Voronezh, tel.: (473) 271-53-62, e-mail: lobvgasu@yandex.ru

Mukonina I. A.,

PhD student,
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering;
Russia, Voronezh, tel.: +7-951-871-86-29, e-mail: miral2000@yandex.ru

The analysis of the valuation location of fire stations in the cities before and after the entry into force of the «Technical Regulations on fire safety requirements» in our country. Statistics are present on fires in the Voronezh city, it is shown that standard arrival time is not always satisfied. The conclusion about the necessity of building new fire stations, revising the boundaries of existing zones out and finding the best options for the location of new fire stations in Voronezh.

Keywords: average speed of a vehicle following a fire, time of arrival of the fire department, fire department.



МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

УДК 519.711

СИТУАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОРЫВА ПРОТИВОПАВОДКОВОЙ ДАМБЫ ВО ВРЕМЯ АНОМАЛЬНОГО НАВОДНЕНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ ЛЕТОМ 2013 Г.

В. Н. Думачев, Н. В. Пешкова, А. В. Калач, А. А. Чудаков

Для описания чрезвычайных ситуации природного характера в данной работе предложена модель, объединяющая теорию марковских цепей и теорию игр в виде конечного автомата. В качестве примера рассматривается модель эксплуатации противопаводковой дамбы и определяется оптимальная стратегия ее обслуживания.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации природного характера, матричные игры, экстремальные стратегии.

Введение. Рост количества чрезвычайных ситуаций во всем мире и масштабов их последствий приводит к необходимости более глубокого анализа причин их возникновения и методов их ликвидации. В настоящей работе рассматриваются модели чрезвычайных ситуаций природного характера. С точки зрения теории конфликтов возникновение чрезвычайной ситуации является выбором одной из возможных стратегий игры с природой.

Думачев Владислав Николаевич, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры высшей математики, Воронежский институт МВД России; Россия, Воронеж, тел.: (473)262-33-79, e-mail: dumv@comch.ru

Пешкова Надежда Владимировна, адъюнкт кафедры высшей математики, Воронежский институт МВД России; Россия, Воронеж, тел.: (473)262-33-79

Калач Андрей Владимирович, д-р хим. наук, доц., Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, тел.: (473) 236-33-05, e-mail: AVKalach@gmail.com

Чудаков Александр Александрович, ст. преп. кафедры пожарной безопасности в строительстве, Воронежский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Воронеж, e-mail: vigps@mail.ru

Особенностью таких игр является то, что природа не выбирает оптимальной стратегии для своего поведения. И даже если платежная матрица игры допускает существование чистой стратегии, природу нельзя считать «рациональным» игроком, т. е. мы всегда должны предполагать, что природа будет пользоваться исключительно смешанными стратегиями. Другими словами, какую бы стратегию человек не выбрал, природа просто проигнорирует его выбор и независимо от выигрыша или проигрыша сделает ход по своим правилам.

1. ЧС в Дальневосточном федеральном округе в 2013 г. Паводок на Дальнем Востоке, начавшийся в августе с Амурской области и охвативший в общей сложности пять регионов Дальневосточного федерального округа, уже стал историческим. Наводнение таких масштабов зафиксировано впервые за 115 лет.

В течение буквально нескольких дней выпала трехгодовая норма осадков на общей территории длиной более 4 тыс. км и шириной более 2, включая территорию КНР. Были подтоплены дороги, объекты энергетики, ЖКХ, жилые дома и объекты социальной инфраструктуры. Под воду ушли целые поселения, сельскохозяйственные угодья, поселки, пастбища и практически вся инфраструктура. Всего от наводнения на Дальнем Востоке пострадали около 350 населенных пунктов, в которых прожи-

вают свыше 100 тыс. человек. Особенностью работы по ликвидации последствий явилось точное распределение и координация крупномасштабной мобильной группировки сил и средств РСЧС в количестве более 46 тыс. человек и около 7 тыс. техники, а также ее перегруппировка.

Общая площадь затопленных территорий составила более 8 млн кв. км.

Успех применения сил и средств был достигнут путем круглосуточной работы органов управления всех уровней по оперативной переброске сил и средств на наиболее сложные и опасные участки по ходу движения волны паводка в соответствии с меняющейся буквально ежедневно обстановкой.

В борьбе со стихией широко применялись новые технологии, ежедневно системой космического мониторинга проводилась съемка опасных направлений, координация передвижений сил и грузов отслеживалась системой ГЛОНАСС, работали беспилотные летательные аппараты.

2. Теоретические основы модели. Особенностью предлагаемой модели является объединение теории марковских цепей [1] с теорией игр [2]. Результатом такого объединения является объект-автомат [3], на вход которого подается последовательность чрезвычайных ситуаций (a_1, a_2, \dots, a_k) и ответных стратегий человека (b_1, b_2, \dots, b_m), а выходом являются платежные матрицы игр, соответствующих состояниям конечного автомата:

	Вход						
	a_1b_1	a_1b_2	...	a_2b_1	a_2b_2	...	a_kb_m
S_0	S^*	S^*	...	S^*	S^*	...	S^*
S_1	S^*	S^*	...	S^*	S^*	...	S^*
...
S_n	S^*	S^*	...	S^*	S^*	...	S^*

	Выход						
	a_1b_1	a_1b_2	...	a_2b_1	a_2b_2	...	a_kb_m
S_0	c_{11}^0	c_{12}^0	...	c_{21}^0	c_{22}^0	...	c_{km}^0
S_1	c_{11}^1	c_{12}^1	...	c_{21}^1	c_{22}^1	...	c_{km}^1
...
S_n	c_{11}^n	c_{12}^n	...	c_{21}^n	c_{22}^n	...	c_{km}^n

Количество платежных матриц определяется количеством возможных состояний автомата (S_0, S_1, \dots, S_n):

$$p(S_0) = \begin{pmatrix} c_{11}^0 & c_{12}^0 & \dots & c_{1m}^0 \\ c_{21}^0 & c_{22}^0 & \dots & c_{2m}^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1}^0 & c_{n2}^0 & \dots & c_{nm}^0 \end{pmatrix},$$

.....

$$p(S_n) = \begin{pmatrix} c_{11}^n & c_{12}^n & \dots & c_{1m}^n \\ c_{21}^n & c_{22}^n & \dots & c_{2m}^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{k1}^n & c_{k2}^n & \dots & c_{km}^n \end{pmatrix}.$$

Целью моделирования является поиск таких стратегий управления объектом-автоматом, которые дадут минимальный проигрыш при возникновении чрезвычайной ситуации.

3. Предпосылки моделирования. В качестве примера приложения данной модели рассмотрим конкретную ситуацию ЧС, связанную с прорывом дамбы во время аномального паводка на реке Амур летом 2013 г. Прорыв дамбы произошел в Еврейской автономной области.

Еще в 2012 году было объявлено о завершении реконструкции дамбы «Октябрьская». Она расположена на берегу реки Амур и тянется 32 км, защищая от разливов села Нагибово, Садовое и Благословенное. Сама насыпь была возведена еще в 1975 году. На реконструкцию было выделено 7,71 млн руб. Сообщалось, что на верх насыпи был уложен камень, что повышало устойчивость сооружения. Однако дамба не смогла эффективно противостоять наводнению. Как выяснили следователи, работы по ее реконструкции не были доведены до конца. Несмотря на это, чиновники приняли насыпь как готовую. Работы проводила компания «Гелиос», а принимали дамбу сотрудники ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Еврейской автономной области». «Тем не менее сумма оплаты за реконструкцию дамбы была проведена в полном объеме из средств федерального бюджета.

Ущерб, нанесенный федеральному бюджету, составил более 1,5 млн руб.», — говорится в сообщении Следственного комитета. Возбуждено уголовное дело по ст. 293 УК РФ (халатность) [4].

4. Игровая модель. Рассмотрим данную ситуацию с точки зрения теории конфликтов. Допустим, дамба имеет 3 состояния: S_0 — новая или реконструированная (сдерживает паводок); S_1 — плохая и требующая ремонта (но сдерживает паводок); S_2 — разрушенная (не сдерживает паводок).

Игроками выступают с одной стороны природа, а с другой — администрация района. Игрок природа имеет 2 стратегии: a_0 — паводок нет (с вероятностью $1-p_a$); a_1 — паводок есть (с вероятностью p_a).

Администрация района также имеет 2 стратегии: b_0 — не реконструировать дамбу; b_1 — реконструировать дамбу.

Конечный автомат данной модели имеет вид

	Вход			
	a_0b_0	a_0b_1	a_1b_0	a_1b_1
S_0	S_1	S_0	S_1	S_0
S_1	S_2	S_0	S_2	S_0
S_2	S_2	S_0	S_2	S_0

	Выход			
	a_0b_0	a_0b_1	a_1b_0	a_1b_1
S_0	0	-1	0	-1
S_1	0	-1	-x	-1
S_2	0	-2	-x	-x-2

Рассмотрим правила заполнения первых двух колонок по входу автомата. Они определяют изменение состояния дамбы при нормальных условиях. Здесь мы предполагаем, что дамба имеет свойство менять свое состояние (стареть) без возникновения ЧС. То есть для поддержания дамбы в хорошем состоянии администрации необходимо нести определенные ежегодные расходы. В противном случае, независимо от того был ли паводок, на следующем шаге дамба переходит в состояние плохой, и далее — разрушенной.

Оставшиеся 2 колонки по входу автомата отвечают за изменение состояния дамбы при возникновении ЧС. Как видно, они полностью идентичны первым. Это означает, что состояние дамбы зависит в первую очередь от человеческого фактора, и только от человека зависит, насколько он будет готов ко встрече со стихией. Другими словами, если дамба содержалась в хорошем состоянии, то сама ЧС не сможет ускорить процесса ее старения. Очевидно, что разрушенная дамба и после наводнения останется разрушенной.

Именно эти свойства дамбы и являются основными психологическими препятствиями для администрации к вложению денег в ее ежегодную реконструкцию. Изменить такую психологию может только точный расчет убытков, связанных с ликвидацией последствий ЧС.

Выходные значения автомата определяют затраты администрации на обслуживание дамбы (-1 ед.) и ликвидацию последствий ее прорыва (-x ед.). Значение (-2 ед.) в клетке ($S_2; a_0b_1$) по выходу автомата означает, что в полностью разрушенную дамбу администрацией вкладываются деньги до полного восстановления (а не до состояния S_1 — требующего ремонта).

Таким образом, в зависимости от состояния автомата на выходе мы получим три платежные матрицы игры с природой:

$$p(S_0) = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 0 & -1 \end{pmatrix},$$

$$p(S_1) = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -x & -1 \end{pmatrix},$$

$$p(S_2) = \begin{pmatrix} 0 & -2 \\ -x & -x-2 \end{pmatrix}.$$

Данные в платежной матрице $p(S_2)$ проставлены с предположением, что после разрушительного ЧС администрация обязательно должна полностью восстановить дамбу.

Дальнейший анализ игр проводится при естественном предположении, что мы знаем смешанные стратегии природы. Практически в рассматриваемой ситуации несложно провести статистический анализ наводнений в регионе по данным Гидрометцентра с 1930 г.

Решение игры S_0 показывает, что администрации выгодно использовать чистую стратегию b_0 — не реконструировать дамбу (с нулевым проигрышем).

Решения игры S_1 зависят от значения x — затрат на ликвидацию прорыва дамбы — и стратегии природы (a_0, a_1). Средний проигрыш администрации определяется выражением

$$F_1 = -p_a(1-p_b)x - (1-p_a)p_b - p_ap_b.$$

Если $x \leq 1$, т. е. затраты на ликвидацию последствий ЧС меньше, чем затраты на реконструкцию, то администрация выбирает стратегию b_0 — не реконструировать дамбу (с проигрышем -x). Если же затраты на ликвидацию чрезвычайной ситуации больше, чем на реконструкцию: $x > 1$, то стратегия администрации определяется стратегией природы в данном регионе. Критической точкой в этом случае является отношение стоимости реконструкции дамбы к затратам на ликвидацию последствий паводка (рис. 1):

$$p_a^* = \frac{1}{x}.$$

Если, согласно статистическим данным Гидрометцентра, вероятность паводка на следующий год меньше критической (т. е. $p_a < p_a^*$), то администрация должна выбрать стратегию b_0 — не реконструировать дамбу. В противном случае, при $p_a > p_a^*$, стратегия администрации есть b_1 — реконструировать дамбу.

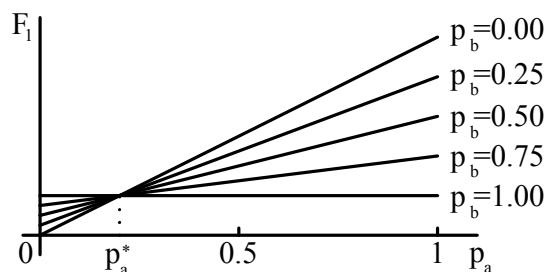


Рис. 1. График зависимости среднего проигрыша администрации F_1 от вероятности наступления ЧС p_a и собственной стратегии p_b

Решения игры S_2 также зависят от значения x — затрат на ликвидацию прорыва дамбы — и стратегии природы (a_0, a_1). Но теперь катастрофические последствия ЧС проявляются вне зависимости от возникшего желания администрации укрепить разрушенную за несколько лет природой дамбу. Средний проигрыш администрации в этом случае определяется выражением

$$F_2 = -p_a(1-p_b)x - 2(1-p_a)p_b - p_ap_b(x+2).$$

Данная игра имеет решение в чистых стратегиях и приводит к выводу, что при любых значениях x администрации выгодно придерживаться стра-

тегии b_0 — не реконструировать дамбу. Такая стратегия подтверждается даже обычной житейской логикой: «Если наводнения нет, то зачем нам тратить на ремонт дамбы. А если пришло наводнение, то ремонтировать ее уже поздно».

Конечно, данная модель достаточно условна. И в первую очередь это связано с количеством возможных состояний изучаемого объекта. На практике дамбы не стареют столь быстро, как мы предположили. То есть хотелось бы увеличить количество промежуточных состояний стареющей дамбы (например, ввести состояния $S_2, S_3, S_4, \dots, S_{разр}$). Ведь согласно построенной модели именно для состояния S_1 (дамба требует ремонта) существуют научно обоснованные доводы для администрации направить деньги на реконструкцию вверенного объекта.

Однако вторая часть характеристики состояния S_1 (но сдерживает паводок) психологически является главным аргументом против немедленной реконструкции, что с течением времени неизбежно приводит к состоянию $S_{разр}$ (как раз к началу чрезвычайной ситуации).

Кстати, данная стратегия подтверждается и ежедневно наблюдаемой картиной: мало кто видел новые и реконструированные дамбы, однако повсеместно можно наблюдать полуразрушенные насыпи которые предположительно должны сдерживать паводок.

5. Имитационная модель Stateflow. Для того чтобы показать к чему приводит такое халатное отношение в работе было проведено имитационное моделирование рассматриваемого конечного автомата с помощью *Matlab/Simulink/Stateflow* (рис. 2).

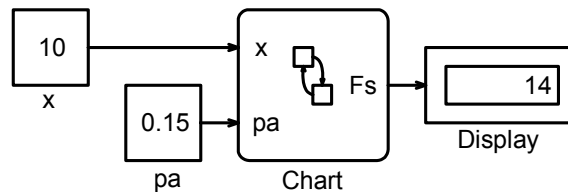


Рис. 2. Simulink-блок-схема модели дамбы

Входными данными модели являются: x — величина затрат на восстановление последствий наводнения; p_a — вероятность возникновения чрезвычайной ситуации.

Выходом F_s являются общие затраты на обслуживание дамбы и восстановление последствий наводнений за 10 лет. На рис. 3 показана Stateflow-диаграмма блока Chart [5].

На рис. 4 показана функция $y = p(z)$, которая управляет стратегиями природы и администрации в зависимости от вероятности наступления ЧС.

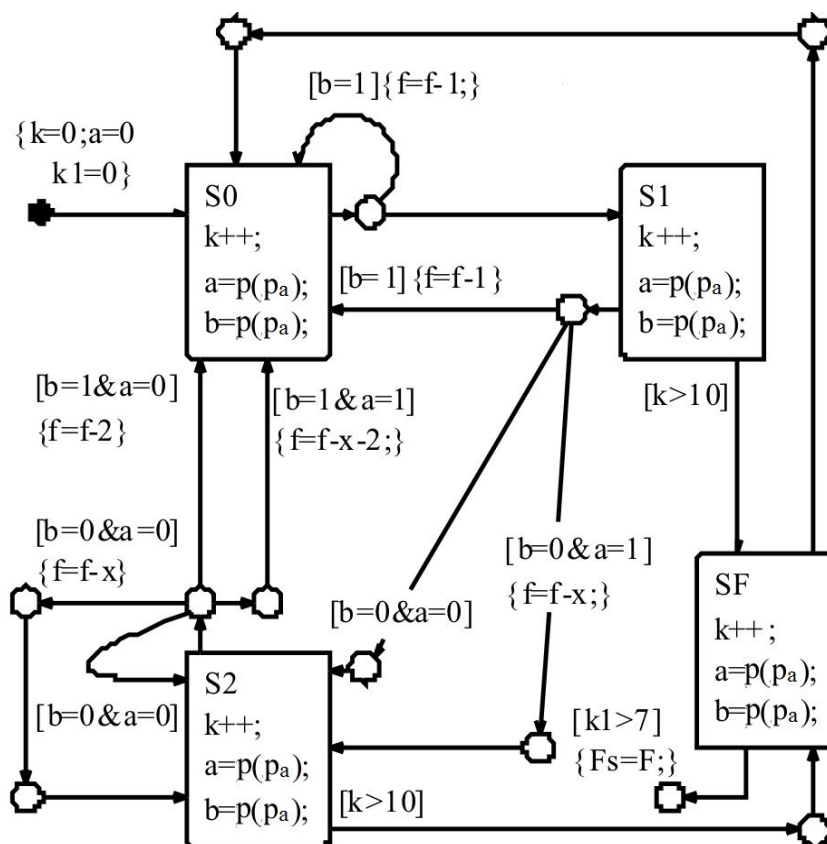


Рис. 3. Stateflow-диаграмма блока Chart:

k — годовой счетчик; a, b — стратегии соответственно природы и администрации;
 p_a — вероятность наступления ЧС; f — текущие затраты администрации;
 F — суммарные затраты за последние 10 лет; F_s — массив суммарных затрат за последние 70 лет

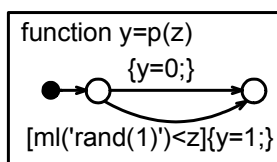


Рис. 4. Вероятностная функция управления стратегиями природы

Результаты моделирования дают среднее значение затрат администрации в течение 10 лет $F = 14+3$ ед., что всегда больше, чем суммарные затраты на ежегодную реконструкцию дамбы $F = 10$ ед. Другими словами, играть с природой — себе дороже.

Выводы. Таким образом, по результатам моделирования можно сделать вывод, что дамбы,

находящиеся на балансе районных муниципальных образований, не являются эффективным средством борьбы с ЧС типа паводка. При всей опасности надвигающихся угроз администрация, как правило, не в состоянии убедить граждан в необходимости направлять денежные средства на реконструкцию дамбы, а не на социально значимые программы (дороги, здравоохранение, образование). Альтернативой этому видится построение каскадов плотин ГЭС, которые, вырабатывая и продавая электроэнергию, являются, во-первых, самокупаемыми объектами, а во-вторых, аккумулируя воду, предотвращают саму возможность наступления ЧС. Моделирование работы Зейской ГЭС во время аномальных паводков летом 2013 г. авторы планируют опубликовать в следующей работе.

Библиографический список

1. Дынкин, Е. Б. Марковские процессы / Е. Б. Дынкин. — М.: Физматлит, 1963. — 860 с.
2. Нейман, Дж. фон. Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн. — М.: Наука, 1970. — 708 с.
3. Кобринский, Н. Е. Введение в теорию конечных автоматов / Н. Е. Кобринский, Б. А. Трахтенброт. — М.: Физматгиз, 1962. — 404 с.
4. Берсенева, А. В наводнении всплыла халатность / А. Берсенева // Газета.ru. — (<http://www.gazeta.ru/social/2013/09/19/5660521.shtml>). — (19.09.2013).
5. Рогачев, Г. Н. Stateflow 5.0. Руководство пользователя / Г. Н. Рогачев // Matlab.exponenta.ru. — (<http://matlab.exponenta.ru/stateflow/book1>). — (19.09.2013).

References

1. Dynkin, E. B. Markovskie processy / E. B. Dynkin. — M.: Fizmatlit, 1963. — 860 s.
2. Nejman, Dzh. fon. Teoriya igr i e'konomicheskoe povedenie / Dzh. fon Nejman, O. Morgenshtern. — M.: Nauka, 1970. — 708 s.
3. Kobrinskij, N. E. Vvedenie v teoriyu konechnyx avtomatov / N. E. Kobrinskij, B. A. Traxtenbrot. — M.: Fizmatgiz, 1962. — 404 s.
4. Berseneva, A. V navodnenii vsplyla xalatnost' / A. Berseneva // Gazeta.ru. — (<http://www.gazeta.ru/social/2013/09/19/5660521.shtml>). — (19.09.2013).
5. Rogachev, G. N. Stateflow 5.0. Rukovodstvo pol'zovatelya / G. N. Rogachev // Matlab.exponenta.ru. — (<http://matlab.exponenta.ru/stateflow/book1>). — (19.09.2013).

STATEFLOW SIMULATION OF CRASH OF THE FLOOD DAM DURING FAR EAST FLOODS IN THE SUMMER OF 2013

Dumachev V. N.,

PhD in Physics and Mathematics, Assoc. Prof.,
Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of the Russian Federation;
Russia, Voronezh, tel.: (473)262-33-79, e-mail: dumv@comch.ru

Peshkova N. V.,

Adjunct,
Voronezh Institute of the Ministry of the Interior of the Russian Federation;
Russia, Voronezh, tel.: (473)262-33-79

Kalach A. V.,

D. Sc. in Chemistry, Assoc. Prof.,
Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh, tel.: (473) 236-33-05, e-mail: AVKalach@gmail.com

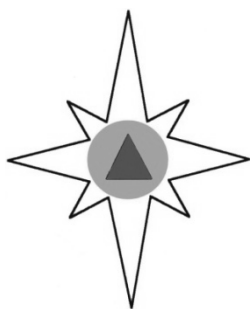
Chudakov A. A.,

Senior Lecturer,
Voronezh Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Russia, Voronezh, e-mail: vigps@mail.ru

To describe the natural emergencies in this paper we propose a model that combines the theory of Markov chains, and game theory as finite-state machine.

As an example, a model operation of flood control dams is considered, and optimal strategy for its maintenance is determined.

Keywords: matrix games, extreme strategy, natural emergencies.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 614.841:311.313

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ ЗА 9 МЕСЯЦЕВ 2013 ГОДА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА МЧС РОССИИ

Приводятся статистические данные о количестве пожаров и погибших в Центральном федеральном округе за 9 месяцев 2013 года. Для сравнения дается информация об аналогичных происшествиях в 2012 году.

Ключевые слова: количество пожаров, количество погибших, алкогольное опьянение, Центральный федеральный округ, последствия пожаров.

За 9 месяцев 2013 года обстановка с пожарами в Центральном федеральном округе (ЦФО) по сравнению с аналогичным периодом прошлого года характеризовалась следующими основными показателями (рис. 1—2):

- зарегистрировано 20 тыс. 436 пожаров (-3,8 %) (по РФ снижение на 5,1 %);
- погибло при пожарах 1 тыс. 496 человек (-9,1 %) (по РФ снижение на 7,2 %), в том числе 48 детей (+6,7 %) (по РФ снижение на 6,3 %);

- получили травмы на пожарах 1 тыс. 413 человек (-5,5 %) (по РФ снижение на 9,6 %);
- прямой материальный ущерб причинён в размере 2273129 тыс. рублей (-11,5 %) (по РФ снижение на 28,2 %);
- зарегистрировано 36 тыс. 626 выездов пожарных подразделений на ликвидацию загораний (-9,3 %) (по РФ снижение на 21,1 %).

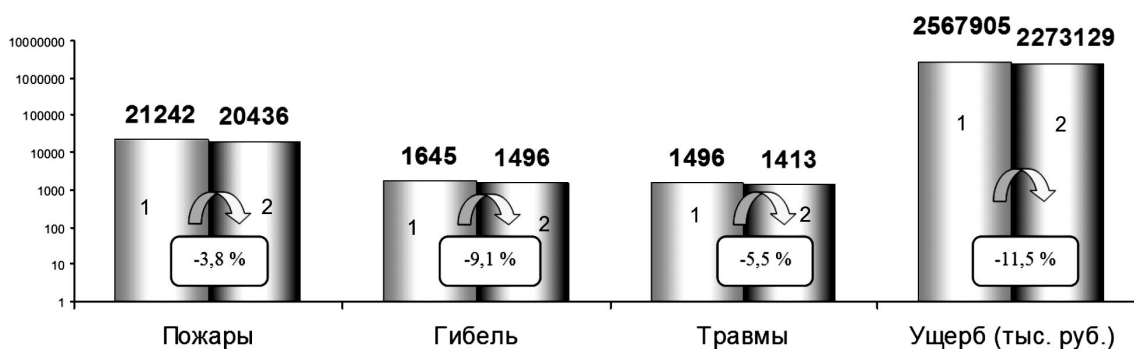


Рис. 1. Количество пожаров и их последствий в ЦФО: 1 — 2012 г.; 2 — 2013 г.

