

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРОБЛЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
В ТЕХНОСФЕРЕ**

PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT

№ 4 (44) – 2017

Редакционный совет

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

Заместитель председателя – доктор политических наук, кандидат исторических наук, доцент **Мусиенко Тамара Викторовна**, заместитель начальника университета по научной работе.

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

Члены редакционного совета:

доктор технических наук, доцент полковник внутренней службы **Крутолапов Александр Сергеевич**, заместитель начальника института развития по учебно-методической работе;

доктор медицинских наук, доктор психологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Рыбников Виктор Юрьевич**, заместитель директора по научной и учебной работе Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России;

доктор технических наук, профессор **Иванов Александр Юрьевич**, профессор кафедры системного анализа и антакризисного управления;

доктор технических наук, доцент **Терехин Сергей Николаевич**, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения;

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

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

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

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

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

доктор психологических наук, доцент **Бобрищев Алексей Александрович**, профессор кафедры физической подготовки;

доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Медведева Людмила Владимировна**, заведующий кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности;

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

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

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

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

Секретарь совета:

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

Редакционная коллегия

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

Заместитель председателя – кандидат технических наук майор внутренней службы **Турсенев Сергей Александрович**, начальник отдела планирования, организации и координации научных исследований центра организации научно-исследовательской и редакционной деятельности.

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

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

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

кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Фомин Александр Викторович**, профессор кафедры надзорной деятельности;

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

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

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

Секретарь коллегии:

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

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

Сведения о журнале ежегодно публикуются в Международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Uberich's Periodicals Directory».

Решением ВАК журнал включен в перечень периодических научных и научно-технических изданий, в которых рекомендуется публикация материалов, учитывающихся при защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Периодичность издания журнала – ежеквартальная

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Приймак В.В., Марченко М.А. Методика технико-экономической оптимизации количественного и качественного состава резервуарных парков хранения нефти и нефтепродуктов при их технологическом аудировании	6
Воропаев Н.П., Иванов С.В. Организационные основы проведения вводного инструктажа по гражданской обороне	12
Захматов В.Д., Клейменов А.В. Анализ разработок специальных пожарных машин для защиты объектов нефтегазового комплекса (Часть 1)	17

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Рашоян И.И., Бруннер Т.А. Анализ частоты пожаров в зданиях различного функционального назначения	26
Седнев В.А., Лопухова Н.В. Организация гарантированного электроснабжения водонапорных башен населенного пункта	30
Хорошилов О.А., Демехин Ф.В., Пелех М.Т. Способ противопожарной защиты резервуаров и газоуравнительных систем на объектах нефтегазового комплекса	36
Горшкова Е.Е., Дехтерева В.В. Противопожарная защита городов во время Второй мировой войны	42

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

Полынько С.В., Иванов А.Б. Влияние физической нагрузки на безопасность пожарного в средствах индивидуальной защиты органов дыхания при ликвидации чрезвычайных ситуаций	50
--	----

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

Андрюшкин А.Ю., Балабанов В.А., Кадочникова Е.Н. Напыляемые системы покрытий для антакоррозийной защиты металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов	55
Хрунов Д.Е., Шангин В.Н., Негодуйко В.Ю. Применение мобильных портативных устройств, современных информационных технологий и геолокационных сервисов в деятельности органов дознания и судебно-экспертных учреждений МЧС России	62
Кузьмин А.А., Романов Н.Н. Расчет параметров теплового поля в перекрытии при пожаре объекта нефтегазового комплекса на основе применения табличных процессоров	67
Елисеев Ю.Н., Копкин Е.В., Бардулин Е.Н. Применение инструментальных методов при исследовании последствий пожаров транспортных средств	75

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Щербаков О.В., Лабинский А.Ю. Особенности использования компьютерной симуляции эволюционных процессов	82
Каменецкая Н.В., Корольков А.П., Хитов С.Б. Математическое моделирование мероприятий технической эксплуатации средств электронно-вычислительной и оргтехники в системе МЧС России	89
Буйневич М.В., Покусов В.В., Ярошенко А.Ю., Хорошенко С.В. Категориальный подход в приложении к синтезу архитектуры интегрированной системы обеспечения безопасности информации	95

Сай А.Р., Войтенок О.В., Ивахнюк Г.К. Моделирование процессов развития возгораний на полигонах твердых коммунальных отходов	102
 ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	
Королева Л.А., Веригин А.Н. Прогнозирование в структурах управления пожарно-спасательным подразделением Государственной противопожарной службы	108
 ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ К УСЛОВИЯМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	
Леонтьев О.В., Москаленко Г.В., Яковлев Е.В. Функциональное состояние лиц с психовегетативными расстройствами	114
Клюй В.В. Актуальные проблемы переподготовки сотрудников в вузах МЧС России ...	118
Троянов О.М., Рева Ю.В. Способы создания требовательно-доброжелательной обстановки при проведении занятий с обучающимися в университете Государственной противопожарной службы МЧС России	124
Лобжа М.Т., Аницоева Л.К. Технология служебно-прикладной физической подготовки специалистов среднего звена специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях»	131
 ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО. ОХРАНА ТРУДА	
Каров К.А., Каланин И.И., Андрианов Р.С. Повышение уровня безопасности личного состава при проведении работ, проведение расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания	137
Сведения об авторах	154
Информационная справка	157
Авторам журнала «Проблемы управления рисками в техносфере».	162

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Проблемы управления рисками в техносфере», без письменного разрешения редакции не допускается.

Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

ББК 84.7Р
УДК 614.84+614.842.84

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

ISSN 1998-8990

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ АУДИРОВАНИИ

В.В. Приймак;

М.А. Марченко, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассматривается технико-экономическая оптимизация количественного и качественного состава резервуарных парков, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов.

Ключевые слова: резервуарные парки, резервуары, оптимизация, стоимость, затраты, ущерб, ремонт, риск, прогноз

METHODOLOGY TECHNO-ECONOMIC OPTIMIZATION OF THE QUANTITATIVE AND QUALITATIVE COMPOSITION OF TANK FARMS STORING OIL AND PETROLEUM PRODUCTS DURING THEIR TECHNOLOGICAL LISTENING

V.V. Priymak; M.A. Marchenko.

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

Considered a technical and economic optimization of the quantitative and qualitative composition of tank farms designed for the storage of petroleum and petroleum products.

Keywords: tank farms, storage tanks, optimization, cost, costs, damage, repair, risk, forecast

На сегодняшний день любой современный производственный процесс сопряжен с большим объемом и скоростью обрабатываемой информации, требующей время на оперативный анализ возникающей ситуации и для принятия соответствующих оперативных решений. Каждый объект нефтегазовой промышленности требует к себе особого внимания, поскольку устранение различных аварий на подобных объектах имеет огромное количество сложностей. Нефтегазовая промышленность является стратегическим приоритетом любой развитой страны, поскольку от минерально-сырьевых источников и продуктов зависит эффективность функционирования других отраслей промышленности.

Помимо безопасной добычи нефти и ее транспортировки в пункты назначения и распределения остро встает вопрос о ее хранении в большом объеме. Добыча, транспортировка и хранение нефти и нефтепродуктов всегда относились к ряду потенциально опасных производств, а соответствующие объекты, на которых производятся подобные операции, являются объектами повышенного риска [1–3].

Оптимизация управленческих и технических решений при реконструкции или расширении резервуарных парков возможна на основе методологического аппарата, позволяющего оптимизировать их вместимость по стоимостному критерию на основе варьирования вместимости вертикального стального резервуара (РВС), его прочностных характеристик, заложенных на этапах проектирования и строительства, а также условий его эксплуатации, зависящих от географических и климатических условий. В то же время требования по промышленной безопасности должны быть ограничителями. Таким образом, при проведении оптимизации необходимо учитывать следующие требования:

1. Расположение склада нефтепродуктов, определяющее физико-географические и климатические условия эксплуатации резервуаров, а также интенсивность использования резервуара в напряженных режимах слива-налива.

2. Динамику надежности резервуара в зависимости от прочностных свойств материала и конструкции, а также условий эксплуатации для прогноза количества отказавших резервуаров в периоды приработки и приближения к концу эксплуатации (демонтажу).

3. Стоимостные параметры строительства или реконструкции резервуарных парков, зависящие от количественного и качественного состава резервуарных парков и выступающие в качестве целевой функции оптимизации.

4. Требования промышленной безопасности к резервуарным паркам, выступающие в качестве ограничения [4].

Для исходных данных требуются сведения о прочностных свойствах применяемого конструкционного материала применительно к реальным условиям эксплуатации и ряд закономерностей изменения показателей надежности от вместимости резервуара, а также закономерности изменений стоимостных показателей строительства резервуарных парков и монтажа оборудования в зависимости от количественного и качественного состава резервуаров с учетом применения систем обнаружения утечек и пожаротушения и других средств обеспечения безопасности технологических процессов, применяемых для непосредственной защиты резервуарных парков от различных вероятных нештатных ситуаций [4].

Отсюда следует, что возможно применение оптимизационной задачи на основе теории сложных систем, по аналогии с которыми необходимо рассматривать совместно систему складов и систему средств аварийного обнаружения утечек и пожаротушения. Для подобной системы применительно к современным существующим реалиям возможна следующая постановка оптимизационной задачи по стоимостной целевой функции на основе необходимых затрат на реконструкцию резервуарных парков и создания аварийных систем обнаружения утечек и пожаротушения с ограничениями в виде заданного значения показателя безопасности резервуарного парка [5]:

$$Z = \sum_{j=1}^3 Z_j = \min Z_j; \\ j=1, 2, 3. \\ K_{\text{ж}}^{**} = \varphi[M_1(Z_1), M_2(Z_2), M_3(Z_3)] ,$$

где $M_j(Z_j)$ – зависимость j вида затрат Z_j , $j=1, 2, 3$ (1 – проведение строительных или реконструкционных работ резервуарного парка, 2 – монтаж аварийных систем обнаружения утечек и систем пожаротушения, 3 – ущерб от аварии и его вероятность возникновения); $K_{\text{ж}}^{**}$ – значение показателя безопасности резервуарного парка.

В этом случае, целевая функция стоимости оптимизации вместимости по объему резервуаров резервуарного парка примет следующий вид [5]:

$$Z = Z_{y\partial} W_c^* + Z_{np1} n_c + \Pi_A \rightarrow \min,$$

где $3_{y\delta}$ – затраты на строительство или реконструкцию (на каждый m^3) с учетом эксплуатации резервуарных складов вместимостью V_{pi} для резервуарного парка, где будут содержаться нефтепродукты объемом W_c^* ; 3_{np1} – стоимость одного модуля системы обнаружения утечек и систем пожаротушения (с учетом всех затрат на его монтаж); Π_A – возможный ущерб от аварий.

Так как определяющим показателем параметра в представленном методе является объем резервуара, то от него будут производными удельные затраты на строительство и эксплуатацию резервуара, надежность, количество основных и резервных резервуаров, а также систем обнаружения утечек горючего и систем пожаротушения.

Значения $3_{y\delta}$ следует определять по формуле с линейной зависимостью следующего вида [5]:

$$3_{y\delta} = \frac{3^{\max}_{y\delta} - 3^{\min}_{y\delta}}{V^{\max}_p - V^{\min}_p} V_p + 3^{\min}_{y\delta} - V^{\min}_p \frac{3^{\max}_{y\delta} - 3^{\min}_{y\delta}}{V^{\max}_p - V^{\min}_p},$$

$$3^{\min}_{y\delta} > 3^{\max}_{y\delta},$$

где $3^{\max}_{y\delta}$ – удельные затраты (на каждый $1 m^3$) на строительство и монтаж одного резервуара с максимально большой вместимостью V^{\max}_p ; $3^{\min}_{y\delta}$ – удельные затраты (по $1 m^3$ вместимости) на строительство и монтаж резервуара с минимальной вместимостью V^{\min}_p .

В сумму стоимости всего процесса строительства и монтажа вертикального резервуара входит целый перечень затрат, начиная от взятия и анализа проб грунта с места, где будет находиться основание резервуара, и завершая его полной покраской [6].

Необходимо учитывать, что все эксплуатационные затраты напрямую полностью зависят от вместимости резервуара и его технической и конструкторской надежности, так как при процессе эксплуатации появляется дополнительный ряд показателей:

- время T_1 (восстановление работоспособности резервуара в случае прохождения планового ремонта и обслуживания);
- время T_2 (восстановление работоспособности РВС в случае возникновения аварийного отказа, не повлекшего за собой серьезного урона);
- коэффициент оперативной готовности $p(x,t)$ (вероятность исправного РВС в любой момент времени t , с возможностью еще проработать безотказно после момента времени t в течение дополнительного времени x);
- x (необходимое время для принятия и реализации определенных технических решений, связанных с подготовкой к проведению необходимого ремонта РВС (условие: резервуар эксплуатируется) [6].

Реально на практике обычновенный плановый ремонт РВС T_1 с учетом зависимости от множества вероятных факторов длится от трех месяцев до одного года [6].

Для оценки возможного ущерба от аварий следует применить метод [7], в соответствии с которым ущерб от аварий на опасных производственных объектах будет выражен в общем виде формулой [7]:

$$\Pi_A = \Pi_{ПП} + \Pi_{ЛA} + \Pi_{СЭ} + \Pi_K + \Pi_{Э} + \Pi_{ВТР},$$

где Π_A – полный ущерб от аварий, руб.; $\Pi_{ПП}$ – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.; $\Pi_{ЛA}$ – затраты на локализацию (ликвидацию) аварии, руб.; $\Pi_{СЭ}$ – социально-экономические потери (расходы на восстановление здоровья пострадавшего персонала), руб.; Π_K – косвенный ущерб, руб.; $\Pi_{Э}$ – экологический ущерб, руб.; $\Pi_{ВТР}$ – потери от выбытия трудовых ресурсов (от временной потери трудоспособности до летального исхода каждого человека из состава обслуживающего персонала).

Для представления алгоритма методики обоснования необходимо придерживаться следующей последовательности действий:

1. Уточнение и корректировка данных по составу проектируемого резервуарного парка с учетом объемов каждого V_{pi} резервуара, местоположения нефтебазы, интенсивности эксплуатации каждого РВС в режимах слива-налива.

2. Формирование блока исходных данных для использования прогнозируемой модели надежности и расчета интенсивности отказов (λ) для каждого РВС с определенным объемом вместимости V_{pi} .

3. Определение общего количества (m_{oi}) основных РВС в резервуарном парке склада горючего для вместимости V_{pi} каждого резервуара.

4. Определение количества резервных резервуаров (m_{pi}) с учетом значений интенсивности отказов (λ) резервуара вместимости V_{pi} .

5. Расчет всех необходимых затрат Z_i на строительство ($m_{oi}+m_{pi}$) РВС, приобретение и монтаж систем обнаружения утечек и систем пожаротушения согласно рассчитанному варианту. Определяющую роль все так же играет вместимость V_{pi} резервуара.

6. Выбор наиболее вероятной и аварийно-опасной ситуации с учетом количества нефтепродуктов, находящихся на хранении.

7. Расчет потерь нефтепродуктов и общий ущерб, полученный в результате аварии (для этого нужны данные по общему количеству $m_{oi}+m_{pi}$ РВС на складе и их вместимость по объему V_{pi}).

8. С учетом переборки параметрического ряда значений резервуара V_{pi} , найти вариант, в котором затраты Z_1 на строительство и монтаж ($m_{oi}+m_{pi}$) резервуаров, систем обнаружения утечек горючего и систем пожаротушения Z_2 , а также возможный ущерб в результате аварии, должны быть в сумме минимальны для всего перебора параметрического ряда вместимостей РВС.

9. Проведение оценки риска для прогноза за счет стоимостных изменений и влияния прочностных параметров элементов конструкции РВС [4, 5].

При прогнозе оптимально-допустимого значения вместимости резервуара по объему, для выявления значения риска необходимо произвести сложение показателей, состоящих из риска прогноза стоимостных значений и показателей надежности, являющихся вероятностными величинами.

Согласно условиям задачи оптимизации, примем удельные затраты на строительство резервуаров W_{41} , а на их эксплуатацию – W_{42} , которые в силу ряда объективных и субъективных причин являются случайными величинами. Погрешности в расчете оценки W_{41} и W_{42} будем рассматривать по принципу оценки вероятности того, что в определенном прогнозируемом году значения W_{41} и W_{42} будут находиться в диапазоне допустимых значений отклонений от расчетных. Если в качестве расчетного принять среднестатистическое значение W_i , $i=1, 2$, при $\tau \in [-1, 0]$, то есть «настоящее», то вероятность сохранения его значения при $\tau \in [0, 1]$, то есть в «прогнозируемом» году, должна быть равной произведению вероятностей двух событий:

1) Нахождение значения w_i , $i=1, 2$, в «настоящем» году в заданном интервале, центром которого было указанное среднестатистическое значение.

2) Сохранение в «прогнозируемом» году «настоящего» комплекса условий, оказывающих влияние на вероятность развития первого события.

Пусть вероятность возникновения первого из этих двух событий – P_{2i} , тогда второго – P_{1i} . Вероятность нахождения значений w_1 или w_2 будет находиться в диапазоне заданных отклонений от расчетных при $\tau \in [0, 1]$ и равна произведению $P_i = P_{1i} P_{2i}$, $i=1, 2$. Следовательно, вероятность единовременного нахождения в заданных пределах значений w_1 и w_2 будет равна произведению $P_1 P_2$. При известности минимального w_{imin} и максимального w_{imax} значения w_i для настоящего года отклонение примем равным $0,4(w_{imax} - w_{imin})$, $i=1, 2$. Саму вероятность P_{2i} находим по следующей формуле:

$$P_{2i} = 1 - \frac{d_2}{n_2}, \quad d_2 \leq n_2,$$

где d_2 – числовое значение отклонений w_i за заданные пределы при $\tau \in [-1, 0]$, то есть в «настоящем» году (при сравнении расчетов значений w_i); n_2 – число всех отклонений значений w_i при $\tau \in [-1, 0]$, то есть в «настоящем» году, $i=1, 2$.

Допустим то, что вероятность сохранения всех параметров условий «настоящего» года в «прогнозируемом» году равна вероятности сохранения всего «прошлогоднего» перечня условий в «настоящем» году. Тогда формула будет иметь следующий вид:

$$P_{1i} = 1 - \left(1 - \frac{C_{d_{12}}^{d_1} C_{n_{12}-d_{12}}^{n_1-d_1}}{C_{n_{12}}^{n_1}} \right)^2, \quad d_{12} = d_1 + d_2, \quad n_{12} = n_1 + n_2, \quad d_1 \leq n_1, \quad (1)$$

где d_1 – число отклонений значений w_i за заданные пределы при $\tau \in [-2, -1]$, то есть в «позапрошлом» году (при сравнении расчетов и реализации значений w_i); n_1 – число расчетов значений w_i при $\tau \in [-2, -1]$, то есть в «позапрошлом» году, $i=1, 2$.

Числа сочетаний в выражении (1) находим по известным из комбинаторики формулам:

$$C_{d_{12}}^{d_1} = \frac{d_{12}!}{(d_{12} - d_1)! d_1!}, \quad C_{n_{12}-d_{12}}^{n_1-d_1} = \frac{(n_{12} - d_{12})!}{[n_{12} - d_{12} - (n_1 - d_1)]! (n_1 - d_1)!},$$

$$C_{d_{12}}^{d_1} = \frac{n_{12}!}{(n_{12} - d_1)! d_1!}.$$

Выходит, что согласно сделанным выше расчетам все прогнозируемые значения W_{r1} и W_{r2} будут находиться в пределах $W_{r1min} < W_{r1} < W_{r1max}$ и $W_{r2min} < W_{r2} < W_{r2max}$ с вероятностью $P_1 P_2$ [4].

При оценке рисков по прогнозу надежности, как правило, используют подходы, выработанные в системе испытаний технических систем, что дает возможность использовать их при самостоятельной оценке рисков при прогнозировании надежности РВС.

Система испытаний имеет одну особенность, которая заключается в максимальной степени воспроизведения в реальных условиях, при которых данная система будет полноценно работоспособной. Это дает понять, что при получении данных, условия будут происходить с определенной вероятностью. Пусть вектор $\zeta_2 = (\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_k)$ значения некоторых характеристик ζ_1 описывает всю совокупность натуральных условий, а вектор $\zeta_1 = (\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_l)$ описывает условия, в которых была получена предварительная информация. Обозначим через H_{12} гипотезу, состоящую в том, что условия ζ_1 и условия ζ_2 абсолютно схожи. В условиях ζ_1 проведено n_1 количество испытаний системы, d_1 из которых закончились определенными отказами. Данные условия ζ_1 с определенной вероятностью R_{12} воспроизводят действительные натуральные условия ζ_2 , в которых производится последующее количество n_2 испытаний. В числе d_2 из проведенных испытаний были зафиксированы случаи возникновения различных отказов.

Упрощая решение, приближенно будем считать, что событие H_{12} эквивалентно следующему: выборки (n_1, d_1) и (n_2, d_2) получены в схожих условиях и поэтому образуют одну комбинацию $(n_{12} = n_1 + n_2), (d_{12} = d_1 + d_2)$, или $H_{12} = A_1 \cup A_2$, в котором A_1 – событие, состоящее в извлечении (n_1, d_1) из (n_{12}, d_{12}) ; а A_2 – событие, образующееся в результате извлечении (n_2, d_2) из (n_{12}, d_{12}) . Тогда получим, что:

$$R_{12} = 1 - p^2_{12},$$

$$p^2_{12} = 1 - \frac{\binom{d_{12}}{d_1} \binom{n_{12} - d_{12}}{n_1 - d_1}}{\binom{n_{12}}{n_1}}.$$

Исходя из того, что все существующие стоимостные затраты на строительство и эксплуатацию РВС, а также показатели их технической надежности представляют собой случайные величины, полученные расчеты дают возможность производить оценку существующих рисков и прогнозировать их при имеющихся значениях по вместимости РВС. В заключении, следует отметить, что:

1. Оптимизация управлеченческих, технологических и технических решений при технологическом аудировании, проектирования и строительства системы складов и резервуарных парков возможна только с помощью методического аппарата, учитывающего состояния РВС с учетом прочностных свойств конструкционных материалов и условий эксплуатации, стоимостных значений, выражающихся в процессе строительства и реконструкции резервуарных парков, напрямую имеющих способность зависеть от количественного и качественного состава резервуарных парков (они как раз выступают в роли целевой функции оптимизации) и требований к резервуарным паркам в области промышленной безопасности (играют роль ограничителя в оптимизационной деятельности).

2. Все взятые допущения, находящиеся в области допустимых значений для инженерных расчетов, позволяют отразить вероятность возможной безотказной работы РВС в виде произведения вероятностей безотказной работы относительно внезапных и постепенных. Для прогнозирования вероятности безотказной работы резервуара применительно к ситуациям на внезапные отказы была применена модель «обобщенная нагрузка – несущая способность»:

$$P_B(t) = 1 - \frac{1}{4} [\Phi(n) - \Phi(\frac{R_{\min} - S}{\sigma_S})] [\Phi(m) - \Phi(\frac{R - S_{\max}}{\sigma_R(t)})],$$

а для относительно постепенных отказов – модель вида:

$$P_{\phi n}(t) = \sum_{i=1}^k P_u(t) P_k(t) P(t)_{ycm}.$$

Для успешного применения в практической деятельности моделей следует иметь необходимый базовый уровень надежности с установленным перечнем узлов и агрегатов, играющих роль в надежности резервуара и его живучести в различных условиях эксплуатации в целом, а также данные по предельно допустимым значениям этих деталей и их состояния в зависимости от условий эксплуатации [8]. Способность РВС к взаимодействию с производственными средами определяется таким же главным критерием, как его надежность в виде запаса прочности, способная играть свою роль в результате деструктивных процессов, протекающих в ходе его эксплуатации.

В таком случае необходимо придерживаться определенной последовательности действий, а именно:

- провести анализ всех условий и факторов, возникающих в результате эксплуатации элементов конструкции резервуара;
- провести синтез деталей и их отдельных узлов в единую компоновочную схему;
- провести оценку на безотказность и жизнеспособность компоновочной схемы с учетом всех конструкционных параметров;

- провести выявление закономерностей и установление зависимостей между интенсивностями, авариями и отказами и параметров по стоимости затрат, зависящих от вместимости резервуара (необходимо учитывать общий состав резервуарного парка);
- осуществить оценку риска и спрогнозировать оптимальное значение вместимости РВС и минимальных стоимостных затрат, приходящихся на него.