Подразделениями ГПС на пожарах спасено 9 тыс. 760 человек и материальных ценностей на сумму более 3260199 тыс. рублей.

Зафиксировано снижение количества пожаров по субъектам ЦФО в сравнении с аналогичным периодом прошлого года (рис. 3) в Белгородской (-6,7 %), Брянской (-2,1 %), Владимирской (-5,6 %),

Воронежской (-5,5 %), Ивановской (-3,5 %), Калужской (-2,5 %), Костромской (-1,9 %), Курской (-6,1 %), Липецкой (-3,6 %), Московской (-1,8 %), Орловской (-2,1 %), Рязанской (-6,6 %), Смоленской (-5,4 %), Тамбовской (-5,8 %), Тверской (-4,5 %), Тульской (-4,1 %) и Ярославской (-4,9 %) областях.

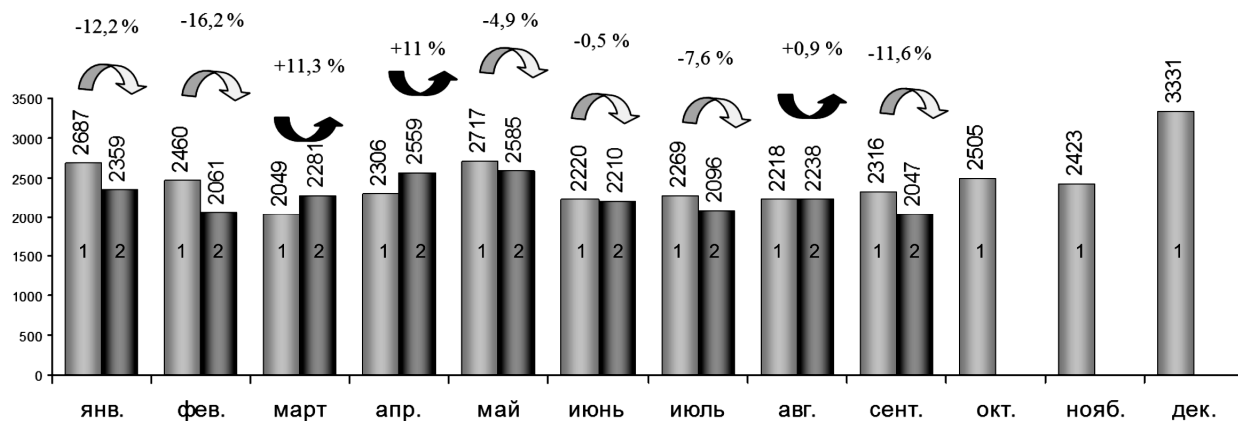


Рис. 2. Распределение количества пожаров по месяцам: 1 — 2012 г.; 2 — 2013 г.

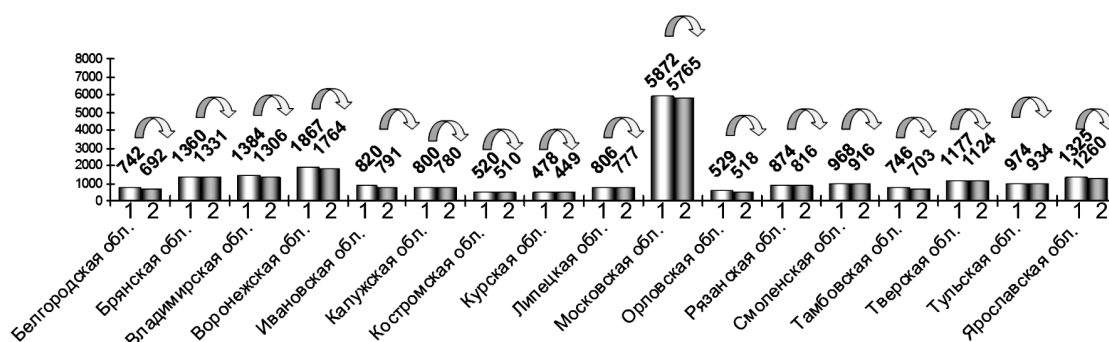


Рис. 3. Количество пожаров по субъектам Российской Федерации ЦФО: 1 — пожары 2012 г.; 2 — пожары 2013 г.

Снижение количества погибших людей (рис. 4) зарегистрировано в Белгородской (на 10,2 %), Брянской (2,9 %), Владимирской (19,1 %), Воронежской (7,0 %), Ивановской (31,1 %), Курской

(2,4 %), Липецкой (6,3 %), Московской (11,1 %), Рязанской (8,1 %), Смоленской (2,5 %), Тамбовской (8,5 %), Тверской (0,7 %), Тульской (9,1 %) и Ярославской (22,5 %) областях.

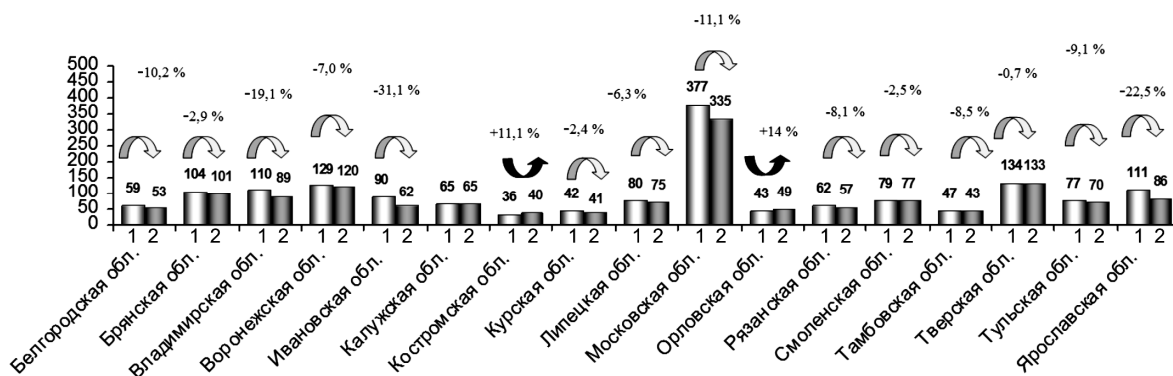


Рис. 4. Количество погибших людей по субъектам Российской Федерации ЦФО: 1 — пожары 2012 г.; 2 — пожары 2013 г.

Рост количества травмированных при пожарах людей (рис. 5) зарегистрирован в Липецкой (+28,4 %), Рязанской (+21,9 %) и Смоленской (+17,2 %) областях.

Рост пожаров по субъектам РФ Центрально-го региона не зарегистрирован. Однако зарегистрирован рост количества погибших при пожарах людей в Костромской (+11,1 %) и Орловской (+14 %) областях.

Зарегистрирован рост количества погибших при пожарах детей в Белгородской (+66,7 %), Воронежской (+100 %), Костромской (+150 %), Курской (+100 %), Липецкой (+100 %), Орловской (0 за аналогичный период прошлого года, +100 %), Рязанской (+200 %), Смоленской (+40 %) и Тамбовской (+200 %) областях.

На пожарах погибло больше лиц мужского пола — 67,6 %; женщин — 29,1 %.

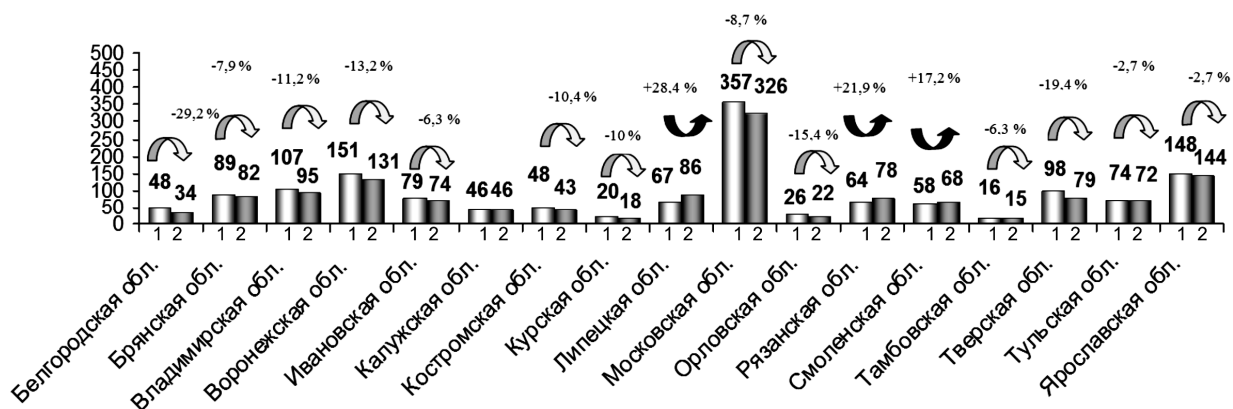


Рис. 5. Количество травмированных людей по ЦФО: 1 — пожары 2012 г.; 2 — пожары 2013 г.

Из диаграммы 6 видно, что в Белгородской области количество погибших в нетрезвом виде от общего количества составляет 30,2 %, в Брянской — 54,5 %, Владимирской — 43,8 %, Воронежской — 53,3 %, Ивановской — 32,3 %, Калужской — 12,3 %, Костромской — 35 %, Курской — 17,1 %, Липецкой — 37,3 %, Московской — 27,2 %, Орловской — 53,1 %, Рязанской — 35,1 %, Смоленской — 61,03 %, Тамбов-

ской — 25,6 %, Тверской — 42,1 %, Тульской — 31,4 % и Ярославской — 30,2 % областях.

Отмечено, что 36,8 % погибших при пожарах людей находились в состоянии алкогольного (наркотического) опьянения. Относительно аналогичного периода прошлого года количество погибших людей, находящихся в нетрезвом состоянии, снизилось на 22,6 %, с 711 человек до 550.

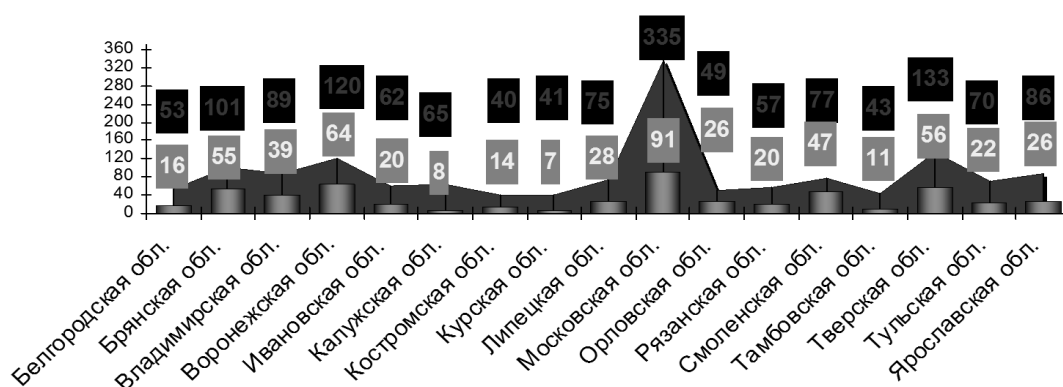


Рис. 6. Количество погибших при пожарах людей, в т. ч. в состоянии алкогольного опьянения по ЦФО: ■ — погибло всего, чел.; ■ — погибло в состоянии алкогольного опьянения, чел.

За 9 месяцев 2013 года наибольшее количество пожаров происходило по субботам — 3189 (15,6 % от общего количества), наименьшее по вторникам — 2689 (13,2 %). Больше всего людей

погибало по воскресеньям — 237 человек (15,87 % от общего количества), меньше всего по вторникам и субботам — 174 человека (11,6 % от общего количества) (рис. 7).

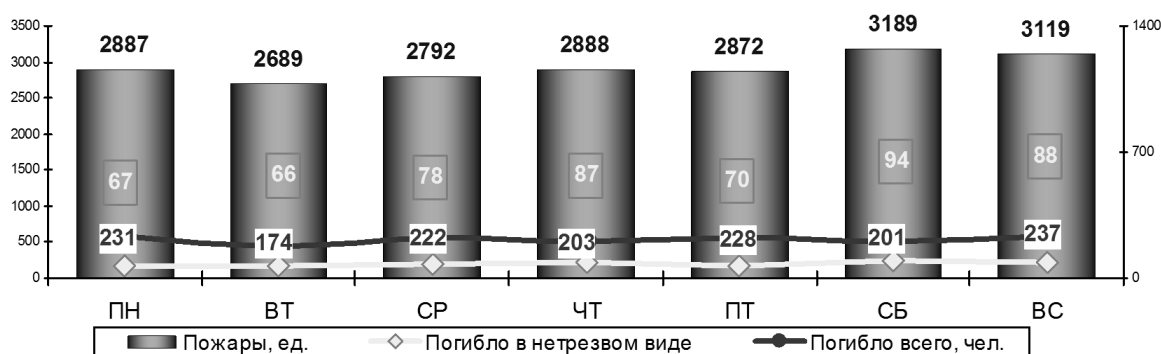


Рис. 7. Распределение количества пожаров и погибших по дням недели

Основное время суток, когда погибали люди, это ночные часы. Так, в период с 0 до 2 часов ночи погибло 296 человек, с 2 до 4 часов — 161 человек. Всего же за вечернее и ночное время (с 18 часов вечера до 6 утра) погибло 973 человека (65,04 % от общего количества).

В городах субъектов Российской Федерации Центрального региона (рис. 8) за 9 месяцев 2013 года зарегистрировано:

- 10332 пожара (-3,9 % к аналогичному периоду прошлого года) (по РФ снижение на 5,7 %);

- погибло 608 человек (-20,1 %) (по РФ снижение на 8,9 %), в том числе 14 детей (-22,2 %) (по РФ снижение на 4,8 %);

- получили травмы 866 человек (-6,2 %) (по РФ снижение на 10,5 %).

Прямой материальный ущерб причинён в размере 1093445 тыс. рублей (-19,1 %) (по РФ снижение на 36,4 %).

Зарегистрировано 21315 выездов пожарных подразделений на ликвидацию загораний (-8 %) (по РФ снижение на 18,3 %).

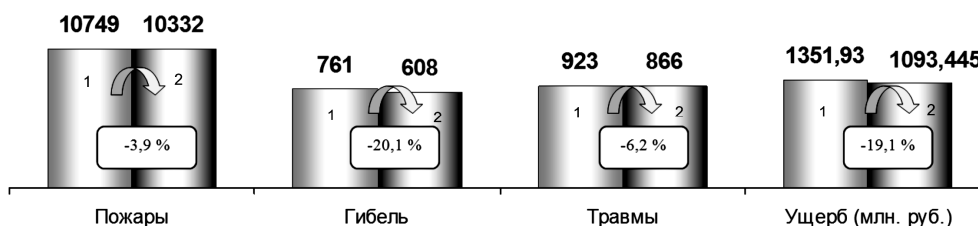


Рис. 8. Количество пожаров и их последствия в городах:
1 — пожары 2012 г.; 2 — пожары 2013 г.

В сельской местности ЦФО зарегистрировано (рис. 9):

- 10104 пожара (-3,7 % к аналогичному периоду прошлого года) (по РФ снижение на 4,1 %);

- погибло 888 человек (+0,5 %) (по РФ снижение на 5,5 %), в том числе 34 ребёнка (+25,9 %) (по РФ снижение на 7,5 %);

- получили травмы 547 человек (-4,5 %) (по РФ снижение на 7,5 %).

Прямой материальный ущерб причинён в размере 1179684 тыс. рублей (-3 %) (по РФ снижение на 11,9 %).

Зарегистрировано 15310 выездов пожарных подразделений на ликвидацию загораний (-11 %) (по РФ снижение на 26,7 %).

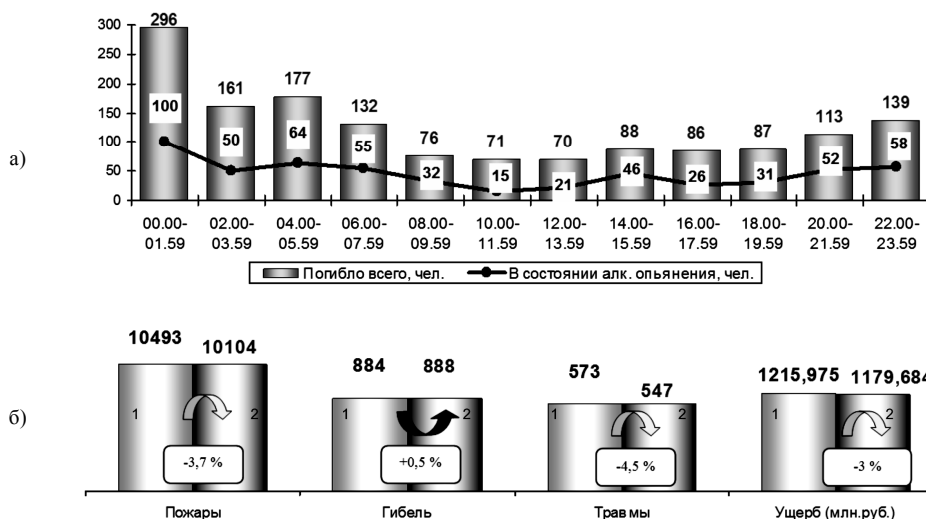


Рис. 9. Количество пожаров и их последствия в сельской местности:
а) количество погибших при пожарах людей, в т. ч. в состоянии алкогольного опьянения;
б) количество пожаров: 1 — 2012 г.; 2 — 2013 г.

Наибольшее количество пожаров зарегистрировано в жилом секторе. Их доля от общего числа пожаров по Центральному региону составила 69,1 % (в 2012 г. — 71,3 %). Гибель людей при пожарах в жилом секторе от общего количества по ЦФО составила 92 % (в 2012 г. — 93,6 %), людей, получивших травмы, — 74 % (в 2012 г. — 76,3 %) (рис. 10). По сравнению с аналогичным периодом

прошлого года снижение количества пожаров зарегистрировано на следующих основных видах объектов: зданиях общественного назначения (-5,0 %), в жилом секторе (-6,7 %), производственных зданиях (-1 %) и складских зданиях (-4,6 %).

Рост пожаров произошел на транспортных средствах (+5,5 %), в строящихся (реконструируемых) объектах (+23,75 %) и прочих объектах (+8,2 %).

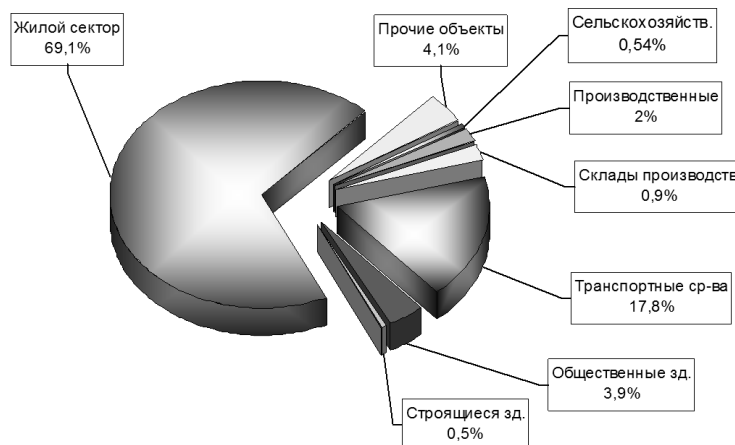


Рис. 10. Распределение количества пожаров по основным объектам

Значительное количество пожаров произошло по причинам нарушений правил устройства и эксплуатации электрооборудования (31,7 % от общего количества пожаров), неосторожного обращения с огнем (29,9 %) и нарушений правил эксплуатации печного отопления (11,9 % от общего количества) (рис. 11).

Зарегистрировано уменьшение количества пожаров, связанных со следующими причинами: неосторожное обращение с огнём (-7,3 %), нарушения ПУиЭ электрооборудования (-1,9 %), поджоги (-18,2 %), печное отопление (-8,2 %), технологические (-17,2 %) и неосторожное обращение детей с огнём (-18,5 %).

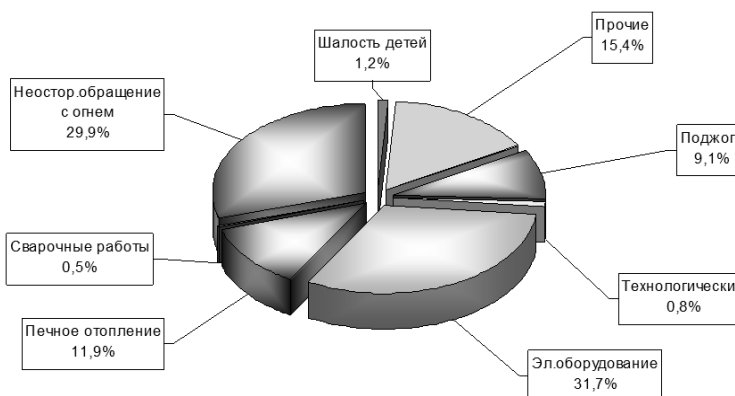


Рис. 11. Распределение количества пожаров по основным причинам

Произошел рост количества пожаров по прочим причинам (+19,9 %).

Вследствие воздействия продуктов горения погибло 926 человек (61,9 % от общего количества), от воздействия высокой температуры —

75 человек (5 %). Причину гибели людей не удалось установить в 363 случаях (24,3 %) (рис. 12). Отмечается рост неустановленных причин гибели людей по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 6,5 % (с 341 до 363 случаев).

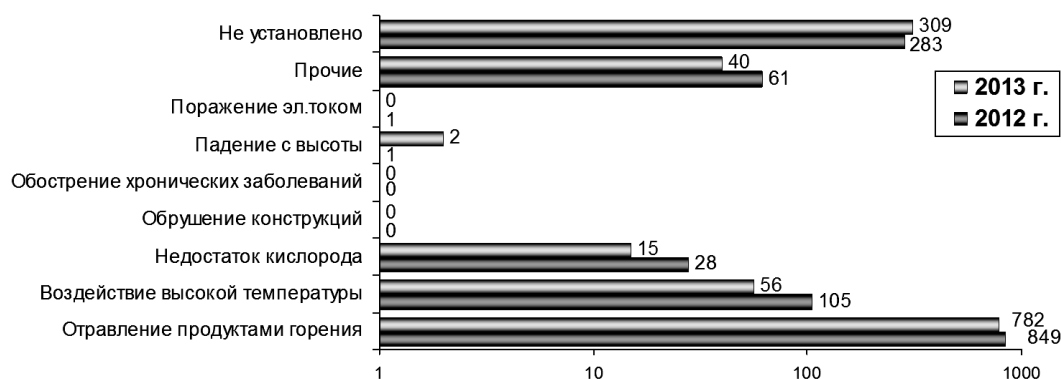


Рис. 12. Основные причины гибели людей при пожарах

При пожарах погибло 500 пенсионеров (33,4 % от общего количества погибших), 357 безработных (23,9 %), 182 представителя рабочих специальностей (12,2 %), 90 нетрудоспособных иждивенцев (инвалидов) (6 %) и 48 лиц без определенного места жительства (3,2 %).

Погибли 31 ребенок дошкольного возраста (от 1 до 6 лет) (2,1 %), 11 детей в возрасте от 7 до 13 лет (0,7 %), 2 ребенка в возрасте от 14 до 15 лет (0,2 %) и 8 в возрасте от 16 до 19 лет (0,5 %).

Зарегистрировано 4 пожара с групповой гибелью людей (5 и более человек): в Рязанской области — 2 пожара, в Московской — 1 и в Смоленской — 1 пожар, в результате чего погибло 10, 38 и 6 человек соответственно.

Относительные показатели, характеризующие оперативную обстановку с пожарами за 9 месяцев 2013 года по субъектам ЦФО, следующие (в скобках приводятся данные за аналогичный период прошлого года):

– количество пожаров, приходящихся на 100 тыс. населения, — 75,94 (78,95);

– средний ущерб, приходящийся на один пожар, — 111,23 тыс. рублей (120,89);

– количество погибших при пожарах людей на 100 тыс. населения — 5,56 (6,11);

– количество травмированных при пожарах людей на 100 тыс. населения — 5,25 (5,56).

Данные по субъектам ЦФО приведены в табл.

Таблица

Субъект РФ (региональный центр МЧС России)	Кол-во пожаров на 100 тыс. чел. населения		Средний ущерб на 1 пожар, тыс. руб.		Кол-во погибших при пожарах на 100 тыс. чел. населения		Кол-во травмиро- ванных при пожа- рах на 100 тыс. чел. населения	
	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Белгородская область	48,42	45,07	81,61	197,93	3,85	3,45	3,13	2,21
Брянская область	106,64	105,28	97,31	117,18	8,15	7,99	6,98	6,49
Владимирская область	96,04	91,23	76,18	194,84	7,63	6,22	7,42	6,64
Воронежская область	79,96	75,68	39,78	29,40	5,53	5,15	6,47	5,62
Ивановская область	77,35	75,06	122,59	82,54	8,49	5,88	7,45	7,02
Калужская область	79,27	77,45	158,02	170,27	6,44	6,45	4,56	4,57
Костромская область	78,03	77,06	63,24	56,38	5,40	6,04	7,20	6,50
Курская область	42,46	40,03	185,60	89,20	3,73	3,66	1,78	1,60
Липецкая область	68,77	66,65	103,26	111,67	6,83	6,43	5,72	7,38
Московская область	82,63	80,16	178,75	133,04	5,31	4,66	5,02	4,53
Орловская область	67,34	66,30	21,34	36,36	5,47	6,27	3,31	2,82
Рязанская область	75,88	71,08	261,11	223,32	5,38	4,97	5,56	6,79
Смоленская область	98,49	93,49	24,40	16,99	8,04	7,86	5,90	6,94
Тамбовская область	68,46	64,97	65,16	68,94	4,31	3,97	1,47	1,39
Тверская область	87,18	83,77	249,14	177,64	9,93	9,91	7,26	5,89
Тульская область	62,83	60,52	37,47	21,83	4,97	4,54	4,77	4,67
Ярославская область	104,25	99,16	54,68	54,03	8,73	6,77	11,64	11,33
Центральный региональный центр	78,95	75,94	120,89	111,23	6,11	5,56	5,56	5,25
Российская Федерация	81,30	77,06	96,72	73,13	5,45	5,05	6,35	5,73

**THE ACTIVITY OF FIRE-RESCUE AND RESCUE
UNITS FOR 9 MONTHS OF 2013
ON THE TERRITORY OF THE CENTRAL REGIONAL CENTER
OF EMERCOM OF RUSSIA**

Provides statistical data on the number of fires and the dead in the Central Federal district for 9 months of 2013. For comparison provides information about similar incidents in 2012.

Keywords: number of fires, the number of killed, alcohol intoxication, Central Federal district, the consequences of the fires.

СОТРУДНИЧЕСТВО С ЕВРОСОЮЗОМ В ОБЛАСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Департамент международной деятельности МЧС России подготовил справочный материал о сотрудничестве с Евросоюзом в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: МЧС России, Евросоюз, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, международное сотрудничество.

Введение. В настоящее время основой взаимодействия с Евросоюзом в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций является Административная договоренность между МЧС России и Генеральным директором Еврокомиссии по гуманитарной помощи и гражданской защите (ЕЧНО) о практическом сотрудничестве в области гражданской защиты от 22 марта 2013 года. В рамках реализации договоренности при чрезвычайных ситуациях осуществляется оперативный информационный обмен и взаимодействие: эксперты делятся опытом в ходе визитов, профильных семинаров, конференций и учений. Так, сотрудники МЧС России проходили обучение на курсах гражданской защиты Евросоюза (в Италии, Германии, Дании, Болгарии, Великобритании и на Кипре), посещали Брюссель, где знакомились с деятельностью Центра координации чрезвычайного реагирования (ЦКЧР) ЕС, Генерального директората ЕЧНО и кризисного центра Европейской внешнеполитической службы. В свою очередь, эксперты ЕЧНО принимают участие в работе международных салонов «Комплексная безопасность», знакомятся со структурой, задачами и возможностями МЧС России, включая Национальный центр управления в кризисных ситуациях (НЦУКС).

МЧС России также участвует в работе экспертной подгруппы по разработке нового базового соглашения Россия-ЕС в рамках Межведомственной координационной рабочей группы по сотрудничеству с Евросоюзом.

1. Практические аспекты сотрудничества ЕС и России в области предупреждения и ликвидации ЧС. Летом 2010 года ряд стран Механизма гражданской защиты ЕС (МГЗЕС) (Болгария, Германия, Италия, Латвия, Литва, Польша, Франция и Эстония) участвовали в международной операции по тушению природных пожаров в центрально-европейской части России, направляли необходимую гуманитарную помощь, принимали на реабилитацию и отдых участвовавших в борьбе с огненной стихией сотрудников МЧС России. Представители чрезвычайных служб ЕС, непосредственно работавшие на пожарах в нашей стране или занимавшиеся организацией и координацией сил и средств, были отмечены ведомственными наградами МЧС России, а некоторые — наградами Российской Федерации.

22—23 марта 2011 г. на базе Академии государственной противопожарной службы МЧС России проводилась международная конференция «Уроки горячего лета—2010», на которую были приглашены сотрудники Генерального директората ЕЧНО, Центра мониторинга и информации ЕС, а также представители всех стран — участниц МГЗЕС и другие иностранные партнеры. Представителем Еврокомиссии был сделан доклад о координационных стратегиях ЕС при чрезвычайных ситуациях, европейских возможностях по оказанию консолидированной гуманитарной помощи пострадавшим от бедствий и кризисов государствам, а также о взаимодействии и сотрудничестве в области гражданской защиты с МЧС России.

Начиная с 2010 года представители МЧС России уже несколько раз принимали участие в ежегодном эсовском подведении итогов работы в области предупреждения и ликвидации ЧС. Это стало носить системный характер с учетом постоянного взаимодействия и хорошо налаженной кооперации.

В рамках проекта «Евроэскадрилья» авиация МЧС России продолжает участвовать в тендерах авиаоператора ЕС — датской компании «Кюне+Нагель» — по фрахту воздушных судов для перевозки грузов гуманитарной помощи в пострадавшие от чрезвычайных ситуаций государства (эта схема, например, была реализована в ходе международной операции по оказанию помощи Гаити, пострадавшему в результате разрушительного землетрясения 2010 года).

В ноябре 2010 года МЧС России приняло участие в полевых учениях спасательных и других экстренных служб ЕС «Терекс—2010», которые проходили в центральной части Италии, в Тоскане. Целью учения была отработка в комплексе вопросов международного реагирования на разрушительное землетрясение с последствиями, характерными для Европы.

В сентябре 2011 года специалисты Южного регионального поисково-спасательного отряда МЧС России в составе группы международных наблюдателей приняли участие в учениях ЕС по отработке вопросов обеспечения безопасности крупных спортивных мероприятий «Карпатекс—2011» в Польше с целью подготовки к XXII Олимпийским зимним играм и XI Паралимпийским зимним играм 2014 года в Сочи.

В ноябре 2011 года представители МЧС России участвовали в международной конференции в Риме «Гражданская защита и система оказания гуманитарной помощи — вместе перед лицом бедствий и кризисов». Конференция была приурочена к 10-й годовщине создания МГЗЕС.

Летом 2012 года МЧС России принимало участие в тушении лесных пожаров в Европе. Так, российские вертолетчики, находившиеся в то время на дежурстве в Сербии, в рамках работы Российско-сербского гуманитарного центра были задействованы для реагирования на запрос, полученный Брюсселем из Боснии и Герцеговины, о предоставлении авиационных противопожарных средств. Тогда сложная обстановка с лесными пожарами сложилась во всех странах — участницах МГЗЕС, что не позволило Евросоюзу оперативно отреагировать на полученный запрос, который был в связи с этим переадресован МЧС России. Было принято решение использовать российские авиационные противопожарные средства, которые уже находились в регионе на базе Российско-сербского гуманитарного центра. Авиаторы МЧС России оперативно выполнили все поставленные перед ними задачи и помогли боснийским коллегам в тушении пожаров. Это в очередной раз демонстрирует солидарность европейских государств в борьбе с катастрофами.

2. Перспективы сотрудничества. В последнее время на различных площадках партнеры из ЕС часто обсуждают вопрос необходимости совершенствования и развития европейского механизма по преодолению техногенных и природных катастроф. Стоит отметить, что данный подход во многом повторяет российскую инициативу, озвученную еще в 2003 году (концепция создания Европейского центра борьбы с катастрофами). Лидирующую роль в этом могут взять на себя наиболее развитые государства, прежде всего члены «Большой восьмерки». Данный подход поддерживают Италия, Франция и Германия. Наша концепция была изложена в виде плана действий по созданию многостороннего международного механизма по преодолению техногенных и природных катастроф, который МЧС России продвигает на различных международных площадках. Следует отметить, что одно из положений плана — создание и развитие высокотехнологичных модулей чрезвычайного реагирования на базе национальных служб гражданской защиты — уже достаточно эффективно реализуется на практике в рамках МГЗЕС. Другим важным элементом

плана является создание сети опорных центров управления в кризисных ситуациях по всему миру. В связи с этим сотрудничество России и Евросоюза также имеет большой потенциал, в частности в области взаимодействия между НЦУКС МЧС России, который фактически является таким опорным пунктом на пространстве СНГ, и ЦКЧР ЕС.

Регулярными становятся встречи руководства МЧС России и профильных руководителей высокого уровня из ЕС. В мае 2011 года в Москве впервые побывала еврокомиссар по международному сотрудничеству, гуманитарной помощи и кризисному реагированию К. Георгиева. Особый интерес у нее вызвал российский опыт создания и функционирования НЦУКС в контексте упомянутой работы ЕС по созданию и развитию ЦКЧР. В сентябре 2012 года состоялась первая рабочая встреча министра В. А. Пучкова с К. Георгиевой. В ходе встречи были рассмотрены следующие вопросы: общие направления сотрудничества в области гражданской защиты на ближайшую перспективу, работа Российско-сербского гуманитарного центра, а также гуманитарная ситуация в Сирии.

30—31 мая 2013 года делегация МЧС России посетила Брюссель. В ходе визита состоялась рабочая встреча министра В. А. Пучкова, статс-секретаря — заместителя министра В. С. Артамонова и постоянного представителя России при ЕС и Евратоме В. А. Чижова с еврокомиссаром К. Георгиевой и представителями ЕСНО. Стороны обсудили дальнейшие практические шаги по развитию конструктивного диалога между Россией и Евросоюзом в области предупреждения и ликвидации ЧС.

В настоящее время прорабатывается вопрос участия одного из поисково-спасательных формирований МЧС России в международных полевых учениях в рамках МГЗЕС «Модэкс» 19—22 мая 2014 года в Эстонии, а также завершается работа экспертов России и ЕС над проектом рабочего плана на 2014—2015 гг. по реализации Административной договоренности.

Выводы. Можно констатировать, что сотрудничество с Еврокомиссией, ее профильным Гендиректоратом ЕСНО, ЦКЧР ЕС, а также со странами — участницами МГЗЕС по линии МЧС России развивается достаточно активными темпами. Впереди у России и ЕС много работы не только в области чрезвычайного реагирования, но и обеспечения готовности к различного рода катастрофам и бедствиям с фокусом на их предупреждение и минимизацию последствий.

COOPERATION WITH THE EUROPEAN UNION IN THE FIELD OF PREVENTION AND LIQUIDATION OF EMERGENCY SITUATIONS

The Department of international activities of the EMERCOM of Russia has prepared the reference material on cooperation with the European Union in the field of prevention and liquidation of emergency situations.

Keywords: EMERCOM of Russia, the EU, prevention and elimination of emergencies, international cooperation.



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

«Школа молодых ученых и специалистов МЧС России—2013: Актуальные проблемы обеспечения комплексной безопасности и пути их решения», 3—7 июня 2013 г.

С 2010 года МЧС России ежегодно проводит научную конференцию «Школа молодых учёных и специалистов МЧС России». Основная задача Школы — придать новый импульс развитию движения молодых ученых и специалистов МЧС России, привлечь внимание к возникающим проблемам в области пожарной науки, поделиться научными идеями и инновационными проектами и разработками. В 2013 году участников конференции принимал ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России.

Предлагаем вашему вниманию избранные статьи из сборника, изданного по материалам конференции.

УДК 614.84:614.0.06

ПОВЫШЕНИЕ ОГNETУШАЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПЕНЫ НИЗКОЙ КРАТНОСТИ

А. В. Кокшаров

В настоящее время все большее распространение получает пожарная техника, использующая для тушения компрессионную пену низкой кратности. По утверждению производителей, данная пена обладает целым рядом положительных свойств. В работе исследуется влияние добавки натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы на синергизм и термическую устойчивость пены.

Ключевые слова: пена низкой кратности, термическая устойчивость, синергизм.

В настоящее время на рынке появляется всё больше пожарной техники, использующей для тушения компрессионную пену низкой кратности. Производители утверждают, что данная пена обладает рядом положительных свойств: 1) высокая дальность подачи, 2) объём получаемой пены на порядок больше, чем запасы воды и пенообразователя, 3) благодаря высокой плотности пена обладает хорошей охлаждающей способностью. Следует также отметить, что пена низкой кратности обладает большей устойчивостью к термическим и механическим воздействиям благодаря большому содержанию в ней жидкости. Однако такая устойчивость теряется при утончении пузырьковой плёнки в результате быстрого испарения и истечения жидкости.

Скорость истечения жидкости зависит от многих факторов: размеров пенных каналов, дисперсности и вязкости жидкости. Наиболее интересными среди загустителей являются производные целлюлозы, благодаря низкой стоимости и безопасности для экологии и человека.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния добавки натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (Na КМЦ 70/300) на синергизм и термическую устойчивость пены.

Изучение устойчивости пен проводили в градуированных цилиндрах. Для более точного определения скорости истечения жидкости использовали видеофиксацию. Для получения пены использовался пенообразователь ПО-6РЗ, наиболее распространённый в пожарных подразделениях. Пену получали механическим взбиванием до кратности $K_n = 5$.

В результате проведённых исследований были получены кинетические кривые истечения жидкости, дифференцирование которых позволило установить зависимость скорости истечения жидкости в различные промежутки времени (рис. 1).

Кривые на рис. 1 показывают, что истечение жидкости происходит в три этапа: вначале скорость увеличивается до некоторого максимального значения, затем она остаётся постоянной, после довольно быстро снижается. Дальнейшее истечение связано с разрушением пены.

Следует отметить, что по истечении определённого количества жидкости из пены синергизм прекращается. В результате получается устойчивая пена, кратность которой понижается с увеличением содержания добавки (рис. 2).

Кокшаров Александр Викторович, канд. хим. наук, начальник научно-исследовательского отделения, Уральский институт ГПС МЧС России; Россия, г. Екатеринбург, e-mail: uigps@uigps.ru

© Кокшаров А. В., 2013

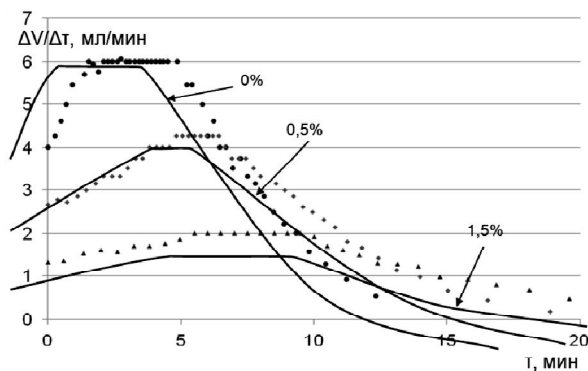


Рис. 1. Изменение скорости истечения жидкости из пены во времени

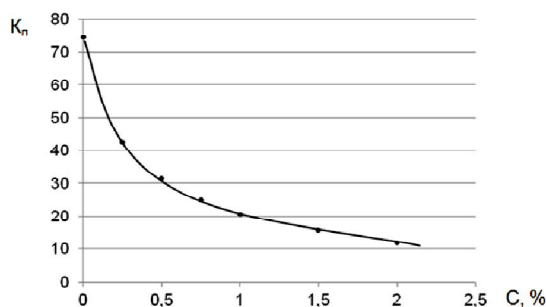


Рис. 2. Кратность пены при прекращении синерезиса в зависимости от содержания Na КМЦ

Таким образом, Na КМЦ не только уменьшает скорость истечения жидкой фазы в результате увеличения вязкости, но и способствует удержанию влаги в пене.

Термическая устойчивость пены изучалась при действии теплового потока от пламени газовой горелки на слой пены.

Пену взбивали механическим способом до кратности $K_n = 20$, затем наполняли цилиндр из сетки, давали небольшую выдержку и приводили в соприкосновение с пламенем и замеряли время полно-

го разрушения. Температура пламени составляла 1200°C . Для того чтобы оценить на сколько быстро пена теряет термическую устойчивость, провели измерения после выдержки 1, 5 и 10 минут.

Результаты подтвердили наши предположения: несмотря на то, что объем пены не изменяется с течением времени, термическая устойчивость значительно сокращается. Интересным является, то, что пена содержащая добавку, показывает более высокую термостойкость. Данный факт объясняется тем, что при соприкосновении пламени с верхней частью пены, происходит разрушение пузырьков и высвобождение жидкости, которая скапливается в верхних слоях и из-за повышенной вязкости не может вытечь по пенным каналам, образуя слой в несколько миллиметров, предохраняющий пену от разрушения (табл.).

Таблица
Время и скорость разрушения пены

Концентрация Na КМЦ, %	Время выдержки пены, мин	Время разрушения, с	Средняя скорость разрушения, л/м ² с
0	1	125	1,06
0	5	80	1,67
0	10	50	2,67
0,5	1	215	0,62
0,5	5	150	0,89
0,5	10	125	1,06
1,0	1	280	0,48
1,0	5	235	0,57
1,0	10	225	0,59

Таким образом, использование в качестве Na КМЦ позволит значительно уменьшить скорость истечения жидкости из пены низкой кратности и повысить термическую устойчивость.

Библиографический список

1. Шароварников, А. Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение / А. Ф. Шароварников, С. А. Шароварников // Пожаротушение: сб. науч. тр. / ВНИИПО. — М., 2005. — 334 с.

References

1. Sharovarnikov, A. F. Penoobrazovateli i peny dlya tusheniya pozharov. Sostav. Svoystva. Primenenie / A. F. Sharovarnikov, S. A. Sharovarnikov // Pozharotushenie: sb. nauch. tr. / VNIPO. — M., 2005. — 334 s.

IMPROVEMENT OF FIRE-EXTINGUISHING CAPABILITY LOW EXPANSION FOAM

Koksharov A. V.,

PhD in Chemistry, Head of the Research Department,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Yekaterinburg, e-mail: uigps@uigps.ru

Currently becoming increasingly widespread fire technique that uses to extinguish a compressive low expansion foam. According to the producers, this foam has a number of positive properties. The paper examines the effect of the additive sodium salt of carboxymethylcellulose on syneresis and thermal stability of foam.

Keywords: low expansion foam, thermal stability, syneresis.

НАГРЕВ СУХОЙ СТЕНКИ ГОРЯЩЕГО РЕЗЕРВУАРА С НЕФТЕПРОДУКТОМ

А. А. Михайлюк

Необходимо оценить величину теплового потока от горящего резервуара, которая состоит из теплового потока от факела пожара и нагретой сухой стенки горящего резервуара. Целью работы является построение модели нагрева сухой стенки горящего резервуара с учетом неравномерности нагрева. Построенная модель может быть использована для определения температуры сухой стенки горящего резервуара и величины теплового потока.

Ключевые слова: тепловой поток, горящий резервуар, неравномерный нагрев.

Для определения зон безопасного размещения личного состава, подвижной техники и стационарных установок пожаротушения необходимо оценить величину теплового потока от горящего резервуара, которая состоит из теплового потока от факела пожара и нагретой сухой стенки горящего резервуара.

Целью работы является построение модели нагрева сухой стенки горящего резервуара, учитывающей ее неравномерный нагрев.

Чтобы учесть неравномерный нагрев, условно разделим сухую стенку горящего резервуара на N областей.

Количество тепла dQ_k^u , получаемое областью k за счет излучения, равно

$$dQ_k^u = dQ_k^\phi + dQ_k^o + \sum_{i=1}^N dQ_{ki} + dQ_k^u,$$

где dQ_k^ϕ — количество тепла, приходящее от факела к области k ; dQ_k^o — количество тепла, излучаемое областью k в окружающую среду; dQ_{ki} — количество тепла приходящее от области i , $i \neq k$; dQ_k^u — количество тепла, приходящее от нефтепродукта к области k .

Эти величины могут быть определены из закона Стефана-Больцмана [1]. Тогда количество тепла, получаемое излучением каждой из N областей сухой стенки горящего резервуара:

$$dQ_k^u = c_0 \varepsilon_c \left[\varepsilon_\phi H_k^\phi \left(\left(\frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \varepsilon_n H_k^u dt \left(\left(\frac{T_{кин}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) \right] +$$

$$+ \left(\left(\frac{T_o}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) S_k + \sum_{i=1}^N \varepsilon_i H_{ki} \left(\left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) dt, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

где ε_ϕ , ε_c — степени черноты факела и сухой стенки резервуара; H_k^ϕ — площадь взаимного облучения между областью k и факелом; H_{ki} — площадь взаимного облучения между областями i и k ; T_o — температура окружающей среды; S_k — площадь поверхности области k ; ε_n — степень черноты поверхности нефтепродукта; $T_{кин}$ — температура поверхности нефтепродукта, равная ее температуре кипения; H_k^u — площадь взаимного облучения между областью k и поверхностью нефтепродукта, $c_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K}^4)$.

Количество тепла, отдаваемое областью k за счет конвективного теплообмена [2, 3] в газовое пространство резервуара, имеющее температуру $T_{кин}$, определяется по формуле

$$dQ_k^c = \alpha_c (T_k - T_{кин}) S_k dt, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

где α_c — коэффициент конвективной теплоотдачи во внутреннее газовое пространство резервуара. Кроме того, каждая область сухой стенки горящего резервуара участвует в конвективном теплообмене с окружающим воздухом:

$$dQ_k^a = \alpha_a (T_k - T_o) S_k dt, \quad k = 1, 2, \dots, N,$$

где α_a — коэффициент конвективной теплоотдачи в окружающий воздух.

Тогда общее уравнение теплового баланса для сухой стенки, включающее теплообмен излучением и конвекцией, примет вид

$$c_c \rho_c \delta_c \frac{dT_k}{dt} = c_0 \varepsilon_c \left[\varepsilon_\phi \frac{H_k^\phi}{S_k} \left(\left(\frac{T_\phi}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \varepsilon_n \frac{H_k^u}{S_k} \left(\left(\frac{T_{кин}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) + \left(\left(\frac{T_o}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right) \right] +$$

Михайлюк Андрей Александрович, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, Национальный университет гражданской защиты Украины; Украина, г. Харьков, e-mail: adkt@mail. ru

© Михайлюк А. А., 2013

$$+ \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \frac{H_{ki}}{S_k} \left(\frac{T_i}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \Big] + \\ + \alpha_c (T_k - T_{\text{кун}}) + \alpha_e (T_k - T_0).$$

Библиографический список

1. **Рябова, И. Б.** Термодинаміка і теплопередача у пожежній справі / И. Б. Рябова, И. В. Сайчук, А. Я. Шаршанов. — Харьков: АПБУ, 2002. — 352 с.
2. **Луканин, В. Н.** Теплотехника / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер. — М.: Высш. шк., 2002. — 671 с.
3. **Кутателадзе, С. С.** Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе. — Новосибирск: Наука, 1970. — 658 с.

где c_c , ρ_c — теплоемкость и плотность стали; δ_c — толщина стенки.

Построенная модель может быть использована для определения температуры сухой стенки горящего резервуара и величины теплового потока.

References

1. **Ryabova, I. B.** Termodinamika i teploperedacha u pozhezhnij spravi / I. B. Ryabova, I. V. Sajchuk, A. Ya. Sharshanov. — Xarkiv: APBU, 2002. — 352 s.
2. **Lukanin, V. N.** Teplotexnika / V. N. Lukanin, M. G. Shatrov, G. M. Kamfer. — M.: Vyssh. shk., 2002. — 671 s.
3. **Kutateladze, S. S.** Osnovy teorii teploobmena / S. S. Kutateladze. — Novosibirsk: Nauka, 1970. — 658 s.

HEAT A DRY WALL OF A BURNING TANK WITH OIL

Mixajlyuk A. A.,

PhD in Engineering, Senior Research fellow,
National University of Civil Protection of Ukraine;
Ukraine, Kharkov, e-mail: adkt@mail.ru

It is necessary to estimate value of the heat flux from the burning tank, which consists of a heat flow from the torch of fire and warm dry wall of a burning tank. The aim of this work is to develop a model of the heating of dry wall of a burning tank with account of the uneven heating. The developed model can be used to measure the temperature of dry wall of a burning tank and magnitude of heat flow.

Keywords: heat flow, burning tank, uneven heating.



Ежегодно в Воронежском институте ГПС МЧС России проводятся следующие научные конференции:

– всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», время проведения — апрель;

– всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы», время проведения — сентябрь;

– всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», время проведения — декабрь.

Место проведения конференций — г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231, Воронежский институт ГПС МЧС России.

Правила регистрации участников и направления материалов публикуются на официальном сайте института: <http://вигпс.рф>.

По материалам конференций публикуются сборники научных статей.

Приглашаем вас принять участие в конференциях в 2014 году!

Вопросы можно направлять на электронный адрес: vigps_onirio@mail.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ ПЕЧИ ТЕРМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е. А. Рыбка, Д. Б. Паринов

Для исследований в области определения пределов огнестойкости строительных конструкций наряду с развитием расчетно-экспериментальных методов необходимо решение проблемы усовершенствования лабораторного испытательного оборудования для их реализации. С целью изучения распределения температуры в осевом направлении и по окружности рабочей зоны печи разработан термический комплекс. Установлено, что в печи разработанного термического комплекса создается осесимметричное температурное поле, а относительная погрешность отклонения температуры по окружности рабочей зоны печи от среднего значения не превышает 0,42 %.

Ключевые слова: лабораторные испытания, лабораторное оборудование, распределение температуры, термический комплекс.

При возведении зданий и сооружений для их безопасной эксплуатации и проведении оперативно-спасательных работ в случае пожара, является необходимым применение эффективных технических решений для обеспечения огнестойкости строительных конструкций согласно действующим нормативным документам.