Литература

1. Швырков С.А., Семиков В.Л., Швырков А.Н. Анализ статистических данных разрушений резервуаров // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1996. Вып. 5. С. 39–50.
2. Сучков В.П. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов. М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1995.
3. Козлитин А.М., Попов А.И. Методы технико-экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы. Саратов: СГТУ, 2000. 216 с.
4. Климантов А.А., Вагин А.В. Оптимизация вместимости резервуарных складов нефтепродуктов с учетом требований промышленной безопасности // Проблемы управления рисками в техносфере. 2009. № 1 (9)–2 (10). С. 16–21.
5. Климантов А.А., Вагин А.В. Метод обоснования количества резервных резервуаров в составе резервуарных парков складов и баз нефтепродуктов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2008. № 2 (6). С. 6–11.
6. Котляревский В.А., Шаталов А.А., Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. М.: Экономика и информатика, 2000. 552 с.
7. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
8. Кондрашова О.Г., Назарова М.Н. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров // Нефтегазовое дело. 2004.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВВОДНОГО ИНСТРУКТАЖА ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ

Н.П. Воропаев, кандидат военных наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

С.В. Иванов.

**Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение
дополнительного профессионального образования «Учебно-методический
центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»**

Рассмотрены организационные основы проведения вводного инструктажа по гражданской обороне. Отмечена важность разработки программы проведения вводного инструктажа по гражданской обороне с учетом специфики деятельности и территориального расположения организации. Для формирования единого подхода к проведению вводного инструктажа по гражданской обороне предложен перечень учебных вопросов и время на их рассмотрение.

Ключевые слова: вводный инструктаж по гражданской обороне, гражданская оборона, перечень учебных вопросов вводного инструктажа по гражданской обороне, подготовка населения в области гражданской обороны, программа проведения вводного инструктажа по гражданской обороне

ORGANIZATIONAL BASIS OF THE INTRODUCTORY TRAINING ON CIVIL DEFENSE

N.P. Voropaev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

S.V. Ivanov. Saint-Petersburg state institution of additional professional education

«Training center for civil defense and emergency situations»

This article considers the organizational basis of the induction briefings on civil defense. It is important to develop programs of carrying out induction training for civil defense with the specific activities and territorial location of organization. For the formation of a unified approach to the carrying out of introduction instructing civil defense proposed a list of training issues and the time for their consideration.

Keywords: induction training for civil defense, civil defense, list of training issues induction training for civil defense training of the population in the field of civil defense, program of introductory training on civil defense

За последние годы произошли существенные изменения в военно-политической и социально-экономической обстановке в мире. В современных условиях проблема защиты населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, является весьма актуальной. Указом Президента Российской Федерации от 20 декабря 2016 г. № 696 утверждены «Основы государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года», где определены основные факторы, влияющие на состояние гражданской обороны.

В целях повышения уровня защищенности населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях, проводится обучение населения в области гражданской обороны в рамках единой системы подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1], являющейся одной из задач гражданской обороны [2].

Вопросы подготовки населения в области гражданской обороны регулирует соответствующее положение, которое утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2000 г. № 841 (Положение). 2 мая 2017 г. вступило в силу Постановление Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 470, которым были внесены изменения в указанное Положение. В целом данный нормативный правовой акт направлен на повышение качественного уровня подготовки населения в области гражданской обороны. Кроме того, уточнены основные задачи подготовки, перечень лиц, подлежащих подготовке, а также порядок ее осуществления. В соответствии с этим документом дополнительные задачи появились не только у организаций, но и у органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, а также у МЧС России.

Одним из основных нововведений является обязанность организаций всех видов и форм собственности организовывать и проводить вводный инструктаж по гражданской обороне с вновь принятыми работниками. При этом в отношении новых работников установлен срок, когда это необходимо сделать – в течение первого месяца их работы и никак не позже [3]. Таким образом, помимо основной деятельности у организаций возникает необходимость выполнения ряда дополнительных обязанностей в области гражданской обороны. К ним относятся:

– разработать программу проведения с работниками организации вводного инструктажа по гражданской обороне;

– планировать и проводить учения и тренировки по гражданской обороне.

Отметим, что ранее как таковой вводный инструктаж по гражданской обороне в организации не был обязательен, а значит и не разрабатывались локальные нормативные акты по его проведению.

Разъяснение по порядку организации и проведения вводного инструктажа по гражданской обороне дано в Письме МЧС России от 14 июля 2017 г. № 8-24-583 «Об организации и проведении вводного инструктажа по гражданской обороне с вновь принятыми работниками организаций в течение первого месяца их работы». При этом какие-либо рекомендации, инструкции и иные методические материалы для организации работы по разработке программ и проведению вводного инструктажа в настоящее время МЧС России не разработаны.

В соответствии с внесенными изменениями разработка программы проведения с работниками вводного инструктажа по гражданской обороне возлагается на организации. И это очевидно, так как организации имеют свою специфику производственной или иной деятельности, имеют разную численность работников и т.д. Ряд организаций относятся к разным категориям по гражданской обороне и классам опасности опасных производственных объектов, что определяет создание нештатных формирований по обеспечению выполнения мероприятий гражданской обороны, нештатных аварийно-спасательных формирований и другие вопросы. К примеру, задачи критически важного объекта в области гражданской обороны будут существенно отличаться от задач, стоящих перед небольшой организацией, не отнесенной к категории по гражданской обороне и (или) прекращающей свою работу в военное время. Именно поэтому обязанность по разработке программы проведения вводного инструктажа и возложена на организации, которые должны учитывать специфику своей деятельности и территориальное расположение [4].

В Постановлении Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2000 г. № 841 (в ред. от 19 апреля 2017 г.) «Об утверждении Положения о подготовке населения в области гражданской обороны» четко не определено, кто проводит вводный инструктаж по гражданской обороне. Однако в соответствие с Письмом МЧС России от 14 июля 2017 г. № 8-24-583 ответственным за проведение вводного инструктажа с работниками организаций в области гражданской обороны является руководитель или работник структурного подразделения организации, уполномоченный на решение задач в области гражданской обороны, а также может быть руководитель занятий по гражданской обороне, назначенные приказом (распоряжением) руководителя организации [4]. В связи с этим для организации и проведения вводного инструктажа по гражданской обороне с вновь принятыми работниками в организации необходимо издавать локальный нормативный акт, которым утверждается лицо, ответственное за проведение инструктажа, место и время его проведения, программа вводного инструктажа и форма журнала регистрации инструктажа. Указанные документы будут предъявляться, в том числе, и при проведении проверок выполнения мероприятий в области гражданской обороны контролирующими органами.

Сегодня, при отсутствии официально утвержденных методических материалов возникают разногласия по вопросам организации и проведения вводного инструктажа по гражданской обороне. В частности, целесообразно ли проводить его по аналогии с вводными инструктажами по охране труда и пожарной безопасности – в первый день после приема или даже до приема на работу (в процессе оформления документов). Наверное, такой подход может применяться, но это значит, что проведение вводного инструктажа по гражданской обороне будет формальным, поскольку времени на него будет отводиться по минимуму. Также он будет смешан в общей массе мероприятий, проводимых при устройстве на работу. Таким образом, цель проведения инструктажа будет не достигнута, а качество соответствовать самому низкому уровню. Для повышения качества и достижения цели его проведения в Постановлении Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2000 г. № 841 (в ред. от 19 апр. 2017 г.) определены сроки проведения вводного инструктажа по гражданской обороне с вновь принятыми работниками – в течение первого месяца их работы. Это позволяет учесть тот факт, что в течение первого месяца работник может

не продолжить по каким-либо причинам свою трудовую деятельность в данной организации, а значит и не будет привлекаться в дальнейшем к выполнению мероприятий по гражданской обороне. Особенно это важно, когда организация является режимным объектом. Кроме того, этот срок позволяет проводить вводный инструктаж по гражданской обороне с группой вновь принятых работников, что может сэкономить время и облегчить выполнение этой задачи.

Вводный инструктаж по гражданской обороне проводится по программе, разрабатываемой назначенным работником на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, субъекта Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации, в которой определены учебные вопросы и его продолжительность. Утверждается программа проведения вводного инструктажа по гражданской обороне в установленном порядке руководителем организации.

В соответствии с Приказом МЧС России от 23 мая 2017 г. № 230 одной из основных задач структурных подразделений (работников), уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны организаций, является организация планирования и проведения мероприятий по гражданской обороне, а, соответственно, и программа проведения вводного инструктажа по гражданской обороне с вновь принятыми работниками должна разрабатываться именно ими [5].

Но и здесь, как показывает практика, единство взглядов по содержанию программы проведения вводного инструктажа по гражданской обороне в настоящее время отсутствует.

Во-первых, логично ли обращаться к программе курсового обучения, разработанной в организации на основе Примерной программы курсового обучения работающего населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, чтобы использовать ее для разработки программы проведения вводного инструктажа [6].

Во-вторых, не установлены ограничения по продолжительности проведения вводного инструктажа. Поэтому важно, чтобы инструктаж не представлял собой многочасовое учебное занятие.

В-третьих, отсутствует единый подход к определению перечня учебных вопросов программы проведения вводного инструктажа по гражданской обороне, которые в том числе должны отражать специфику деятельности и территориального расположения организации.

В содержание программы должны включаться наиболее важные и актуальные вопросы в области гражданской обороны. При формировании их необходимо исходить из того, чтобы вновь принимаемый работник был готов к осуществлению минимума необходимых действий при выполнении мероприятий гражданской обороны.

Вводный инструктаж должен носить практическую направленность и содержать конкретные данные и сведения, необходимые работнику по подготовке к защите и по защите от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Например, к ним относятся основные мероприятия защиты: использование средств индивидуальной защиты, укрытие в защитных сооружениях гражданской обороны и эвакуация из зон возможных опасностей.

В дальнейшем вновь принятый работник включается в единую систему подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, реализуемой в организации в форме ежегодного курсового обучения работающего населения.

Примерный перечень учебных вопросов вводного инструктажа по гражданской обороне и время на их рассмотрение представлены в таблице.

Вводный инструктаж необходимо проводить в специально оборудованном помещении с использованием современных технических средств обучения и наглядных пособий (плакатов, натурных экспонатов, макетов, моделей, видеофильмов и т.п.). В организациях, имеющих уголки (классы) гражданской обороны, следует рассмотреть вариант проведения вводного инструктажа в этих помещениях.

**Таблица. Примерный перечень учебных вопросов
вводного инструктажа по гражданской обороне**

№ п/п	Наименование учебного вопроса	Время, мин
1.	Структура и задачи системы гражданской обороны в организации	5
2.	Опасности, возникающие при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера	10
3.	Способы защиты от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера	10
4.	Действия работников организации при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера	5
5.	Порядок действий по сигналам оповещения	5
6.	Проверка знаний у инструктируемого работника	10
Итого:		45

Результаты проведения вводного инструктажа заносятся в журнал регистрации вводного инструктажа по гражданской обороне с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего в день проведения инструктажа. Рекомендуется предусмотреть отражение даты проведения вводного инструктажа по гражданской обороне в документах кадрового учета организации.

Таким образом, в настоящее время прохождение вводного инструктажа является начальным этапом подготовки работников организаций в области гражданской обороны. Единая типовая программа проведения данного инструктажа с вновь принятыми работниками организаций всех видов и форм собственности законодательством не предусмотрена. Разрабатывать программу проведения вводного инструктажа организация должна самостоятельно. При этом разработка указанной программы должна находиться во взаимосвязи с системой непрерывного получения знаний, умений и навыков в области гражданской обороны. В связи с этим необходимо установить единые подходы к организации и проведению вводного инструктажа по гражданской обороне с вновь принятыми работниками организаций, а, соответственно, и к разработке программы проведения данного инструктажа.

В целом можно отметить, что проведение вводного инструктажа будет способствовать повышению качества подготовки населения в области гражданской обороны. В частности, это позволит преодолеть формальное отношение организаций всех видов и форм собственности к вопросам гражданской обороны, усилит работу в этом направлении и, конечно, повысит чувство ответственности за выполнение мероприятий в области гражданской обороны. Ведь за неисполнение данных требований законодательства в области гражданской обороны предусмотрено привлечение к административной ответственности в соответствии с ст. 20.7 Кодекса об административных правонарушения Российской Федерации.

Литература

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 20 дек. 2016 г. № 696. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

2. О гражданской обороне: Федер. закон от 12 февр. 1998 г. № 28-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

3. Об утверждении Положения о подготовке населения в области гражданской обороны: Постановление Правительства Рос. Федерации от 2 нояб. 2000 г. № 841. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

4. Об организации и проведении вводного инструктажа по гражданской обороне с вновь принятыми работниками организаций в течение первого месяца их работы: Письмо МЧС России от 14 июля 2017 г. № 8-24-583. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

5. Об утверждении Положения об уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны структурных подразделениях (работниках) организаций: Приказ МЧС России от 23 мая 2017 г. № 230. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

6. Примерная программа курсового обучения работающего населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций (утв. МЧС России 22 февр. 2017 г. № 2-4-71-8-14). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

АНАЛИЗ РАЗРАБОТОК СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЖАРНЫХ МАШИН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА (ЧАСТЬ 1)

**В.Д. Захматов, доктор технических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**А.В. Клейменов, доктор технических наук.
Дирекция нефтепереработки ПАО «Газпром нефть»**

В экстремальных условиях тушения пожаров на взрывоопасных объектах нефтегазового комплекса традиционные пожарные машины малоэффективны и практически непригодны из-за малой дальности, масштаба подачи и больших расходов огнетушащих составов, низкой степени защиты экипажа при вспышках, взрывах и длительной работе в зонах опасного излучения пламени. Приведен анализ разработок специальных, колесных и бронированных пожарных машин – ГПМ-54 для защиты объектов нефтегазового комплекса. Рассмотрены традиционные, водопенные, насосные пожарные машины продолжительной, струйной подачи на гусеничных шасси, многоствольные модули импульсного распыления на лафетах, прицепах и тяжело бронированных гусеничных шасси «Импульс-3М».

Ключевые слова: автоцистерны, насосные машины, многоствольный модуль универсального, залпового распыления, бронированные гусеничные и колесные шасси, комбинированное тушение, гибко управляемая, дистанционная подача огнетушащих составов

ANALYSE OF DEVELOPMENT OF SPECIAL FIRE-MACHINES FOR FIRE-PROTECTION THE OBJECTS OF OILGAS INDUSTRY (PART 1)

V.D. Zakhmatov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
A.V. Kleymenov. Directorate of oil refining PSC «Gazprom Neft»

The traditional jet-supply pneumatic and hydraulic fire-machines are poor effective for active fire-fighting at area of extremal condition when accident at Oil-Gas Industry. There is analyze of armored, special, fire-machines for oil-gas industry. The machines are at military caterpillar and wheel chassis – suitable for work at hard-to-reached areas at oil-gas fire-explosive able objects, when accident, catastrophes, diversions, wars. There base the improvement way and most perspective of universal-pulse-pulverize, multi-barrels module, mounted at wheel chassis of artillery, gun-carriage, non dis-armored tank T-62 chassis – «Impulse-3M».

Keywords: tankers, pumping machine, multi-barrels module for universal, volley shot-pulverize, armored caterpillar and wheel chassis, combined quenching flexible, remote control fire-fighting and protection

Ведущие производители пожарной техники в мире всегда выделяли особый класс тяжелых пожарных машин (ПМ) для защиты наиболее пожаровзрывоопасных объектов, связанных с применением, хранением, транспортировкой больших масс нефти, нефтепродуктов и газа: резервуарные парки и газгольдеры, нефтеперерабатывающие заводы, насосные станции на газонефтепроводах, танкеры, сухопутные и морские нефтегазопромыслы, портовые нефтяные терминалы, взлетно-посадочные полосы аэропортов и пр. [1–3]. В настоящее время очевидно, что наиболее перспективной разработкой в области специальной техники для защиты нефтегазовых объектов и активной ликвидации на них последствий различных аварий и катастроф является техника импульсного тушения и многоплановой защиты путем гибко управляемого по мощности, масштабу, направленности распыления высстрелами и залпами из многоствольных систем. При залповом распылении создаются мощные, масштабные, газодисперсные вихри и шквалы, сравнимые с природными явлениями [4]. Эта первая пожарная техника универсального распыления жидких, вязких, пастообразных, порошковых огнетушащих составов (ОС), способная эффективно, последовательными залпами реализовать ряд задач: активно, наступательно тушить пожары, предотвращать и ослаблять взрывные волны объемных взрывов, локализовать и ликвидировать разливы нефти, осаждать и нейтрализовать токсичные облака, локализовать радиоактивные выбросы и даже осуществлять впервые гарантированно не смертельный контроль массовых беспорядков [5]. Причем новая техника обеспечивает эффективное тушение с малыми, удельными расходами ОС за счет масштабного, практически одновременного (в течение секунд) накрытия горящей поверхности. Также из стволов можно эффективно распылять природные материалы – песок, пыль, грунт, грязь, что впервые дает возможность автономного тушения, бесспорное преимущество при тушении и обеспечении эвакуации в зонах катастроф, где не работает водопровод и нет природных источников воды [6, 7].

Наиболее перспективны для работы на объектах нефтегазового комплекса мощные, дальнего, масштабного и гибко управляемого распыления многоствольные модули (ММ), универсального распыления высстрелами и залпами различных ОС и инертных, природных материалов (ИПМ). ММ может быть смонтирован на бронированном, гусеничном шасси (ММ-БГШ) или традиционном для пожарной охраны шасси колесной ПМ (ММ-КПМ). Оптимальным вариантом для промышленно-развитой страны является создание пожарно-спасательного автомобиля универсального тушения и многоплановой защиты на шасси отечественного производства [8].

Для тушения пожаров на взрывоопасных объектах военных складов боеприпасов и горюче-смазочных материалов (ГСМ) в конце 1940-х гг. на танкоремонтных заводах использовали отремонтированные, разбронированные шасси БТ-7 и Т-34 для монтажа цистерны 3–5 куб. м, насосы, стволы от традиционных ПМ. Этот проект был инициативным и осуществлен в Сибири, где арсеналы и склады с боеприпасами и ГСМ часто сгорали от пожаров окружающего леса. Данная ПМ применялась для остановки фронта лесного пожара на периметре резервуарных парков: струей воды сбивалось пламя, а предотвращение повторных воспламенений достигалось тем, что частично охлажденный горючий материал гусеницами перемешивался с землей. Экипаж машины составлял два человека – водитель и оператор лафетного ствола, находящиеся в шасси под защитой легкой 10–15 мм брони, заменившей противоснарядную для увеличения объема возимой воды, при этом оператор дистанционно управлял лафетным стволом [3]. Опыт работы подсказал необходимость оснащения корпуса машины теплозащитными экранами, снижающими вероятность возгорания шасси в опасной зоне по тепловому излучению от пламени.

В начале 70-х гг. по заданию Главного ракетно-артиллерийского управления (ГРАУ) Министерства обороны СССР была разработана гусеничная ПМ «ГПМ-54» (рис. 1а) на шасси Т-54(55) с цистернами емкостью 10 т воды, 0,5 т пенообразователя, лафетным стволом интенсивностью подачи 40 л/сек. По площади тушения ГПМ-54 в полтора–два раза уступала советским тяжелым, основным, пожарным, колесным машинам АА-60, АА-70, специально созданным для защиты нефтегазовых объектов и аэродромов, но превосходила до 1,5 раз наиболее распространенную АЦ-40 и все колесные шасси по проходимости и степени

защиты экипажа. Однако малая дальность тушения до 15–20 м и большие удельные расходы воды сильно ограничивали возможности автономного, эффективного тушения до нескольких десятков кв. м горящей площади без повторных возгораний. Большая масса монтируемого водяного, пожарного насоса + трубопроводы + 11-тонная цистерна (10 т воды) + 0,7-тонный бак с 0,5 т пенообразователя – всего около 15 т при том, что снимаемая артиллерийская, бронированная башня весила 7,5 т и около 1,5 т боеприпасов к пушке, пулеметы, запас патронов. Поэтому, чтобы ГПМ-54 сохранила необходимую скорость и маневренность, ее пришлось разбронировать, что значительно увеличило себестоимость машины. Противоснарядную броню, необходимую для защиты экипажа от прямых попаданий крупных осколков, ракет, снарядов, нередко разлетающихся по хаотичным траекториям из горящих штабелей боеприпасов, заменили двадцатимиллиметровыми листами стали, способными успешно защитить только от небольших осколков и фрагментов технологических установок, насосов, трубопроводов и конструкций зданий, разлетающихся при взрывах.

В ГПМ-54 наиболее крупным недостатком является то, что для подачи воды на пожар был задействован двигатель шасси и выключена трансмиссия – нельзя было маневрировать, в частности, быстро выехать из характерных для пожаров на нефтегазовых объектах опасных зон по тепловому излучению от пламени пожара и особенно вспышкам, взрывам, выбросу нефтепродуктов из горящего резервуара. ГПМ-54 и их экипажи часто поражались крупными осколками, разлетающимися при взрывах, фрагментами конструкций или загорались с выводом шасси из строя, тяжелыми ожогами или гибелью членов экипажей [5] при тушении интенсивных пожаров с малой дистанции 10–20 м. Героизм экипажа не имел соответствующей технической поддержки, и ГПМ-54 просто не могли подъехать к горящему резервуару, разливу нефтепродуктов на дистанцию эффективного тушения. Относительные преимущества ГПМ-54 по степени защиты экипажа нивелировались необходимостью длительной работы в опасных зонах в непосредственной близости к очагу пожара. Поэтому часто «ГПМ-54» выходили с позиций тушения, не решив поставленные задачи [9]. Более совершенна, частично устраняет недостатки ГПМ-54 – чешская «SPOT-55» (рис. 1б), содержит спаренные лафетные стволы интенсивностью подачи 2x40 л/с или 2x70 л/с с дальностью тушения до 50 м, телекамеру для дистанционного управления стволами из бронированного шасси, цистерну с 12 т воды, 1 т пенообразователя.



Рис. 1. а) гусеничная ПМ – легкобронированная, водопенная машина «ГПМ-54»;
б) чешская версия ГПМ – «SPOT-55»

Поэтому машины ГПМ-54 не получили распространения в объектовых пожарных частях по защите нефтегазовых объектов. Важный недостаток – двигатель шасси танка требует довольно длительного периода подготовки к работе – ГПМ-54 может приехать только на хорошо разгоревшийся, с высокой вероятностью взрыва пожар на нефтегазовом объекте. Очевиден вывод – защита экипажа и тактико-технические характеристики машины не соответствуют задачам тушения и локализации пожара на нефтегазовых объектах. Поэтому до настоящего времени наиболее эффективными ПМ для защиты объектов нефтегазового

комплекса считаются порошковые пожарные автомобили АПП-5 с 5 т огнетушащего порошка, баллонами накопителями давления и компрессором (рис. 2а), АПП-5 – более маневренные на асфальте, быстрее выезжающие по тревоге, с повышенной дальностью тушения – до 30 м и способные работать на нефтегазовых объектах при морозах.



Рис. 2. а) пневматическая порошковая машина АПП-5;
б) ПП-200 одноствольный пневмоимпульсный модуль на салазках

Для создания новой машины с принципиально новой установкой подачи ОС понадобились значительные, продолжавшиеся с 1982 по 1989 гг., исследования многоствольных, распылительных модулей (МРМ) на полозьях (рис. 3) и двухосных лафетах (рис. 4). Предшественник МРМ с пороховыми, распылительными зарядами – одноствольный модуль пневмоимпульсного распыления ПП-200 (рис. 2б) на полозьях, содержащий трубу-ствол калибра 300 мм, загружавшийся 200 кг огнетушащего порошка (ОП), тяжелый 80 л баллон сжатого воздуха давлением до 250 атм и пусковое устройство. Несмотря на большую распыляемую массу и высокое давление сжатого воздуха, дальность распыления была невысока – всего до 15 м. Операция засыпки в канал ствола модуля 200 кг ОП – трудоемка, вредна. Большой вес модуля более 500 кг и отсутствие колес обуславливал его малую маневренность – возможно было выводить модуль на позицию тушения только с помощью буксировочной машины или трактора, тащивших модуль на тросах к очагу пожара. Несмотря на эти недостатки, модуль до настоящего времени пользуется популярностью в пожарных частях, тушащих газовые фонтаны. Это объясняется отсутствием более совершенных, выше упомянутых модулей в массовом производстве.