Тенденция развития исследований в области определения пределов огнестойкости строительных конструкций [1] показывает, что перспективным является использование подхода, который предусматривает применение расчетных методик, в связи с тем, что они имеют меньшую стоимость, трудоемкость и не требуют дорогостоящего громоздкого экспериментального оборудования. Наряду с развитием расчетно-экспериментальных методов требует решения проблема усовершенствования лабораторного испытательного оборудования для их реализации.

Современные лабораторные испытательные печи [2—4] для определения теплофизических характеристик строительных материалов представляют собой прямоугольные камеры объемом до 1 м³ с электрической или огневой системой нагрева рабочего пространства.

Рыбка Евгений Алексеевич, ст. науч. сотрудник, Национальный университет гражданской защиты Украины; Украина, г. Харьков, e-mail: gizheka@yandex.ru

Паринов Дмитрий Борисович, канд. техн. наук, доц. кафедры информационных технологий, моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий; Россия, г. Воронеж, e-mail: parinovd@mail.ru

Большинство данных печей имеют простую систему управления нагревательным устройством, что препятствует корректной реализации необходимых законов изменения температуры в их рабочем пространстве.

С целью изучения распределения температуры в осевом направлении и по окружности рабочей зоны печи разработанного термического комплекса [5] построен специальный каркас (рис. 1) для крепления температурных датчиков.

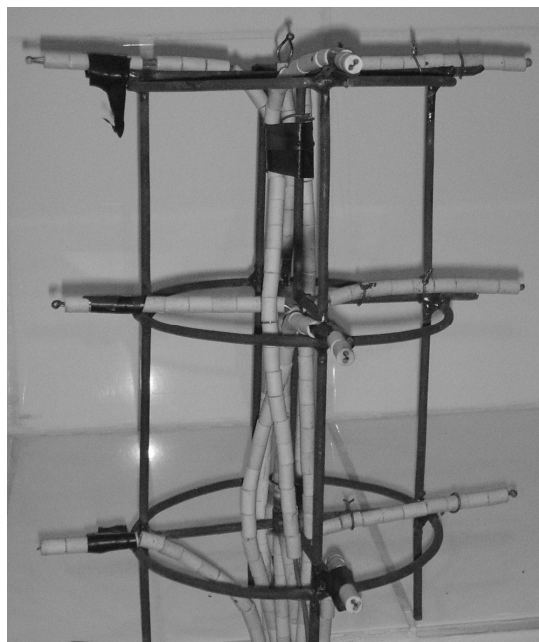


Рис. 1. Общий вид каркаса для размещения термопар в различных точках печи

Диаметр колец каркаса соответствует диаметру рабочего пространства печи — 200 мм.

Верхнее и нижнее кольца размещаются на расстоянии 50 мм от крышки и дна печи соответственно, а среднее кольцо — на уровне середины рабочего пространства печи. Термопары типа ТХА размещались в центре каждого из колец, а также через каждые 90° по окружности.

После закрепления термопар каркас помещался в печь, где воспроизводился режим с постоянной температурой 900 К. После выдержки 10 мин (стабилизации) снимались показания со всех термопар посредством вторичного преобразователя и персонального компьютера.

Значения температуры в различных точках рабочего пространства печи термического комплекса представлены в табл.

Таблица

Координата точки по оси (уровень), j	Температура t_{ji} , К				Температура по оси t_{jc} , К	Средняя температура по окружности t_{jcp} , К
	Координата точки по окружности i (угол α , град)					
	1(0)	2(90)	3(180)	4(270)		
1	913	917	915	910	893	913,75
2	925	927	926	923	900	925,25
3	892	893	892	895	889	893

Средняя температура по точкам окружностей для каждого из уровней определялась как

$$t_{jc} = 0,25 \sum_{i=1}^4 t_{ji}, \quad j = 1, 2, 3,$$

где i — координата точки по окружности; j — координата точки по оси (уровень).

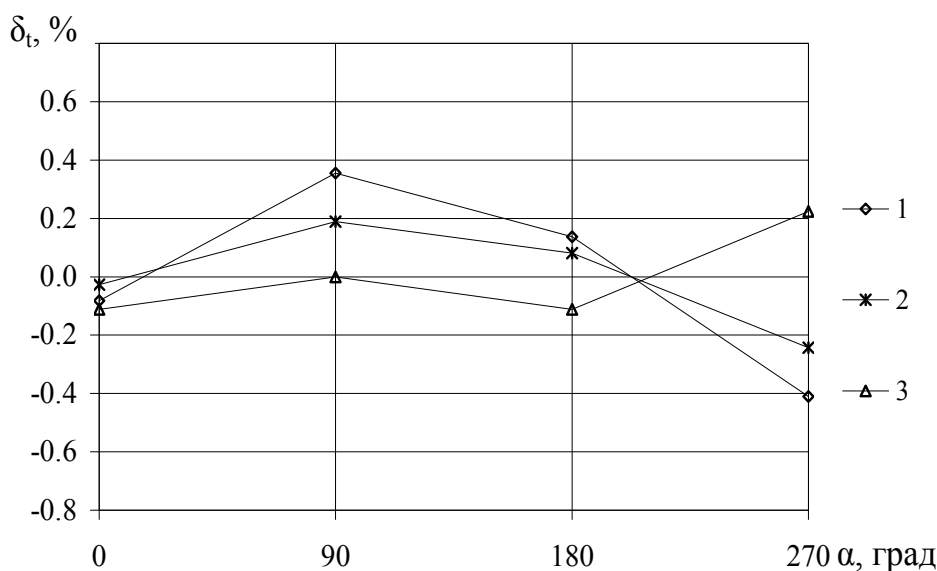


Рис. 3. Относительная погрешность отклонения температуры по окружности рабочей зоны печи термического комплекса от среднего значения на уровнях 1—3

Распределение температуры по окружности рабочей зоны печи термического комплекса представлено на рис. 2, где маркерами обозначены значения температуры каждой из точек, а сплошными линиями — значения средней температуры для уровня.

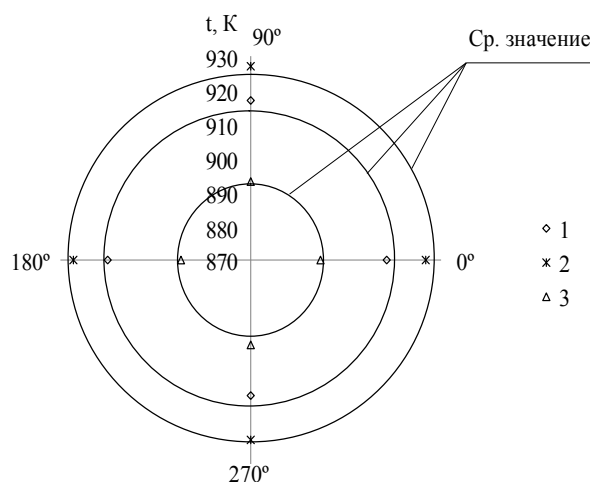


Рис. 2. Распределение температуры по окружности рабочей зоны печи термического комплекса на уровнях 1—3

Относительная погрешность отклонения температуры от среднего значения для каждого из уровней определялась по формуле

$$\delta_{ji} = \frac{t_{ji} - t_{jc}}{t_{jc}} \cdot 100 \%$$

Графики относительной погрешности отклонения температуры от среднего значения для каждого из уровней в зависимости от угла α представлены на рис. 3.

Установлено, что в печи разработанного термического комплекса создается осесимметричное температурное поле, а относительная погрешность

отклонения температуры по окружности рабочей зоны печи от среднего значения не превышает 0,42 %.

Библиографический список

1. Поздеев, С. В. Расчет температурных режимов прогрева камеры печи при тепловых испытаниях бетонных образцов / С. В. Поздеев, О. В. Некора, Б. Б. Григорян, А. В. Поздеев // Матеріали VIII всеукраїнської наук.-практ. конференції рятувальників. — УкрНДІПБ, 2006. — С. 253—257.
2. Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: методика. — М.: ВНИИПО, 1998. — 19 с.
3. Огнезащитные составы для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности: НПБ 236-97. — Введ. приказом ГУГПС МВД РФ от 29 апреля 1997 г. № 25] — М., 1997. — 8 с.
4. Поздеев, А. В. Урахування впливу модифікаторів бетону залізобетонних балок при розрахунковому визначенні їх вогнестійкості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 21.06.02 / А. В. Поздеев. — Київ, 2012. — 22с.
5. Андронов, В. А. Лабораторна установка для визначення вогнезахисних властивостей реактивних вогнезахисних покриттів для металевих конструкцій / В. А. Андронов, Е. О. Рыбка // Проблемы пожарной безопасности. — Харьков: УГЗУ, 2009. — Вып. 26. — С. 3—11.
6. Рыбка, Е. А. Экспериментальное определение динамических свойств испытательной печи / Е. А. Рыбка // Проблемы безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам всерос. науч.-практ. конф., 21 дек. 2012 г. / ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. — Воронеж, 2012. — С. 245—246.

References

1. Pozdeev, S. V. Raschet temperaturnykh rezhimov progreva kamery pechi pri teplovykh ispytaniyakh betonnykh obrazcov / S. V. Pozdeev, O. V. Nekora, B. B. Grigoryan, A. V. Pozdeev // Materialy VIII vseukrainskoy nach.-prakt. konferencii ryatuvальnikiv. — UkrNDIPB, 2006. — S. 253—257.
2. Opredelenie teploizoliruyushhix svojstv ognezashhitnykh pokrytij po metallu: metodika. — M.: VNIPO, 1998. — 19 s.
3. Ogneshhitnye sostavy dlya stal'nykh konstrukcij. Obshhie trebovaniya. Metod opredeleniya ognezashhitnoj e'ffektivnosti: NPB 236-97. — Vved. prikazom GUGPS MVD RF ot 29 aprelya 1997 g. № 25] — M., 1997. — 8 s.
4. Pozdeev, A. V. Urahuvannya vplivu modifikatoriv betonu zalizobetonnix balok pri rozrakhunkovomu viznachenni ix vognestijkosti: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. texn. nauk: 21.06.02 / A. V. Pozdeev. — Kiiv, 2012. — 22s.
5. Andronov, V. A. Labratorna ustanovka dlya viznachennya vognexaxisnix vlastivostej reaktivnix vognexaxisnix pokrittiv dlya metalevix konstrukcij / V. A. Andronov, E. O. Ribka // Problemy pozharnoj bezopasnosti. — Xar'kov: UGZU, 2009. — Vyp. 26. — S. 3—11.
6. Rybka, E. A. E'ksperimental'noe opredelenie dinamicheskix svojstv ispytatel'noj pechi / E. A. Rybka // Problemy bezopasnosti pri likvidacii posledstvij chrezvychajnyx situacij: sb. st. po materialam vseros. nach.-prakt. konf., 21 dek. 2012 g. / FGBOU VPO Voronezhskij institut GPS MChS Rossii. — Voronezh, 2012. — S. 245—246.

INVESTIGATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE WORKING VOLUME OF THE FURNACE THERMAL COMPLEX LABORATORY TESTING OF SAMPLES OF BUILDING STRUCTURES

Rybka E. A.,
Senior Research fellow,
National University of Civil Protection of Ukraine;
Ukraine, Kharkov, e-mail: rizheka@yandex.ru

Parinov D. B.,
PhD in Engineering, Assoc. Prof.,
Voronezh State University of Engineering Technologies;
Russia, Voronezh, e-mail: parinovd@mail.ru

For research in the field of determination of limits of fire resistance of building structures, together with the development of the settlement-experimental methods necessary to solve the problems of improvement of laboratory test equipment for their implementation. To study the temperature distribution in the axial direction, and the circumference of the working area of the furnace is designed thermal complex. It is established that in the furnace developed thermal complex is created axisymmetric temperature field, and the relative error of temperature deviation of the circumference of the working area of the furnace from the mean value does not exceed 0,42 %.

Keywords: laboratory tests, laboratory equipment, temperature distribution, thermal complex.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА, ВОЗДЕЙСТВУЮЩЕГО НА ПРОТЕКАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

А. В. Зыков

Сегодня разливы нефти на территории нефтяных месторождений Западной Сибири приняли характер бедствия. В работе исследуется одна из причин разлива нефтепродуктов из резервуаров и трубопроводов — разрушение вследствие коррозии.

Ключевые слова: *разлив нефти, бедствие, аварии, коррозия, ущерб.*

С начала девяностых годов начались массовые работы по ликвидации нефтяного загрязнения земель. Впрочем, прирост площадей залитых нефтью земель из-за возрастающей аварийности труб превышал и превышает площади хотя бы частично рекультивированных земель.

Сегодня разливы нефти на территории нефтяных месторождений Западной Сибири приняли характер бедствия. Из 20,2 тыс. км внутривысоковольтных трубопроводов, 3,4 тыс. км (16,6 %) практически полностью изношены и требуют немедленной замены. Из-за отсутствия у предприятий средств на реконструкцию трубопроводов фонд изношенных труб увеличивается, что неизбежно приводит к прогрессирующему росту количества аварий и соответственно к ежегодному приросту площадей залитых нефтью земель.

Одной из причин разлива нефтепродуктов из резервуаров и трубопроводов является их разрушение вследствие коррозии.

Причиной возникновения и протекания процессов коррозии является термодинамическая неустойчивость материалов к определенным компонентам, находящимся в окружающей среде. Результатом коррозии являются продукты коррозии (например, ржавчина), испорченное оборудование, разрушение конструкций.

В промышленно развитых странах убытки от коррозии за год составляют в среднем около 3—5 % от внутреннего валового продукта. А потери металла достигают 20 %. Ущерб от коррозии складывается не только от стоимости материалов, но и от затрат на изготовление пришедших в негодность конструкций, оборудования и изделий.

В России, как и в других странах, производятся и применяются, а также транспортируются большие объемы разнообразных горючих жидкостей.

Прежде всего, это углеводородное топливо, ежегодный объем производства которого составляет сотни млн тонн. На предприятиях многих отраслей промышленности горючие жидкости либо применяются в производственных процессах, либо являются побочным продуктом. Резервуарные парки этих объектов зачастую находятся вблизи населенных территорий и представляют собой источники потенциальной опасности для населения.

Анализ причин отказов нефтегазовых сооружений свидетельствует о доминирующем влиянии коррозионного фактора. В нефтедобывающей промышленности и транспорте нефти коррозионные повреждения на 70 % явились причинами отказов. На внутривысоковольтных трубопроводах нефти, воды, газа на внутритрубную и наружную коррозии приходится 95 % отказов [1].

Основными причинами аварий оборудования нефтегазового комплекса являются:

- коррозия металла;
- брак строительно-монтажных работ;
- дефект труб и оборудования;
- механические повреждения трубопровода.

Рассмотрим приведенные результаты обследования 8662 резервуаров объемом до 5000 м³ на предприятиях по обеспечению нефтепродуктами [2] (табл.).

Таблица
Классификация отказов резервуаров

Причина отказа	Отказы	
	Число	Доля, %
Коррозионные повреждения	359	72,2
Дефекты сварного шва	16	3,2
Дефекты основного металла	10	2,0
Потеря геометрической формы	3	0,6
Отказы оборудования (исключая коррозию механизмов)	109	22,0
Итого	497	100

Зыков Александр Владимирович,
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России;
Россия, г. Санкт-Петербург,
e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

Коррозионные повреждения, как следует из табл., приводят более чем к 70 % случаям отказа резервуаров. При этом отказами считаются повреждения, которые вызывают отключение резервуара, его опорожнение и последующий капитальный ремонт или списание.

Большая часть случаев разгерметизации технологических систем обусловлена повышенной скоростью коррозии металла и сверхдопустимым износом оборудования и трубопроводов. Это объясняется большим разнообразием коррозионных сред, условий эксплуатации, неравномерностью и характером разрушения, затрудняющими определение оптимального срока службы аппаратов, резервуаров и трубопроводов. Коррозионное разрушение часто носит локальный характер при достаточной прочности всей конструкции аппарата, резервуара или системы трубопроводов.

Основные методы борьбы с коррозией могут быть классифицированы на основе закономерностей протекания коррозионных процессов. Скорость коррозии металлов можно уменьшить следующими способами [3]:

- выбором подходящего для эксплуатационных условий коррозионно-устойчивого сплава;
- обработкой коррозионной среды с целью замедления скорости катодной или анодной реакции или же той и другой одновременно;
- изоляцией металла от агрессивной среды путем использования защитных неметаллических

ских (неорганических или органических) или металлических покрытий;

- применением новых конструктивных решений и методов рационального конструирования;
- электрохимической защитой.

Одним из новых методов борьбы с коррозией является электрофизический метод. Механизм электрофизического метода защиты от коррозии заключается в подаче на защищаемый металлический проводник переменного частотно-модулированного сигнала определенной частоты. Влияние частоты электрофизического воздействия на скорость растворения металла в общем случае определяется наличием емкостного тока на границе диэлектрического пограничного слоя, медленными процессами диффузии ионов металла в коррозионную среду, уменьшением скорости растворения железа в ней.

В процессе изучения данного метода борьбы с коррозией был проведен эксперимент.

Описание эксперимента. Предварительно в течение нескольких недель пластины из металла помещались в бензин АИ-95. На одну группу образцов подавался переменный частотно-модулированный сигнал. Контрольные образцы обработке не подвергались рис. 1.

На стеклянную поверхность наносились образцы жидкостей, которые могли содержать продукты коррозии. Образцы высушивались при температуре 150 °С, а затем исследовались методом сканирующей зондовой микроскопии рис. 2.

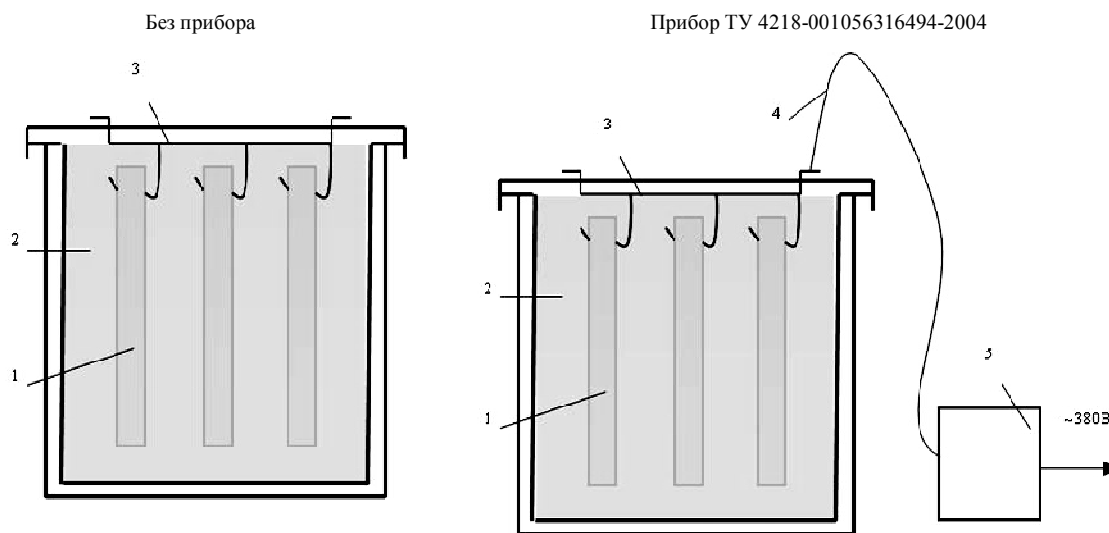


Рис. 1. Моделирование коррозии в среде нефтепродукта:
1 – стальная пластина; 2 – агрессивная среда (нефть, АИ-95, ТС-1, ДТ);
3 – электрод; 4 – проводник; 5 – прибор

В ходе исследования на поверхности контрольных образцов с остатками нефтепродукта присутствуют объекты неправильной формы размерами до 500 нм, которые можно идентифицировать, как продукты коррозии в осадке нефтепродукта рис. 3—4. На поверхности с остатками нефтепродукта при использовании частотно-

модулированного сигнала данные объекты отсутствуют.

Данное наблюдение подтверждает высказанное ранее предположение о положительном влиянии переменного частотно-модулированного сигнала на объект, подверженный воздействию агрессивной среды.

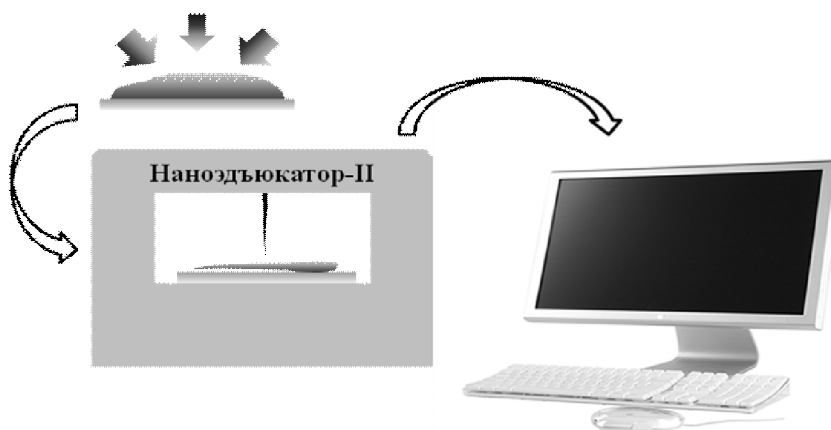


Рис. 2. Исследование коррозии в среде нефтепродукта с помощью сканирующей электронной микроскопии

Из общего числа происшествий следует, что доминирующим фактором загрязнения окружающей среды в результате техногенных аварий является коррозия металла. Учитывая масштабы резервуарного хозяйства России, большой срок

эксплуатации и закономерности протекания коррозионных процессов актуальность предложенного электрофизического метода для научно обоснованного продления ресурса их безопасной эксплуатации несомненна.

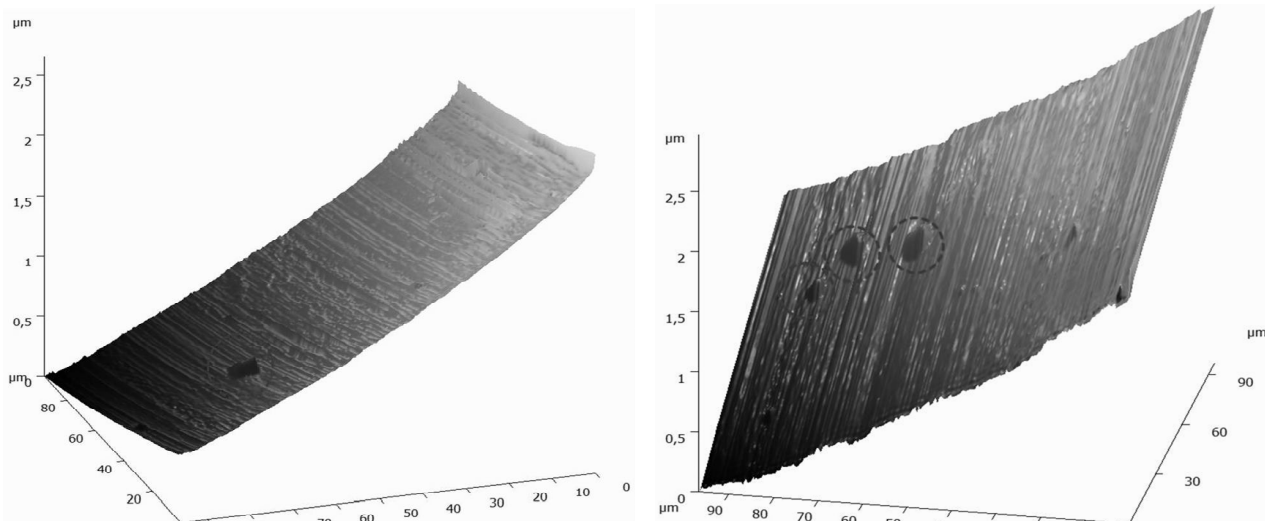


Рис. 3. Результаты исследования поверхности методом СЗМ-микроскопии (без прибора)

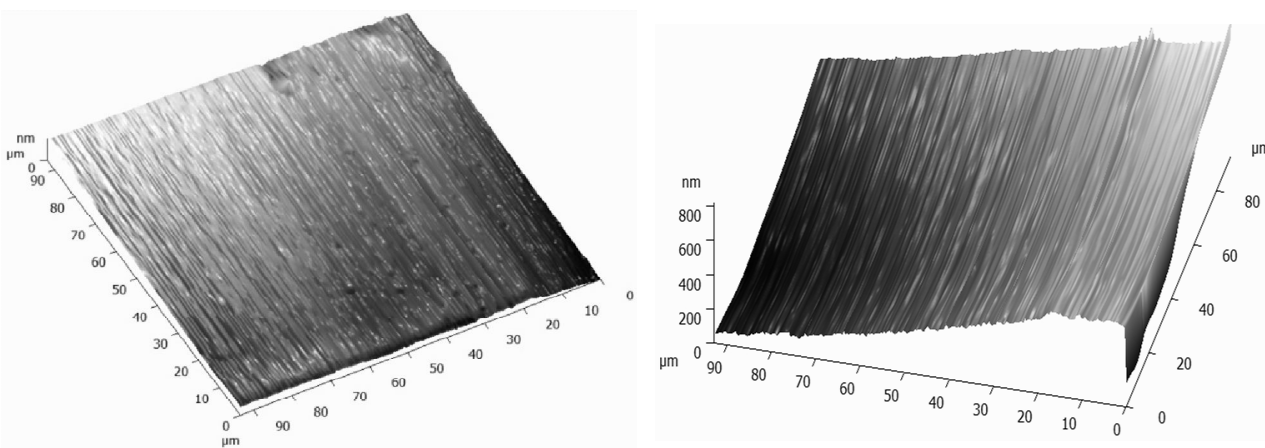


Рис. 4. Результаты исследования поверхности методом СЗМ-микроскопии (с прибором)

1. **Сидоренко, С. Н.** Коррозия металлов и вопросы экологической безопасности магистральных трубопроводов / С. Н. Сидоренко, Н. А. Черных. — М.: Изд-во РУДН, 2002. — 83 с.

2. **Овчинников, И. Г.** Техническая диагностика, эксплуатационная надежность и долговечность вертикальных стальных резервуаров / И. Г. Овчинников, А. А. Шеин, А. П. Денисова. — Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 1999. — 116 с.

3. **ГОСТ 9.908-85.** Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. — Введ. впервые. — М.: Изд-во стандартов, 1999. — 17 с.

4. **Шалай, В. В.** Проектирование и эксплуатация нефтебаз и АЗС / В. В. Шалай, Ю. П. Макушев. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. — 296с.

5. **ГОСТ Р 9.905-2007.** Методы коррозионных испытаний. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2007. — 17 с.

1. **Sidorenko, S. N.** Korroziya metallov i voprosy e'kologicheskoy bezopasnosti magistral'nyx truboprovodov / S. N. Sidorenko, N. A. Chernyx. — M.: Izd-vo RUDN, 2002. — 83 s.

2. **Ovchinnikov, I. G.** Texnicheskaya diagnostika, e'kspluatsionnaya nadezhnost' i dolgovechnost' vertikal'nyx stal'nyx rezervuarov / I. G. Ovchinnikov, A. A. Shein, A. P. Denisova. — Saratov: Saratov. gos. texn. un-t, 1999. — 116 s.

3. **GOST 9.908-85.** Edinaya sistema zashity ot korrozii i stareniya. Metally i splavy. Metody opredeleniya pokazatelej korrozii i korrozionnoj stojkosti. — Vved. v pervye. — M.: Izd-vo standartov, 1999. — 17 s.

4. **Shalaj, V. V.** Proektirovanie i e'kspluatsiya neftebaz i AZS / V. V. Shalaj, Yu. P. Makushev. — Omsk: Izd-vo OmGTU, 2010. — 296s.

5. **GOST R 9.905-2007.** Metody korrozionnyx ispytaniy. Obshhie trebovaniya. — M.: Standartinform, 2007. — 17 s.

APPLICATION OF ELECTROPHYSICAL METHOD OF ACTING ON THE PASSING OF CORROSION PROCESSES AT OIL AND GAS FACILITIES

Zykov A. V.,

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Saint-Petersburg, e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

Today oil spills on the territory of the oil fields in Western Siberia have taken the nature of the distress. This paper investigates one of the reasons of a spill of tanks and pipelines — the destruction caused by corrosion.

Keywords: oil spill disaster, accident, corrosion damage.



МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНТАКТНЫХ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ЗАРЯДОВ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА ЗАТОРООПАСНЫХ УЧАСТКАХ РЕК

С. С. Раднер

Представлены результаты теоретического и экспериментального исследования по изучению действия взрыва в ледяном покрове с целью восполнения имеющихся пробелов в теории и практике ледокольных взрывных работ. На основе анализа существующих методов исследования различных процессов и явлений, а также применения вычислительной техники разработана методика расчета контактных сосредоточенных зарядов конденсированных взрывчатых веществ для разрушения ледяного покрова на затороопасных участках рек. Выработаны практические рекомендации по разрушению ледяного покрова контактными сосредоточенными зарядами взрывчатых веществ.

Ключевые слова: затороопасные участки, ледокольные взрывные работы, контактные сосредоточенные заряды взрывчатых веществ.

Среди всех природных чрезвычайных ситуаций наиболее повторяемыми и разрушительными являются наводнения. Особенно опасны наводнения, представляющие сочетание паводковых вод с ледоходом, образованием заторов, которые, в свою очередь, вызывают затопление территорий.

Результаты исследований показывают, что все применяемые и рассматриваемые в настоящее время способы борьбы с заторами имеют низкую эффективность, кроме взрывных работ по предварительному рыхлению ледяного покрова в комплексе противозаторных мероприятий на реках. В то же время расчеты на проведение взрывных работ ведутся по эмпирическим зависимостям, не учитывающим реальное состояние физико-механических свойств различных типов льдов, а для расчета контактных сосредоточенных зарядов взрывчатых веществ при разрушении ледяного покрова применяются математические зависимости и табличные данные, принятые для грунтов [1].

Члены коллектива молодых ученых и специалистов МЧС России Академии гражданской защиты МЧС России организовали проведение теоретического и экспериментального исследования по изучению действия взрыва в ледяном покрове с целью восполнения имеющихся пробелов в теории и практике ледокольных взрывных работ.

Раднер Сергей Сергеевич, преп. кафедры тактики и общевоенных дисциплин,
Академия гражданской защиты МЧС России;
Россия, Московская обл, г. Химки,
e-mail: radner_sergey@list.ru

На основе анализа существующих методов исследования различных процессов и явлений, а также применения вычислительной техники разработана методика расчета контактных сосредоточенных зарядов конденсированных взрывчатых веществ для разрушения ледяного покрова на затороопасных участках рек. Для достижения поставленной цели нами была выработана структурно-логическая схема исследования, представленная на рис. 1.

Задачами исследования являлись:

- 1) определение массы сосредоточенного контактного заряда, необходимого для разрушения ледяного покрова заданной толщины и площади;
- 2) определение вариантов размещения сосредоточенных зарядов в ледяном покрове, обеспечивающих максимальную площадь его разрушения.

Поставленные задачи решались в ходе теоретического и экспериментального исследований. Результаты исследований явились исходными данными для определения массы контактных сосредоточенных зарядов конденсированных взрывчатых веществ и вариантов их размещения, обеспечивающих максимальную площадь разрушения ледяного покрова на затороопасном участке.

На основании оценки эффективности разрушения ледяного покрова взрывами контактных сосредоточенных зарядов обоснованы и разработаны практические рекомендации по их использованию при проведении превентивных мероприятий.

Методика предназначена для расчета массы контактных сосредоточенных зарядов конденсированных взрывчатых веществ для разрушения ледяного покрова на затороопасных участках рек в весенний период для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с заторными явлениями.

Методика разработана с учетом физико-механических свойств льда (типа, температуры, прочностных характеристик, плотности); удельного расхода взрывчатых веществ для разрушения ледяного покрова, зависящего от типа льда и его физико-механических свойств; глубины заложения зарядов (линии наименьшего сопротивления); задан-

ной площади разрушения ледяного покрова; коэффициента однородности на гарантированное разрушение льда; коэффициента энергетического подобия для различных конденсированных взрывчатых веществ; влияния короткозамедленного взрыва на ихтиофауну.



Рис. 1. Структурно-логическая схема исследований

Структурно методика состоит из блока исходных данных и двух расчетных блоков (определения массы зарядов и определения положения зарядов в ледяном покрове) (рис. 2). Ряд исходных данных определяется с учетом исследований, проведенных П. Н. Белоконов, Р. А. Нежиховского, Г. К. Логтера, М. Ф. Срибного. Рассмотрим последовательность расчетов согласно представленной методике.

Средняя температура ледяного покрова определяется по эмпирическим зависимостям Г. Я. Кузуба. Нормативное сопротивление льда сжатию при его температуре от 0 до -5°C опреде-

ляется по графикам (рис. 3) или зависимостям (табл. 1), разработанными, на основе данных Н. В. Черепанова.

После нахождения нормативного сопротивления льда сжатию определяется предел прочности льда на сжатие:

$$\sigma_c = k_o^p \sigma_c^n, \quad (1)$$

где σ_c — предел прочности среды на сжатие, Па; k_o^p — коэффициент однородности на гарантированное разрушение; σ_c^n — нормативное сопротивление льда сжатию, Па.

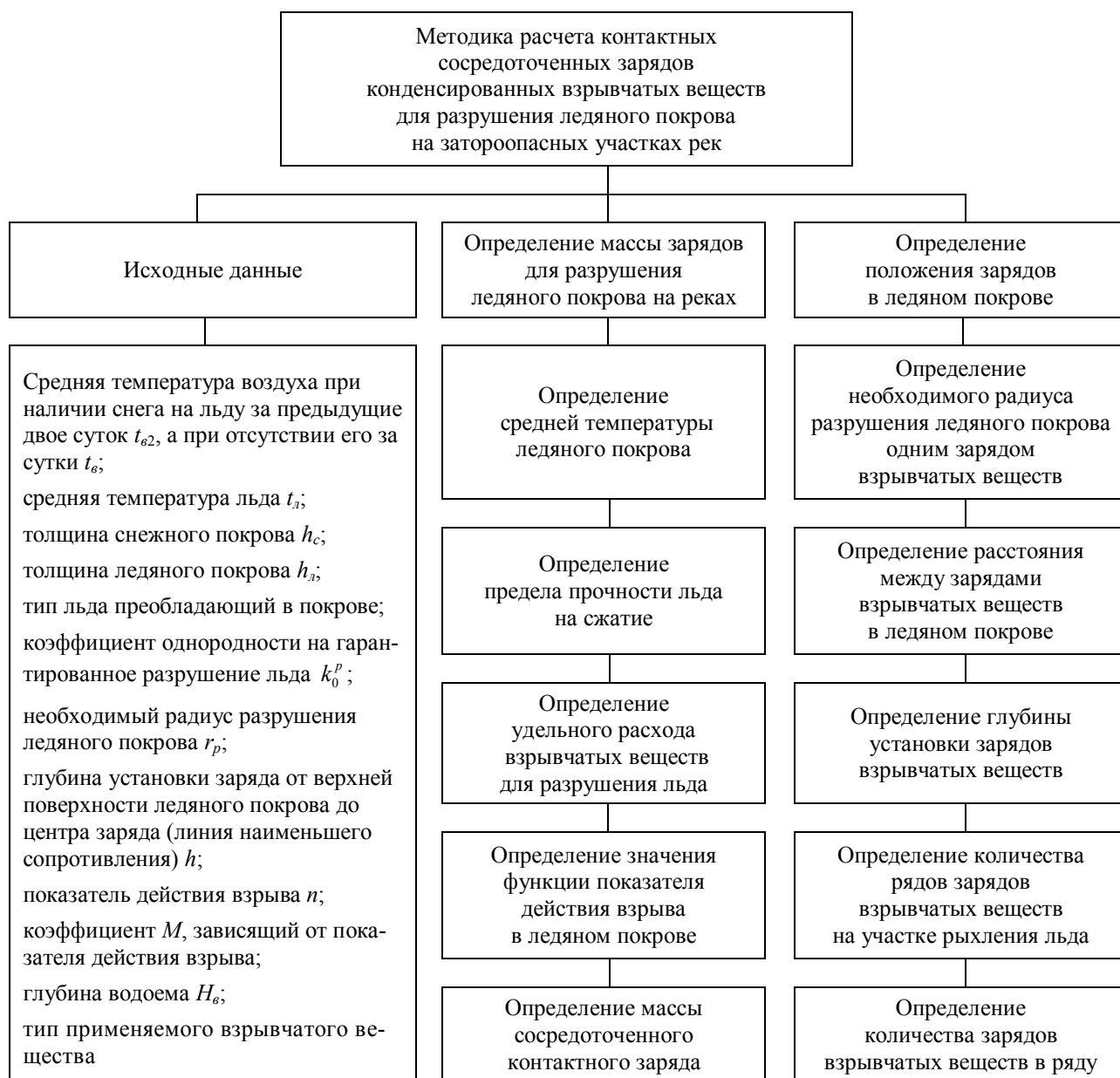
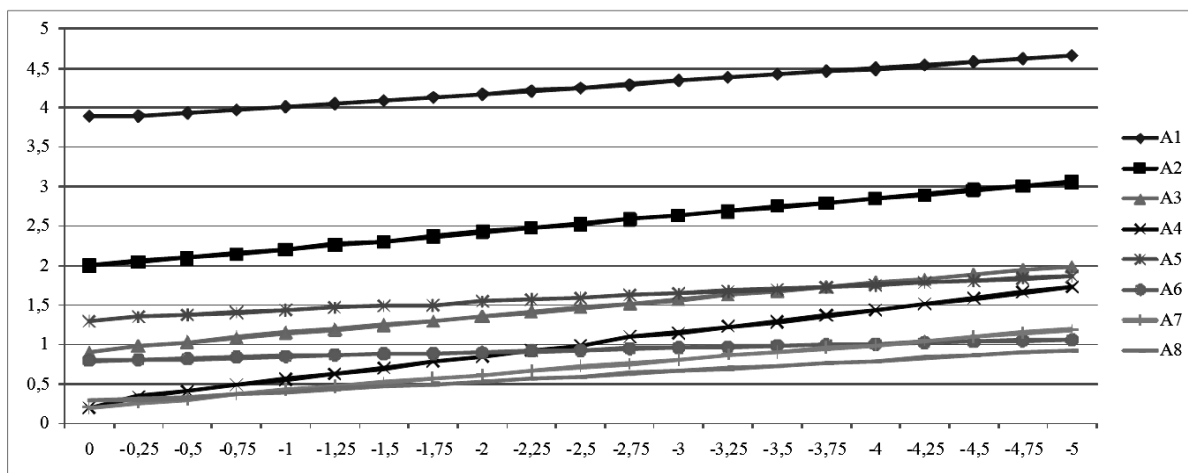


Рис. 2. Структурно-логическая схема методики

Таблица 1

Зависимости прочности льда от его температуры

Типы льдов пресных водоемов по классификации Н. В. Черепанова	Зависимость прочности льда на сжатие от его температуры, МПа	Коэффициент однородности на гарантированное разрушение льда, k_o^p
A1	$\sigma_c^H = 4/3(2,9-0,12t_n)$	1,6
A2	$\sigma_c^H = 4/3(21,5-0,16t_n)$	1,9
A3	$\sigma_c^H = 4/3(0,7-0,16t_n)$	2
A4	$\sigma_c^H = 4/3(0,2-0,22t_n)$	1,5
A5	$\sigma_c^H = 4/3(1-0,08t_n)$	1,5
A6	$\sigma_c^H = 4/3(0,6-0,04t_n)$	1,8
A7	$\sigma_c^H = 4/3(0,17-0,146t_n)$	1,7
A8	$\sigma_c^H = 4/3(0,2-0,1t_n)$	1,6



°С льда	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
0	3,9	2	0,9	0,2	1,3	0,8	0,2	0,3
-0,25	3,905	2,05	0,98	0,34	1,35	0,81	0,26	0,306
-0,5	3,94	2,1	1,03	0,41	1,38	0,82	0,31	0,33
-0,75	3,98	2,15	1,09	0,49	1,41	0,84	0,37	0,37
-1	4,02	2,21	1,15	0,56	1,44	0,85	0,43	0,39
-1,25	4,06	2,27	1,19	0,63	1,47	0,87	0,47	0,44
-1,5	4,1	2,3	1,25	0,7	1,49	0,88	0,52	0,47
-1,75	4,14	2,37	1,3	0,79	1,5	0,89	0,57	0,5
-2	4,18	2,43	1,36	0,85	1,55	0,9	0,61	0,53
-2,25	4,22	2,48	1,41	0,93	1,57	0,92	0,67	0,57
-2,5	4,26	2,53	1,47	0,99	1,59	0,93	0,72	0,59
-2,75	4,3	2,59	1,52	1,1	1,63	0,95	0,76	0,64
-3	4,35	2,64	1,57	1,15	1,65	0,96	0,81	0,67
-3,25	4,39	2,69	1,63	1,23	1,68	0,97	0,87	0,7
-3,5	4,43	2,75	1,68	1,29	1,7	0,99	0,9	0,73
-3,75	4,47	2,79	1,73	1,37	1,73	1	0,96	0,77
-4	4,5	2,85	1,79	1,44	1,76	1,01	0,99	0,79
-4,25	4,54	2,9	1,83	1,52	1,79	1,03	1,05	0,84
-4,5	4,59	2,96	1,89	1,59	1,81	1,04	1,1	0,87
-4,75	4,63	3,01	1,95	1,67	1,84	1,05	1,15	0,9
-5	4,67	3,06	1,99	1,73	1,87	1,06	1,19	0,93

Рис. 3. Графики зависимости прочности льда от его температуры

Удельный расход взрывчатых веществ K для разрушения ледяного покрова рассчитывается по формуле (2) или определяется по табл. 2:

$$K = \frac{4}{3} \pi \rho_0 g \left(\frac{3\sigma_c^2}{2\rho_0 Q_0 E} \right)^{3/4}, \quad (2)$$

где ρ_0 — плотность заряда взрывчатых веществ, кг/м³; g — ускорение свободного падения, м/с²; σ_c — предел прочности льда на сжатие, Па; Q_0 — удельная энергия взрывного превращения, Дж/кг; E — модуль Юнга, Па.

Показатель действия взрыва n :

$$n = \frac{r_s}{h}, \quad (3)$$

где r_s — радиус разрушения льда (воронки выброса), м; h — линия наименьшего сопротивления, м.

Коэффициент M , зависящий от показателя действия взрыва контактного заряда n , определяется по формуле (4) или по табл. 3:

$$M = (n^2 + 1)^{3/2}. \quad (4)$$

Масса контактного сосредоточенного заряда тротила C_c , кг, рассчитывается по формуле

$$C_c = KMh^3 = \frac{4}{3} \pi \rho_0 g \left(\frac{3\sigma_c^2}{2\rho_0 Q_0 E} \right)^{3/4} (n^2 + 1)^{2/3} h^3, \quad (5)$$

где C_c — масса сферического заряда, кг; K — удельный расход взрывчатых веществ, кг/м³; M — коэффициент, зависящий от показателя действия взрыва; h — линия наименьшего сопротивления, м; ρ_0 — плотность заряда взрывчатых веществ, кг/м³;

g — ускорение свободного падения, m/c^2 ; σ_c — предел прочности льда на сжатие, Па; Q_0 — удельная энергия взрывного превращения, Дж/кг; E — модуль Юнга, Па; n — показатель действия взрыва.

Расчетная схема разрушения ледяного покрова взрывом контактного сосредоточенного заряда представлена на рис. 4.

Эффективность разрушения ледяного покрова характеризуется тремя основными показателями:

достигнутым результатом (площадь разрушения от взрыва серии зарядов, установленных в ледяном покрове), стоимостью зарядов в одной серии и уменьшением негативного действия взрыва на ихтиофауну.

Названные показатели являются частными критериями эффективности разрушения ледяного покрова взрывом.

Таблица 2

Удельный расход взрывчатых веществ для разрушения ледяного покрова, учитывающий коэффициент на гарантированное разрушение, kg/m^3

°С льда	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
0	2,041	0,970	0,316	0,022	0,357	0,226	0,026	0,044
-0,25	2,045	1,007	0,359	0,048	0,377	0,231	0,038	0,045
-0,5	2,073	1,044	0,387	0,063	0,390	0,236	0,050	0,050
-0,75	2,104	1,081	0,421	0,83	0,402	0,243	0,65	0,060
-1	2,136	1,127	0,457	0,101	0,416	0,248	0,082	0,065
-1,25	2,168	1,173	0,481	0,120	0,429	0,257	0,094	0,077
-1,5	2,200	1,196	0,518	0,141	0,438	0,261	0,109	0,085
-1,75	2,232	1,251	0,549	0,169	0,442	0,266	0,125	0,094
-2	2,265	1,300	0,587	0,189	0,464	0,270	0,138	0,102
-2,25	2,297	1,339	0,620	0,216	0,473	0,279	0,159	0,114
-2,5	2,330	1,380	0,660	0,237	0,482	0,284	0,177	0,120
-2,75	2,363	1,430	0,694	0,278	0,500	0,293	0,192	0,136
-3	2,404	1,471	0,729	0,297	0,509	0,297	0,212	0,145
-3,25	2,438	1,513	0,771	0,328	0,524	0,302	0,236	0,155
-3,5	2,471	1,564	0,806	0,352	0,533	0,311	0,249	0,165
-3,75	2,504	1,598	0,843	0,386	0,547	0,316	0,273	0,179
-4	2,530	1,650	0,887	0,416	0,562	0,321	0,286	0,186
-4,25	2,564	1,694	0,917	0,451	0,576	0,330	0,312	0,204
-4,5	2,606	1,746	0,962	0,482	0,586	0,335	0,335	0,215
-4,75	2,640	1,791	1,008	0,519	0,600	0,340	0,358	0,226
-5	2,674	1,836	1,040	0,547	0,615	0,345	0,377	0,237

Таблица 3

Значения функции показателя действия взрыва для разрушения ледяного покрова

n	$M = f(n)$	n	$M = f(n)$	n	$M = f(n)$
0	1	0,70	1,818777	1,40	5,092577
0,05	1,003752	0,75	1,953125	1,45	5,464717
0,10	1,015037	0,80	2,100225	1,50	5,859021
0,15	1,033939	0,85	2,260679	1,55	6,276206
0,20	1,060596	0,90	2,435106	1,60	6,716995
0,25	1,0952	0,95	2,62414	1,65	7,18211
0,30	1,137993	1,00	2,828427	1,70	7,672279
0,35	1,189267	1,05	3,048625	1,75	8,188231
0,40	1,249358	1,10	3,285401	1,80	8,730694
0,45	1,318644	1,15	3,539432	1,85	9,300403
0,50	1,397542	1,20	3,811402	1,90	9,89809
0,55	1,486506	1,25	4,102001	1,95	10,52449
0,60	1,586019	1,30	4,411928	2,00	11,18034
0,65	1,696596	1,35	4,741884		

Наиболее распространенным методом преобразования подобных многокритериальных задач в однокритериальные задачи, является метод главного (основного) критерия.

Сущность этого метода заключается в выборе одного критерия, K_1 , который объявляется главным (основным), при условии, что значения остальных критериев K_i должны быть не меньше некоторых установленных величин b_i :

$$K_1 = \max K_1(u),$$

$$u \in U, \tag{6}$$

$$K_i(u) \geq b_i,$$

где $u \in U$ — множество допустимых стратегий выполнения метода разрушения ледяного покрова взрывом; $K_i(u) \geq b_i$ — исследуемая стратегия.

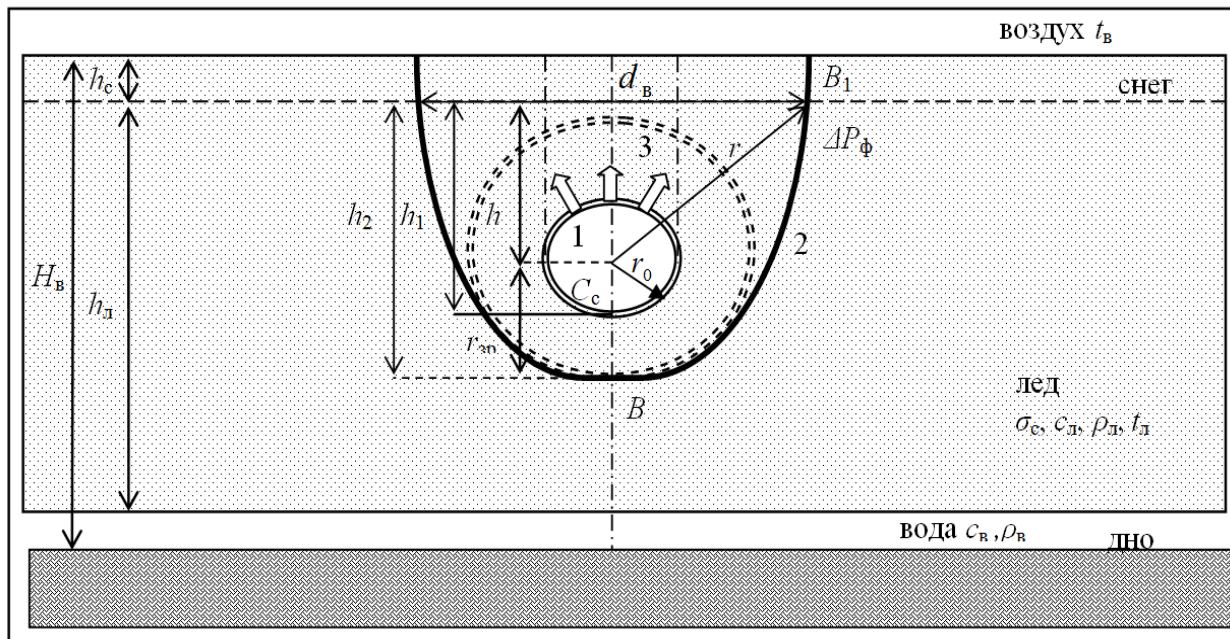


Рис. 4. Расчетная схема параметров взрыва контактного сосредоточенного заряда при разрушения ледяного покрова на заторопленном участке реки (внутренний заряд):

- h_i — толщина ледяного покрова; h_c — толщина снежного покрова;
- H_B — глубина водоема; C_c — масса сосредоточенного заряда;
- r_0 — радиус сосредоточенного заряда; h — линия наименьшего сопротивления; d_B — диаметр воронки выброса;
- r — расстояния от центра сосредоточенного заряда до точки наблюдения B_1 ;
- h_1 — глубина заложения заряда в ледяной покров; h_2 — глубина воронки выброса;
- r_{3p} — радиус зоны разрушения ледяного покрова; ΔP_ϕ — избыточное давление на фронте воздушной ударной волны;
- σ_c — прочность ледяного покрова на сжатие; ρ_i — плотность льда;
- c_l — скорость звука в ледяном покрове; t_l — средняя температура ледяного покрова; t_a — средняя температура воздуха;
- ρ_e — плотность воды; c_e — скорость звука в воде;
- 1 — сосредоточенный заряд; 2 — воронка выброса; 3 — направление выброса льда; B, B_1 — точки наблюдения

В случае оценки эффективности разрушения ледяного покрова взрывом таким критерием будет площадь разрушения от взрыва одной серии зарядов. Из двух оставшихся критериев — стоимость зарядов в серии и уменьшение негативного действия взрыва на ихтиофауну — главным будет стоимость зарядов, так как это значение во многом определяет приоритеты выбора способа ведения взрывных работ и воздействия взрыва на ихтиофауну соответственно.