Первый четырехствольный модуль был создан В.Д. Захматовым, изготовлен и испытан с помощью сотрудника кафедры профессора И.М. Абдурагимова (Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР) совместно с ПП-200 на полигоне Газпрома под Москвой в 1981 г. Второй восьмиствольный модуль (рис. 3а) изготовлен за два дня с помощью военнослужащих полка гражданской обороны (ГО) в г. Киеве (подразделение химической разведки капитана Александра Логачева, проведшего в утре 26 мая первую радиационную разведку вокруг аварийного четвертого реактора на Чернобыльской АЭС и ставшего реальным героям Чернобыля) в рамках подготовки к Всесоюзным сборам руководства ГО СССР в сентябре 1982 г. На полигоне полка ГО в сосновом лесу Конча-Заспа под г. Киевом модуль прошел многократные испытания и успешно показан на соревнованиях как перспективная, армейская установка для комплексной ликвидации последствий аварий и катастроф. Успешно демонстрировалось создание огнетушащего газопорошкового вихря (рис. 3б), эффективно тушащего: разливы нефтепродуктов, струй газа из разгерметизированных аварийных резервуаров, трубопроводов, осаждение взрывоопасных и токсичных облаков.



а)

б)

Рис. 3. а) простейший многоствольный модуль на полозьях, распыляющий выстрелами и залпами;

б) залп из восьми стволов, распыляющий 160 кг порошка на дальность до 60 м

Значительные, приоритетные исследования в области механики и динамики импульсных многофазных потоков, а также внутренней и внешней баллистики взрывных многоствольных систем позволили установить ряд новых закономерностей процессов образования, распространения и огнетушащего воздействия импульсных газодисперсных струй и многоструйных потоков. На основе анализа этих новых закономерностей разработаны новые, уникальные методы гибкого и оперативного управления скоростью, кинетической энергией, дальностью, масштабами, кратностью и видом воздействия огнетушащих потоков.

Отработаны методы многоцелевого защитного воздействия путем управляемого, комбинированного распыления различных огнетушащих защитных составов из ММ. Так, например, обеспечивается постановка светотеплозащитных завес заданных размеров, конфигураций и сред, предотвращающих воспламенения и взрывы газовых, паровых, пылевых сред. Отработаны методы создания мощных, направленных потоков, способных разрушить и локализовать выбросы активных веществ, а также локализовать активные пыли, аэрозоли на разных сложных поверхностях. Пневмоимпульсные одноствольные модули (рис. 2б) или девятиствольные модули 120 мм калибра с пирогазогенераторами не обеспечивают быстрого и эффективного процесса пожаротушения. В июле 1985 г. в г. Йошкар-Ола, в июне 1987 г. в г. Балаклея прошли полигонные испытания девятиствольных модулей. Стволы модулей изготавливались из 120 мм минометных труб, с маломощными вышибными зарядами в патронах. Эти установки обеспечивали выброс огнетушащего порошка (ОП) лишь до 15 м, создавая низкоскоростное, малоплотное газопорошковое облако, тушащее только небольшой, локальный разлив нефтепродуктов, не способное оказать заметного огнетушащего воздействия на горящую технологическую установку, компрессор, насос и пр.

В мае–июне 1988 г. на арсенале боеприпасов (г. Балаклея, Харьковская обл.) тушилось пять модельных штабелей тары – ящиков с боеприпасами размерами 12x6x3,5 м (12 м по фронту, 6 м в глубину и 3,5 м в высоту) с помощью традиционной пожарной техники: ГПМ-54, трех ПМ АПЦ-40, турбореактивной установки АГВТ, которые не сумели потушить три горящих штабеля после 8 мин свободного горения. Штабеля полностью сгорели за 20–25 мин, содержащиеся в них несколько гильз с пороховыми зарядами взорвались на 10–12 мин от начала пожара и были потушены только тогда, когда ящики обрушились и превратились в груду горящих обломков. Также неэффективно тушили четвертый штабель одноствольным пневмоимпульсным калибром 300 мм, содержащий 200 кг ОПС (рис. 2б), и девятиствольный, пирогазогенераторный модуль, калибром стволов 120 мм, содержащий по 15 кг ОПС в каждом стволе. Пятый штабель был успешно потушен двумя залпами по восемь стволов каждый. Первый залп распылил 120 кг порошка, создав мощный

газопорошковый вихрь с дистанции 25 м, накрывший весь штабель сразу и сбивший пламя. На рис. 4а показано воздействие по штабелю с дистанции 25 м газопорошкового вихря из 160 кг порошка, распыленного залпом из восьми стволов. Второй залп распылил 80 л воды и создал шквал, накрывший весь штабель и охладивший практически всю зоны горения (рис. 4б). После второго залпа штабель наблюдался в течении 15 мин и не зафиксировано признаков повторного воспламенения.

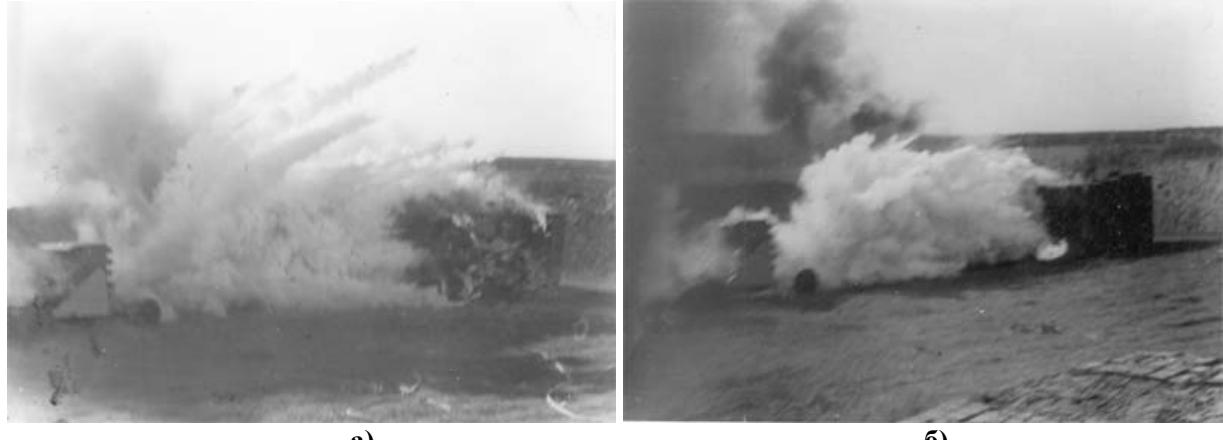


Рис. 4. а) газопорошковый вихрь накрывает штабель, сбивая пламя и дым;
б) газоводяной шквал с дистанции 25 м накрывает и охлаждает всю зону горения.
г. Балаклея, Харьковская обл., 1990 г.

В августе 1988 г. поджигали три фрагмента штабеля размерами 15x6,5x3,5м. Два успешно потушили две 200 мм многоствольные установки, смонтированные на шасси зенитных двухосных лафетов: 25-ствольная откатная тремя залпами за 15 с сделала три залпа по 8,8 и 9 стволов по штабелю, свободно горевшему 8 мин. Залпы были с дистанции 40 м – один порошком, второй водой, третий водой с пенообразователем; 30-ствольная безоткатная системы импульсного распыления с дистанции 25 м тремя залпами по восемь стволов и один – шесть стволов (120 кг порошка или 64 л воды). Другие два штабеля не смогли потушить полностью при помощи гидромонитора интенсивностью подачи воды 80 л/с, работающего от двух ПМ с насосами АПЦ-40, и газотурбинной установки АГВТ, распыляющей воду струей газотурбинного двигателя. В последнем случае наблюдался обратный эффект раздувания пожара спутным потоком воздуха – в результате штабель сгорел за 4 мин полностью и обрушился. Не наблюдалось признаков эффективного тушения.

На базе анализа результатов многочисленных, полигонных экспериментов (г. Екатеринбург, 1985 г., с участием Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МВД СССР (профессор, доктор технических наук В.В. Дьяков, кандидат технических наук Л.М. Мешман), Штаба горноспасательных частей МинЦветМета СССР (К.С. Подвысоцкий, М.Е. Азовский), г. Чапаевск, 1985–1990 гг., г. Балаклея, 1989–1991 гг.) с различными конструкциями лафетных ММ создана машина «Импульс-3М» на шасси Т-62 (рис. 5а) – впервые не разбронированном, сохранившем системы защиты экипажа от радиоактивной пыли и токсичных газов. Это очень важно для работы на нефтегазовых объектах с большой вероятностью выбросов нефтепродуктов из аварийных резервуаров, трубопроводов с образованием токсичных облаков. Была снята башня с артиллерийским орудием и на посадочном месте башни размещен 50-ствольный модуль импульсного распыления выстрелами и залпами из нескольких стволов. В канале каждого ствола размещены электрокапсиюли-воспламенители, заряжаемые с казенной части ствола в специальные удлиненные держатели. С дульной части ствола заряжались нестандартные, картонные, влагоустойчивые гильзы с распылительными, пороховыми зарядами и картонные одноразовые контейнеры, содержащие по 20–25 кг распыляемого ОП, в канал ствола могли непосредственно загружаться массы природного песка, фиксируемых с обеих сторон

толстыми многослойными пыжами, сочетающие слои картона, поролона и эластичные мембранны.

ГПМ «Импульс-3М» (рис. 5а) с башенной 50-ствольной установкой, по 20–25 кг ОС в канале каждого ствola. Разработка и производство Конструкторско-технологического центра и Донского ремонтно-механического завода по патенту В.Д. Захматова. Эксплуатируется с 1994 г. в пожарной части химического ПО «Азот», г. Черкассы. Всего на Украине работает шесть машин и в России – 12 «Импульс-3М», включая одну – в Крыму. «Импульс-3М» создана для тушения взрывоопасных нефтегазовых, химических объектов с относительно безопасных дистанций – до 100 м.



Рис. 5. а) ГБПМ «Импульс-3М» с башенной 50-ствольной установкой;
б) германская пневмоимпульсная ГБПМ на шасси танка «Леопард»

Шасси мало изменено: убраны боеукладки – увеличен свободный объем обитаемого отделения, что ускоряет эвакуацию экипажа; сохранены фильтры очистки воздуха от токсичных и радиоактивных пылей, аэрозолей, а также броня, защищающая от прямых попаданий крупных осколков, снарядов, обрушений. Замена башни с орудием – 9 т + 1,5 т – убраны укладки с боеприпасами, пулеметы, запас пулеметных лент на ММ – 6 т в заряженном состоянии – облегчило машину на 3–4 т, что повысило скорость и маневренность «Импульс-3М», позволило навесить теплоотражательные экраны, компактные, автономные, импульсные распылители для внешнего охлаждения брони шасси, внутренней пожаровзрывозащиты обитаемого и моторного отделений шасси. Стволы ММ впервые могут заряжаться различными ОС: ОП в картонных, одноразовых контейнерах, вода с пенообразователем в цилиндрическом эластичном пакете, помещенном в картонный контейнер, и ПИМ – вода, грунт, грязь, песок, пыль. Контейнеры разрушались в канале ствola взрывной волной. Это впервые позволило одной ПМ – автономно, комбинированно, эффективно тушить различные пожары и ликвидировать различные последствия аварий: токсичные, радиоактивные и взрывоопасные облака, разливы нефти на воде и суще, ставить светотеплозащитные завесы. Если запас контейнеров с ОС закончился, включая 100–150 контейнеров в сопровождающем грузовике, то есть реальная возможность тушить и ликвидировать последствия аварий далее, распыляя ПИМ с помощью компактных, распылительных патронов, которые до 500 шт. могут быть размещены в боеукладках обитаемого отделения, на месте, где в боевом танке имелся запас снарядов. Этого запаса хватит на 10 перезарядок всех 50 стволов ММ различными ПИМ: грунт, грязь, песок, вода, пыль, снег, лед и др.

«Импульс-3М» – первая ПМ, которая смогла обеспечить гибко регулируемое по масштабам, дальности и виду тушение, распыляя последовательно различные огнетушащие и защитные составы: жидкие, вязкие, клейкие, гели, порошки и экологически чистые ПИМ: грунт, грязь, пыль, песок, снег и др. Дополнительно по желанию заказчика шасси и установка оснащались светотеплозащитными экранами, имела теплоотражающую, светлую окраску, на внешней броне были закреплены компактные, автономные распылители выстрелом воды

и гелей, создающие при распылении пенообразный, теплопоглащающий слой на кузове (броне) машины [4]. Ближайший конкурент «Импульс-3М» – Германская ГБПМ на шасси танка «Леопард» (рис. 5б) содержит башенную двухствольную пневмоимпульсную, распылительную установку, из каждого ствола распыляется по 20 л очищенной воды, 10-тонную цистерну с водой, компрессор высокого давления. Значительно уступает Импульс-3М по универсальности распыления и дальности в три раза, масштабу тушения – до пяти раз.

ГБПМ – ММ «Импульс-3М» эксплуатируется с начала 1992 г.: семь машин в объектовых военизированных пожарных частях (ВПЧ) Украины – г. Чернобыль, г. Полтава, г. Черкассы, Черниговская обл., г. Гнединцы; 15 машин в России, включая четыре машины в Башкортостане, по одной – г. Симферополь, г. Сызрань, Балаково АЭС, г. Норильск – три машины и пять машин в Йемене. Однако, как показала практика эксплуатации ГБПМ «Импульс-3», противоснарядная броня необходима только при прямых попаданиях больших фрагментов от взрыва технологических установок, что бывает редко, гусеничное танковое шасси создает немалые трудности при эксплуатации в ВПЧ, малопригодно для частых или длительных маршей и требует регулярных ремонтов. Поэтому сбыт «Импульс-3» ограничен и целесообразно монтировать ММ на шасси стандартного автомобиля с наложенной системой ремонта и поставкой необходимых запчастей, что обеспечит широкий рынок сбыта новой ПМ.

Работа «Импульс-3» в России и Украине дала богатый материал в плане выявления достоинств и недостатков машины и их анализа. «Импульс-3М» эффективно применялась при тушении газовых скважин и нефтяных фонтанов в составе Полтавского специального отряда по ликвидации аварий на газонефтяных промыслах. Тактика применения машины отрабатывалась на ряде полигонов и при практической эксплуатации «Импульс-3». Залповое распыление впервые позволяет создавать многоструйные потоки, сливающиеся в один вихрь с широким фронтом, моделируя в широком диапазоне масштабов природные газопылевые и газопесчаные вихри, бури; газоводяные шквалы и снежные метели. Впервые достигнуто быстрое, гибкое регулирование параметров распыления от залпа к залпу за счет количества и взаимного расположения стволов, участвующих в одном залпе. Регулируются следующие параметры распыления: скорость, плотность – кинетическая энергия, ширина и высота фронта шквала или вихря. Именно эти параметры, в экспериментально определенных диапазонах значений, позволяют осуществлять эффективное тушение сразу на большой площади с минимальными удельными расходами ОС и ПИМ. Очень важно для тушения быстроразвивающихся пожаров на нефтегазовых объектах – малое время подготовки и осуществления серией залпов комбинированной подачи различных ОС с регулируемыми интервалами. Это позволяет эффективно обеспечить: тушение поджогов и масштабных пожаров от зажигательных боеприпасов и огнеметов; предотвращение и локализацию объемных взрывов пылепарокапельногазовых облаков, мгновенную постановку светотеплозащитных экранов и маскировочных завес; локализацию и дезактивацию токсичных выбросов, облаков, осадков; локализацию и осаждение облаков радиоактивной пыли и осажденной пыли на различных поверхностях; локализацию и утилизацию разливов нефти на воде и побережье.

Залповое распыление многократно снижает отдачу по сравнению с распылением такой же массы из одного ствола, например при распылении 200 кг ОП залпом из 10 стволов «Импульс-3М» по сравнению с распылением 200 кг порошка из одного ствола пневмоимпульсного, одноствольного модуля на салазках, внедренного еще в 80-е гг. в Газпроме и широко применяющегося до настоящего времени в ВПЧ по ликвидации горящих, газовых скважин (рис. 2б). Дальность распыления при залповом выбросе ОП в пять–шесть раз выше – до 100–120 м по сравнению с 20 м из одного ствола. По сравнению с пятитонной порошковой машиной ОП-5 (рис. 2а) залп из 10 стволов «Импульс-3М» тушит примерно такую же площадь до 1 000 м², следовательно, при залповой подаче коэффициент полезного использования ОП возрастает в 25 раз.

Гусеничное, тяжелобронированное танковое шасси создает немалые трудности при эксплуатации в пожарных частях, малопригодно для длительных маршей и требует частых,

регулярных ремонтов. Главный недостаток этого шасси состоит в большом времени 40–60 мин на запуск этого шасси в работу, что позволяет машине участвовать в тушении пожара только на его поздней стадии развития, когда пожар трудно контролировать и взрывы уже произошли – технологическое оборудование уничтожено и загорелись соседние резервуары и установки. Время свободного горения 40–60 мин других пожаровзрывобезопасных объектов приводит к их необратимым разрушениям, взрывам объекта и быстрому распространению горения на другие, соседние объекты. Это сильно ограничивает самостоятельное применение ГБПМ «Импульс-3М» в мирных условиях, низводя ее на уровень основной машины, прибывающей на пожар последней и работающей только на дотушивание и локализацию крупного пожара.

Литература

1. Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтушкин Н.М. Пожарная тактика. М.: Стройиздат, 1984. 590 с.
 2. Пожарная техника. Каталог-справочник. М.: ЦНИИТЭ. Строймаш, 1988. 250 с.
 3. Пожарная энциклопедия. М.: Изд-во «Мир», 2004. 578 с.
 4. Захматов В.Д., Шкарабура М.Г. Нова техніка гасіння пожеж на нафтогазових об'єктах // Нафтува і газова промисловість. 1996. № 1. С. 52–56.
 5. Захматов В.Д. Імпульсна техніка багатоцільового захисту під час пожеж і ліквідації наслідків аварії // Нафтува і газова промисловість. 1995. № 3. С. 52–56.
 6. Захматов В.Д. История и перспективы разработки пожарных машин на военных колесных и гусеничных шасси // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 11. С. 31–42.
 7. Захматов В.Д. Система комплексной ликвидации аварийных ситуаций на взрывобезопасных и химически опасных промышленных объектах // Пожаровзрывобезопасность. 2012. № 9. Т. 21. С. 43–59.
 8. Захматов В.Д., Лисиченко Г.В., Фесай А.П. О ликвидации аварий на потенциально опасных промышленных объектах в зоне военных действий // Техногенно-экологична безпека та цивільний захист. 2015. № 8. С. 162–167.
 9. Пожарные танки боятся огня // Газета по-Киевски. 2008. 29 авг. № 196 (1 294).
-
-
-

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.И. Рашоян, кандидат технических наук.
Тольяттинский государственный университет.
Т.А. Бруннер.
ООО «Центр оценки рисков», г. Тольятти

Проведен анализ частоты возникновения пожаров в зданиях различного функционального назначения. Изложен основной подход, используемый при определении частоты пожаров, исследованы альтернативные возможности ее оценки. Приводятся статистические исследования, которые показывают увеличение средней частоты пожаров при снижении этажности зданий. Снижение степени огнестойкости зданий прямо не влияет на увеличение значений частоты. Результаты работы показывают необходимость дальнейших исследований для уточнения частоты пожаров с учетом функционального назначения зданий в комплексе с их основными пожарно-техническими характеристиками.

Ключевые слова: пожар, частота возникновения пожара, пожарный риск, статистика пожаров, степень огнестойкости

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF FIRES IN BUILDINGS VARIOUS FUNCTIONAL PURPOSE

I.I. Rashoyan. Togliatti state university.
T.A. Brunner. Center class risks, Toliatti

The article describes basic approach used in determining the frequency of fires. In the article studied the effect of the technical characteristics of the building on value of the frequency of fires. In the article are given the statistical studies that show that the average frequency of fires increases with a decrease in the number of floors. Reduction degree of fire resistance of buildings not directly affects at increasing the values of frequency. The results show the need for further research to refine the values of the frequency of fires. To do so is necessary to in complex take into account the functional purpose of buildings and their technical characteristics.

Keywords: fire, frequency of fires, fire risks, fire statistics, degree of fire resistance

В настоящее время в нашей стране в исполнение требований законодательства [1] для оценки пожарного риска зданий различного функционального назначения применяется методика, утвержденная Приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (с изм.) [2].

В соответствии с указанной методикой расчет индивидуального пожарного риска в зданиях Q_{bi} для i сценария пожара (кроме зданий классов Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4) выполняется по формуле:

$$Q_{\text{бi}} = Q_{n,i} \cdot (1 - K_{an,i}) \cdot P_{np,i} \cdot (1 - P_{\text{эi}}) \cdot (1 - K_{n3,i}), \quad (1)$$

где $Q_{\text{пi}}$ – частота возникновения пожара в здании в течение года; $P_{\text{прi}}$ – вероятность присутствия людей в здании; $K_{an,i}$, $K_{n3,i}$ – коэффициенты, оценивающие соответствие противопожарной защиты объекта нормативным требованиям [2].

Для зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4 величина $Q_{\text{бi}}$ рассчитывается по зависимости:

$$Q_{\text{бi}} = Q_{n,i} \cdot [1 - (P_{\text{эi}} + (1 - P_{\text{эi}})P_{cn,i})], \quad (2)$$

где $P_{\text{эi}}$, $P_{cn,i}$ – соответственно вероятности эвакуации и спасения людей [2].

Как показывает анализ научной литературы [3–7], в настоящее время существует ряд теоретических и практических вопросов, которые указывают на необходимость внесения уточнений в вышеуказанную методику расчета. Это можно сделать путем выявления отдельных наиболее значимых критериев, воздействия на которые можно управлять непосредственно величиной пожарного риска. Таким образом, целью статьи является изучение основных подходов к определению частоты возникновения пожаров $Q_{\text{пi}}$ в зданиях различного функционального назначения для определения возможности дальнейшего использования полученных результатов при расчетах пожарного риска.

В соответствии с методикой рекомендуется определять частоту возникновения пожара по данным, примеры которых показаны в табл. 1. При этом стоит обратить внимание на то, что значение частоты, принимаемое для расчета пожарного риска по формулам (1, 2), связано не с пожарно-техническими особенностями сооружений (этажность, год постройки, применяемые строительные материалы и конструкции, степень огнестойкости и пр.), а с назначением объекта и предположительным возрастом и социальным составом находящихся там людей.

Таблица 1. Некоторые статистические данные о частоте возникновения пожаров в зданиях [2]

Наименование здания	Частота возникновения пожара в течение года
Общеобразовательные организации	$1,16 \cdot 10^{-2}$
Дошкольные образовательные организации	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Санатории, дома отдыха, пансионаты	$2,99 \cdot 10^{-2}$
Амбулатории, медпункты, диспансеры, поликлиники	$8,88 \cdot 10^{-3}$
Здания розничной торговли: универсмаги, продовольственные магазины; магазины смешанных товаров; аптеки и др.	$2,03 \cdot 10^{-2}$
Здания организаций общественного питания	$3,88 \cdot 10^{-2}$
Гостиницы, мотели	$2,81 \cdot 10^{-2}$
Здания культурно-просветительных и зрелищных учреждений	$6,90 \cdot 10^{-3}$
Библиотеки	$1,16 \cdot 10^{-3}$

Как видно из приведенных рекомендуемых значений частоты, методика дает ее прогнозную оценку не для конкретного здания, а для некоторого абстрактного объекта с усредненными характеристиками.

С другой стороны, стоит предположить, что вероятность возникновения пожара в новом здании, построенном по современному проекту с применением самых безопасных материалов и технологий, может быть существенно ниже, чем в здании, построенном из менее безопасных материалов, даже если в обоих случаях будут формально соблюдены все нормативные требования. С этой точки зрения предложенный методикой подход к определению частоты пожара практически исключает возможность управления этим показателем в целях достижения допустимого уровня пожарного риска или в целях более точной его оценки.

Особенно большая разница в значениях вероятности возникновения пожара может быть характерна для населенных пунктов, в которых имеются как современные многоэтажные здания, так и малоэтажные, построенные еще в начале-середине прошлого века и ранее.

Для уточнения влияния пожарно-технических характеристик здания на значение частоты возникновения пожаров была проанализирована статистика о пожарах в стране за 10 лет (табл. 2–4).

Анализ данных табл. 2 показывает, что при ежегодном снижении общего количества пожаров в стране, растет доля пожаров в сельской местности, которая по сравнению с городами, как правило, характеризуется более низким уровнем пожарной безопасности.