Принятый нами критерий K_1 в качестве основного и назначение пороговых величин b_i для остальных критериев фактически означает, что все стратегии разбиваются на два класса. К одному относятся стратегии, которые удовлетворяют всем $m - 1$ ограничениям $K_i(u) \geq b_i$. Такие стратегии называются приемлемыми.

К другому классу относятся стратегии, которые не удовлетворяют хотя бы одному из $m - 1$ неравенств. Наконец, среди приемлемых стратегий предпочтительнее считается та, для которой значение критерия K_1 больше.

Главной целью разрушения ледяного покрова взрывом является максимальное увеличение площади разрушения льда. Степень разрушения ледяного покрова взрывом может быть оценена посредством коэффициента удельной площади разрушения взрывчатыми материалами $S_p^v, \text{м}^2/\text{кг}$.

Следующим наиболее важным показателем эффективности является стоимость зарядов, которая может быть оценена посредством коэффициента удельной стоимости зарядов на единицу площади разрушения $Z_s^v, \text{руб}/\text{м}^2$. Уменьшение

негативного действия взрыва на ихтиофауну может быть оценено с помощью коэффициента удельной массы сосредоточенного заряда на величину избыточного давления на фронте взрывной ударной волны $S_{ди}^v$, кг/МПа.

Данные расчетов критериев эффективности разрушения ледяного покрова сведены в табл. 4. На их основании построен график оценки эффективности разрушения ледяного покрова взрывом

одиночного подводного заряда (точка 1) и серией контактных сосредоточенных зарядов (точка 2) (рис. 5). Как видим, точка 2 является оценкой наиболее эффективной стратегии выполнения разрушения ледяного покрова взрывом. На гистограмме (рис. 6) представлены соотношения критериев эффективности исследуемых способов ведения взрывных работ.

Таблица 4

Расчетные значения критериев эффективности

№ п /п	Площадь разрушения льда взрывом, м ²	Масса зарядов, кг	Удельный расход ВМ, кг/м ³	Критерии эффективности		
				S_p^v , м ² /кг	Z_s^v , руб./м ²	$S_{ди}^v$, кг/МПа
Подводный одиночный сосредоточенный заряд						
1	159	31	0,150	5,1	3	0,13
Серия сосредоточенных контактных зарядов						
2	159	6,2	0,124	25,7	2,4	0,0042

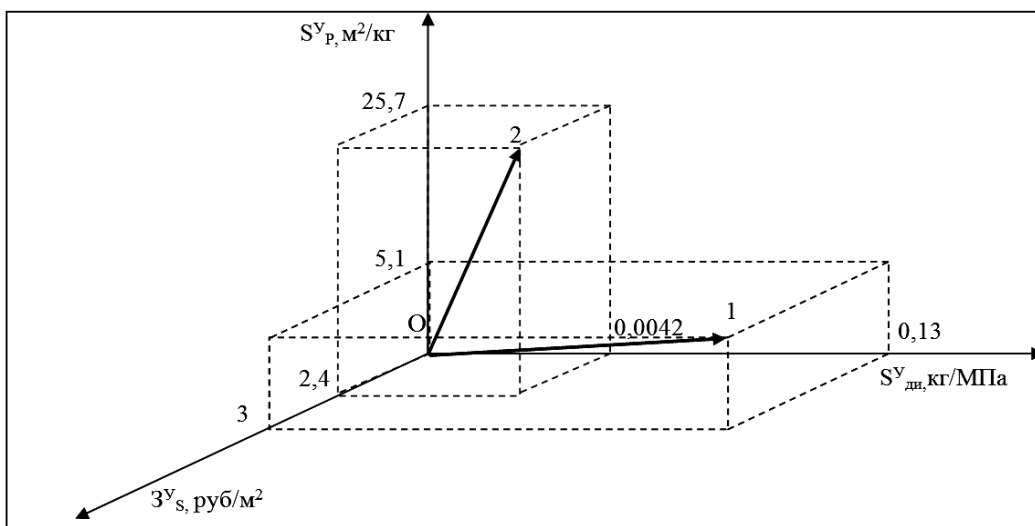


Рис. 5. График оценки эффективности разрушения ледяного покрова

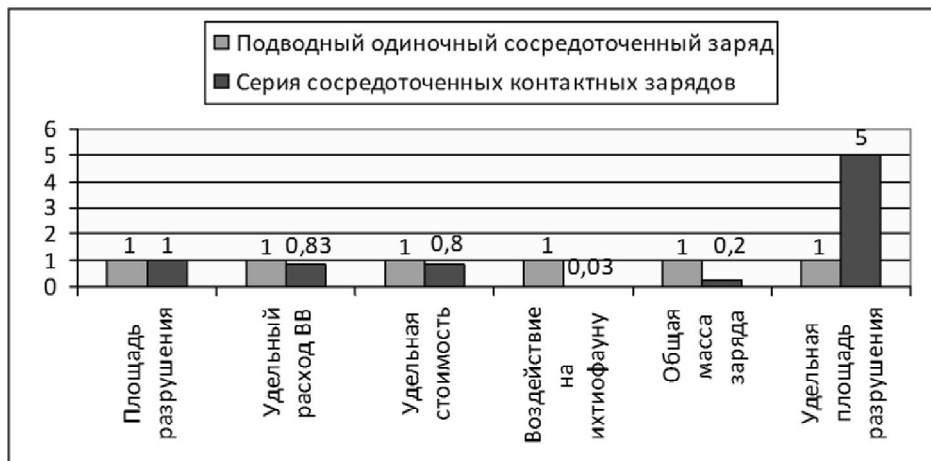


Рис. 6. Сравнение критериев эффективности исследуемых зарядов

Проведенный анализ критериев эффективности позволяет сделать вывод, что применение серий контактных сосредоточенных зарядов взрывчатых веществ по сравнению со взрывом одиночных подводных сосредоточенных зарядов при разрушении ледяного покрова одинаковой площади позволит уменьшить негативное воздействие взрыва на ихтиофауну до 97 % и снизить расходы на взрывчатые вещества до 20 % [2, 3].

На основе экспериментальных и теоретических исследований выработаны практические рекомендации по разрушению ледяного покрова контактными сосредоточенными зарядами взрывчатых веществ.

Практическими рекомендациями определены:

- место проведения взрывных работ;
- порядок сбора данных инженерной разведки и обработки информации;
- параметры взрыва контактного сосредоточенного заряда, обеспечивающие разрушение ледяного покрова заданной площади;

– требования, предъявляемые к размещению зарядов и их инициированию.

Разработанная методика и рекомендации по ее использованию могут найти практическое применение:

1) при проведении превентивных мероприятий по разрушению ледяного покрова для защиты зданий, сооружений и населения, а также повышения безопасности конструкций мостов и других гидротехнических сооружений в период ледохода;

2) предупреждении заторообразований вследствие заклинивания русла реки ледяными полями в местах промерзания воды до основания русла, образования ледяных пьтр (ледяных островов), наледей (сплошных ледяных дамб) и т. д.;

3) подготовке специалистов взрывного дела в учебных заведениях МЧС России.

Библиографический список

1. Разрушение ледяного покрова рек для предупреждения заторов: заключит. отчёт о НИР. — Химки: АГЗ МЧС России, 2010. — 250 с.
2. Разрушение ледяного покрова на реках сосредоточенными контактными зарядами конденсированных взрывчатых веществ: заключит. отчёт о НИР. — Химки: ФГОУ ВПО АГЗ МЧС России, 2011. — 320 с.
3. Обоснование методов эффективного разрушения ледяного покрова рек на затороопасных участках: заключит. отчёт о НИР) — Химки: ФГБОУ ВПО АГЗ МЧС России, 2012. — 300 с.

References

1. Razrushenie ledyanogo pokrova rek dlya preduprezhdeniya zatorov: zaklyuchit. otchyot o NIR. — Ximki: AGZ MChS Rossii, 2010. — 250 s.
2. Razrushenie ledyanogo pokrova na rekax sosredotochennymi kontaktnymi zaryadami kondensirovannykh vzryvchatykh veshhestv: zaklyuchit. otchyot o NIR. — Ximki: FGOU VPO AGZ MChS Rossii, 2011. — 320 s.
3. Obosnovanie metodov e'ffektivnogo razrusheniya ledyanogo pokrova rek na zatoroopasnykh uchastkax: zaklyuchit. otchyot o NIR) — Ximki: FGBOU VPO AGZ MChS Rossii, 2012. — 300 s.

METHOD OF CALCULATION OF CONTACT CONCENTRATED CHARGES OF CONDENSED EXPLOSIVES FOR THE DECAY OF THE ICE COVER ON RIVERS-HAZARDOUS AREAS

Radner S. S.,
Lecturer,
Civil Defence Academy EMERCOM of Russia;
Russia, Khimki, e-mail: radner_sergey@list.ru

Presents the results of theoretical and experimental studies of effects of the explosion in the ice cover in order to bridge the existing gaps in the theory and practice of the ice blasting. Based on the analysis of existing methods of research of various processes and phenomena, as well as the application of computational techniques developed a methodology of calculation of contact concentrated charges of condensed explosives for the decay of the ice cover-hazardous areas of the rivers. Developed practical recommendations on the destruction of the ice cover contact concentrated charges of explosives.

Keywords: rivers-hazardous areas, icebreaking blasting, contact concentrated charges of explosive substances.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КАРБОНИЗОВАННЫХ ОСТАТКОВ

А. Ю. Лебедев

Исследуется термическая деструкция термопластичных и термореактивных материалов в окислительной и инертной атмосфере для целей пожарно-технической экспертизы.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза, карбонизованные остатки, уголь, кокс, термопластичные материалы, термореактивные материалы, термическая деструкция.

Для целей пожарно-технической экспертизы органические материалы, составляющие основную пожарную нагрузку, удобно разделить на две большие группы: термопластичные (ТП) и термореактивные (ТР), механизм термической деструкции которых существенно отличается, и в результате образуются различные по свойствам углеродные остатки.

Термическая деструкция термопластичных материалов сопровождается размягчением (вплоть до полного перехода в вязко-текучее состояние), заметным набуханием и повторным отверждением при последующем росте температуры. Последняя стадия определяет характер пористости карбонизованного остатка (КО).

Условно процесс можно отобразить схемой [1] (рис. 1).



Рис. 1. Условная схема термической деструкции термопластичных материалов

В результате термической деструкции термопластов образуется кокс — высокоуглеродистый продукт термической деструкции органического вещества, основная часть которого в процессе карбонизации проходит через стадию жидкого или жидкокристаллического состояния — мезофазы, и который состоит из неграфитового углерода [2, 3]. При специальной термической обработке некоторые виды неграфитового углерода приобретают достаточно совершенную трехмерную кристаллическую структуру.

Лебедев А. Ю., адъюнкт,
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России;
Россия, г. Санкт-Петербург,
e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

Термореактивные материалы не способны размягчаться при повышенных температурах. Между макромолекулами их вещества действуют прочные химические связи, которые нельзя существенно ослабить повышением температуры в определенных пределах. В результате пластичные свойства или не проявляются вообще или проявляются слишком кратковременно, и деструкция протекает преимущественно в твердой фазе.

Условно схема данного процесса приведена ниже (рис. 2).



Рис. 2. Условная схема термической деструкции термореактивных материалов

Основным продуктом термической деструкции терморектопластов является уголь — продукт карбонизации природного или синтетического органического материала, в процессе термического превращения которого не образуется мезофаза [2, 3]. Поскольку процесс карбонизации минует жидкофазную стадию, полученный таким образом углеродный остаток сохраняет форму исходного материала. Уголь является графитоподобным углеродным материалом.

Типичными представителями термопластичных и термореактивных материалов, используемых в различных отраслях народного хозяйства, являются материалы на основе поливинилхлорида и древесноволокнистых плит высокой плотности. Их углеродные остатки в пожарно-технической экспертизе рассматриваются как потенциальные носители информации о процессах, протекавших в той или иной зоне пожара.

Общая схема экспериментальных исследований отображена на рис. 3.

Образцы карбонизованных остатков выбранных материалов были получены на разработанной в

диссертационном исследовании лабораторной установке (рис. 4), позволяющей варьировать температуру при их термической деструкции в окислительной и инертной атмосфере.

Перед загрузкой в установку исходным материалам придавали форму пластин с размерами 30×30 мм и массой 6 и 3 г для ТР- и ТП-материала соответственно.

Термическая деструкция образцов проводилась в трубчатой печи 2 с нагревателем в виде спирали. В рабочем пространстве печи помещался реактор — стальная реторта 3 внутренним диаметром

60 мм. Температура в рабочей зоне трубчатой печи регулировалась автотрансформатором 7. Измерения температуры в реакторе и рабочей зоне печи проводились электронным цифровым термометром 5 «ТМ6801В» (0,1 °С) термопарами К-типа (ТХА). Нижняя часть реторты была соединена с системой сообщающихся сосудов 8 (склянки С2Г) для конденсации и растворения низкомолекулярных продуктов разложения исследуемых образцов. Печь до заданной температуры нагревалась при непрерывной подаче газов 6 в реактор. После достижения необходимой температуры печь отключалась.



Рис. 3. Схема проведения экспериментальных исследований

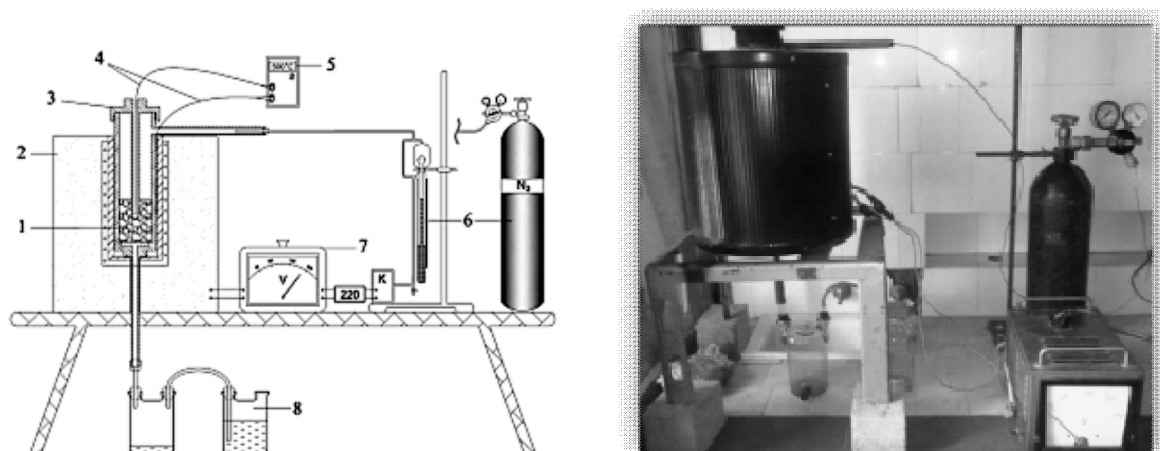


Рис. 4. Лабораторная установка термической деструкции в окислительной и инертной атмосфере: 1 — образец; 2 — трубчатая печь; 3 — реторта; 4 — термопары (ТХА); 5 — цифровой термометр; 6 — система подачи газа (азот, воздух); 7 — автотрансформатор (ЛАТР); 8 — система сообщающихся сосудов (склянки С2Г)

В первой серии экспериментов с целью создания часто встречающихся при пожарах условий термической деструкции без окислителя, в реторту подавался инертный газ — азот. Расход азота регулировался редуктором и составлял 1 л/мин.

Во второй серии экспериментов, с целью моделирования условий термической деструкции в атмосфере окислителя, в реторту подавался воздух. Расход воздуха регулировался реометром и составлял 1 л/мин.

В обеих сериях при скорости нагрева 5 °С/мин, конечные температуры термической деструкции составляли 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 °С. Полученный карбонизованный остаток взвешивали и упаковывали в герметичную тару.

В качестве первичных данных были получены зависимости выхода твердого продукта от конечной температуры термической деструкции в интервале от 100 до 1000 °С. Для получения сопоставимых данных величины абсолютной потери массы относили к величине исходной массы образца и выражали в виде зависимости относительной убыли массы от конечной температуры термической деструкции.

Экспериментальные данные по термической деструкции веществ, относящихся к различным типам органических соединений, убыли массы от природы исходного материала и атмосферы, в которой проходила термическая деструкция, представлены на рис. 5.

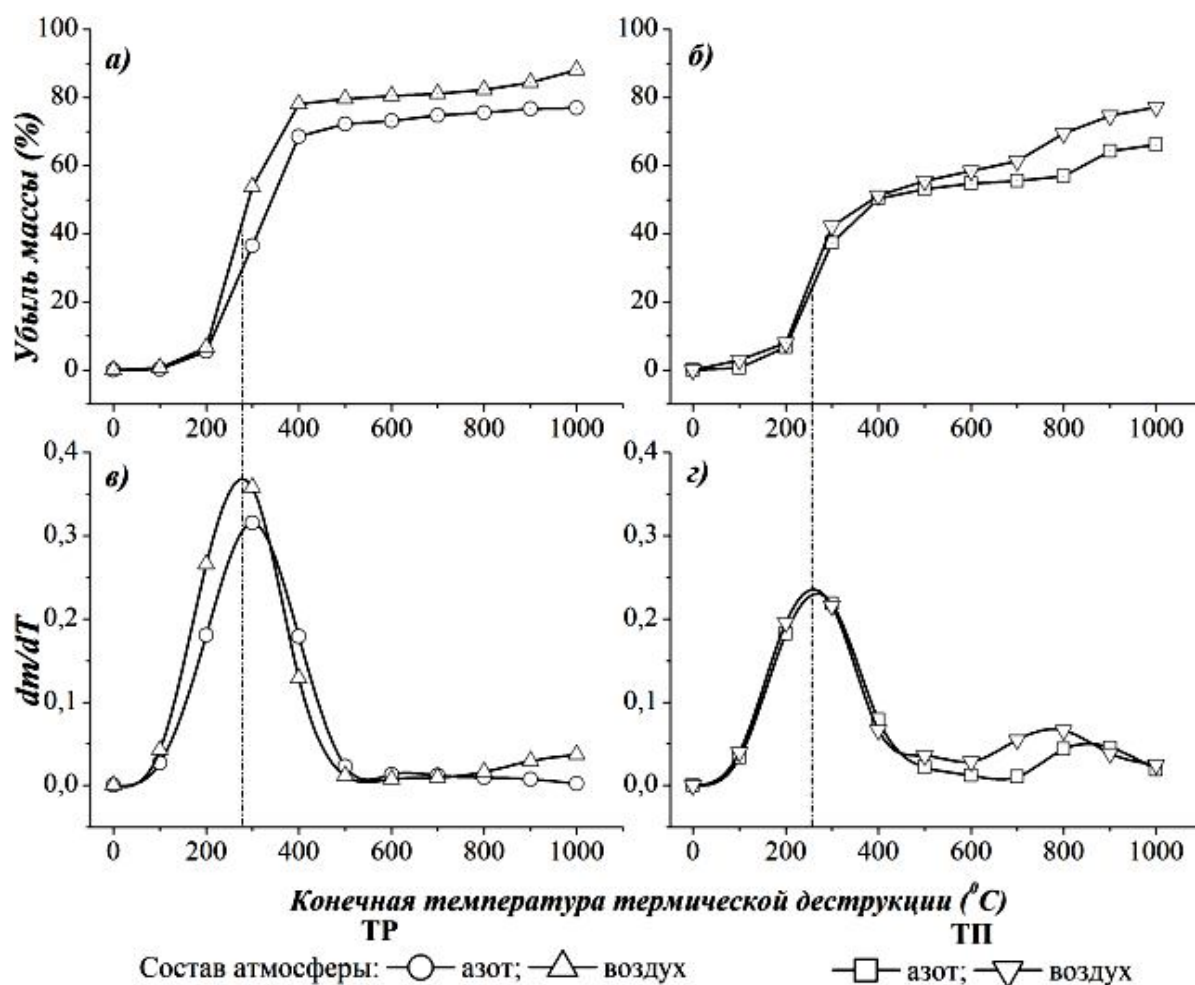


Рис. 5. Зависимость убыли массы образцов от конечной температуры термической деструкции (каждая точка соответствует отдельному опыту)

Несмотря на различные температуры начала термического разложения, для TP- и TP-материалов характерен резкий скачок кривой убыли массы в интервале температур от 150—350 °С. Разница в характере кривых термического разложения TP- и TP-материалов может использоваться при визуальной идентификации продуктов термического разложения.

Органическая составляющая исследованных образцов полностью деструктирует при 400 °С. При температуре от 400 до 900 °С для терморективного материала (рис. 5а-в) убыли массы практически не наблюдается. Для термопластичного материала (рис. 5б-г) при температуре 600—700 °С и выше начинается процесс разложения армирующих волокон, которые входят в его рецептуру по

технологии изготовления. Это обуславливает дополнительную потерю массы. С помощью оптической микроскопии наблюдается поэтапная деградация волокон [4].

Как говорилось выше, основная разница процесса термической деструкции термопластов и терморезистивных материалов проявляется в схеме текстурных трансформаций. Для большинства термопластичных материалов, образующиеся в ходе термической деструкции, пластичные слои являются основой формирования крупнопористых структур [5].

При термической деструкции терморезистивных материалов на вид кривых влияют другие факторы. Так, изменение толщины углистого слоя на поверхности деструктирующего материала влияет на скорость удаления летучих продуктов термодеструкции, что, в свою очередь, изменяет характер горения от пламенного режима до тления. Эти факторы в значительной степени определяют микропористую структуру получаемого углеродного остатка.

Таким образом, структура КО определяется различным характером пористости. В первую оче-

редь это обуславливает сорбционные свойства карбонизованных остатков. Они характеризуются такими физико-химическими характеристиками, как предельный объем адсорбционного пространства, удельная поверхность и теплота погружения. Существуют методы исследования, которые достоверно обнаруживают различия в этих свойствах.

На сорбционные свойства оказывает влияние не только механизм термической деструкции, но и среда, в которой происходит карбонизация. Например, окислительная среда (воздух) изменяет сорбционные свойства, поскольку образование КО сопровождается окислением углерода.

Таким образом, помимо распределения размеров пор, возникает необходимость исследования влияния различных сред на карбонизацию.

Методы определения сорбционных свойств также могут быть использованы при идентификации материалов, подвергнутых термической деструкции по карбонизованным остаткам, что является прямой задачей в пожарно-технических исследованиях при экспертизе пожаров.

Библиографический список

1. **Ивахнюк, Г. К.** Склонность горючих материалов к самовозгоранию. Эколого-криминалистический аспект / Г. К. Ивахнюк, А. Ю. Лебедев, А. В. Собкалов // Пожаровзрывобезопасность. — 2011. — № 10. — С. 11—18.
2. IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the «Gold Book») / Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997).
3. **Ивахнюк, Г. К.** Углеродные и графитовые материалы. Основные термины / Г. К. Ивахнюк, М. И. Нилова. — Л., 1986. — 26 с.
4. **Лебедев, А. Ю.** Исследование электросопротивления углей в пожарно-технической экспертизе // Судебная экспертиза. — 2011. — № 3 (27). — С. 10—16.
5. **Фенелонов, В. Б.** Пористый углерод / В. Б. Фенелонов. — Новосибирск: ИК СО РАН, 1995. — 513 с.

References

1. **Ivaxnyuk, G. K.** Sklonnost' goryuchix materialov k samovozgoraniyu. E'kologo-kriminalisticheskij aspekt / G. K. Ivaxnyuk, A. Yu. Lebedev, A. V. Sobkalov // Pozharovzryvobezopasnost'. — 2011. — № 10. — S. 11—18.
2. IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the «Gold Book») / Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997).
3. **Ivaxnyuk, G. K.** Uglyerodnye i grafitovye materialy. Osnovnye terminy / G. K. Ivaxnyuk, M. I. Nilova. — L., 1986. — 26 s.
4. **Lebedev, A. Yu.** Issledovanie e'lektrosoprotivleniya uglej v pozharно-technicheskoy e'kspertize // Sudebnaya e'kspertiza. — 2011. — № 3 (27). — S. 10—16.
5. **Fenelonov, V. B.** Poristyj uglerod / V. B. Fenelonov. — Novosibirsk: IK SO RAN, 1995. — 513 s.

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE CHANGES IN THE TEMPERATURE AND COMPOSITION OF THE GAS ENVIRONMENT ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF CARBONIZED RESIDUE

Lebedev A. Yu.,

Adjunct,

Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Saint-Petersburg, e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

Investigate thermal destruction of thermoplastic and thermosetting materials in the oxidizing and inert atmosphere for the purposes of fire-technical examination.

Keywords: fire-technical expertise, carbonized residue, coal, coke, thermoplastics, thermosetting materials, thermal destruction.

ПРАКТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДАНИЙ

В. Ю. Казаков

При выведении здания или сооружения из состояния равновесия, вызванном техногенными факторами и различными опасными природными явлениями (особенно в сейсмоопасных районах), зарегистрированные динамические характеристики представляют существенную часть информации о реальном его состоянии в сравнении с исходными (проектными) данными. В связи с этим для оценки состояния здания возникает необходимость определения его фактических динамических характеристик с учетом полученных повреждений и сравнения их с проектными значениями. Основными динамическими характеристиками системы являются периоды и формы свободных колебаний. Периоды свободных колебаний определяют степень влияния данного динамического воздействия на систему в целом, а формы их характеризуют влияние этого воздействия в различных точках системы.

Ключевые слова: динамические характеристики, периоды и формы свободных колебаний, разрушение зданий и сооружений, динамическое воздействие.

Здания и сооружения в процессе эксплуатации могут получить повреждения, вызванные техногенными факторами и различными опасными природными явлениями (особенно в сейсмоопасных районах). Вследствие этого снижаются эксплуатационные характеристики объектов, при этом увеличивается вероятность возможного повреждения здания или сооружения при последующих природных и техногенных воздействиях, поскольку в результате возникновения дефектов в конструкциях происходит понижение рабочих площадей и моментов инерции поперечных сечений конструктивных элементов. За счет уменьшения жесткостных параметров происходит снижение частот собственных колебаний в предположении неизменности массовых характеристик упругого объекта.

При выведении сооружения из состояния равновесия зарегистрированные динамические характеристики представляют существенную часть информации о реальном его состоянии в сравнении с исходными (проектными) данными. В связи с этим для оценки состояния здания возникает необходимость определения его фактических динамических характеристик с учетом полученных повреждений и сравнения их с проектными значениями.

Основными динамическими характеристиками системы являются периоды и формы свободных колебаний. Периоды свободных колебаний определяют степень влияния данного динамического воздействия на систему в целом, а формы их характеризуют влияние этого воздействия в различных точках системы.

Достоверность определения периодов и форм свободных колебаний даже сравнительно простых упругих систем часто связана с громоздкими вычислениями, а в более сложных случаях такое определение влечет за собой значительные математические трудности. Поэтому в практических расчетах широко используют приближенные методы. Предварительную информацию о динамических характеристиках существующих зданий можно получить на основании обобщенных статистических данных по среднему периоду собственных колебаний здания в зависимости от его этажности, основных размеров, характеристик грунтового основания и параметров демпфирования.

В работах различных исследователей приведены различные данные по периодам и частотам собственных колебаний зданий и сооружений. С. В. Медведевым получена [1—3] формула для расчета периода собственных колебаний сооружений, позволяющая сравнительно легко вычислить период собственных колебаний сооружения:

$$T_0 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{y_0}{x_0^2 \cdot g} \cdot \sum Q_i \cdot X_i^2},$$

где T_0 — период колебаний, с; Q_i — вес участка сооружения, отнесенный к точке i , т; X_i — расстояние от основания сооружения до точки i , м; g — ускорение силы тяжести $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; x_0 — расстояние от основания сооружения до точки, в которой определяется y_0 , м; y_0 — прогиб в точке x_0 , от горизонтальной силы, равной 1 т, приложенной в точке x_0 при деформациях изгиба сдвига и поворота основания сооружения, м/т.

Для приближенных подсчетов периодов колебаний двух или более этажных зданий С. В. Медведев предлагает элементарную эмпирическую формулу:

Казаков Вячеслав Юрьевич, адъюнкт,
Академия гражданской защиты МЧС России,
Россия, Московская обл, г. Химки,
e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

$$T_0 = 0,3 \cdot \frac{H}{\sqrt{b \cdot g}},$$

где H — высота сооружения, м; b — ширина сооружения, м; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Основываясь на данных, полученных вследствие замера колебаний зданий (кирпичные, блочные, каркасные), Е. И. Баркадзе [4] предлагает следующую зависимость, в основе которой лежит формула профессора С. В. Медведева:

$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{H}{\sqrt{b \cdot g}} \pm 10 \%$$

Увеличивая или уменьшая величину

$$0,2 \cdot \frac{H}{\sqrt{b \cdot g}}$$

на 10 % в зависимости от грунтовых условий, а именно при гибких сооружениях и слабых грунтах увеличивая ее, а при жестких сооружениях и плотных грунтах соответственно уменьшая, получают величину периода собственных колебаний. Им же предложены также ориентировочные формулы для определения периода свободных колебаний с учетом только высоты здания:

- для каркасных: $T_0 = 0,018 H$;
- для кирпичных: $T_0 = 0,017 H$;
- для крупноблочных: $T_0 = 0,015 H$.

Формула при значении $T_0 = 0,018 H$ совпадает с формулой выведенной американскими учеными Ульрихом и Кардером.

На основании проведенных экспериментальных исследований сорока зданий (от 1 до 10 этажей) Б. К. Карапетян предлагает формулу для определения периода собственных колебаний с помощью микросейсмических колебаний [5]:

$$T_0 = k \cdot \frac{H}{\sqrt{b}},$$

где k — коэффициент, зависящий от грунтов и от вида несущих конструкций, равный 0,05—0,08 (больше — в глинах); H — высота здания, м; b — наименьшая сторона здания, м.

Для предварительных расчетов зданий и сооружений на сейсмические нагрузки также применяются следующие эмпирические формулы:

– для зданий с жесткой конструктивной схемой:

$$T_0 = 0,0905 \cdot \frac{H}{\sqrt{b}},$$

$$T_0 = 0,0102 \cdot H + 0,034,$$

где H — высота здания, м; b — размер здания в плане (ширина или длина), м;

– для каркасных зданий:

$$T_0 = 0,0178 \cdot H + 0,098;$$

– для зданий высотой более 15 м:

$$T_0 = 0,017 \cdot \sqrt{\delta},$$

где δ — горизонтальное перемещение верха здания, рассматриваемого как консоль с постоянным по высоте весом и постоянной жесткостью, под действием нагрузки, равной весу здания;

– для зданий с жесткой конструктивной схемой при учете влияния грунтов, залегающих в основании:

$$T_0 = \frac{v \cdot H \cdot \psi}{\sqrt{b \cdot g}},$$

где v — коэффициент, зависящий от грунта в основании здания:

$$v = \frac{45}{R_{cp}},$$

где R_{cp} — расчетное сопротивление грунта, кПа; ψ — коэффициент, характеризующий несущие конструкции: для кирпичных зданий — 1,0; для крупнопанельных зданий — 0,95.

А. М. Парамзин и А. С. Таубаев по результатам замеров динамических характеристик объектов в г. Кишиневе, выполненных после Карпатского землетрясения 31 августа 1986 г., предложили эмпирические формулы для определения периодов собственных колебаний зданий, перенесших землетрясение, в зависимости от количества этажей n :

– каменные здания высотой от 2 до 9 этажей:

$$T_0 = 0,2 + 0,03 \cdot (n - 2);$$

– крупнопанельные здания высотой от 4 до 14 этажей:

$$T_0 = 0,5 \cdot n;$$

– каркасно-панельные здания высотой от 2 до 14 этажей:

$$T_0 = 0,3 + 0,06 \cdot (n - 2);$$

– монолитные здания высотой от 9 до 24 этажей:

$$T_0 = 0,5 + 0,07 \cdot (n - 9).$$

Возможные значения основного периода определяются также по следующим эмпирическим формулам:

$$T_1 = an; \quad T_2 = \beta H; \quad T_3 = \mu C \sqrt{B};$$

$$T_4 = \mu C_2; \quad T_5 = C_3 H \psi K \cdot \sqrt{B},$$

где T_1 — значение основного периода в зависимости от числа этажей n при $a = 0,08$; T_2 — период, зависящий от высоты здания H при $\beta = 0,017$; T_3 — значение периода в зависимости от этажности здания n и коэффициентов C и μ , где μ — отношение высоты здания к его характерному размеру в плане $\mu = H/B$, C — функция параметров μ и n :

$$C = \begin{cases} 0,08(\mu \geq 2, n < 6), \\ 0,12(\mu < 2, n < 6), \\ 0,02(n \geq 6); \end{cases}$$

T_4 — период, зависящий от параметров μ и $C_2 = 0,2$;
 T_5 — период, зависящий от величин H и B , параметров C_3 , K , ψ и ускорения свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, при значениях коэффициентов: $\psi = 0,57$, $K = 1,34\sqrt{H}$; $C_3 = 0,25$ при $n < 6$ и $C_3 = 0,35$ при $n \geq 6$.

Величины, определяемые вышеуказанными соотношениями, характеризуют вероятный диапазон периодов. Они позволяют приблизительно установить среднее значение, экстремумы и дисперсию

Библиографический список

1. Саламандра, Г. Д. Фотографические методы исследования быстротекающих процессов / Г. Д. Саламандра. — М.: Наука, 1974. — 344 с.
2. Смирнов, А. Ф. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений / А. Ф. Смирнов, А. В. Александров, Б. Я. Лашенников, Н. Н. Шапошников. — М.: Стройиздат, 1984. — 425 с.
3. Смоленская, Н. Г. Современные методы обследования зданий / Н. Г. Смоленская, А. Г. Ройтман, В. Д. Кириллов, Л. А. Дудышкина, Э. Ш. Шифрина. — М.: Стройиздат, 1979. — 148 с.
4. Баркадзе, Е. И. Влияние динамической жесткости здания на его сейсмостойкость / Е. И. Баркадзе // Инженерная сейсмология. — № 1—2. — Ленинакан: Изд-во Душанбе, 1964.
5. Карапетян, Б. К. Изучение колебаний некоторых инженерных сооружений / Б. К. Карапетян // Тр. ин-тов АН Тадж. и Арм. ССР. — № 1—2. — Душанбе: Изд-во АН Тадж. ССР.
6. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий и РСЧС: в 2 кн. Кн. 1. Методика оценки последствий ураганов. — М., 1994. — 76 с.

периода и основной частоты собственных колебаний сооружения.

Поскольку приведенные данные получены опытным путем на существующих зданиях различного возраста, значения этих частот могут быть несколько меньшими, чем частоты, соответствующие проектным данным, т. е. зданиям с нулевым износом. Поэтому при использовании значений частот, полученных по вышеуказанным формулам, можно вводить поправку с учетом величины дисперсии D_{ϕ}^2 [6].

Поднятые вопросы актуальны в свете задач касающихся предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с аварийным обрушением зданий и сооружений.

References

1. Salamandra, G. D. Fotograficheskie metody issledovaniya bystroprotekayushhix processov / G. D. Salamandra. — M.: Nauka, 1974. — 344 s.
2. Smirnov, A. F. Stroitel'naya mexanika. Dinamika i ustojchivost' sooruzhenij / A. F. Smirnov, A. V. Aleksandrov, B. Ya. Lashhennikov, N. N. Shaposhnikov. — M.: Strojizdat, 1984. — 425 s.
3. Smolenskaya, N. G. Sovremennye metody ob sledovaniya zdaniy / N. G. Smolenskaya, A. G. Rojtmán, V. D. Kirillov, L. A. Dudyshkina, E. Sh. Shifrina. — M.: Strojizdat, 1979. — 148 s.
4. Barkadze, E. I. Vliyanie dinamicheskoy zhestkosti zdaniya na ego sejsmostojkost' / E. I. Barkadze // Inzhenernaya sejsmologiya. — № 1—2. — Leninakan: Izd-vo Dushanbe, 1964.
5. Karapetyan, B. K. Izuchenie kolebanij nekotoryx inzhenernyx sooruzhenij / B. K. Karapetyan // Tr. intov AN Tadz. i Arm. SSR. — № 1—2. — Dushanbe: Izd-vo AN Tadz. SSSR.
6. Sbornik metodik po prognozirovaniyu vozmozhnyx avarij, katastrof, stixijnyx bedstvij i RSChS: v 2 kn. Kn. 1. Metodika ocenki posledstvij uraganov. — M., 1994. — 76 s.

PRACTICAL MEASUREMENT OF DYNAMIC PERFORMANCE OF BUILDINGS

Kazakov V. Yu.,

Adjunct,

Civil Defence Academy EMERCOM of Russia;

Russia, Khimki, e-mail: vestnik_vi_gps@mail.ru

When laying the building or structure of the equilibrium state, caused by technological factors and various natural hazards (especially in earthquake-prone areas), registered dynamic characteristics represent a significant part of the information about the real state in comparison with the baseline (project) data. In this regard, to assess the condition of the building is necessary to determine its actual dynamic characteristics with account of the injuries and their comparison with the design data. The basic dynamic characteristics of the system are periods and forms of free oscillations. Periods of free oscillations determine the degree of influence of this dynamic impact on the whole system, the forms of their characterize the impact of this impact in different parts of the system.

Keywords: dynamic characteristics, periods and forms of free oscillations, the destruction of buildings and structures, dynamic effect.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕРАМЗИТОВЫХ ПОДЛОЖЕК ПРИ ПРОЛИВАХ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Е. В. Ширяев

Одним из существенных критериев влияния на параметры горения нефтепродуктов является площадь пролива нефтепродукта. Известно, что на твёрдой поверхности коэффициент растекания больше, чем на грунтовой и неспланированной поверхности. На базе Ивановского института ГПС МЧС России проводится изучение физико-химических свойств гранулированных материалов, которые возможно использовать для создания различного типа гранулированных подложек, а также для планировки поверхности с использованием данных подложек в качестве меры превентивного характера. Работа направлена на уменьшение размеров взрывоопасных зон при аварийных проливах нефтепродукта.

Ключевые слова: горение нефтепродуктов, пролив нефтепродукта, гранулированные подложки.

Как известно, одним из существенных критериев влияния на параметры горения нефтепродуктов является площадь пролива нефтепродукта. На твёрдой поверхности коэффициент растекания больше, чем, например, на грунтовой и неспланированной поверхности, при этом на грунте дисперсность пор может быть в разы выше, чем на твёрдой поверхности. В случае, когда нефтепродукт впитывается в грунт и на поверхности остаётся лишь тонкая плёнка нефтепродукта, при возгорании параметры горения будут ниже, чем при проливе на твёрдой поверхности, когда вся масса нефтепродукта находится на этой поверхности.

Существуют материалы, обладающие низкой плотностью — способные держаться на воде, нефтепродукте и т. д., при этом обладающие высокой температурой плавления. При проливе нефтепродукта на поверхность с материалами такого рода они всплывают, тем самым на поверхности остаётся лишь тонкая плёнка нефтепродукта, основная масса располагается под этой поверхностью. Сравнительные характеристики рассматриваемых гранулированных материалов приведены в табл.

В настоящее время на базе Ивановского института ГПС МЧС России проводится изучение физико-химических свойств различного рода гранулированных материалов, которые возможно использовать для создания различного типа гранулированных подложек, а также для планировки поверхности с использованием данных подложек в качестве меры превентивного характера.

Ширяев Евгений Викторович, науч. сотрудник,
Ивановский институт ГПС МЧС России;
Россия, г. Иваново, e-mail: edufire@mail.ru

То есть в зависимости от вида, массы нефтепродукта, особенностей технологического процесса, погодных условий планировать поверхность с использованием гранулированных материалов. Эффективность данного метода проверяется в лабораторных условиях института на примере использования керамзитового гравия при проливе нефтепродуктов. Данная работа направлена на уменьшение размеров взрывоопасных зон при аварийных проливах нефтепродукта. Используя подложки из керамзитовых материалов, удаётся снизить испарение с поверхности пролива нефтепродукта. Планирование поверхности предлагаемым способом вносит значительный вклад в предотвращение каскадного развития аварийной ситуации. Поэтому исследование, направленное на решение вопросов планировки поверхности в местах возможных разливов нефтепродуктов с использованием гранулированных материалов, позволит в значительной мере снизить воздействие опасных факторов пожара на людей и объекты.

При подборе материалов для разрабатываемых подложек главную роль играют их физико-химические свойства, а именно на снижение термодинамических характеристик пламени и величины испарения нефтепродукта из-под слоя гранулированной подложки будут влиять размер зерен, объемный вес, влагопоглощение материала, термостойкость, а также способ размещения подложки, её геометрические размеры.

В зависимости от размера зерен гравий делят на следующие фракции: 5—10, 10—20 и 20—40 мм, зерна менее 5 мм относят к гравийному песку. В зависимости от объемного насыпного веса, кг/м³, гравий делят на марки от 150 до 800. Влагопоглощение гравия 8—20 %, термостойкость до 1200 градусов С (рис 1, 2). Для первоначальных лабораторных исследований поведения подложек из гранулированных материалов при

проливах нефтепродукта с последующим возгоранием были использованы подложки из керамзитового гравия (рис. 3).

К факторам, влияющим на площадь растекания нефтепродукта, относят расход, продолжительность истечения, плотность нефтепродукта и др. При этом одним из ключевых факторов является коэффициент растекания нефтепродукта, который зависит от вида поверхности. Так, в [2] для упрощения расчётов приведены коэффициенты растекания нефтепродукта по различным поверхностям.

Эти коэффициенты используются в известной формуле по определению площади растекания:

$$F_{ПР} = f_P V_{Ж},$$

где f_P — коэффициент разлития (растекания), m^{-1} ; $V_{Ж}$ — объем жидкости, поступившей в окружающее пространство при разгерметизации резервуара, m^3 ; $f_P = 5 m^{-1}$ при проливе на неспланированную грунтовую поверхность; $f_P = 20 m^{-1}$ при проливе на спланированное грунтовое покрытие; $f_P = 150 m^{-1}$ при проливе на бетонное или асфальтовое покрытие.

Таблица

Сравнительные характеристики рассматриваемых гранулированных материалов

Материал		Плотность, $кг/м^3$	Теплопроводность (в сухом виде), Вт/(мК)	Устойчивость в воде	Размер гранул минимальный, мм	Цвет	Цена, руб./ $м^3$
Открытая пористость	Керамзит	150-800	0,1-0,7	Слабоустойчив — устойчив	0-5; 10-20; 20-40;	Кирпичный (коричневый)	1000-1200
	Вспученный перлит		0,05-0,08	Слабоустойчив	0,1-0,5	Белый (серый)	800-1200
	Вспученный вермикулит					Белый (коричневый)	1000-1500
Закрытая (ячеистая) пористость	Пеностекло	180-300	0,05-0,09	Устойчив	3-5	Черный	4000-4500
	Пеноситал						
	Поравер		0,06-0,09	Устойчив		Белый	7000-15000
	Зола-уноса ТЭС		0,09-0,2	Устойчив	0,1-0,5	Белый (серый)	9000-12000
	ПЕНОКЕРАМ™	180-300	0,07-0,09	Устойчив	0,2-0,5	Белый (серый)	7000

Примечания: прочность вспученного перлита низкая, остальных — высокая.

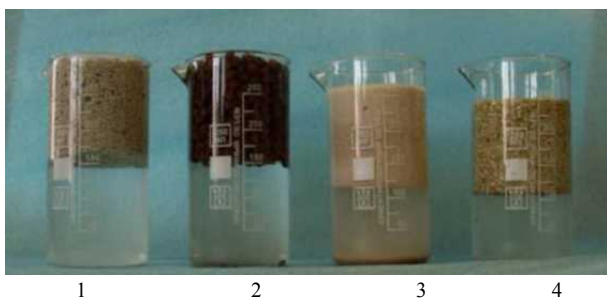


Рис. 1. Поведение подложек из гранулированных материалов при наполнении водой ёмкостей:
1) пенокерам; 2) керамзит;
3) вспученный перлит; 4) вспученный вермикулит

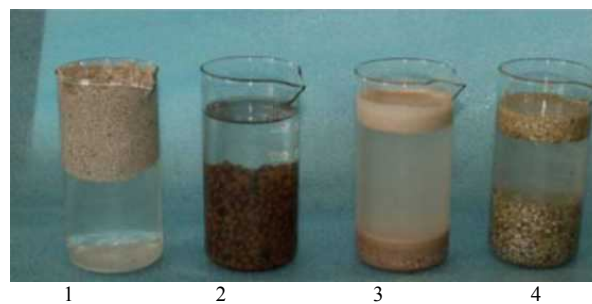


Рис. 2. Нахождение подложек из гранулированных материалов в заполненных емкостях водой сроком 1 месяц:
1) пенокерам; 2) керамзит;
3) вспученный перлит; 4) вспученный вермикулит

Приведённые коэффициенты растекания главным образом зависят от величины впитывания нефтепродукта в поверхность пролива. При этом впитывание нефтепродукта в поверхность пролива зависит от структуры поверхности. Существуют физико-математические модели и методы расчета линейных размеров и площади зеркала аварийных разливов нефти при аварийном проливе нефтепро-

дукта. Характерный размер растекания горючих жидкостей на стандартной поверхности выражается произведением степенных функций критерия Галлея и критерия гомохронности:

$$L/l = A \cdot Ga^m \cdot Ho^n,$$

где L — характерный размер растекания жидкости; l — определяющий размер; A — постоянная величина

на; m и n — показатели степени, учитывающие условия растекания нефти; Ga — критерий Галилея:

$$Ga = g\delta^3/\nu^2,$$

g — ускорение свободного падения; ν — кинематическая вязкость жидкости; Ho — преобразованный критерий гомохронности:

$$Ho = g\tau^2/l,$$

где τ — продолжительность истечения.



Рис. 3. Гранула керамзитового гравия в разрезе

Для оценки размера зеркала разлива нефтепродукта на подстилающей поверхности используется зависимость характерного размера растекания от продолжительности, вязкости, объема и расхода вытекающей при аварии горючей жидкости, а также структуры подстилающей поверхности. Эта зависимость для непрерывного истечения описывается следующим уравнением:

$$Lp = \sqrt{K_{вл}} \cdot \sqrt[3]{\frac{q \cdot \tau}{\rho}} \cdot \left[A \cdot \left(\frac{g \cdot q \cdot \tau}{\rho \cdot \nu^2} \right)^m \cdot \left(\frac{g \cdot \tau^2}{\sqrt[3]{\frac{q \cdot \tau}{\rho}}} \right)^n \right],$$

где $K_{вл}$ — коэффициент влияния структуры поверхности на растекание нефтепродуктов; M — масса аварийного пролива жидкости; q — массовый расход жидкости через аварийное отверстие.

В ряде источников ([2, 5, 6]) достаточно ограниченно приведены значения коэффициентов растекания на поверхности. Так, имеются данные коэффициенты для грунта, бетона, плитки и асфальта. При этом не выведены подобные коэффициенты для поверхности, состоящей из гранулированных материалов, например, на подложке из керамзитового гравия.

В обзоре математических моделей растекания горючих жидкостей на горизонтальной поверхности [5] показано, что для оценки площади разлива более целесообразно использовать эмпирические зависимости. В [6] приведены эмпирические формулы, характеризующие разлив горючей жидкости (керосина, бензина, дизельного топлива, масла, нефти) на стандартной поверхности (поверхность стекла):

– удельная плоскость растекания f_0 — площадь разлива единицы объема жидкости на стандартной поверхности при нормальных условиях;

- средняя толщина пленки δ — осредненное значение по всей площади растекания жидкости;
- диаметр приведенного круга d — диаметр круга с площадью, равной площади растекания жидкости;
- относительное изменение поверхности S :

$$S = \frac{Sp}{Su},$$

где Sp — площадь разлива; Su — площадь поверхности шара с объемом, равным объему разлитой жидкости;

- относительная удельная площадь растекания ε :

$$\varepsilon = \frac{Sp}{Scmp},$$

где $Scmp$ — площадь разлива стандартной жидкости (керосин).

Эмпирические данные [3] свидетельствуют, что толщина пленки жидкости на поверхности стекла составляет, мм:

- керосин — 0,0534;
- бензин — 0,0581;
- дизельное топливо — 0,285;
- масло — 0,09025;
- нефть — 0,3711.

Влияние структуры поверхности на площадь растекания определяется коэффициентом влияния структуры $K_{вл}$:

$$K_{вл} = \frac{Sp}{Sp_{cm}},$$

где Sp — площадь разлива на стекле.

В [3] приведены значения коэффициента $K_{вл}$ для грунта, бетона, плитки и асфальта. В частности, площадь разлива нефти и бензина на грунте составляет 0,6 и 0,1 соответственно от площади разлива этих жидкостей на стекле, т. е. около 6 мм. Здесь следует отметить, что, во-первых, в действительности наблюдаемая толщина слоя будет меньше за счет впитывания жидкости в грунт; во-вторых, наличие даже небольших неровностей на грунте (впадин) приведет к их заполнению и увеличению средней толщины слоя жидкости, а значит, и к уменьшению площади разлива.