Также была рассмотрена статистика пожаров, произошедших в зданиях различной этажности (табл. 3). Полученные данные показывают, что в малоэтажных зданиях пожары происходят намного чаще. В целом при увеличении высоты зданий, количество пожаров снижается, за исключением зданий трех–пяти этажных (это может быть связано с тем, что в нашей стране большинство построенных зданий имеет высоту в пределах трех–пяти этажей).

Таблица 2. Динамика количества пожаров в Российской Федерации за 2006–2015 гг. [8–9]

Показатель	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Количество пожаров, тыс. ед.	220,5	212,6	202,0	187,6	179,5	168,5	162,9	153,5	150,8	145,9
В том числе:										
в городах, тыс. ед.	143,6	138,3	130,0	116,9	110,1	103,9	99,3	93,1	89,6	86,6
% от общ. кол-ва пожаров	65,1	65,0	64,4	62,3	61,3	61,6	60,9	60,7	59,4	59,3
в сельской местности, тыс. ед.	78,9	74,3	72,0	70,6	69,4	64,7	63,7	60,4	61,2	59,4
% от общ. кол-ва пожаров	34,9	35,0	35,7	37,7	38,7	38,4	39,1	39,3	40,6	40,7

Таблица 3. Количество пожаров в Российской Федерации, произошедших в зданиях различной этажности за 2006–2015 гг. [8–9]

Кол-во этажей	Количество пожаров, ед., по годам									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	129 728	123 160	116 391	111 639	106 894	99 480	96 692	89 669	90 191	86 691
2	14 439	14 262	13 606	12 833	12 496	12 052	11 781	11 288	11 114	11 395
3–5	20 802	19 616	17 857	16 031	14 859	14 072	13 173	12 396	11 542	11 624
6–9	13 151	12 652	11 294	8 818	8 251	7 461	6 506	6 265	5 629	5 596
10–16	6 991	7 092	6 574	4 292	3 501	3 290	3 003	2 955	2 672	2 582
17–25	1 167	1 122	972	849	762	745	658	616	563	689
более 25	22	281	15	16	10	8	13	15	29	25

С другой стороны, статистика пожаров, произошедших в зданиях различной степени огнестойкости (табл. 4) показывает неоднозначную картину. Минимальное количество пожаров, как и ожидалось, характерно для зданий I степени огнестойкости, максимальное – для V степени. Далее по убыванию количества пожаров идут здания II или III степени огнестойкости. Такая тенденция, скорее всего, связана с не прямо пропорциональным соотношением общего количества построенных зданий той или иной степени огнестойкости к количеству пожаров в этих зданиях в разные годы.

Таблица 4. Количество пожаров в Российской Федерации, произошедших в зданиях различной степени огнестойкости за 2006–2015 гг. [8–9]

Степень огнестойкости	Количество пожаров, ед., по годам									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
I	2 528	2 362	1 833	1 450	1 323	1 233	1 164	1 157	1 043	984
II	40 412	39 580	36 347	30 043	27 523	25 179	22 655	21 320	19 657	20 095
III	31 760	30 267	28 361	26 444	25 640	25 860	24 739	23 852	23 225	23 158
IV	11 859	11 288	10 593	9 708	10 047	9 638	10 064	9 671	10 048	9 343
V	100 958	94 187	89 238	87 144	82 562	75 863	73 916	67 797	68 113	65 344

На основе указанных статистических данных (табл. 2–4) был произведен расчет средней частоты пожаров в год для зданий различной этажности и степени огнестойкости по формуле:

$$Q_{n,i} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{n_i}{N_i} \right)}{10},$$

где N_i – общее количество пожаров в i год, ед; n_i – количество пожаров в i год для зданий различной этажности или степени огнестойкости, ед.

Результаты расчетов (табл. 5, 6) показывают их достаточно значительное отличие как от рекомендуемых к применению значений частоты [2], так и между собой. Кроме того, результаты проделанной работы показывают необходимость проведения дальнейшего более детального исследования в области определения средней частоты возникновения пожаров с учетом функционального назначения зданий в комплексе с их основными пожарно-техническими характеристиками. Это позволит разработать рекомендации по использованию уточненных данных при расчете пожарного риска для получения более корректных его значений.

Таблица 5. Средняя частота возникновения пожара в год в зданиях различной этажности

Кол-во этажей	1	2	3–5	6–9	10–16	17–25	более 25
Средняя частота пожара	0,5892	0,0707	0,0843	0,0466	0,023	0,0043	0,00022

Таблица 6. Средняя частота возникновения пожара в зданиях в зависимости от степени огнестойкости

Степень огнестойкости	I	II	III	IV	V
Средняя частота пожара	0,008	0,1697	0,1482	0,0576	0,45

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (в ред. от 3 июля 2016 г.). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12161584:2> (дата обращения: 15.06.2017).
2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (зарег. в Минюсте России 6 авг. 2009 г. № 14 486): Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 (в ред. от 2 дек. 2015 г.). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12169057:0> (дата обращения: 15.06.2017).
3. Якуш С.Е., Эсманский Р.К. Анализ пожарных рисков. Часть I: Подходы и методы // Проблемы анализа риска. 2009. № 3. Т. 6. С. 8–27.
4. Якуш С.Е., Эсманский Р.К. Анализ пожарных рисков. Часть 2: Проблемы применения // Проблемы анализа риска. 2009. № 4. С. 26–46. Т. 6.
5. Фирсов А.В. Об определении расчетных величин индивидуального пожарного риска // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 4. С. 27–34.
6. Бакиров И.К., Халиуллина И.Р. О сложностях определения пожарного риска и угрозы жизни людей от пожара // Пожаровзрывобезопасность. 2015. № 1. С. 5–7. Т. 24.
7. Седов Д.В. Уточнение методики расчета индивидуального пожарного риска // Безопасность в техносфере. 2011. № 1. С. 44–52.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: стат. сборник / под общ. ред. В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2011. 140 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: стат. сборник / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА

**В.А. Седнев, доктор технических наук, профессор;
Н.В. Лопухова.**

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Обоснована схема электроснабжения водонапорных башен, обеспечивающая устойчивое и гарантированное противопожарное водоснабжение в условиях воздействия природных пожаров на сельские населенные пункты.

Ключевые слова: населенный пункт, противопожарное водоснабжение, автономный источник электрической энергии

THE ORGANIZATION ASSURED SUPPLY OF WATER TOWERS OF THE VILLAGE

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

The article proves the scheme of power supply of consumers water towers, providing sustainable and guaranteed fire water supply under the impact of wildfires on rural communities and their water in daily activities and during other emergencies.

Keywords: village, fire water supply, stand-alone source of electrical energy

Характерной особенностью водоснабжения сельской местности является малая величина хозяйствственно-питьевых расходов по сравнению с расходами для тушения пожара [1].

Создание резервов водоснабжения на случай тушения пожаров ведет к удорожанию водопровода, поэтому в сельских населенных пунктах устраивается только хозяйственно-производственный водопровод, а воду на противопожарные нужды забирают из противопожарных водоемов и резервуаров, располагаемых параллельно с водопроводом (рис. 1), который должен обеспечивать пополнение противопожарных запасов воды.

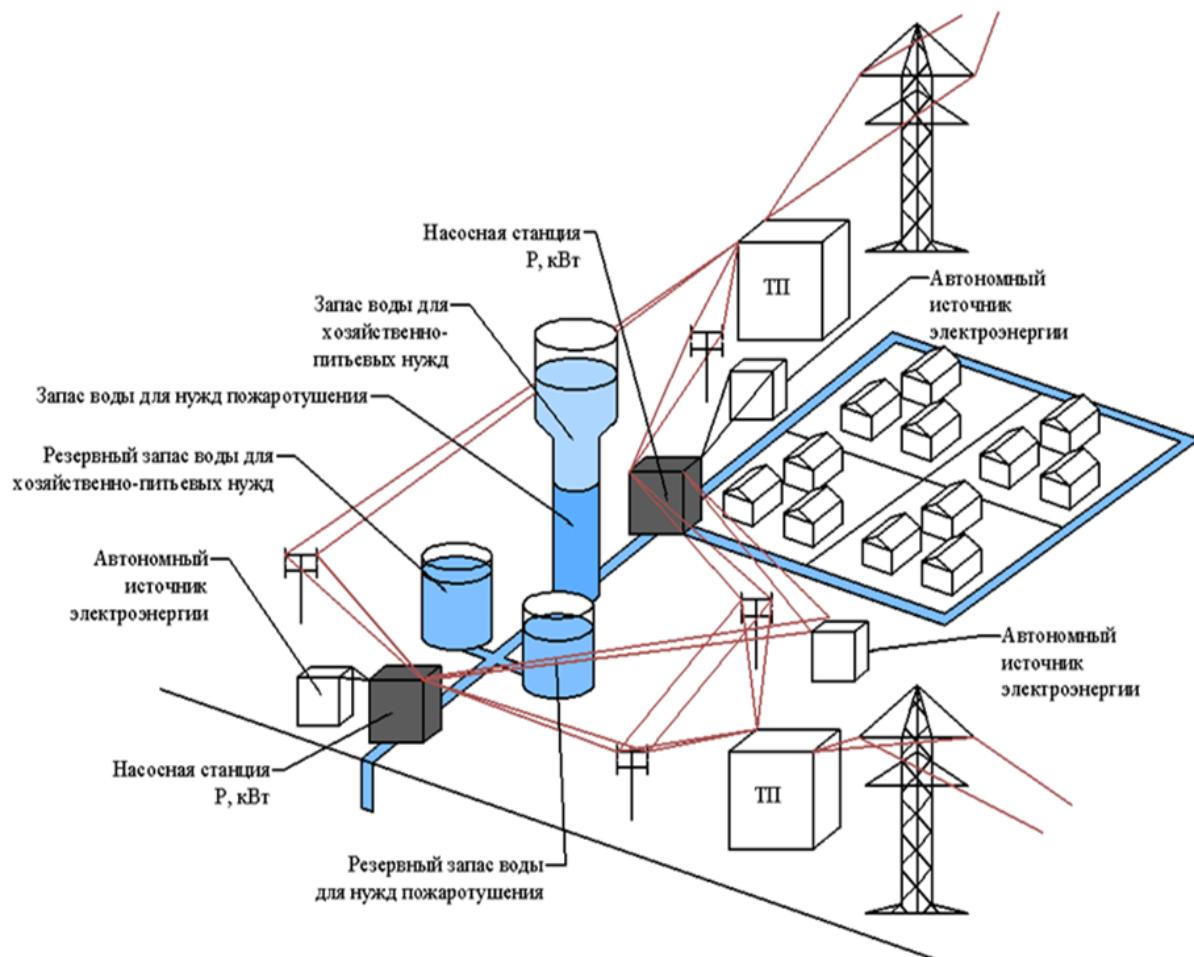


Рис. 1. Предлагаемая схема электроснабжения водонапорных башен населенного пункта

В качестве водонапорных и противопожарных сооружений в сельских населенных пунктах применяются металлические водонапорные башни-колонны сборочно-блочной конструкции или башни из сборного железобетона. Башни-колонны выпускаются вместимостью 15 и 25 м³, при этом в металлической опоре ее также содержится 14 или 25 м³ воды.

Пожарный объем воды в водонапорных башнях предусматривают в случаях, когда получение необходимого количества воды для тушения пожара из источника водоснабжения (артезианские скважины, очистные сооружения) технически невозможно или экономически нецелесообразно. Для использования этого объема воды при пожаре рекомендуется устанавливать насос-повыситель, что позволяет создавать необходимое давление в противопожарном водопроводе.

При нарушении электроснабжения потребителей водонапорных башен (насоса-повысителя) возникает угроза нарушения противопожарного обеспечения и водоснабжения сельских населенных пунктов.

Потребители сельских населенных пунктов, как и электрооборудование водонапорных башен, обеспечиваются электроэнергией (ЭЭ) от Единой национальной энергетической системы, которая должна обеспечивать устойчивое снабжение ЭЭ потребителей.

Ведущая роль в обеспечении надежности электроснабжения своих электроустановок принадлежит потребителю.

В соответствии с п. 1.2.13 Правил устройства электроустановок (ПУЭ) [2]: «При выборе независимых взаимно резервируемых источников питания, являющихся объектами энергосистемы, следует учитывать вероятность одновременного зависимого кратковременного снижения или полного исчезновения напряжения на время действия релейной защиты и автоматики при повреждениях в электрической части энергосистемы, а также одновременного длительного исчезновения напряжения на этих источниках при тяжелых системных авариях».

Таким образом, если потребитель не может допустить даже кратковременного исчезновения питания электроприемников (ЭП), он должен позаботиться о третьем (собственном) источнике электрической энергии (ИЭЭ). Уровень надежности определяют числом и длительностью перерывов питания в течение выбранного промежутка времени и недоотпуском ЭЭ. В качестве количественной оценки уровней надежности электроснабжения часто используется ущерб от перерывов подачи ЭЭ [3].

Оценка надежности электроснабжения потребителей осуществляется на основе рекомендаций ПУЭ, которые не содержат нормативов надежности, а являются обобщением опыта проектирования и эксплуатации электрических систем, сетей и установок.

Необходимая степень надежности электроснабжения, в основном, определяется характером потребителей, их ролью, важностью, масштабом ущерба при перерывах электроснабжения.

В отношении надежности электроснабжения все ЭП подразделяют на три категории, причем категория относится к виду ЭП, а не к потребителю в целом, при этом ЭП первой категории должны обеспечиваться питанием от двух независимых источников и перерыв их электроснабжения может быть допущен только на время автоматического ввода резервного питания.

Для объектов, требующих повышенной надежности электроснабжения, когда перерыв в электроснабжении ЭП угрожает жизни людей или может приводить к взрывам и разрушениям технологического оборудования, кроме двух основных источников, может предусматриваться третий (аварийный), независимый источник, мощность которого должна быть достаточна для безаварийного останова производства, который должен находиться в готовности к немедленному включению и автоматически включаться при исчезновении напряжения на обоих основных источниках питания. При небольшой мощности ЭП первой категории в качестве второго (третьего) ИЭЭ могут быть использованы передвижные электростанции, а также электрические связи с ближайшими, нормально для данного объекта не используемыми источниками, имеющими независимое питание с автоматическим включением резерва.

Для ЭП второй категории допустимы перерывы электроснабжения на время включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной бригады, и допускается питание ЭП второй категории по одной воздушной линии, а при наличии передвижного резервного трансформатора допускается питание от одного трансформатора.

Для ЭП третьей категории допускаются перерывы электроснабжения на время ремонта поврежденного элемента СЭС, но не свыше суток.

Надежность схем сетей, питающих потребителей первой группы, оценивается [4]:

- средней частотой перерывов электроснабжения потребителей и математическим ожиданием суммарной длительности перерывов электроснабжения в течение года;
- средней длительностью одного перерыва;
- вероятностью возникновения не менее одного перерыва электроснабжения в год.

При наличии нескольких вариантов оптимальный вариант определяется минимумом приведенных затрат.

При оценке надежности схем сетей потребителей второй группы дополнительно определяют величину ожидаемого ущерба от нарушений электроснабжения.

Для обеспечения оптимального уровня надежности энергоснабжения потребителей необходимо создание резерва мощности, а критерием выбора величины резерва является минимум суммарных приведенных затрат: в энергетике – на установку и эксплуатацию дополнительной резервной мощности, у потребителей – на компенсацию ущерба от недоотпуска ЭЭ и отсутствия противопожарного водоснабжения.

Сельские электрические сети характеризуются значительной протяженностью и относительно малой плотностью нагрузок [5].

Таким образом, при прекращении электроснабжения от государственной энергосистемы возникает (или может возникнуть) необходимость перевода потребителей системы противопожарного водоснабжения на автономное электроснабжение, соблюдая мероприятия по обеспечению электробезопасности.

В электроустановках до 1 000 В применяются два режима работы нейтрали: изолированной и глухозаземленной, причем источники электрической энергии и стационарные потребители имеют различные режимы работы нейтрали, и задача заключается в согласовании режима работы нейтрали со способом защиты от поражения электрическим током.

При этом возможны три варианта сопряжения ИЭЭ и стационарных потребителей [3].

Первый предполагает использование разделительного трансформатора (РТ) с коэффициентом трансформации ИЭЭ при сопряжении ИЭЭ с напряжением $U=400$ В и $\sqrt{3}$ – при сопряжении ИЭЭ с $U=230$ В. В этом случае ИЭЭ подключается к первичной обмотке РТ и работает в режиме с изолированной нейтралью (рис. 2).

Для защиты персонала со стороны ИЭЭ используется основная или вспомогательная система технических способов защиты (ТСЗ). Нейтраль вторичной обмотки РТ глухо заземляется; защита персонала у потребителей, подключенных к вторичной обмотке РТ, осуществляется средствами, предусмотренными у стационарных потребителей для штатного режима работы.

Второй вариант предусматривает перевод потребителей в режим работы с изолированной нейтралью, при этом нулевой провод потребителей отключают от заземления трансформаторной подстанции (ТП) и подключают к изолированной нейтрали ИЭЭ (рис. 3). От нулевого провода потребителей должны быть отсоединены повторные заземления. Если после этого сопротивление изоляции относительно земли отвечает требованиям, то вариант принимается к использованию. Для обеспечения безопасности применяются штатные ТСЗ, предусмотренные для ИЭЭ. Этот вариант требует относительно продолжительного подготовительного периода и целесообразен при хорошем состоянии изоляции сети и потребителя.

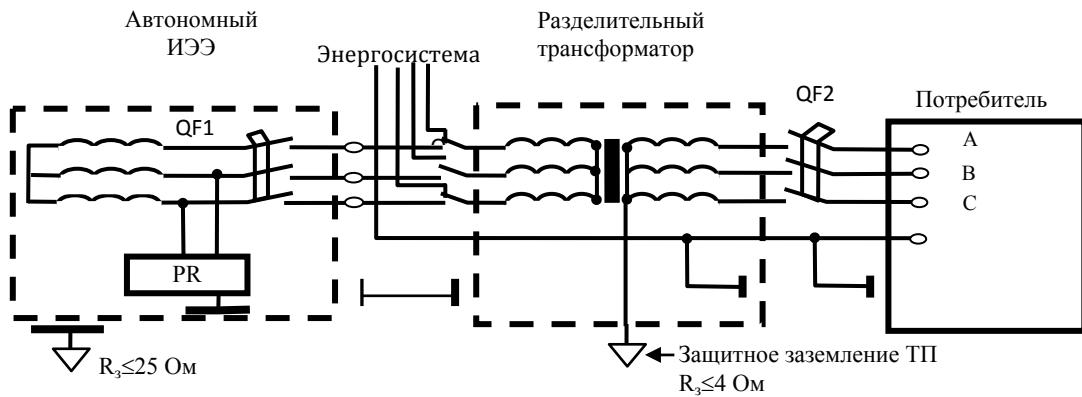


Рис. 2. Схема сопряжения ИЭЭ и стационарных потребителей с использованием разделительного трансформатора

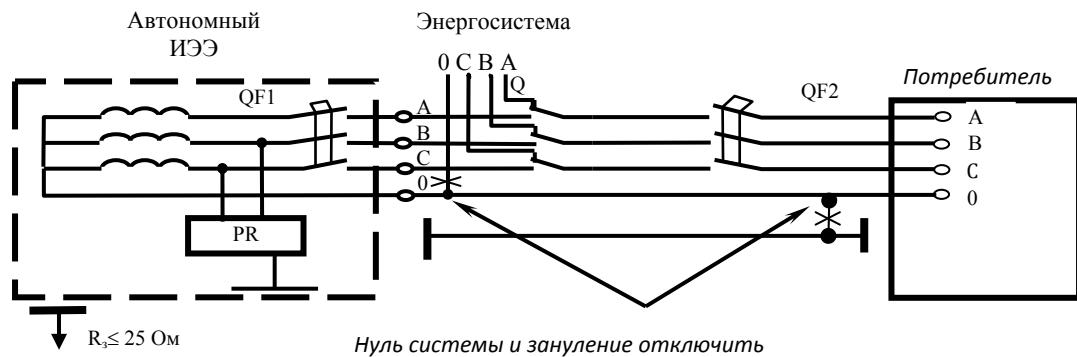


Рис. 3. Схема приведения стационарных потребителей к режиму работы с изолированной нейтралью

Третий вариант (рис. 4) предусматривает перевод ИЭЭ в режим работы с глухозаземленной нейтралью: нейтраль ИЭЭ подключается к заземляющему устройству ТП (нулевому проводу сети) и соединяется с корпусом, то есть выполняется зануление. При развертывании ИЭЭ на удалении от ТП следует дополнительно установить защитное заземление и подключить его к ИЭЭ.

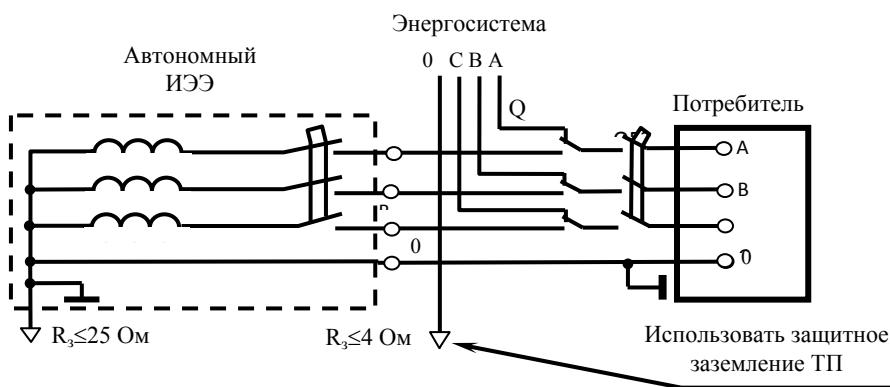


Рис. 4. Схема приведения ИЭЭ к режиму работы с глухозаземленной нейтралью

Мероприятия по переводу потребителей на автономное электроснабжение могут выполняться заблаговременно и в ходе перевода. Причем должны выполняться организационные и технические мероприятия, содержание и объем выполнения которых зависит от способа перевода, имеющихся сил, средств и времени.

Проведение организационных мероприятий имеет целью подготовить персонал, источники электрической энергии и потребителей к переходу на автономное резервное электроснабжение в чрезвычайной ситуации. Подготовку следует начинать с составления схемы питания потребителей, выявления таких потребителей и расчета необходимой мощности. При этом должны запрашиваться и приобретаться ИЭЭ для покрытия недостающей мощности, определяться места подключения ИЭЭ к потребителям и отключения стационарных потребителей от энергосистемы.

Необходимо также произвести расчет часового и суточного расхода топлива и масла и предусмотреть запасы и средства дозаправки.

Для перевода на автономное электроснабжение и обслуживания за ИЭЭ закрепляются расчеты, куда включаются лица, допущенные по состоянию здоровья к работе в электроустановках, подготовленные по устройству и безопасной эксплуатации и получившие квалификационные группы (не ниже II).

При отсутствии электромехаников должно быть осуществлено их обучение, в ходе которого личный состав изучает устройство ИЭЭ, правила техники электробезопасности и приемы эксплуатации. Лицам, прошедшим проверку, присваивается квалификационная группа с выдачей удостоверения.

После проверки знаний обучаемые допускаются к стажированию на рабочем месте продолжительностью не менее двух недель (не менее 50 ч). По окончании стажировки обучаемый допускается к самостоятельной работе и закрепляется за ИЭЭ.

Выполнение технических мероприятий имеет целью подготовить потребителей и передвижные ИЭЭ к эксплуатации в условиях автономного электроснабжения, обеспечить электробезопасность и сократить время перехода в режим автономного электроснабжения.

На ИЭЭ, находящихся в эксплуатации, должно быть проведено очередное техническое обслуживание. Особое внимание необходимо обратить на сопротивление изоляции, которое должно быть не менее 0,5 МОм.

Заблаговременно следует проверить порядок чередования фаз на передвижном ИЭЭ и у потребителя в месте подключения. При несовпадении порядка чередования фаз меняют местами две фазы генератора.

В месте подключения ИЭЭ должен быть установлен двухпозиционный переключатель, обеспечивающий подключение потребителей к энергосистеме или к автономному ИЭЭ. Все потребители должны быть проверены на надежность присоединения зануляющих проводников.

Подключившись к нулевому проводу в точке присоединения ИЭЭ, измеряют сопротивление заземления, величина которого не должна превышать 4 Ом, в противном случае следует сооружать дополнительное защитное заземление на площадке, где будут развертываться ИЭЭ.