Процессы впитывания нефтепродуктов в спланированную поверхность изучены недостаточно. При планировании поверхности гранулированными материалами, рассмотренными выше, подложка всплывает, тем самым покрывая всю площадь пролива. Одной из ключевых задач в таком планировании является уменьшение испарения нефтепродукта при растекании на гранулированную подложку. Существующие физико-математические модели и методы расчета размеров и площади зеркала аварийных разливов нефтепродукта не работают в данных условиях.

Проводимое исследование направлено на определение оптимального состава гранулированной подложки для использования при проектировании наружных технологических установок, где обращаются нефтепродукты, а также на действующих установках, где есть возможность перепланировки

поверхности. Главной целью исследования является возможность снижения величины пожарного риска на наружных технологических установках, а также повышение безопасности при ликвидации аварийной ситуации, связанной с проливом нефтепродуктов.

Библиографический список

1. О порядке организации мероприятий по и предупреждению ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории: постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2002 года № 240 // Собр. законодательства РФ. — 2002. — N 16, ст. 1569.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: утв. приказом МЧС от 10.07.2009 г № 404, зарег. в Минюсте от 17.08.2009 г № 14541. — ([http://www. norm-load. ru/SNiP/Data1/56/56326/index. htm](http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56326/index.htm)). — (04.06.2013).
3. **МД.116-08.** Обеспечение пожарной безопасности установок по ликвидации аварийных проливов нефти и нефтепродуктов: [согласованы письмом ДНД МЧС России от 2 июля 2008 г. № 19-2-3-2261 Рекомендации]. — М., ВНИИПО, 2008. — 27 с.
4. **Козлитин, А. М.** Количественный анализ риска возможных разливов нефти и нефтепродуктов / А. М. Козлитин, А. И. Попов, П. А. Козлитин // Управление промышленной и экологической безопасностью производственных объектов на основе риска: сб. ст. — Саратов: СГТУ, 2005. — С. 135—160.
5. **Горпинич И. А.** Методы оценки площади разлива горючей жидкости при аварии железнодорожной цистерны / И. А. Горпинич // Проблемы пожарной безопасности: сб. науч. тр. / Гос. служба Украины по чрезвычайным ситуациям, Нац. ун-т гражданской защиты Украины. — Харьков: НУГЗУ, 2012. — Вып. 31. — С. 44—47.
6. **Иванов, Е. Н.** Противопожарная защита открытых технологических установок / Е. Н. Иванов. — М.: Химия, 1986. — 288 с.
7. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер [и др.]. — М. Наука, 1976. — 279 с.

References

1. O poryadke organizacii meropriyatij po i preduprezhdeniyu likvidacii razlivov nefi i nefteproduktov na territorii: postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 15 aprelya 2002 goda № 240 // Sobr. zakonodatel'stva RF. — 2002. — N 16, st. 1569.
2. Metodika opredeleniya raschetnyx velichin pozharnogo riska na proizvodstvennyx ob'ektax: utv. prikazom MChS ot 10.07.2009 g № 404, zareg. v Minyuste ot 17.08.2009 g № 14541. — ([http://www. norm-load. ru/SNiP/Data1/56/56326/index. htm](http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/56/56326/index.htm)). — (04.06.2013).
3. **MD.116-08.** Obespechenie pozharnoj bezopasnosti ustanovok po likvidacii avarijnyx prolivov nefi i nefteproduktov: [sglasovany pis'mom DND MChS Rossii ot 2 iyulya 2008 g. № 19-2-3-2261 Rekomendacii]. — M., VNIPO, 2008. — 27 s.
4. **Kozlitin, A. M.** Kolichestvennyj analiz riska vozmozhnyx razlivov nefi i nefteproduktov / A. M. Kozlitin, A. I. Popov, P. A. Kozlitin // Upravlenie promyshlennoj i e'kologicheskoj bezopasnost'yu proizvodstvennyx ob'ektov na osnove riska: sb. st. — Saratov: SGTU, 2005. — S. 135—160.
5. **Gorpinich I. A.** Metody ocenki ploshhadi razliva goryuchej zhidkosti pri avarii zheleznodorozhnoj cisterny / I. A. Gorpinich // Problemy pozharnoj bezopasnosti: sb. nauch. tr. / Gos. sluzhba Ukrainy po chrezvychajnym situacijam, Nac. un-t grazhdanskoj zashhity Ukrainy. — Xar'kov: NUGZU, 2012. — Vyp. 31. — S. 44—47.
6. **Ivanov, E. N.** Protivopozharnaya zashhita otkrytyx tehnologicheskix ustanovok / E. N. Ivanov. — M.: Ximiya, 1986. — 288 s.
7. Planirovanie e'ksperimenta pri poiske optimal'nyx uslovij / Yu. P. Adler [i dr.]. — M. Nauka, 1976. — 279 s.

THE USE OF EXPANDED CLAY SUBSTRATES IN THE STRAITS OF OIL AND OIL PRODUCTS

Shiryaev E. V.,
Research fellow,
Ivanovo Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia;
Russia, Ivanovo, e-mail: edufire@mail.ru

One of the essential criteria influence on parameters of combustion of petroleum products is the area of the Strait of oil. It is known that on a solid surface spreading coefficient greater than dirt and not the planned surface. On the basis of the Ivanovo Institute of EMERCOM of Russia is carried out to study physic-chemical properties of granular materials that can be used for creation of various types of granular substrates, as well as for planning the surface using data substrates as measures of a preventive nature. Work is aimed at reduction of the sizes of hazardous areas in emergency spills of oil product.

Keywords: combustion of petroleum products, strait oil, granulated substrate.

МОДЕЛЬ ПОЖАРА В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ НА ОСНОВЕ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Э. Н. Гулида, А. А. Ренкас

Необходимо получить на основе активного полного факторного эксперимента математическую модель пожара в закрытом помещении. Эта модель должна определять температуру в закрытом помещении на начальной стадии пожара на любом радиусе от очага пожара и любой высоте в зависимости от пожарной нагрузки, площади пожара и времени свободного горения.

Ключевые слова: математическая модель, пожар в закрытом помещении, показатели теплообмена, эксперимент.

Для создания метода прогнозирования основных показателей теплообмена в процессе возникновения пожара в закрытом помещении необходимо получить на основе активного полного факторного эксперимента математическую модель. Эта модель должна определять температуру в закрытом помещении на начальной стадии пожара на любом радиусе R от очага пожара и любой высоте Z в зависимости от пожарной нагрузки G , площади пожара $S_{\text{п}}$ и времени свободного горения $\tau_{\text{в.з.}}$.

Методика подобных экспериментальных исследований, проводившихся во Всероссийском научно-исследовательском институте пожарной охраны, и их результаты представлены в работе [1]. Рассматривалось помещение размерами $5,8 \times 5,8$ м и высотой 5,8 м. Площадь поверхности пола была равна $33,64 \text{ м}^2$, объем помещения — $195,11 \text{ м}^3$. Стены выполнены из красного кирпича на цементно-песочном растворе. Верхнее перекрытие выполнено в виде рамы из стальных швеллеров, облицованных сверху и снизу стальными листами. Пространство между листами заполнено минеральной ватой. Экспериментальное помещение имело 2 отверстия высотой 1,1 м. Также в помещении было дверное отверстие, которое при проведении эксперимента закрывалось металлическими дверями.

Исследование проводилось в две серии экспериментов. В первой серии в качестве пожарной нагрузки использовали древесину, во второй — органическое стекло.

Горючий материал складывался на платформе весов, расположенных по центру помещения. Для разжигания горючего материала использовались таблетки сухого топлива.

Для определения температуры в помещении устраивались 107 хромель-алюмелевых термопар (ТХА), 62 из которых использовались для определения температуры на ограждающих конструкциях, 45 — в объеме помещения. Расположение ТХА приведено на рис. 1 и 2. Опыты проводились в летнее время года при температуре внешнего воздуха $17\text{--}20 \text{ }^\circ\text{C}$ и скорости ветра 1 м/с .

Для проведения полного факторного эксперимента использовалось помещение Научно-исследовательской лаборатории пожарной безопасности Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности. Помещение, в котором проводились исследования, готовилось на основании рекомендаций ВНИИПО [1]. Размеры помещения: высота — $2,57$ м, длина — $6,33$ м, ширина — $3,9$ м. Стены выполнены из красного кирпича на цементно-песочном растворе. Перекрытие железобетонное, покрытое известково-глиняным раствором.

Кроме этого, над очагом пожара перекрытие защищалось слоем минеральной ваты под стальным листом на площади 4 м^2 . В левом углу помещения размещалось прямоугольное отверстие размером 1000×1000 мм на высоте $1,57$ м для выбросов нагретого воздуха. В помещении было дверное отверстие, которое при проведении эксперимента закрывалось металлическими дверями. Горючий материал закладывался на высоте 10 см на специально подготовленном навесе. Перед началом опыта материал взвешивался на техновесах типа ТВ-1-150.

В помещении было размещено 28 термопар типа ТХА. Термопары № 1—18 и проводники, соединявшие их с регуляторами-преобразователями температур, изолировались минеральной ватой для защиты от нагревания. Схема размещения термопар показана на рис. 3. В трех горизонтальных и трех

Гулида Эдуард Николаевич, д-р техн. наук, проф. кафедры фундаментальных дисциплин, Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности; Украина, г. Львов, e-mail: ldubzh.lviv@mns.gov.ua

Ренкас Артур Андреевич, адъюнкт Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности; Украина, г. Львов, e-mail: arthur.rencas@gmail.com

вертикальных плоскостях находится по 9 ТХА, то есть на пересечении плоскостей по 3 ТХА.

Такое размещение термопар объясняется тем, что через 3 точки всегда можно провести кривую. Очаг пожара размещали в правом крайнем углу помещения, к которому на штативе

подводили ТХА № 1. Контакты термопар подсоединялись к четырем восьмиканальным регуляторным измерителям температур РТ- 0102, а из них непосредственно на ПЕОМ для регистрации значений температур.

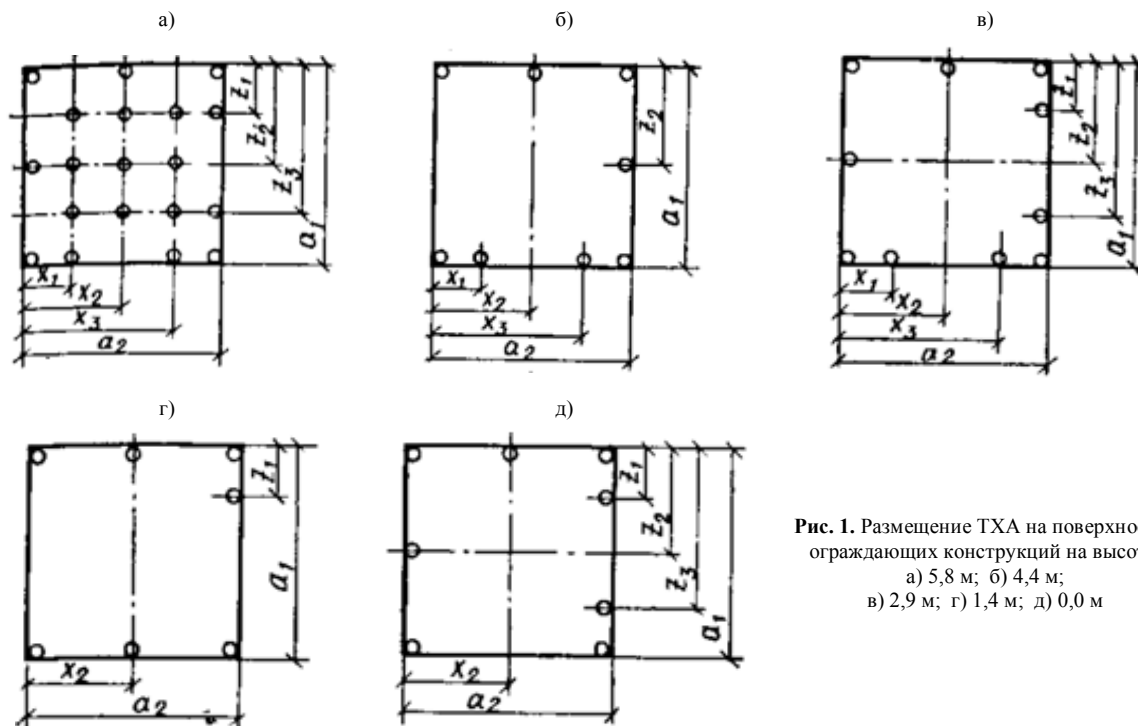


Рис. 1. Размещение ТХА на поверхностях ограждающих конструкций на высоте:
а) 5,8 м; б) 4,4 м;
в) 2,9 м; г) 1,4 м; д) 0,0 м

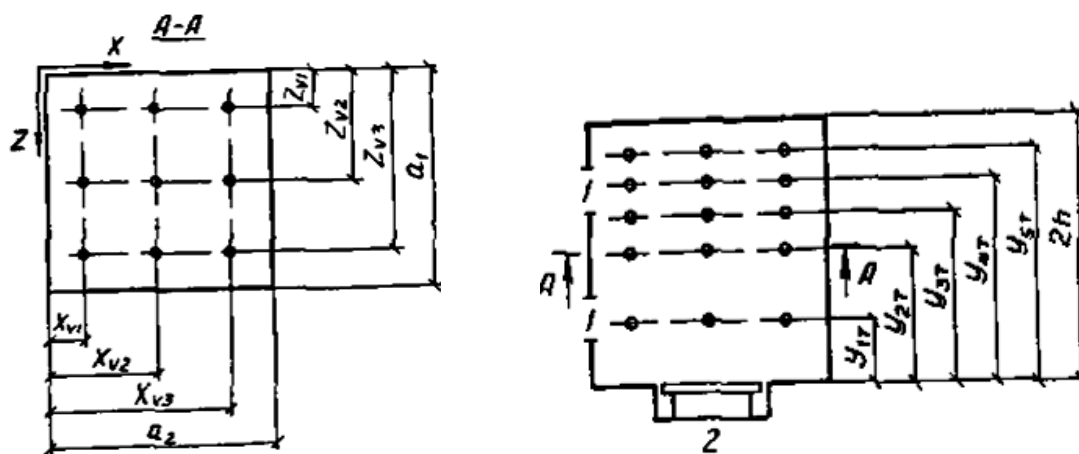


Рис. 2. Размещение ТХА в объеме помещения:
1 — оконные отверстия; 2 — весы

Исследование проводилось в четыре этапа с повторяемостью опытов 2 раза. Общее количество опытов уровня 2^{5-2} . Варьировались площадь горения, величина пожарной нагрузки и время проведения опытов. В качестве пожарной нагрузки использовали древесину (сосну), которая имела следующие показатели: $Q_{min} = 13800 \cdot 10^3$ Дж/кг; линейную скорость распространения пламени $V_n = 0,022$ м/с; удельную скорость выгорания $\psi_n = 0,0145$ кг/(м²·с). Древесина укладывалась равномерным слоем на

поверхности навеса. Принимали угловой пожар. Уровни изменения факторов приведены в табл.

Вход в помещение осуществлялся через дверное отверстие, которое от начала пожара и до его окончания было закрытым. Это давало возможность исследовать начальную стадию пожара, а именно получить значение температур в зоне конвекционной колонки, в зоне припотолочного нагретого газа и зоне напольного холодного воздуха.

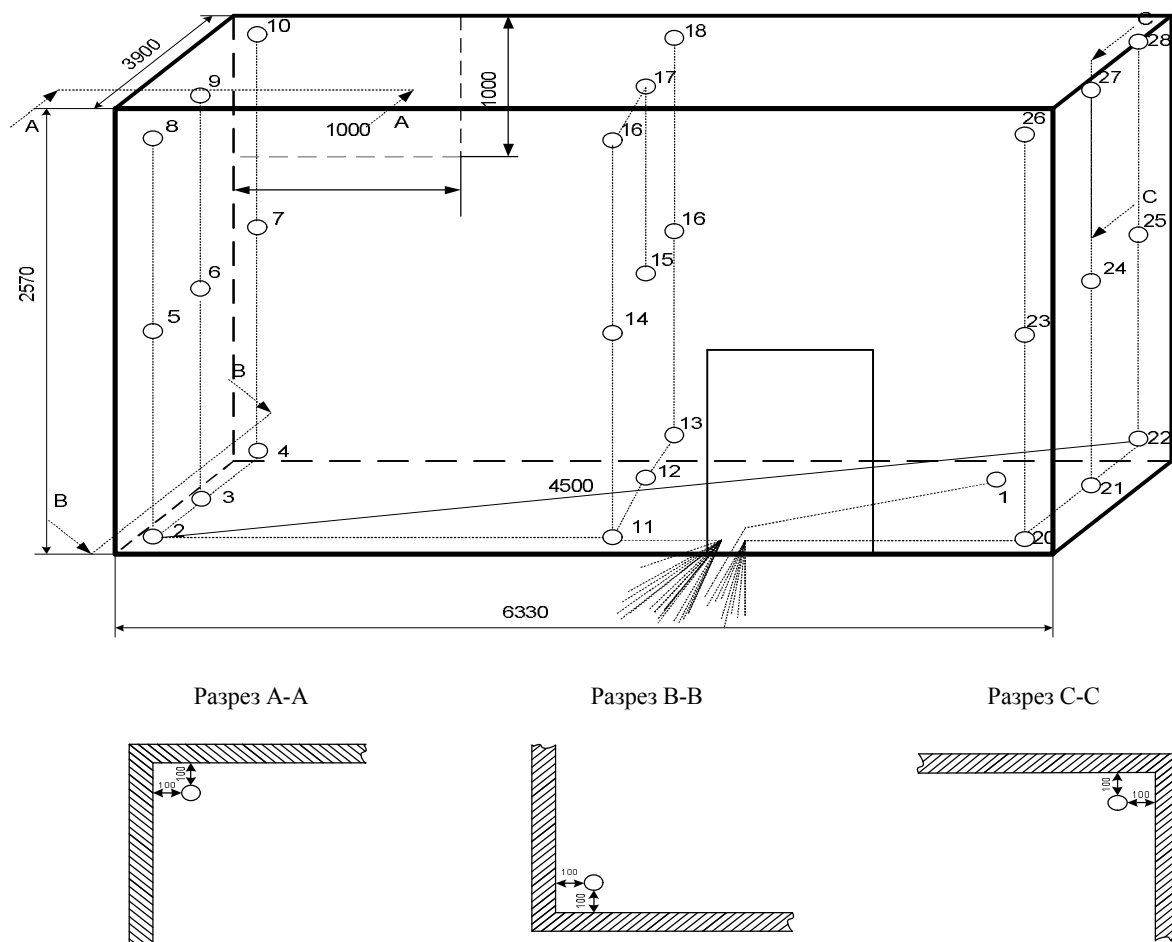


Рис. 3. Схема размещения термопар в помещении

После обрабатывания результатов полного факторного эксперимента методом математической статистики [2] была получена адекватная по критерию Фишера математическая модель для определения температуры в любой точке закрытого помещения при пожаре:

$$t_i = t_{o.n.} \cdot \frac{C_i \cdot G^{0,28} \cdot \tau_{с.з.}^{0,218} \cdot Z^{1,116+0,105 \cdot \ln(Z)} \cdot S_{пл}^{0,24}}{x^{0,479}}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

где $t_{o.n.}$ — теоретическая температура горения, $^\circ\text{C}$; G — пожарная нагрузка в помещении, $\text{кг}/\text{м}^2$; $\tau_{с.з.}$ — время свободного горения, хв ; Z — высота, на которой определяется температура, м ; $S_{пл}$ — площадь пожара, м^2 ; x — расстояние, на котором определяется температура, м ; C_i — коэффициент пропорциональности и обезразмеривания составных элементов дроби; $C_i = 0,0172 \text{ хв}^{0,218} \cdot \text{кг}^{0,28} \cdot \text{м}^{-0,557}$.

Уровни изменения факторов

Таблица

Уровни факторов	$G, \text{ кг}/\text{м}^2$		$\tau_{с.з.}, \text{ мин}$		$R, \text{ м}$		$Z, \text{ м}$		$S_{пл}, \text{ м}^2$	
	\tilde{x}_1	$\ln \tilde{x}_1$	\tilde{x}_2	$\ln \tilde{x}_2$	\tilde{x}_3	$\ln \tilde{x}_3$	\tilde{x}_4	$\ln \tilde{x}_4$	\tilde{x}_5	$\ln \tilde{x}_5$
Верхний (+)	50	3,9	20	3	7,4	2	2,5	0,9	3,14	1,1
Нулевой (0)	40	—	7,5	—	3,75	—	1,3	—	1,9625	—
Нижний (-)	30	3,4	5	1,6	0,1	-2,3	0,1	-2,3	0,785	-0,2

Рассмотрим распределение температуры по ширине перекрытия помещения при пожаре в жилом помещении при высоте помещения 2,5 м. Рассчитаем значение температуры над очагом пожара, на расстоянии 0,25; 0,5; 1; 1,5 и 2 м. Данные расчетов изображены на рис. 4.

Также рассмотрим распределение температуры по высоте помещения при пожаре в жилом помещении на расстоянии 1 м от очага пожара.

Рассчитаем значение температуры на высоте 0,1 м; 0,675 м; 1,25 м; 1,925 и 2,4 м. Данные расчетов изображены на рис. 5.

Следовательно, полученная математическая модель позволяет определять температуру в любой точке помещения, что дает возможность в дальнейшем учесть температурное влияние пожара на строительные конструкции в зданиях различного назначения.

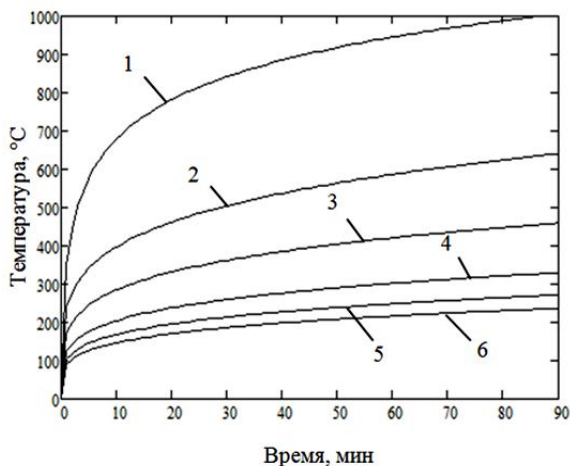


Рис. 4. Изменение температуры со временем:
 1 — над очагом пожара; 2 — на расстоянии 0,25 м;
 3 — 0,5 м; 4 — 1 м; 5 — 1,5 м; 6 — 2 м

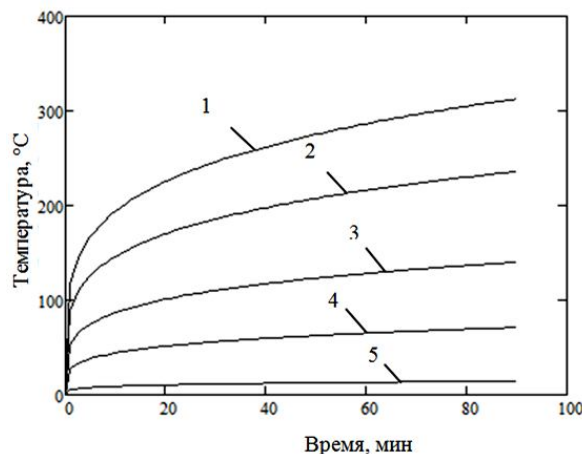


Рис. 5. Изменение температуры со временем
 на расстоянии 1 м от очага пожара:
 1 — на высоте 2,4 м; 2 — 1,925 м;
 3 — 1,25 м; 4 — 0,675 м; 5 — 0,1 м

Библиографический список

1. **Астапенко, В. М.** Термогазодинамика пожаров в помещениях / В. М. Астапенко, Ю. А. Кошмаров, И. С. Молчадский, А. Н. Шевляков; под ред. Ю. А. Кошмарова. — М.: Стройиздат, 1988. — 448 с.
2. **Сидняев, Н. И.** Введение в теорию планирования эксперимента / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 463 с.

References

1. **Astapenko, V. M.** Termogazodinamika požarov v pomeshheniyax / V. M. Astapenko, Yu. A. Koshmarov, I. S. Molchadskij, A. N. Shevlyakov; pod red. Yu. A. Koshmarova. — M.: Strojizdat, 1988. — 448 s.
2. **Sidnyaev, N. I.** Vvedenie v teoriyu planirovaniya e'ksperimenta / N. I. Sidnyaev, N. T. Vilisova. — M.: Izd-vo MGTU im. N. E'. Bauman, 2011. — 463 s.

MODEL FIRE INDOORS ON THE BASIS OF FULL FACTORIAL EXPERIMENT

Gulida E'. N.,
 D. Sc. in Engineering, Prof.
 Lviv State University of Life Safety;
 Ukraine, Lviv, e-mail: ldubzh.lviv@mns.gov.ua
Renkas A. A.,
 Adjunct,
 Lviv State University of Life Safety;
 Ukraine, Lviv, e-mail: arthur.rencas@gmail.com

You must get through the active full factorial experiment mathematical model of fire indoors. This model should define the temperature indoors at the initial stage of fire on any radius from the fire and any altitude depending on the fire load, the burned area and free time is burning.

Keywords: mathematical model, fire indoors, indicators of heat and mass transfer, the experiment.