Для обеспечения электробезопасности измеряется сопротивление петли фаза – нуль. Это сопротивление измеряется дважды у потребителя наибольшей мощности: первое измерение проводится для случая питания от энергосистемы; второе – для случая питания от автономного ИЭЭ. Если сопротивление петли фаза – нуль по первому измерению больше, чем по второму, то, в случае повреждения изоляции, время срабатывания защиты обеспечит безопасность.

При использовании третьего варианта сопряжения ИЭЭ и потребителя нулевой вывод ИЭЭ необходимо соединить с корпусом источника, а четвертую жилу соединительного кабеля – с нулем стационарной сети.

Таким образом, при заблаговременной подготовке перевода потребителей водонапорных и противопожарных сооружений населенных пунктов на автономное электроснабжение предпочтительны первый и второй варианты, обеспечивающие наибольшую безопасность людей, а при срочном переходе целесообразно использовать менее трудоемкий третий вариант.

Литература

1. Седнев В.А., Тетерина Н.В. Зимний водозабор водоема и незамерзающая ледовая лунка для обеспечения пожарной безопасности индивидуальных и коллективных домовладений // Предупреждение. Спасение. Помощь: материалы XXVI Междунар. науч.-практ. конф. Новогорск: АГЗ МЧС России.
2. Правила устройства электроустановок (утв. Приказом Минэнерго России от 8 июля 2002 г. № 204). 7-е изд. URL: www.insafety.ru (дата обращения: 21.05.2017).
3. Седнев В.А., Смурров А.В. Методы оценки и обоснования мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций: монография. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2014. 125 с.
4. Комплексный анализ эффективности технических решений в энергетике / Ю.Б. Гук [и др.]; под ред. В.Р. Окорокова. Л.: Энергоатомиздат., Ленинград. отделение, 1985. 176 с.
5. Электротехнический справочник / под ред. П.Г. Грудинского [и др.]. 4-е изд., перераб. М.: Энергия, 1972. 816 с.

СПОСОБ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ И ГАЗОУРАВНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

О.А. Хорошилов, доктор технических наук, профессор.

ООО «Пожинжиниринг», Санкт-Петербург.

Ф.В. Демёхин, доктор технических наук;

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

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Предложен способ противопожарной защиты резервуаров и газоуравнительных систем на объектах нефтегазового комплекса. Способ предусматривает использование огнепреградителей нового типа с теплообменными элементами и подключение их к централизованной системе охлаждения технологического оборудования при пожаре. Описана конструкция и принцип действия кассетного огнепреградителя с теплообменными элементами, который позволяет обеспечить локализацию пламени в течение длительного времени.

Ключевые слова: противопожарная защита, объекты нефтегазового комплекса, резервуары, газоуравнительные системы, огнепреградители с теплообменными элементами

METHOD OF FIRE PROTECTION OF TANKS AND GAS EQUALIZING SYSTEMS ON THE OBJECTS OIL-AND-GAS COMPLEX

O.A. Khoroshilov. The company «Pozhengineering», Saint-Petersburg.

F.V. Demekhin; M.T. Peleh.

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

The method of fire protection of tanks and gas equalizing systems on the objects oil-and-gas complex is proposed. The method provides for the use of new flame-arresters with heat-exchange elements and their connection to a centralized system for cooling technological equipment in case

of fire. The design and operation principle of a flame-arrester with heat-exchange elements, which allows localizing the flame for a long time, is described.

Keywords: fire protection, objects of oil-and-gas complex, tanks, gas equalizing systems, flame-arresters with heat-exchange elements

Резервуары и резервуарные парки для хранения нефти, нефтепродуктов и горючих газов являются объектами повышенной пожарной опасности, которая обусловлена наличием большого количества горючих веществ, возможностью образования горючей среды внутри и снаружи резервуаров, наличием потенциальных тепловых источников инициирования горения, а также возможностью быстрого распространения пожара. Взрывы и пожары на таких объектах приводят к многомиллионным убыткам, наносят существенный вред экологии и, зачастую, сопровождаются человеческими жертвами. Поэтому приоритетное значение при хранении нефти, нефтепродуктов и горючих газов должно уделяться вопросам, связанным с использованием надежных технических средств и систем предотвращения пожаров и противопожарной защиты.

Согласно ст. 59 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1], одним из направлений защиты от распространения пожара является применение огнепреграждающих устройств в оборудовании. Применительно к объектам нефтегазового комплекса в качестве таких защитных устройств на технологических системах применяются огнепреградители сухого типа, которые свободно пропускают паро- или газовоздушные горючие смеси через пламегасящий элемент, но в случае возникновения пожара или взрыва должны препятствовать распространению пламени. Вместе с тем следует констатировать, что на объектах хранения и переработки нефти, нефтепродуктов и горючих газов неоднократно происходили пожары, которые получали быстрое развитие на большие площади из-за того, что огнепреградители не обеспечивали локализацию пламени.

В качестве одного из примеров можно отметить пожар, который произошел в резервуарном парке линейной производственно-диспетчерской станции (ЛПДС) «КОНДА» в Тюменской области 22 августа 2009 г. Резервуарный парк станции состоял из восьми резервуаров РВС-20000. Пожар начался со взрыва, вызванного прямым попаданием молнии в резервуар № 7. Через 25 мин после этого произошел взрыв в соседнем резервуаре № 8. В ходе проведения следственных действий было установлено, что распространение пожара в резервуар № 8 из резервуара № 7 произошло по газоуравнительной системе резервуаров вследствие проскока пламени через огнепреградитель. Фото огнепреградителя с прогоревшим пламегасящим элементом показано на рис. 1. Последствия пожара видны на рис. 2.

Этот пример наглядно свидетельствует о недостаточной надежности применяемых в настоящее время огнепреградителей сухого типа и необходимости усовершенствования их конструкций и способов локализации горения.

На объектах нефтегазового комплекса для ограничения распространения пожаров по технологическим системам используют резервуарные и коммуникационные огнепреградители.

Резервуарные огнепреградители устанавливаются на дыхательной и предохранительной арматуре резервуаров и предназначены для защиты от проникновения пламени внутрь оборудования. Коммуникационные огнепреградители устанавливаются на газоуравнительных системах резервуаров, а также на межаппаратных и межцеховых коммуникациях. Они предназначены для предотвращения распространения горения на определенном участке технологической схемы, когда появление пламени возможно с обеих сторон огнепреградителя.



Рис. 1. Огнепреградитель после пожара в резервуарном парке
ЛПДС «КОНДА»



Рис. 2. Последствия пожара на ЛПДС «КОНДА»

Для резервуарных и коммуникационных огнепреградителей характерно то, что они преимущественно эксплуатируются в условиях, когда через них проходят потоки паро- или газовоздушных горючих смесей, и, если происходит воспламенение последних, то горючая смесь постоянно поступает в зону горения. Как следствие – образуется факел, от которого часть теплоты за счет теплопроводности и излучения передается пламегасящему элементу. Это приводит к его разогреву, снижению тушащих свойств и может вызвать воспламенение горючей смеси в защищаемом объеме.

В связи с этим актуальным является вопрос оценки влияния температуры пламегасящего элемента на защитные свойства огнепреградителей.

В работах [2, 3], исходя из равенства скоростей тепловыделения и теплоотвода при горении, предложен метод решения задачи гашения пламени в сетках и узких каналах пламегасящих элементов огнепреградителей. Для определения критического диаметра гашения пламени d_{kp} получено выражение, которое отражает его зависимость от начальной температуры горючей смеси (температуры пламегасящего элемента) T_h :

$$d_{kp} = \frac{2n\lambda(T_3 - T_h)}{u_n[q_h - c_p(T_2 - T_3)]} \cdot \frac{F}{S}, \quad (1)$$

где d_{kp} – критический диаметр гашения пламени (максимальный диаметр огнегасящего канала или диагональ ячейки сетки на переделе гашения пламени, когда уже невозможно распространение пламени по горючей смеси); n – относительный градиент ($n \approx 2$); λ – теплопроводность исходной смеси; T_3 – температура зажигания горючей смеси; T_h – начальная температура горючей смеси (пламегасящего элемента); u_h – нормальная скорость горения; q_h – низшая теплота горения смеси; c_p – теплоемкость продуктов горения; T_e – температура продуктов горения; F – площадь поверхности теплообмена; S – площадь поперечного сечения пламегасящего канала.

Из формулы (1) следует, что гашение пламени возможно только в том случае, если начальная температура смеси (пламегасящего элемента) T_h ниже температуры зажигания T_3 . Если на одном конце огнепреградителя стабилизируется горение, то пламегасящий элемент начнет прогреваться от горячего торца к холодному. По мере приближения температуры T_h на холодном торце к значению T_3 эффект гашения пламени будет ухудшаться и при $T_h = T_3$ станет равным нулю. В этом случае сам огнепреградитель может стать инициатором горения в защищаемом объеме.

С учетом изложенного, для обеспечения надежной и длительной локализации пламени конструкция огнепреградителя должна исключать возможность разогрева пламегасящей насадки до опасных температур.

Авторами предложен способ противопожарной защиты резервуаров и газоуравнительных систем, позволяющий обеспечить достижение этой цели. Иллюстрация данного способа представлена на рис. 3, 4.

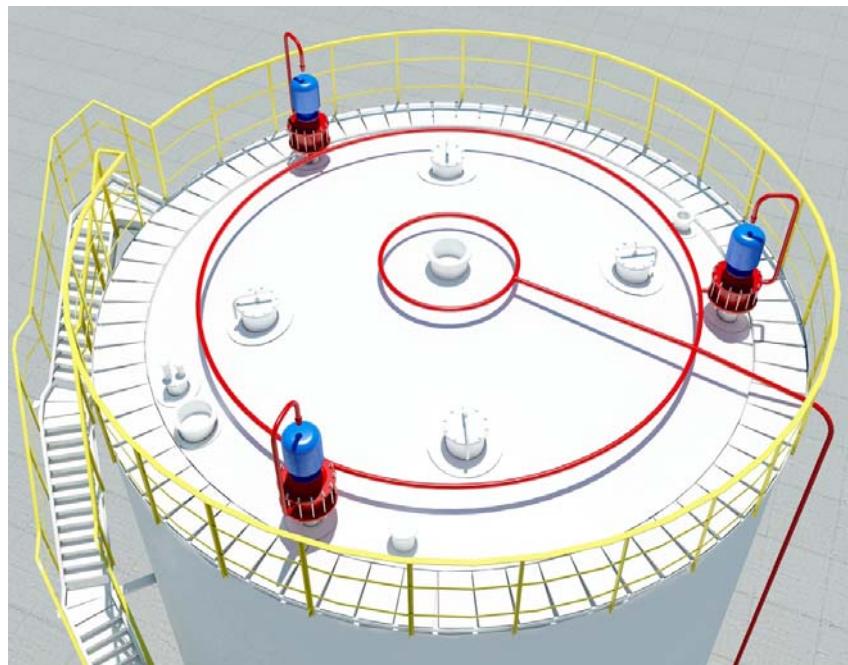


Рис. 3. Система охлаждения резервуаров и дыхательной арматуры с огнепреградителями

Способ предусматривает использование огнепреградителей нового типа с теплообменными элементами и подключение их к централизованной системе охлаждения технологического оборудования при пожаре. При этом дополнительно к кольцам орошения стенок резервуаров, применение которых регламентируется действующими нормами, в предлагаемом способе противопожарной защиты предусмотрено использование колец орошения на крыше резервуаров и дополнительное применение систем орошения газоуравнительных обвязок, которые при пожаре так же, как и резервуары, подвергаются значительному тепловому воздействию.



Рис. 4. Система охлаждения резервуаров и газоуравнительных обвязок с огнепреградителями

Основу предлагаемого способа противопожарной защиты составляют огнепреградители с теплообменными элементами. Одна из конструкций кассетного огнепреградителя с теплообменными элементами, разработанного авторами статьи, представлена на рис. 5–9.

Как видно из рис. 6, огнепреградитель с теплообменными элементами оборудован патрубком 4 для ввода хладагента (воды) и патрубками 5 и 11 для вывода хладагента. Патрубок 4 подсоединяется к централизованной системе охлаждения технологического оборудования при пожаре. К патрубкам 5 и 11 предусмотрено подсоединение оросителей или других устройств, обеспечивающих подачу отводимого из огнепреградителя хладагента для дополнительного охлаждения технологического оборудования, на котором установлен огнепреградитель.

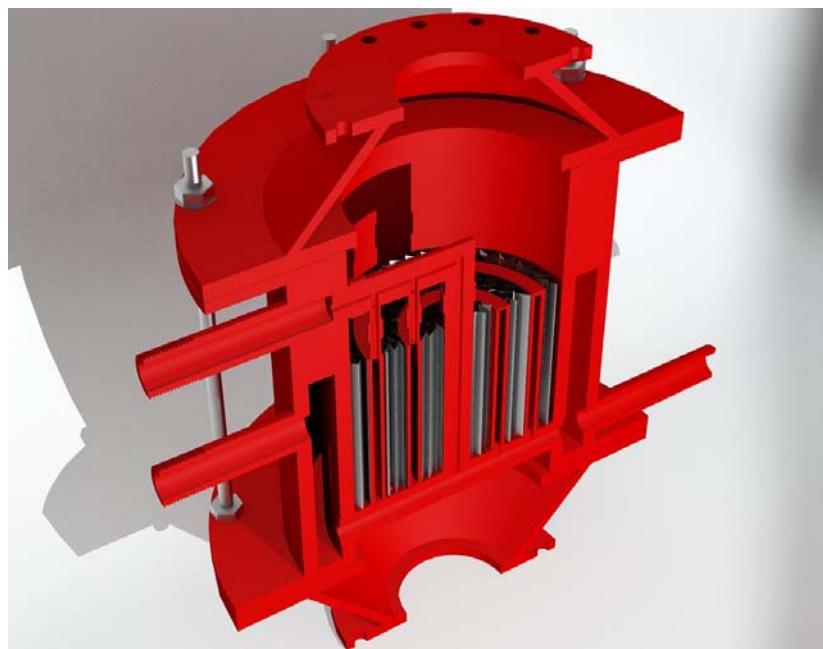


Рис. 5. Кассетный огнепреградитель с теплообменными элементами

При возникновении пожара жидкий хладагент (вода) из системы централизованного охлаждения оборудования непрерывно подается через патрубок 4 в теплообменные элементы 8, 9 и 10. При этом обеспечивается теплоотвод как от пламегасящих кассет, так и от корпуса огнепреградителя. Далее хладагент отводится через патрубки 5, 11 и подается для наружного орошения дыхательных и предохранительных клапанов (рис. 3), трубопроводов газоуравнительных систем (рис. 4) и других конструктивных элементов технологического оборудования с целью их защиты от воздействия высокой температуры пожара.

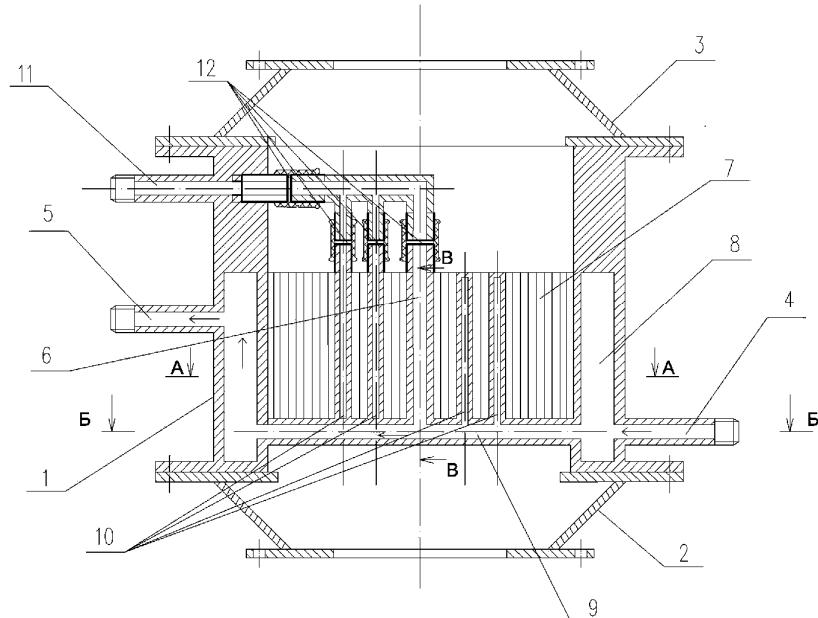


Рис. 6. Разрез кассетного огнепреградителя с теплообменными элементами:
 1 – корпус огнепреградителя; 2 – входной патрубок огнепреградителя; 3 – выходной патрубок огнепреградителя; 4 – патрубок для ввода хладагента; 5, 11 – патрубки для вывода хладагента; 6 – полый центральный стержень; 7 – пламегасящий элемент; 8 – контур охлаждения корпуса огнепреградителя; 9 – теплообменные трубы; 10 – кольцевые теплообменные вставки; 12 – соединительные муфты

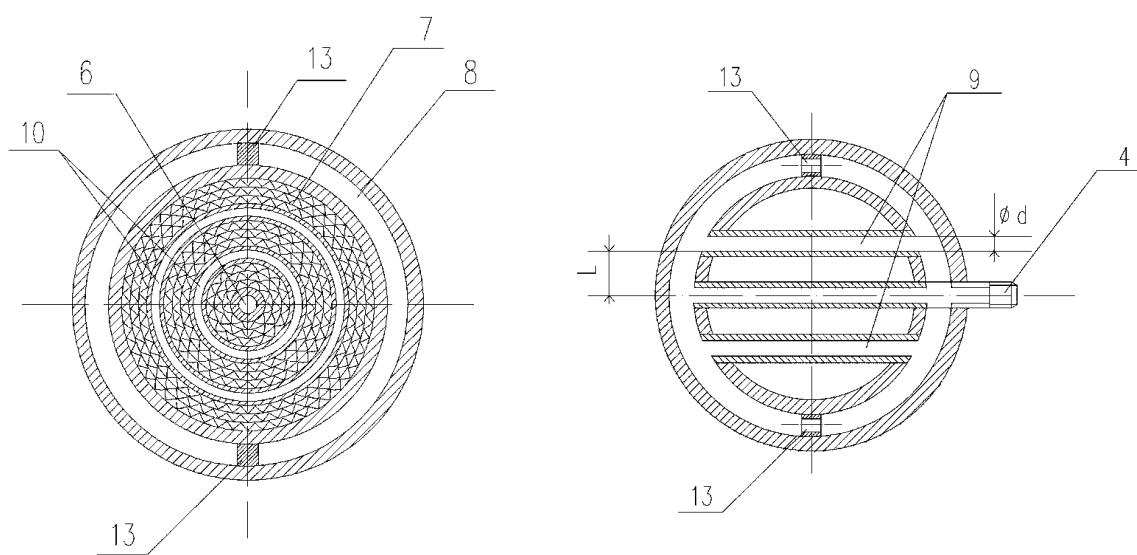


Рис. 7. Сечение А-А кассетного огнепреградителя с теплообменными элементами: 6 – полый центральный стержень; 7 – пламегасящий элемент; 8 – контур охлаждения корпуса огнепреградителя; 10 – кольцевые теплообменные вставки; 13 – перегородка

Рис. 8. Сечение Б-Б кассетного огнепреградителя с теплообменными элементами: 4 – патрубок для ввода хладагента; 9 – теплообменные трубы; 13 – перегородка с циркуляционным отверстием

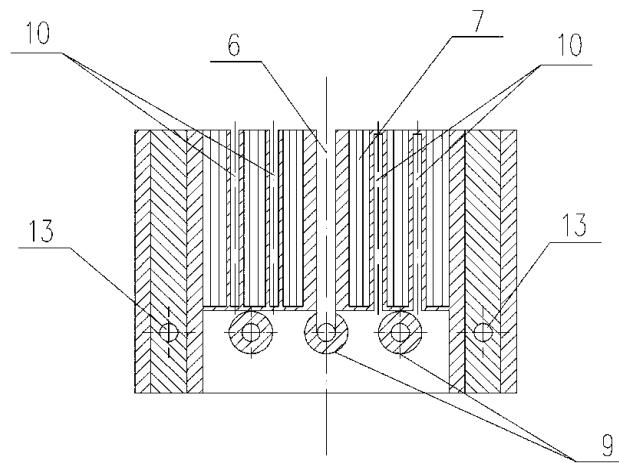


Рис. 9. Сечение В–В кассетного огнепреградителя с теплообменными элементами:
6 – полый центральный стержень; 7 – пламегасящий элемент; 9 – теплообменные трубы;
10 – кольцевые теплообменные вставки; 13 – перегородка
с циркуляционным отверстием

Использование в огнепреградителе теплообменных элементов, в которые непрерывно подается жидкий хладагент, позволяет обеспечить принудительный теплоотвод от пламегасящего элемента и корпуса огнепреградителя, предотвращает их нагрев до опасных температур ($\geq T_3$) и, тем самым, создается возможность для локализации пламени в течение длительного времени.

Таким образом, за счет реализации описанного способа обеспечивается надежная противопожарная защита резервуаров и газоуравнительных систем от воздействия высокой температуры при пожаре и распространения горения в защищаемое огнепреградителями пространство. Применение предложенного способа позволит снизить опасность возникновения крупных пожаров на объектах нефтегазового комплекса, уменьшить материальные потери и предотвратить экологический ущерб окружающей среде.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
2. Киселев Я.С., Хорошилов О.А., Демехин Ф.В. Физические модели горения в системе пожарной безопасности: монография / под общ. ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2009. 388 с.
3. Киселев Я.С., Хорошилов О.А. Модели гашения пламени в сухих промышленных огнепреградителях // Безопасность в техносфере. 2011. № 1. С. 53–58.

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА ГОРОДОВ ВО ВРЕМЯ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

Е.Е. Горшкова кандидат педагогических наук;
В.В. Дехтерёва.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Статья написана ко дню снятия блокады города Ленинграда. В статье приведены эпизоды боевой деятельности подразделений пожарной охраны по защите города в период блокады. Приведена также работа пожарных Великобритании по защите от пожаров Лондона.

Ключевые слова: противопожарная защита, пожар, блокада, спасение

FIRE PROTECTION OF CITIES DURING THE SECOND WORLD WAR

E.E. Gorshkova; V.V. Dekhtereva.

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

The article is written for the day of the lifting of the blockade of Leningrad. The article lists the episodes of the fighting activities of fire departments to protect the city during the siege. Given also the work of firefighters in the Great Britain fire protection of London.

Keywords: fire protection, fire, blockade, rescue

Каждый год в мае россияне отмечают праздник всего нашего народа – День Победы. Но есть две даты в истории Великой Отечественной войны, особенно памятные для ленинградцев – 8 сентября 1941 г. и 27 января 1944 г.: начало и конец блокады Ленинграда. В 1971 г. в издательстве литературы по строительству выходит книга «Пожарная охрана Ленинграда в годы Великой Отечественной войны». Авторы книги – Б.И. Кончаев, Ф.Б. Зильберштейн, Г.И. Солосин. В книге описана боевая деятельность кадровых подразделений пожарной охраны по защите города от огня в годы войны, освещена также роль населения города в борьбе с пожарами, которое объединилось в противопожарные формирования местной противопожарной обороны. Книга написана по архивным данным, воспоминаниям авторов и ветеранов пожарной охраны, а также периодических изданий.

21 августа 1941 г., когда возникла угроза вражеского вторжения в город, по ходатайству Управления пожарной охраны, приказом Военного Совета Ленинградского фронта из личного состава городских и объектовых пожарных команд было сформировано одиннадцать стрелковых батальонов. Позднее из батальонов была сформирована отдельная дивизия пожарной охраны, охраняющая город на ближних подступах к городу. За короткий срок дивизия стала надежно подготовленным войсковым подразделением. Боеспособности дивизии способствовали профессиональные особенности пожарной службы (хорошая физическая подготовка, навыки, приобретенные при тушении пожаров, умение ориентироваться в сложной обстановке, смелость и быстрая реакция). Кроме того, пожарные хорошо знали свои районы, вплоть до чердаков, подвалов и проходных дворов. По организации структуры дивизия отвечала территориальному делению города.

В 1941 г. постановлением Совнаркома СССР была усиlena пожарная охрана города. Она была военизирована, организованы отряды соответственно административному делению города. Одновременно дополнительно были сформированы отдельные караулы, дислоцированные на наиболее важных промышленных объектах и крупных жилых застройках, удаленных от мест размещения пожарных частей. Важная роль при усилении пожарной охраны отводилась формированию местной противовоздушной обороны (МПВО) с привлечением населения города (рис. 1).



Рис. 1. Бойцы комсомольского противопожарного полка

Во время войны директор Государственного Эрмитажа академик Б.Б. Пиотровский был заместителем начальника пожарной команды музея и вот что он писал в своих блокадных воспоминаниях: «Осенью и зимой 1941 г. бывало по десять – двадцать тревог в сутки, ночью к нашим постам приходилось добираться по совершенно темным залам Эрмитажа и Зимнего дворца, иногда и очень дальним, но маршруты были настолько привычны, что мы могли их пробегать с завязанными глазами» (рис. 2).



Рис. 2. Шостакович Д.Д. – на дежурстве на крыше консерватории

Была проведена большая профилактическая работа, разработаны меры по ликвидации «горючей среды». Многие дворы города «обросли» деревянными салями, там хранились штабеля дров, на окраинах города сохранились еще деревянные постройки. Деревянные конструкции чердаков домов – тоже хорошая «пища» для зажигательных бомб. Кроме разборки деревянных построек, предусматривалось рассредоточение запасов топлива. Решением Исполкома была мобилизована вся бочечная тара, находящаяся в распоряжении Управления торговли и Управления снабжения, с целью использования ее в качестве емкостей воды для тушения пожара.

Очень важно было снизить возгораемость деревянных конструкций чердаков. Эту задачу успешно решили сотрудники Государственного института прикладной химии (ГИПХ). Рецепт огнезащитной обмазки на основе местного дешевого сырья был разработан А.С. Заславским и П.М. Брауном на основе раствора суперфосфата. Еще до начала массированных воздушных налетов 90 % всех чердачных конструкций в городе были дважды покрыты огнезащитным составом [1].

Только за первые месяцы войны в 1941 г. по городу было выпущено 30 154 снаряда (сентябрь – 5 364, октябрь – 7 590, ноябрь – 11 230, декабрь – 5 370). В один из дней город находился под непрерывным артиллерийским обстрелом 18 ч 32 мин.

Из истории все хорошо знают и помнят пожар на Бадаевских продовольственных складах (рис. 3), пожары на нефтебазе «Ручьи», Гостинного двора и военного госпиталя на Суворовском проспекте, на заводах Красный треугольник», «Большевик». О них писали не только в учебниках о пожарном деле, но некоторые из них вошли эпизодами в кинофильмы, в том числе и художественные. Здесь хочется вспомнить другие, менее известные пожары.



Рис. 3. Пожар на Бадаевских складах

Памятной для города и его жителей стала ночь с 11 на 12 сентября, когда мишенью для вражеских самолетов стали девять центральных районов города. Около 10 тыс. зажигательных и несколько фугасных бомб было сброшено на территорию Морского торгового порта. Загорелись недостроенное здание Института инженеров водного транспорта, автобаза, портовая конюшня, склады магазина «Пассаж» и 14 других складов. Пожар распространился на 10 деревянных жилых домов, огонь охватил чердаки главного корпуса завода, расположенного в порту и находящейся неподалеку текстильной фабрики. Всего огнем было охвачено 508 различных строений. На пожаре работали более 500 человек, было введено в действие свыше 100 водяных стволов. На помощь пожарным прибыли четыре роты комсомольского противопожарного полка. Стояла задача спасти бензохранилище, находящееся в огненном кольце. Помощник отделения А. Вавилов, рискуя жизнью, со стволовом пробился через стену огня к бензохранилищу и стал охлаждать его, предотвратив тем самым взрыв. Ствольщик И. Беззубцев, работая на горящей крыше кузницы, которая могла обрушиться в любой момент, отстоял кладовую смазочных материалов и этим спас готовое вспыхнуть бензохранилище [1].

А в это время самолеты противника на бреющем полете непрерывно обстреливали территорию порта, охваченную огнем и дымом, стараясь всячески препятствовать тушению. Борьба с огнем длилась шесть часов и закончилась только утром 12 сентября. Исполкомом Ленгорсовета было принято решение о награждении особо отличившихся бойцов и командиров пожарной охраны, а также лиц гражданского населения, активно способствовавших тушению пожара. Но на этом беда не закончилась. 17 сентября от прямого попадания загорается стоящий у причала военный транспорт. Нависла угроза взрыва корабельных бомбовых погребов и находящихся в трюмах боеприпасов. После нескольких безуспешных попыток потушить огонь командир приказал экипажу покинуть судно. Взрыв казался неминуем, но несколько смельчаков пожарной части по охране порта, во главе с начальником Н.Г. Лукашевичем, не обращая внимания на обстрел, проникли внутрь судна, задыхаясь в дыму, пробились к очагу пожара и потушили его. Корабль был спасен, а взрыв, которого ждали с минуту на минуту, не прогремел. А обстрел порта из тяжелых орудий продолжался, и 24 сентября в порт опять были вызваны пожарные подразделения. В пришвартованное к причалу военно-транспортное судно «Комсомолец» одновременно попали три снаряда, остальные шесть разорвались рядом. В бомбовых погребах хранилось большое количество боеприпасов. А пожар начался в угольной яме и каютах, расположенных над палубой. Экипаж немедленно был эвакуирован, и лишь

несколько командиров остались помогать прибывшим пожарным. Пожар, вспыхнувший в трех местах, сопровождался резким повышением температуры и высокой концентрацией дыма внутри судна. Обстрел продолжался, что могло привести к новым очагам пожара. Казалось, что тушить пожар на корабле в такой обстановке было невозможным, но пожарные не сдавались и работа продолжалась. Командиры газодымозащитной службы пятой городской части пробрались внутрь корабля через пробоину от снаряда. Работая в невыносимой жаре и непроницаемом дыму, они устранили опасность возгорания бомбовых погребов и тем самым предотвратили страшную катастрофу. Командир пожарного катера «Всегда готов» Э.А. Альберг, несмотря на ранение в обе ноги, продолжал руководить тушением пожара. В тушении принимали участие катер «Стивидор» и буксир «Зюйд». Корабль был спасен, и угроза, нависшая над портом, миновала. Но передышка не наступила: только погасили пожар на судне, как на соседнем участке порта разорвалось еще девять снарядов и загорелся большой деревянный пакгауз, где находились тюки хлопка, пакля, канаты. Тушение проходило под интенсивным артобстрелом. Налеты на порт продолжались, а, следовательно, продолжались и пожары [1].

Пожарные не только тушили пожары, но и спасали людей. Пожарные 17-й части с риском для жизни проникли через отверстие в крыше в полуразрушенный дом (ул. Чайковского, д. 39) и спасли находящихся там жильцов. На пожаре в д. 11 по Дворцовой набережной пожарные извлекли из-под завалов 26 человек, оставшихся в живых после обвала части здания.

5 октября во время пожара на Щепяном переулке, д. 4 из-под завалов спасли 30 человек. 21 декабря на Большой Пушкарской улице, д. 14 также было спасено 30 человек, в основном женщины и дети (рис. 4).



Рис. 4. Пожар после бомбёжки в ночь с 8 на 9 ноября 1942 г.

Приходилось спасать раненых и больных, застигнутых пожаром в госпиталях и больницах, где пожары были особенно сложными и тяжелыми из-за трудностей эвакуации больных. Сложность усугублялась нередко пулеметными обстрелами, которые немцы вели с самолетов на бреющем полете. 12 сентября во время пожара в военном госпитале (наб. Фонтанки, д. 160) спасли жизнь 22 тяжело раненным бойцам. 28 декабря в другом госпитале, несмотря на большую задымленность и высокую температуру, пожарные сумели вынести из здания 102 раненых.

Пожары в госпиталях от попадания снарядов: 7 октября (больница им. 25 Октября, ул. Москвиной, д. 1), 14 октября (Военно-морская медицинская академия, Загородный проспект, д. 47), 23 сентября и 5 ноября (больница им. Куйбышева, Литейный проспект, д. 56).

8 ноября от взрыва фугасной бомбы возник пожар в госпитале на Обводном канале, д. 19. Госпиталь был размещен в старом здании (1850 г.), ранее принадлежавшем Александро-Невской лавре. Взрыв разрушил все четыре этажа здания, при этом рухнула стена дворового фасада. К моменту обстрела в этой части госпиталя раненые еще не были размещены. Но повреждение конструкций оказались настолько серьезными, что возникла угроза обрушения значительной части здания. Когда пожарные были заняты ликвидацией незначительных очагов горения, внезапно покачнулась несущая стена, отделяющая обрушенную часть здания от коридоров. И сводчатые перекрытия трех этажей рухнули на людей. Несмотря на предосторожности, предвидеть это обрушение не представлялось возможным – никаких видимых трещин или изменения конструкций не было. Последствия обрушения оказались очень тяжелыми: погибло пять пожарных, десять были тяжело ранены. При обвале погибла и часть обслуживающего персонала госпиталя [1].

История обороны Ленинграда не знает ни одного случая, чтобы артиллерийский обстрел заставил пожарных отступить, прекратить работу, спрятаться в укрытие (рис. 5).



Рис. 5. Пожарный во время тушения пожара

Наступили лютые декабрьские морозы 1941 г. И борьба за минимальное тепло стала борьбой за жизнь. В быт ленинградцев вошла временная печь «буржуйка» самых разных видов и конструкций – от большой консервной банки до громоздких сооружений из железа, кирпича и других подсобных материалов (рис. 6).

Консервная банка на двух кирпичах, железная бочка с кривым коленом дымохода, вставленным в вентиляционное отверстие в стене, – превращались зимой в импровизированную печку, источник тепла и средство к жизни, но в то же время и опасный источник пожара. Являясь выходом из тяжелого положения, буржуйки и коптилки поставили город перед серьезной пожарной угрозой. Они таили самые различные причины пожаров: люди ослабели от голода и утратили осторожность при обращении с огнем, печи часто оставались без надзора, согревшийся человек засыпал у тлеющих щепочек и нередко – навсегда.



Рис. 6. Инструктаж по использованию «буржуйки»

После тревожных осенних пожаров наступил период тяжелых зимних пожаров, возникающих по бытовым причинам. Из-за сильных морозов вымерзли даже некоторые притоки р. Невы. Не было не только воды, не было горючего для машин, бездействовали приборы освещения. Работая на пожарах в вечернее и ночное время, пожарным приходилось перемещаться по темным помещениям или с трудом удерживаться на обледенелых лестницах.

Несмотря на трудности блокады, уже в феврале 1942 г. количество пожаров из-за бытовых и производственных причин стало снижаться.

Пожары учили многому. Так, через несколько дней после пожара на нефтебазе «Ручьи» (3 мая 1943 г.) было составлено подробное описание пожара, сделан подробный анализ всего, что было сделано в бою с огнем. И это был не просто отчетный документ – это стало своеобразным хранилищем опыта, которое становится достоянием для всех. И с 8 февраля 1943 г. описание пожара становится обязательным для всех оперативных групп. На основе таких анализов пожара во всех командах и в гарнизонном масштабе проводились разборы пожаров.

Работники Государственного пожарного надзора должны были не только обследовать объект, но и сами практически участвовать в выполнении предписаний. Надо было выявить все импровизированные печи, учесть их и заменить на безопасный источник тепла. За год было снято на предприятиях более 6 000, а в домохозяйствах – более 26 000 печей-времянянок. Расчищались пути на чердаки, делали доступными и чистыми лестницы, снимали неисправную проводку. Пожарные становились печниками, жестянщиками, монтерами, трубочистами. Профилактика приносila свои плоды. И если половина всех загораний не превратилась в бедствие, значит водоемы, песок и инструменты, обмазка стен и конструкций, расчистка лестниц. Разнообразные формы противопожарной пропаганды оправдали себя.

За образцовую подготовку противопожарной обороны города Ленинграда, за доблесть и мужество, проявленные личным составом пожарной охраны при ликвидации пожаров, Указом Президиума Верховного совета СССР от 10 июня 1942 г. пожарная охрана Ленинграда была награждена высшей наградой – орденом Ленина [1]. И бойцы огненного фронта получали боевые награды за свой подвиг. Более тысячи пожарных было награждено орденами и медалями.

В январе 1944 г. в Великобритании вышла книга «В борьбе за родные города» об истории внутренней обороны Великобритании 1940–1941 гг. – это повесть о подвигах и достижениях людей.

Когда удары воздушной бомбардировки обрушились на Великобританию, страну, которая почти 900 лет не знала вражеского нападения, то фашисты ожидали, что такой народ будет расслабленным и не сможет выдержать жестокий разгром своих городов. Но люди

выдержали с таким мужеством, как если бы их города и села подвергались войне и опустошению почти каждое поколение. В книге три раздела и 16 глав, но остановимся только на одной главе – на главе «Борьба с огнем» в разделе «Бой за Лондон» [2].

Как пишут авторы книги, «первые двадцать два дня и двадцать две ночи налетов на Лондон были настоящим испытанием для пожарных бригад. В течение этого времени пожарные выезжали на 10 000 пожаров. За первые три ночи количество пожаров превышало тысячу в ночь. Вот как он описан в книге: «Первый большой пожар, возникший вследствие налета, был пожар в Сити, в ночь на 24 августа. Самый большой пожар из ночных пожаров был в Квебек – Ярд, в доках Саттей. Он охватил огромную площадь, которая расширялась с головокружительной быстротой и распространяла ужасающий жар. Этот пожар был в 30–40 раз больше, чем гигантский пожар в Барбикан, в Сити, произошедший в 1938 г. и считавшийся величайшим пожаром современного Лондона. Температура была такая, что на пожарных судах, пытавшихся подойти с подветренной стороны, загоралась краска, хотя они шли на расстоянии 300 ярдов (546 м). Горящие головни с фут длиной (30 см) залетали на далеко отстоящие улицы и там начинался пожар. Склады дерева, которые пожарные заливали водой, немедленно обволакивались паром, высыхали и воспламенялись. В то время, как люди надрывались в борьбе с этим чудовищем, немцы, конечно, не выпускали из виду такую замечательную мишень. Бомбы падали всю ночь без перерыва, и снова возникали пожары там, где они только что были с большим трудом потушены, это было только одно из событий этой ночи. Многие из пожарных были на посту по 40 ч. В Вуличском арсенале люди боролись с огнем среди ящиков со снарядами и баков с нитроглицерином, в то время как немцысысыпали эту первоклассную военную мишень ураганом бомб. Горящая резина пускала клубы до такой степени удушилого, черного дыма, что бороться с ним приходилось на расстоянии, рискуя задохнуться. На пожаре складов рома потоки пылающей жидкости текли из-под дверей склада, бочки взрывались как бомбы, и ни глотка, чтобы промочить горло». Результаты, достигнутые немцами во всех налетах, как на Лондон, так и на другие города поставили перед противопожарной обороной две задачи, к решению которых она не была вполне подготовленной:

- как бороться с пожарами, когда поврежден водопровод, то есть как создать запасы воды;
- как сосредоточить силы и средства с такой же быстротой, как враг перебрасывает свои воздушные атаки.

На решение второй задачи потребовалась коренная реорганизация противопожарной обороны [2].

Такие же задачи стояли и перед пожарными Ленинграда. В 1941 г. постановлением Совнаркома СССР была усиlena пожарная охрана города, созданы формирования МПВО с привлечением населения, организация этих формирований в жилищном фонде и на промышленных объектах позволяла основные силы пожарных команд направлять на борьбу с большими и сложными пожарами.

В истории обороны Ленинграда, в благодарной памяти людей останется навсегда героический труд пожарных. Блокада причинила большой ущерб пожарной охране города. Было уничтожено 53 % боевых машин, тысячи метров рукавов, несколько зданий пожарных команд. Более двух тысяч пожарных отдали свои жизни, защищая Ленинград. «Они молча хоронили своих убитых, перевязывали раненых, не зная отдыха, работали день и ночь, спасая Ленинград от уничтожения огнем» (Н. Тихонов).

Проходят годы, но традиции огнеборцев остаются неизменными – спасти, защитить, сохранить.

Литература

1. Зильберштейн Ф.Б., Кончаков Б.И., Солосин Г.И. Пожарная охрана Ленинграда в годы Великой Отечественной войны. Л.: Стройиздат. 1971. 160 с.
2. В борьбе за родные города: история внутренней обороны Великобритании 1940–1941 гг. Лондон: Британский союзник, 1944. 159 с.

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

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЖАРНОГО В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

С.В. Полынько, кандидат технических наук;

А.Б. Иванов.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрены особенности дыхания при выполняемой физической нагрузке, достоинства и недостатки дыхательных аппаратов со сжатым воздухом и дыхательных аппаратов на сжатом кислороде, определено несоответствие расхода воздуха в дыхательном аппарате на сжатом воздухе с показателями в регламентирующих документах.

Ключевые слова: физическая нагрузка, дыхательные аппараты со сжатым воздухом, дыхательных аппаратов со сжатым кислородом

INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY ON SAFETY OF THE FIREFIGHTER IN SIZOD AT EMERGENCY SITUATIONS

S.V. Polyn'ko; A.B. Ivanov.

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

Features of breath at the physical activity are considered, merits and demerits of respiratory devices on compressed air and respiratory devices on the compressed oxygen, defined the discrepancy of a consumption of air in the respiratory device on compressed air with indicators in regulating documents.

Keywords: physical activity, breathing apparatus compressed air, breathing apparatus with compressed oxygen

Тушение пожаров в зданиях и сооружениях проводится звенями газодымозащитной службы [1]. Важнейшим условием их работы, определяющим как успешность тушения пожаров, так и ликвидацию чрезвычайных ситуаций (ЧС), является достаточное время защитного действия средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) [2, 3], обуславливающее требуемое время работы и последующий выход из непригодной для дыхания среды. В тоже время опыт показывает, что на время защитного действия СИЗОД влияют различные факторы, прежде всего уровень физической нагрузки на газодымозащитника, поскольку действующие нормативные документы [1, 4] не в полной мере учитывают реальный расход воздуха при проведении различных работ при тушении пожара и ликвидации ЧС. Представляется

целесообразно дать оценку расхода воздуха в СИЗОД с учетом высокой физической нагрузкой, выполняемой газодымозащитником [5].

Под воздействием физической нагрузки потребление O_2 и выделение CO_2 возрастают в среднем в 15–20 раз. Одновременно увеличивается легочная вентиляция и организм человека получает необходимое количество O_2 , а из организма человека выводится CO_2 .

В зависимости от тренированности человека показатели дыхания человека являются индивидуальными. В нормальном состоянии частота вдохов и выдохов находится в диапазоне от 16 до 25 в мин, а объем воздуха при дыхании составляет – от 2,5 до 0,5 л. При тяжелой физической работе легочная вентиляция пропорциональна интенсивности выполняемой физической нагрузки и, соответственно, потреблению O_2 . У нетренированного человека при максимальной физической нагрузке объем дыхания в минуту не превышает 80 л/мин, а у тренированного – может быть 120–150 л/мин и более [2, 6]. Кратковременное произвольное повышение легочной вентиляции может составлять 150–200 л·мин⁻¹.

В начале выполнения физической нагрузки легочная вентиляция быстро усиливается, а также не происходит каких-либо значительных изменений газового состава крови. Таким образом, в возникновении гиперпноэ [7] (хурегрное; гипер- + греч. рное дыхание) в начале физической нагрузки не участвуют периферические и центральные хеморецепторы, чувствительные к гипоксии и к уменьшению pH внеклеточной жидкости мозга.

Легочная вентиляция в начале физической нагрузки регулируется сигналами, поступающими из гипоталамуса, мозжечка, лимбической системы и двигательной зоны коры большого мозга к дыхательному центру. В то же время активность нейронов дыхательного центра увеличивается раздражением проприоцепторов, задействованных в выполнении физической нагрузке мышц. Первичное резкое возрастание легочной вентиляции сменяется плавным возрастанием до устойчивого состояния – плато. В период «плато», или стабилизации легочной вентиляции, происходит понижение PaO_2 и увеличение $PaCO_2$ крови, увеличивается транспортировка газов через аэрогематический барьер, начинают возбуждаться центральные хеморецепторы и периферические. В это время к нейрогенным стимулам дыхательного центра прибавляются гуморальные воздействия, которые вызывают добавочное увеличение легочной вентиляции при выполняемой физической нагрузке. При тяжелой физической нагрузке на уровень легочной вентиляции будут влиять также артериальная гипоксия, концентрация катехоламинов, повышение температуры тела.

Состояние «плато» наступает примерно через 30 с начала физической нагрузки или изменения ее интенсивности. Увеличение легочной вентиляции при физической нагрузке происходит вследствие различного соотношения глубины дыхания и его частоты. При очень высокой легочной вентиляции поглощение O_2 многократно возрастает. Эти условия ограничивают возможности выполнения предельных физических нагрузок. Завершение работы вызывает стремительное снижение легочной вентиляции, после чего происходит медленное восстановление дыхания до обычного состояния.

Достоинства и недостатки дыхательных аппаратов со сжатым кислородом и дыхательных аппаратов со сжатым воздухом

Дыхательные аппараты со сжатым воздухом (ДАСВ). Аппарат представляет собой изолирующий резервуарный дыхательный прибор со сжатым воздухом в баллоне с рабочим давлением 29,4 МПа и избыточным давлением под лицевой частью [2, 3, 8]. Увеличение количества ДАСВ в пожарной охране по сравнению с дыхательными аппаратами со сжатым кислородом (ДАСК) обусловлено более простым изготовлением и дешевым обслуживанием, внедрением в производство композитных баллонов с рабочим давлением до 30 МПа [2, 3, 8]. Основные достоинства ДАСВ: естественные условия дыхания, вдыхаемая газовая смесь содержит оптимальный объем O_2 – 21 %, объемная доля диоксида углерода во время вдоха минимальна и постоянна в течение всего времени защитного действия ДАСВ, температура вдыхаемой газовой смеси практически равна температуре окружающей среды.

Основным недостатком ДАСВ является неэкономный расход воздуха из баллонов. В связи с этим время защитного действия (ВЗД) ДАСВ будет небольшим, то есть ВЗД, отнесенное к единице массы ДАСВ (2...8 мин/кг), поэтому при равном времени защитного действия ДАСВ имеют существенно большую массу по сравнению с ДАСК.

Так при нагрузке средней тяжести максимально возможное время защитного действия ДАСВ не превысит 45 мин. К недостаткам можно отнести необходимость закупать дорогое компрессорное оборудование для закачки баллонов сжатым воздухом, особенно для подразделений, где на вооружении небольшое количество ДАСВ, а также необходима база газодымозащитной службы (ГДЗС) для технического обслуживания.

Основными достоинствами аппаратов со сжатым кислородом являются: большое время защитного действия по сравнению с ДАСВ при нагрузке средней тяжести 240 мин, достаточно небольшое расходование кислорода, возможность контроля за расходом кислорода по выносному манометру. В настоящее время накоплен большой опыт промышленного выпуска, разработки и применения ДАСК, благодаря чему их конструкция является надежной.

К недостаткам ДАСК относятся:

- сложность кислородоподающей системы, которая включает большое число деталей и узлов. А так же изготовление и настройка кислородоподающей системы;

- требуется периодическая промывка O_2 воздуховодной системы ДАСК для предотвращения заисторирования, что приводит к повышенному расходу кислорода и уменьшению времени защитного действия. А так же приводит к повышению содержания O_2 во вдыхаемой газовой дыхательной смеси (ГДС) до 80...95 %. Необходимо отметить, что негативно сказывается на здоровье часто работающих в ДАСК высокое содержание O_2 во вдыхаемой ГДС при длительном воздействии;

- по манометру контролируется расход кислорода, но существует вероятность, что защитная способность регенеративного патрона закончится раньше, чем кислород;

- необходимость приобретать кислородный компрессор для заполнения кислородных баллонов малого объема сжатым кислородом;

- более сложное техническое обслуживание ДАСК;

- запрет на применение ДАСК на нефтеперерабатывающем и нефтехимическом производстве.

На протяжении длительного времени применения ДАСВ пытались создать аппарат с наиболее подходящими техническими характеристиками – это время защитного действия аппарата в непригодной для дыхания среде, компактность, масса аппарата, модернизация баллонов со сжатым воздухом, от металлических к новым композитным. Рассматривая дыхательный аппарат со сжатым воздухом ПТС «Профи-М» [8], время защитного действия не может превысить 60 мин [3, 8], но это в теории и при условии, если давление включения будет 300 кг/см^2 – Рвкл., потребление воздуха не превышает 40 л/мин:

$$T_{3d} = \frac{(P - P_{p.p}) * V_{\delta}}{q \cdot k}, \quad (1)$$

где Рвкл – 300 кг/см^2 ; Рр.р. – 10 кг/см^2 – давление для устойчивой работы редуктора; q – расход воздуха (л/мин); k – коэффициент сжатия воздуха.

$$T = \frac{(300 - 10) \cdot 7}{1,1 \cdot 40} = 46 \text{ мин}.$$

На самом же деле на практике происходит все иначе, не всегда давление в баллоне равно 300 кг/см^2 (минимальное давление включения при входе в НДС должно составлять не менее 260 кг/см^2 – Приказ МЧС России от 9 января 2013 г. № 3 [1, 2]). Но самое важное, что потребление воздуха при тушении пожара и физических нагрузках на много превышает показатель в 40 л/мин принятом в методических указаниях [4].

У натренированных людей потребление воздуха до 150 л/мин, но даже если рассматривать обычного человека, то и у него потребление воздуха может доходить до 80 л/мин, это в два раза больше нормы расхода воздуха приведенной в формуле расчета времени пребывания в НДС.

Подставив эти данные в формулу (1), легко рассчитать какое, в действительности, время защитного действия аппарата со сжатым воздухом, если $P=260$, а потребление воздуха 80 л/мин:

$$T_{3\delta} = \frac{(P - P_{pp}) \cdot V_b}{q \cdot k};$$

$$T_{3\delta} = \frac{(260 - 10) \cdot 7}{88} = 19 \text{мин}.$$

Еще меньше времени защитного действия будет, если человек окажется спортсменом и потребление воздуха у него составит, к примеру, 150 л/мин.

$$T = \frac{(260 - 10) \cdot 7}{165} = 10 \text{мин}.$$

То есть время пребывания в непригодной для дыхания среде окажется колоссально маленьким, и даже если рассматривать, что давление включения будет 300 кг/см², время защитного действия окажется ненамного больше:

$$T = \frac{(300 - 10) \cdot 7}{165} = 12 \text{мин}.$$

Пример: при проведении соревнований по ГДЗС газодымозащитнику необходимо было проползти под трюмом корабля в канаве, протянуть рукавную линию по всему трюму, найти газовый баллон и вынести его, все это было необходимо сделать в составе звена ГДЗС. Перед началом соревнований проводилась рабочая проверка ДАСВ. Контрольное давление составляло 285 кг/см² при выходе из трюма корабля, когда сработало сигнальное устройство. Сигнальное устройство предназначено для подачи звукового сигнала, предупреждающего пожарного о снижении давления воздуха в баллоне до 4,9–6,3 МПа (49–63 кгс/см²), после прохождения этапа на манометре было значение в диапазоне 20–30 кгс/см², весь этап длился 13 мин.

Сделав расчеты, можно определить вентиляцию легких, то есть объем потребляемого воздуха и кислорода:

Сколько было израсходовано воздуха, вычислим по формуле:

$$P_{вкл.} - P_{ост.} = \Delta P;$$

$$\Delta P = 285 - 25 = 260 \text{ кгс/см}^2;$$

$$T = \frac{(P_{вкл.} - 10) \cdot V_b}{Q \cdot 1,1} = 19 \text{мин},$$

где T – известно и равно 13 мин; Q – расход воздуха или объем потребляемого воздуха л/мин; V_b – объем баллона (л.); а $(P_{вкл.} - 10)$ – это как раз будет давление в баллоне, которое израсходовано, оно будет равно $\Delta P = 260 \text{ кгс/см}^2$, необходимо определить расход воздуха Q :

$$Q = \frac{(\Delta P - 7) \cdot V \delta}{T \cdot 1,1} = \frac{260 \cdot 7}{13 \cdot 1,1} = 127 \text{ мин.}$$

Из этого видно, что потребление воздуха составило 127 л/мин, а это больше почти в 3,2 раза, чем прописано в Приказе № 3.

Следовательно, за 13 мин было израсходовано 1 651 л воздуха.

Если перевести объем израсходованного воздуха в объем израсходованного кислорода при условии, что кислород занимает 20 % воздушной смеси, то получим:

$$1\,651 \cdot 0,2 = 330,2 \text{ л.} - \text{O}_2 \text{ было израсходовано за 13 мин.}$$

Для чего объем воздуха был переведен в объем кислорода, основная часть воздуха – это азот, а при увеличении физической нагрузки организм нуждается в увеличении именно кислорода, а не азота, так как повышение легочной вентиляции при физической нагрузке происходит за счет разницы соотношения глубины дыхания и его частоты. При очень высокой легочной вентиляции поглощение O_2 сильно возрастает. Это, соответственно, ограничивает возможности выполнения предельных физических нагрузок.

Таким образом, приведены известные простые расчетные формулы, позволяющие скорректировать получаемые расчетные данные по времени защитного действия СИЗОД, и тем самым повысить безопасность выполняемых работ. Существует несоответствие расхода потребляемого воздуха в СИЗОД по сравнению с нормативными показателями, который зависит от уровня выполняемой физической нагрузки.

Литература

1. Об утверждении правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ МЧС России от 9 янв. 2013 г. № 3. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Организация, управление и оборудование газодымозащитной службы: учеб. / В.Т. Аверьянов [и др.]. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2015. 382 с.
3. Аппарат дыхательный со сжатым воздухом ПТС «ПРОФИ». Руководство по эксплуатации ПТС11.00.00.000 РЭ.
4. Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. М., 2013.
5. Полянко С.В., Аверьянов. В.Т. Модель размещения пунктов дозарядки сжатым воздухом средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) // Науч.-аналит. журн. «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России». 2014. № 2.
6. С. Michael Hogan. 2011. Respiration. Encyclopedia of Earth. Eds. Mark McGinley and C.J.Cleveland. National Council for Science and the Environment. Washington DC (англ.).
7. Гиперноз // Национальная психологическая энциклопедия. URL: <https://vocabulary.ru/termin/giperpnoe.html> (дата обращения: 29.06.2017).
8. Пожарное оборудование от ведущего российского производителя. URL: <http://www.pto-pts.ru/produktsiya/dykhatel'naya-tehnika/46-dykhatelnye-apparaty-so-szhatym-vozdukhom/58-dykhatelnyj-apparat-pts-profi-m> (дата обращения: 29.06.2017).

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

НАПЫЛЯЕМЫЕ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

**А.Ю. Андрюшкин, кандидат технических наук, доцент.
Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.
В.А. Балабанов, кандидат медицинских наук;
Е.Н. Кадочникова, кандидат технических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены системы покрытий, содержащие полимерные функциональные слои, для защиты металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов. Проведен анализ коррозионной активности окружающей среды и свойств систем покрытий. Показана значительная эффективность напыления при формировании систем покрытий высокого качества.

Ключевые слова: покрытие, напыление, углеводороды

SPRAYABLE SYSTEMS COVERING FOR PROTECTION FROM CORROSION METALLIC DESIGN OBJECT OF THE CONVERSION, KEEPING AND TRANSPORTATIONS HYDROCARBON

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

Considered systems covering, combining polymeric functional layer, for protection metallic design object of the conversion, keeping and transportations hydrocarbon. Organized analysis of the action to corruptions surrounding ambiences and characteristic of the systems covering. Significant efficiency of the evaporation is shown when shaping the systems covering high quality.

Keywords: covering, evaporation, hydrocarbons

Объекты переработки, хранения и транспортировки углеводородов, связанные между собой трубопроводами, представляют собой единый технологический комплекс. К объектам переработки и хранения углеводородов относятся емкости, цистерны и резервуары, которые чаще всего выполняются в виде стальных сварных оболочек, имеющих значительные габаритные размеры. Общая протяженность стальных промысловых и магистральных

трубопроводов составляет около миллиона километров, при этом интенсивно ведется строительство новых трубопроводов для транспортировки углеводородов. Трубопроводы эксплуатируются в течение десятков лет и почти не подвергаются моральному старению [1].

Аварийность определяется чаще всего механическими повреждениями, возникающими из-за внешней и внутренней коррозии. Коррозия является причиной порядка 70 % аварий, при этом происходит потеря около 10 % добываемой нефти. Утечки углеводородов при разгерметизации оборудования и трубопроводов наносят значительный ущерб окружающей среде, при этом возрастает вероятность возникновения взрывов и пожаров. Безаварийное функционирование металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов является актуальной проблемой, требующей новых технологических методов обеспечения их работоспособности.

Надежность, в том числе и долговечность, металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов обусловлена применяемыми средствами противокоррозионной защиты. Изоляционные покрытия являются эффективным средством пассивной защиты оборудования и трубопроводов от коррозии, качество изоляционного покрытия во многом определяет срок их службы.

Многослойное изоляционное покрытие представляет собой систему покрытия – сочетание последовательно нанесенных функциональных слоев различного целевого назначения (покрываемых, грунтовочных, промежуточных).

Выбор изоляционного покрытия для защиты металлической конструкции от коррозии основывается на оценке влияния окружающей среды и предполагаемого срока службы покрытия. Условия эксплуатации металлических конструкций зависят от категории коррозионной активности окружающей среды (ISO 12944-2 и ISO 9223), категории размещения металлической конструкции (ГОСТ 15150-69) и климатических факторов (ГОСТ 16350-80) (табл. 1) [2-8].

Таблица 1. Категории коррозии при атмосферных условиях окружающей среды по стандарту ISO 12944-2 и ISO 9223

Категория коррозионной активности	C1 Очень низкая	C2 Низкая	C3 Средняя	C4 Высокая	C5-1 Очень высокая (промышленная)	C5-M Очень высокая (морская)
Потеря в массе стали, г/м ²	не более 10	от 10 до 200	от 200 до 400	от 400 до 650	от 650 до 1 500	от 650 до 1 500
Потеря в толщине стали, мкм	не более 1,3	от 1,3 до 25	от 25 до 50	от 50 до 80	от 80 до 200	от 80 до 200

Изоляционное покрытие препятствует проникновению к поверхности металла влаги, агрессивных газов и жидкостей, его долговечность зависит от многих факторов, природы покрытия, физико-химического воздействия окружающей среды, технологии нанесения покрытия. Основными критериями при выборе изоляционного покрытия являются:

- высокая адгезия к стальной поверхности;
- стойкость к абразивному износу;
- устойчивость при температурных колебаниях от -50 до +160 °C;
- простота и производительность технологии нанесения покрытия.

Согласно международному стандарту ISO 12944 определены следующие сроки службы изоляционных покрытий: низкий (до 5 лет), средний (от 5 до 15 лет) и высокий (более 15 лет).

Основным параметром, определяющим долговечность изоляционного покрытия, является его толщина, так как она влияет на скорость проникновения агрессивной среды к поверхности металла. Поэтому толщина изоляционного покрытия устанавливается

в соответствии со степенью агрессивности среды, при этом толщина изоляционного покрытия должна гарантировать отсутствие капиллярной проницаемости. Необходимо отметить, что увеличение толщины изоляционного покрытия приводит к росту внутренних напряжений, приводящих к образованию трещин. Уменьшение внутренних напряжений в покрытии возможно при его напылении несколькими элементарными слоями, однако это приводит к увеличению трудоемкости.

По толщине выделяют следующие типы изоляционных покрытий [2–8]:

- нормального типа со сроком службы не менее 10 лет (эпоксидные – толщиной 300 мкм; полиуретановые – толщиной 200–500 мкм);
- усиленного типа со сроком службы не менее 15 лет (эпоксидные – толщиной 500–600 мкм);
- особо усиленного типа со сроком службы не менее 20 лет (эпоксидные, армированные рубленым стекловолокном – толщиной 1 600–3 000 мкм).

Перспективно напыление эпоксидных изоляционных покрытий, армированных стекловолокном, на металлические конструкции объектов переработки и хранения углеводородов. Толщина напыленного изоляционного покрытия как для наружных, так и для внутренних поверхностей оборудования составляет 1 500–2 000 мкм. Изоляционное покрытие чаще всего является двухслойным, сначала наносится неармированный эпоксидный грунтовочный слой, а затем армированный стекловолокном эпоксидный покрывной слой.

Для металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов широкое применение получили изоляционные покрытия, содержащие наполненные цинком эпоксидные функциональные слои. Частицы цинкового наполнителя исполняют роль катодной защиты от коррозии. Даже при механическом повреждении наполненный цинком слой является надежным барьером, препятствующим возникновению коррозии на стальной поверхности.

Высоконаполненные функциональные слои содержат менее 35 % растворителей и прочих летучих органических веществ. Достоинствами высоконаполненных систем покрытия являются:

- повышенная коррозионная стойкость функционального слоя по сравнению с ненаполненным слоем такой же толщины;
- возможность напыления более толстого функционального слоя, что обеспечивает получение слоя заданной толщины, состоящего из одного–двух элементарных слоев, формируемых за один проход распылителя.

Для обеспечения тепловой изоляции металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов широко используют системы покрытий, включающие пенополиуретановый функциональный слой, обладающий превосходными антикоррозионными свойствами. Срок службы оборудования и трубопроводов, имеющих систему покрытия с пенополиуретановым функциональным слоем, достигает 30 лет.

Высокой изоляционной эффективностью обладают двух- и трехслойные покрытия. Эти покрытия устойчивы к растрескиванию, отслаиванию и прочим повреждениям при чрезмерной механической нагрузке и химическом воздействии агрессивных сред. Двухслойные покрытия состоят из грунтовочного и покрывного слоев, а трехслойные – грунтовочного, промежуточного и покрывного слоев (рисунок).

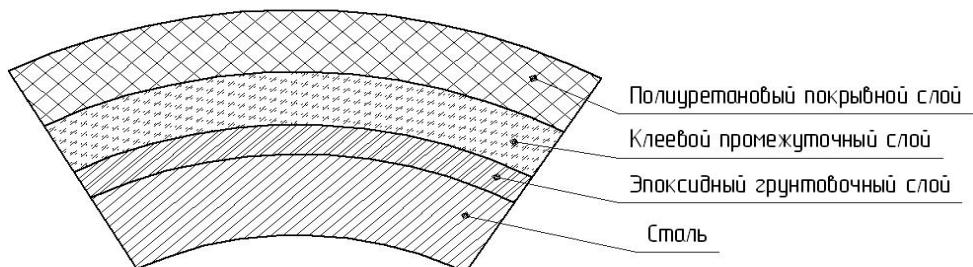


Рис. Система покрытия трубопровода

Грунтовочный слой непосредственно контактирует со стальной поверхностью, обеспечивая адгезию и выравнивание поверхности. Высокая адгезия грунтовочного слоя к стальной поверхности обеспечивается достаточной чистотой поверхности металла до степени Sa $2\frac{1}{2}$ или Sa3 по стандарту ISO 8501-1 и при шероховатости – $Rz=40-60$ мкм. Промежуточный слой связывает между собой грунтовочный и покрывной слои, обеспечивает их взаимную работу. Покрывной слой препятствует проникновению агрессивной среды к металлу, обладает высокой стойкостью к механическому и химическому воздействию, к влиянию атмосферы и ультрафиолета.

Для антакоррозионной защиты металлических конструкций существуют различные системы покрытий, включающие акриловые, алкидные, эпоксидные, полиуретановые и прочие функциональные слои. Несмотря на высокую стоимость, для изоляционных покрытий объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов служат системы покрытий, содержащие функциональные слои на эпоксидной и полиуретановой основе (табл. 2-6) [2-8].

Таблица 2. Системы покрытий для категории коррозионной активности C1, C2

Функциональный слой покрытия	Связующее	Кол-во слоев	Толщина, мкм	Срок службы
	Система покрытий	2	200	15
Грунтовочный	Эпоксидное	1	100	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Полиуретановое	1	100	
	Система покрытий	2	200–220	15–20
Грунтовочный	Цинкосодержащее эпоксидное	1	75–80	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Полиуретановое	1	125–135	
	Система покрытий	2	150	10–15
Грунтовочный	Эпоксидное	1	100	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	1	130	10
Грунтовочный	–	–	–	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Полиуретановое	1	130	

Эпоксидные слои имеют следующие достоинства и недостатки.

Достоинства:

- превосходная адгезия к стальной поверхности;
- высокая механическая прочность;
- рабочая температура от - 60 до + 200 °C;
- низкая водо- и паропроницаемость;
- химическая стойкость к воздействию нефти и нефтепродуктов.

Недостатки:

- двухкомпонентность;
- склонность к растрескиванию при больших толщинах нанесенного слоя;
- подверженность воздействию ультрафиолета.

Таблица 3. Системы покрытий для категории коррозионной активности С3

Функциональный слой покрытия	Связующее	Кол-во слоев	Толщина, мкм	Срок службы
	Система покрытий	2	150	10–15
Грунтовочный	Эпоксидное	1	100	
Промежуточный	–	–	–	
Покровной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	3	350	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	150	
Промежуточный	Эпоксидное	1	150	
Покровной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	2	250	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	125	
Промежуточный	–	–	–	
Покровной	Полиуретановое	1	125	
	Система покрытий	3	250	15–20
Грунтовочный	Цинкосодержащее эпоксидное	1	50	
Промежуточный	Эпоксидное	1	150	
Покровной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	2	200	15–20
Грунтовочный	Цинкосодержащее эпоксидное	1	50	
Промежуточный	–	–	–	
Покровной	Полиуретановое	1	150	

Таблица 4. Системы покрытий для категории коррозионной активности С4

Функциональный слой покрытия	Связующее	Кол-во слоев	Толщина, мкм	Срок службы
	Система покрытий	2	150	10–15
Грунтовочный	Эпоксидное	1	100	
Промежуточный	–	–	–	
Покровной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	2	250	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	125	
Промежуточный	–	–	–	
Покровной	Полиуретановое	1	125	
	Система покрытий	2	350	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	175	
Промежуточный	–	–	–	
Покровной	Эпоксидное	1	175	
	Система покрытий	3	250	15–20
Грунтовочный	Цинкосодержащее эпоксидное	1	50	
Промежуточный	Эпоксидное	1	150	
Покровной	Полиуретановое	1	50	

Полиуретановые слои имеют следующие достоинства и недостатки.

Достоинства:

- высокая атмосферостойкость, водостойкость и светостойкость;
- превосходная износостойкость и эластичность;

- отличная стойкость к нефти и нефтепродуктам, кислотам, щелочам;
- высокая адгезия к различным металлам и неметаллам.

Недостатки:

- двухкомпонентность;
- токсичность при нанесении, при горении (резка, сварка).

Таблица 5. Системы покрытий для категории коррозионной активности C5-1, C5-M

Функциональный слой покрытия	Связующее	Кол-во слоев	Толщина, мкм	Срок службы
	Система покрытий	2	175	10–15
Грунтовочный	Эпоксидное	1	125	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	3	300	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	125	
Промежуточный	Эпоксидное	1	125	
Покрывной	Полиуретановое	1	50	
	Система покрытий	2	300	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	150	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Полиуретановое	1	150	
	Система покрытий	2	250	15–20
Грунтовочный	Эпоксидное	1	500	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Эпоксидное	1	250	
	Система покрытий	2	275–360	15–20
Грунтовочный	Цинкосодержащее эпоксидное	1	25–60	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Эпоксидное	1	250–300	
	Система покрытий	3	300	10–15
Грунтовочный	Каменноугольное эпоксидное	1	100	
Промежуточный	Каменноугольное эпоксидное	1	100	
Покрывной	Каменноугольное эпоксидное	1	100	

Таблица 6. Системы покрытий для категории высокотемпературной коррозионной активности

Функциональный слой покрытия	Связующее	Кол-во слоев	Толщина, мкм	Рабочая температура, °C
	Система покрытий	2	250	до 200 °C
Грунтовочный	Эпоксидное	1	125	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Эпоксидное	1	125	
	Система покрытий	2	90	до 400 °C
Грунтовочный	Цинксиликатное	1	60	
Промежуточный	–	–	–	
Покрывной	Силикон-акриловое	1	30	
	Система покрытий	3	90	до 600 °C
Грунтовочный	Силикон-акриловое	1	30	
Промежуточный	Силикон-акриловое	1	30	
Покрывной	Силикон-акриловое	1	30	

Существует множество способов нанесения функциональных слоев, однако для формирования изоляционных покрытий на крупногабаритных металлических конструкциях объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов применяют пневматическое и безвоздушное напыление.

Пневматическое напыление заключается в диспергировании жидких компонентов функционального слоя системы покрытия высокоскоростным потоком сжатого воздуха.

Безвоздушное напыление заключается в диспергировании жидких компонентов функционального слоя системы покрытия за счет высоких скоростей истечения из сопла, которые подают под большим давлением (до 50 МПа). Размер отверстия в сопле оказывает существенное влияние на толщину элементарного слоя (табл. 7) [9].

Таблица 7. Зависимость толщины пленки от размеров отверстия сопла

Толщина пленки, мкм	Размер отверстия сопла, мм
до 50 микрон	0,02–0,03
100–200 микрон	0,03–0,04
>200 микрон	0,04–0,07

Образующиеся при пневматическом или безвоздушном диспергировании жидкости капли напыляются на поверхность объекта и, ударяясь об нее, растекаются и сливаются, образуя жидкую пленку. После отверждения пленки формируется элементарный слой, совокупность которого образует функциональный слой системы покрытия.

Дисперсность капель жидкости повышается при ее нагревании. Это связано с понижением вязкости, с понижением поверхностного натяжения и интенсивным испарением растворителей. Повышенная температура жидкости с 20 до 80 °С, можно почти вдвое снизить давление при безвоздушном напылении.

Значительная дисперсность капель обеспечивает высокую однородность формируемого элементарного слоя, что обуславливает полноту взаимодействий между компонентами функционального слоя, при этом качество как отдельного функционального слоя, так и качество всей системы покрытия растет [9].

Достоинства напыления:

- покрытие имеет хорошие декоративные свойства;
- высокая мобильность и простота оборудования;
- возможность нанесения изоляционного покрытия на объекты различных размеров и со сложной конфигурацией поверхностей;
- высокая производительность.

Недостатки напыления:

- большие потери компонентов покрытия при напылении на объекты с малыми размерами;
- вредные условия труда за счет повышенного туманообразования;
- повышенная пожаро- и взрывоопасность.

Таким образом, можно сделать выводы, что для антакоррозионной защиты металлических конструкций объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов применяют системы покрытий с полимерными функциональными слоями (грунтовочный, промежуточный, покрывной).

Выбор системы покрытия для конкретной металлической конструкции основывается на оценке коррозионной активности окружающей среды и заданной долговечности изоляционного покрытия.

Коррозионная стойкость и долговечность изоляционного покрытия во многом определяется его толщиной.

Высокую антакоррозионную эффективность имеют системы покрытий, включающие эпоксидные и полиуретановые функциональные слои, при этом свойства этих слоев могут быть значительно повышенены за счет введения в их состав наполнителей, например рубленного стекловолокна или вспенивания компонентов функционального слоя.

Пневматическое или безвоздушное напыление обеспечивает высокую однородность и малую разнотолщинность функциональных слоев, что обуславливает высокое качество изоляционного покрытия.

Литература

1. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: учеб. / В.Н. Демехин [и др.]. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2003. 656 с.
2. РД-05.00-45.21.30-КТН-005-1-05. Правила анткоррозионной защиты резервуаров. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. РД-23.040.00-КТН-189-06. Правила анткоррозионной защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования магистральных нефтепроводов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. ОТТ-25.220.01-КТН-215-10. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Наружное анткоррозионное покрытие труб, соединительных деталей и механотехнологического оборудования. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. РД-23.020.00-КТН-184-10. Правила анткоррозионной защиты резервуаров для хранения нефти и светлых нефтепродуктов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. РД-23.040.01-КТН-149-10. Правила анткоррозионной защиты надземных трубопроводов, конструкций и оборудования объектов магистральных нефтепроводов. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 11.03.2017).
8. ГОСТ 9.602-2005. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 30.03.2017).
9. Андрюшкин А.Ю. Формирование дисперсных систем сверхзвуковым газодинамическим распылением: монография. СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2012. 400 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ, СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ГЕОЛОКАЦИОННЫХ СЕРВИСОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ДОЗНАНИЯ И СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ МЧС РОССИИ

Д.Е. Хрунов.

Главное управление МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре.

В.Н. Шангин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.Ю. Негодуйко.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре»

Статья посвящена вопросам применения сотрудниками органов дознания и судебно-экспертных учреждений МЧС России современных технических возможностей мобильных

телефонов при производстве процессуальных действий с целью повышения качества результатов такой работы. Рассмотрена правовая допустимость применения таких технико-криминалистических методов при осуществлении уголовно-процессуальной деятельности.

Ключевые слова: криминалистика, дознаватель, следственное действие, протокол, транскрибация, аудиозапись, допустимость, доказательство, смартфон, аудио и видеозапись

THE USE OF MOBILE PORTABLE DEVICES, MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES AND GEOLOCATION SERVICES IN THE ACTIVITIES OF THE BODIES OF INQUIRY AND FORENSIC EXPERTS RUSSIAN EMERGENCY SITUATIONS MINISTRY

D.E. Khrunov.

The Main directorate of EMERCOM of Russia for the Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Ugra.
V.N. Shangin. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

V.Yu. Negoduyko. Federal state budget institution «Forensic expert institution of the federal fire service «Test fire laboratory» for the Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Ugra

The article is devoted to the application of employees of bodies of inquiry and forensic institutions of EMERCOM of Russia of modern technical capabilities of mobile phones while the proceedings, with the aim of improving the quality of results of such work. Also, the article examines the legal permissibility of the use of such technical and forensic methods in the implementation of criminal procedural activities.

Keywords: criminal investigation, inquiry officer, investigative action, protocol, transcription, audio recording, admissibility, proof, smartphone, audio and video recording

Развиваясь, наука и техника подарили человечеству такие возможности, о которых еще два века назад люди могли только фантазировать, не представляя, что когда-нибудь это окажется реальностью. На заре XXI в. не просто существуют фотоаппараты, видеокамеры, диктофоны, навигаторы и компьютеры, все они объединены в одном небольшом устройстве и доступны практически каждому современному человеку. Речь, конечно же, идет о смартфоне, а точнее, о его неочевидных технико-криминалистических возможностях, которые недооценены судебными экспертами, следователями и дознавателями при осуществлении своей профессиональной деятельности. Вероятно, как следует из ряда научных статей [1, 2], в какой-то степени это связано с опасениями, что применение смартфона в процессуальных действиях будет противоречить Уголовно-процессуальному кодексу Российской Федерации (УПК РФ) [3]. Еще одним из обстоятельств является тот факт, что следователь или дознаватель просто не знают о том, насколько привычные для повседневной жизни функции могут не просто упростить их профессиональную деятельность, но и повысить ее качество и эффективность, при этом не выходя ни на шаг за пределы правового поля.

Современные тенденции к повсеместному использованию различных «гаджетов» в совокупности с действующими положениями УПК РФ не только не исключают, но даже способствуют интеграции информационных технологий в уголовный процесс.

Описанию места происшествия криминалисты по всему миру придают особо важное значение, проявляя скрупулезную педантичность в документировании результатов осмотра, ввиду того, что адвокаты умело используют пробелы в записях, подвергая в судебном заседании сомнению относимость и допустимость обнаруженных вещественных доказательств [4].

Особую ответственность процедуре осмотра места пожара придает то обстоятельство, что она позволяет обнаружить и изъять вещественные доказательства, а также зафиксировать

иные следы преступления (не подлежащие изъятию или изъять которые невозможно), на которых в дальнейшем будет базироваться обвинение в суде. Учитывая одно это, процедура осмотра и изъятия должна быть выполнена безупречно [5].

Безупречна процедура осмотра должна быть не только с юридической, но и с технической точки зрения. Практика последних лет показывает, что заключение эксперта является обязательным элементом уголовного дела, на котором, в частности, базируется доказательственная база и без которого прокурором не утверждается обвинительный акт по результатам производства дознания. Эксперт же, в свою очередь, формируя выводы о причине и очаге пожара, в существенно большей степени опирается на объективную информацию (протокол осмотра места происшествия, результаты исследования вещественных доказательств, фото и видеоматериал), чем на субъективные источники (показания свидетелей, акты внутренней проверки и т.д.) Связано это с тем, что во избежание ответственности, показания свидетелей на разных стадиях производства по делу могут противоречиво изменяться, в то время как сведения из объективных источников останутся первоначальными и неизменными.

Известно, что место пожара невозможно законсервировать и сохранить для повторных исследований и восполнить пробелы в задокументированной (запечатленной) информации о пожаре в дальнейшем будут бессильны даже лучшие специалисты и эксперты [6].

Кроме того, еще одним из факторов, негативно влияющим на полноту и качество описания обстановки на месте пожара, являются неблагоприятные погодные и природные условия. Так, например, для Ханты-Мансийского автономного округа – Югры наиболее характерны низкие температуры воздуха в зимний период, обильное количество гнуса и других насекомых в летний период.

Сказанное сполна демонстрирует, что залог успеха дознания формируется в самом его начале, задолго до возбуждения дела и сопровождается трудностями, во многом не зависящими от человека.

Возвращаясь к вопросу использования устройства, которое практически всегда под рукой и используется в большей степени для телефонных звонков, авторами выделены несколько способов использования возможностей смартфона в профессиональной деятельности дознавателей органов дознания и экспертов судебно-экспертных учреждений МЧС России.

Первый способ заключается в использовании общедоступного мобильного программного обеспечения (или приложения) для автоматического распознавания устной речи дознавателя (эксперта) и перевод ее в печатный текст. Такой способ принято называть «транскрибация» (расшифровка аудиовизуальной информации и автоматический перевод ее в текст). Сформированный установленным в смартфоне приложением текстовый файл отправляется на электронную почту в формате Word, корректируется (устраняются неточности распознавания, знаки пунктуации и т.п.), и полученный в результате текст копированием включается в описательную часть протокола осмотра места происшествия. Стоит отметить, что приложение формирует кроме текстового файла также и звуковой файл (подобно диктофону). Текст и аудиозапись можно сохранить на электронный носитель в качестве приложения к протоколу.

Аналогичным образом можно использовать традиционный цифровой диктофон с последующей транскрибацией на базе персонального компьютера (ПК) с помощью специализированных программных продуктов («Off-line») либо с помощью русскоязычного онлайн-сервиса распознавания речи («On-line»). Следует отметить, что уровень распознавания специфических терминов (например пенетрация, спектрофлуориметрия) в сервисе «On-line» на ПК несколько выше по отношению к используемым на мобильных устройствах.

Особая актуальность такого способа организации работы подтверждается вступившими изменениями в ч. 2 ст. 170 УПК РФ [3], согласно которой понятые при производстве осмотра принимают участие на усмотрение следователя. Если по его решению в следственном действии понятые не участвуют, то применение технических средств фиксации хода и результатов следственного действия является обязательным. Таким образом, при осуществлении при производстве осмотра места преступления звукозаписи с последующим (или параллельным) применением речевых технологий (транскрибации) дознавателю нет необходимости затрачивать время на поиск понятых.

На вопрос о законности такого подхода к оформлению протокола осмотра места происшествия очевидный ответ содержится в ст. 166 УПК РФ [1], которая предполагает два варианта составления протокола:

- в ходе следственного действия;
- сразу после его окончания.

Также УПК РФ предусмотрена возможность составления протокола от руки или изготовление его с помощью технических средств. При производстве следственного действия могут также применяться стенографирование, фотографирование, киносъемка, аудио- и видеозапись. Фотографические негативы и снимки, материалы аудио- и видеозаписи хранятся при уголовном деле.

Немаловажным является и то обстоятельство, что протоколы следственных действий допускаются в качестве доказательств, если они соответствуют требованиям допустимости, относимости и достоверности, в противном случае они будут признаны недопустимыми доказательствами. Так, из Постановления Президиума Верховного суда Российской Федерации от 12 сентября 2001 г. № 746 П01ПР следует, что недопустимыми судебная практика признает протоколы следственных действий, если они изготовлены следователем от руки и «практически не поддаются прочтению другими лицами».

Дословное протоколирование следственного действия с помощью автоматической транскрибации обогащает его содержание, увеличивает его информативность, повышает надежность передачи сведений о фактах действительности, сохраняет логичность и последовательность наблюдаемой дознавателем картины.

Не стоит забывать и о том, что протокол осмотра места происшествия может составляться еще на стадии развития пожара или его тушения, когда приходится выбирать: либо непрерывно визуально контролировать объект осмотра, либо смотреть в бланк протокола и упускать часть происходящего. Аудиофиксация с транскрибацией позволяет избежать столь сложного выбора.

Следующий способ является одним из самых популярных и распространенных – видеозапись. Пользу криминалистической видеозаписи сложно переоценить. Об этом писали многие ученые и авторы [7–9]. Однако прежде учеными и практиками не упоминалось о возможности автоматического перевода в текст записанного наряду с видеорядом звукового сопровождения.

Третий способ – фотофиксация. Наряду с традиционной фотографией смартфон позволяет получить как плоскую (классическую) панорамную фотографию, так и сферическую фотопанораму, высокое практическое значение которой подробно рассмотрено в работах Судебно-экспертного учреждения федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре.

Перечисленные возможности смартфона имеют такое важное дополнение, как автоматическое прикрепление к аудио-, фото- и видеофайлам геоданных, полученных с внутреннего GPS/Глонасс – приемника, с координатами места, в котором файл был получен (геопозиция).

Положительные результаты использования возможностей современных смартфонов еще раз можно отразить в следующих аспектах:

- повышение надежности передачи сведений о фактах действительности, а также увеличение информативности осмотра места пожара;
- соблюдение рекомендаций науки криминалистики (тактики, хронологии) производства осмотра места происшествия;
- повышение читабельности (удобочитаемости) протокола осмотра места происшествия (пожара), что значительно упрощает работу лицам, осуществляющим ведомственный процессуальный контроль, а также другим участникам уголовного производства (эксперт, прокурор и т.д.);
- расширение информативности сведений, зафиксированных в протоколе осмотра места происшествия;
- мобильность следователя (дознавателя) на месте происшествия и оптимизация затрат рабочего времени при одновременном повышении качества на этапе оформления протокола следственного действия и изъятия вещественных доказательств;
- оказание положительного влияния на законность и обоснованность принимаемых по делу решений;
- исключение возможности фальсификации следственного действия другими процессуальными лицами, имеющими доступ к материалам уголовного дела (доследственной проверки);
- отсутствие необходимости финансовых затрат на внедрение предлагаемого формата работы;
- универсальность рассмотренных технико-криминалистических методов фиксации (возможно применение при производстве иных следственных действий (например, допрос свидетелей, проверка показаний на месте, выемка и т.д.)).

Литература

1. Ландау И.Л. Проблемы технические и процессуальные использования видеозаписи на предварительном следствии // Актуальные вопросы уголовного права и процесса. 1987. С. 130–138.
2. Тульских В.Д. К проблеме использования цифровой аудио и видеозаписи в уголовном процессе // Армия и общество. 2012. № 4 (32).
3. Уголовно-процессуальный кодекс Рос. Федерации от 18 дек. 2001 г. № 174-ФЗ // Рос. газ. 2001. 22 дек. № 249.
4. Гусаков А.Н., Филющенко А.А. Следственная тактика: учеб. пособие. 2-е изд. Екатеринбург: Урал. ун-т, 1993. 151 с.
5. Осмотр места пожара: метод. пособие / И.Д. Чешко [и др.]. М.: ФГУ ВНИИПО, 2004. 503 с.
6. Туркин Б.Ф. Состояние пожарной безопасности: Тенденции и прогноз изменения обстановки с пожарами // Пожарная безопасность, информатика и техника. 1997. № 2. С. 46.
7. Криминалистика: учеб. / под ред. Н.П. Яблокова. М.: Юристъ, 2007. 781 с.
8. Криминалистика: учеб. / под ред. А.Ф. Волынского, В.П. Лаврова. М.: ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2008. 943 с.
9. Чернова Д.А. Криминалистическая аудио- и видеозапись как вид криминалистической техники, применяемый для объективного и полного расследования преступных действий (бездействий) // Таврический научный обозреватель. 2015. № 2-2. С. 161–162.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ В ПЕРЕКРЫТИИ ПРИ ПОЖАРЕ ОБЪЕКТА НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТАБЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ

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

Н.Н. Романов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проанализированы особенности использования возможностей табличного процессора для расчета параметров теплового поля в перекрытии на объектах нефтегазового комплекса. Описывается структура интегрированной диалоговой системы, включающей в себя электронную таблицу Microsoft Office Excel и семейство макросов на Visual Basic for Applications. Приводятся результаты использования программно-аппаратного комплекса при решении практических задач расчета параметров теплового поля для наиболее распространенных строительных материалов.

Ключевые слова: нефтегазовый комплекс, пожар, горючая жидкость, легковоспламеняющаяся жидкость, тепловое поле, ограждающие конструкции, метод сеток, циклические вычисления, устойчивость решения

CALCULATION OF PARAMETERS OF THERMAL FIELD IN FLOOR IN CASE OF FIRE AT OIL AND GAS COMPLEX FACILITIES ON THE BASIS OF TABLE PROCESSOR

A.A. Kuzmin; N.N. Romanov.

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

We analyzed features of table processor capabilities using for calculating parameters of thermal field in floor at oil and gas facilities. We described structure of integrated interactive system that includes a spreadsheet Microsoft Office Excel and set of macros on the Visual Basic for Applications. We give results of software and hardware complex using for solving practical tasks of parameters calculating of the thermal field for the most common constructive materials.

Keywords: oil and gas complex, fire; combustible liquid, highly inflammable liquids, thermal field, enclosing structures, net method, cyclic calculations, solution stability

Возможные потери при разрушении и повреждении несущих и ограждающих конструкций во время пожаров в зданиях и сооружениях объектов нефтегазового комплекса составляют примерно 20÷30 % суммарных потерь при таких пожарах, и за этим могут последовать аварии на технологическом оборудовании, потери и полное уничтожение других материальных ценностей и технической документации, загрязнение окружающей среды, возможна также гибель обслуживающего персонала [1]. Воздействие продуктов горения, имеющих достаточно высокую температуру, на несущие и ограждающие конструкции приводит к утрате ими своего функционала. Эти обстоятельства определяют актуальность исследования процесса прогрева несущих и ограждающих конструкций при пожарах на объектах нефтегазового комплекса. Проведение экспериментальных исследований предполагает значительные материальные затраты и занимает много времени. С этой точки зрения для определения фактического значения предела огнестойкости строительной конструкции предпочтительно использовать возможности расчетно-аналитического метода, при этом задача состоит из прочностного и аналитического этапов.

При этом вследствие вероятностного характера изменения характеристик температурного поля в ограждениях на объектах нефтегазового комплекса наиболее сложным является решение двух совместных теплофизических задач (рис. 2):

- определение температурного режима в помещении;
- определение температуры необогреваемой поверхности конструкции в зависимости от времени воздействия пожара.

Процесс теплопереноса при пожаре в ограждениях, особенно на его начальной стадии, имеет ярко выраженный нестационарный характер, то есть температурное поле конструкций во время пожара изменяется не только в пространстве, но и во времени, при этом большое значение имеет скорость прогрева ограждающей конструкции.

Наиболее точные результаты можно получить, исходя из локального значения температуры среды в помещении при пожаре в ограждениях для любого момента времени τ_j на высоте от пола (y) и на любом расстоянии от границы горения (z), которое определяется следующим образом [2]:

$$T_f(z, y, \tau_j) = T_{fm}(\tau_j) (0,8 + 0,4y/H) [1,33 - z/(2z + 0,5L)],$$

где H – высота помещения; L – расстояние от предполагаемой границы горения до стены с оконными и дверными проемами, через которые будет происходить газообмен при пожаре с внешней средой; $T_{fm}(\tau_j)$ – зависимость среднеобъемной температуры продуктов горения жидкости при пожаре в ограждениях от времени, но при этом необходимо учитывать эффект «растекания» температурного поля перекрытия от точки прогара перекрытия, что существенно усложняет модель. Однако в работе [3] показано, что при решении задачи прогрева тонкой пластины (толщина δ которой значительно меньше остальных линейных размеров) в граничных условиях третьего рода относительно небольшая разность температур греющей среды в районе пограничного слоя позволяет пренебречь эффектом «растекания» и упростить расчет.

Для аварий на объектах нефтегазового комплекса характерно горение горючих (ГЖ) и легковоспламеняющихся (ЛВЖ) жидкостей внутри производственного помещения на ограниченных поверхностях. Предлагаемый нормативной литературой [4] линейный алгоритм расчета среднеобъемной температуры продуктов горения как функции времени не учитывает возможные изменения теплофизических параметров продуктов горения (удельной изобарной теплоемкости C_p , $\text{кДж}/(\text{кг}^{\circ}\text{C})$ и степени черноты ε_{np} излучающей поверхности факела) по мере развития пожара и может повлиять на точность полученных результатов, так как для расчета среднеобъемной температуры в помещении при пожаре необходимо знать значения приведенной степени черноты ε_{np} и объемной теплоемкости C_p . Однако значения этих физических величин, как видно, являются функцией искомой температуры. Исходя из этого, данную задачу по определению изменения среднеобъемной температуры продуктов горения во времени предлагается решать методом последовательных приближений, то есть, задаваясь значением искомой величины $T_{fm}(\tau_j)$, определяют ε_{np} и C_p , а затем рассчитывают среднеобъемную температуру. При неудовлетворительном совпадении результата расчета температуры с принятым ее значением операцию повторяют. Результат расчета температуры в первом приближении берут за исходную величину.

Алгоритм расчета среднеобъемной температуры продуктов горения ГЖ или ЛВЖ на площади розлива ГЖ или ЛВЖ $f, \text{м}^2$ как функции времени τ [5] представлен на рис. 1.

Решение второй теплофизической задачи по определению температуры необогреваемой поверхности конструкции в зависимости от времени воздействия пожара основано на решении дифференциального уравнения теплопроводности Фурье. Так как у железобетонных конструкций, как правило, один размер значительно больше двух других, то решение уравнения Фурье при расчете огнестойкости достаточно проводить для одномерных температурных полей (рис. 2).

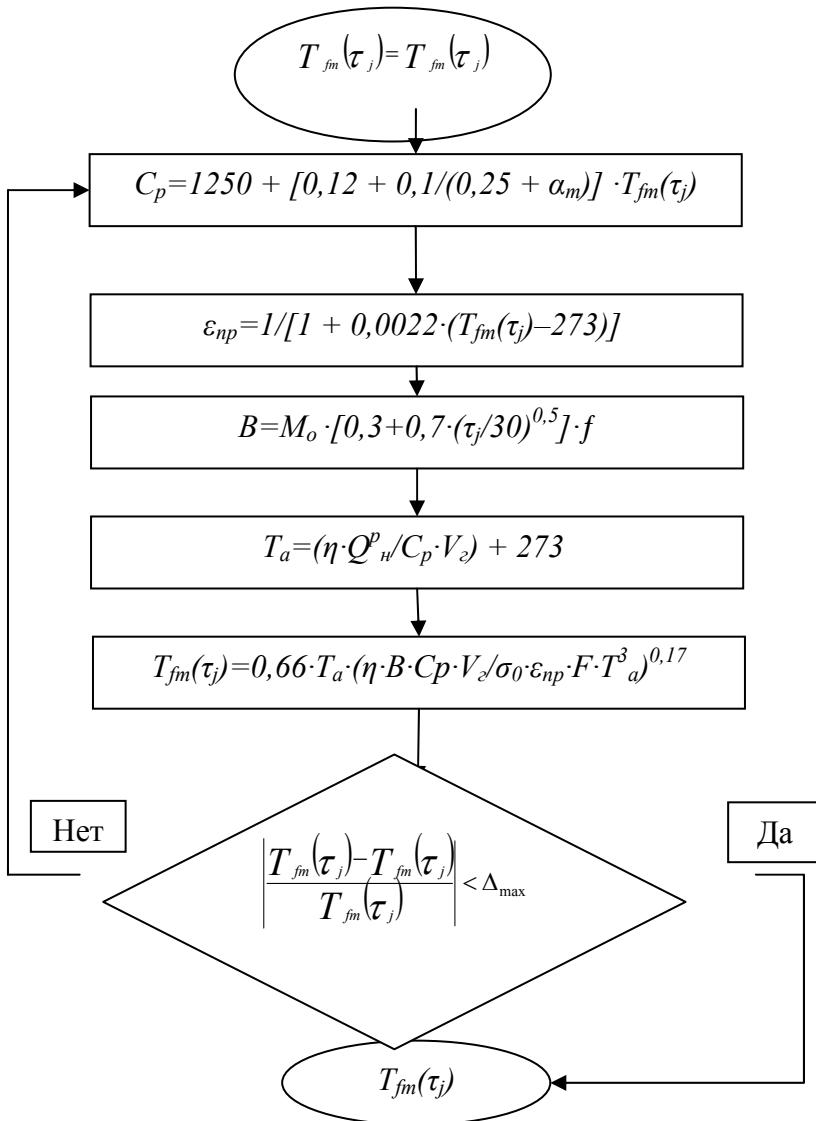


Рис. 1. Алгоритм расчета среднеобъемной температуры продуктов горения ГЖ или ЛВЖ для j момента времени

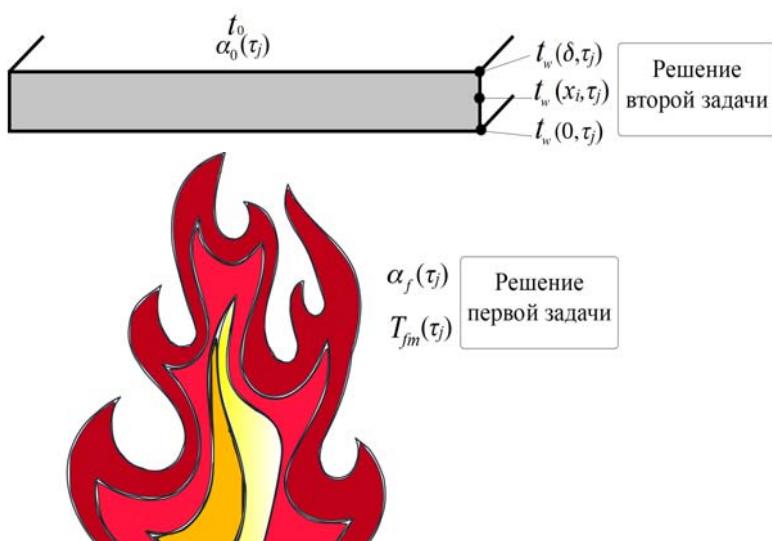


Рис. 2. Термовая модель для расчета температурного режима при пожаре в помещении

Решить данную задачу помогает умение находить распределение температуры во времени для любой точки тела $t_w(x, \tau_j)$. Для одномерных плоских тел и при отсутствии внутренних источников теплоты дифференциальное уравнение теплопроводности может быть представлено в форме:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t_w(x, \tau)}{\partial x^2},$$

где a , $[\text{м}^2/\text{с}]$ – коэффициент температуропроводности материала перекрытия; x – координата по толщине перекрытия [м].

Это уравнение дает возможность решать задачи, связанные с распространением тепла в теле теплопроводностью как при установившемся (стационарном), так и при неустановившемся (нестационарном) тепловом потоке. При решении конкретных задач дифференциальное уравнение дополняется начальными и граничными условиями, характеризующими каждую конкретную задачу. В данном случае граничные условия третьего рода состоят в задании среднеобъемной температуры продуктов горения $t_{fm}(\tau_j)$ и интенсивности теплообмена $\alpha_f(\tau_j)$ для обогреваемой поверхности, а также температуры воздуха t_{f0} и коэффициента теплообмена между необогреваемой поверхностью перекрытия и воздухом $\alpha_o(\tau_j)$.

Проблема решения уравнения с соответствующими условиями является чисто математической, и аналитическое решение таких задач даже для тел простой формы очень затруднительно из-за громоздкости математических операций.

Задачи теплопроводности с изменяющимися граничными условиями наиболее просто решаются методом конечных разностей. Методом конечных разностей может быть решена практически любая задача теплопроводности: как с произвольными начальными и граничными условиями, так и переменными физическими параметрами тела.

Распределение температур по толщине ограждения для очередного временного шага τ_j можно рассчитать, используя следующие формулы:

Температура на обогреваемой поверхности $t_w(0, \tau_j)$ ($i=0$):

$$t(0, \tau_j) = \frac{t_w(x_l, \tau_{j-1}) + Bi_0^* \cdot t_{fm}(\tau_j) + t_w(0, \tau_{j-1}) \cdot \frac{1}{2 \cdot Fo_o^*}}{1 + Bi_0^* + \frac{1}{2 \cdot Fo_o^*}},$$

здесь:

$$Fo_o^* = \frac{a(\bar{t}) \cdot \Delta \tau}{\delta^2};$$

$$Bi_0^* = \frac{\alpha_f(\tau_j) \cdot \delta}{\lambda(\bar{t})},$$

где $a(\bar{t}) = \frac{\lambda(\bar{t})}{c(\bar{t}) \cdot \rho}$ – коэффициент температуропроводности материала перекрытия, $[\text{м}^2/\text{с}]$;

$\lambda(\bar{t})$ – коэффициент теплопроводности материала, $[Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)]$; $c(\bar{t})$ – теплоемкость материала, $[Дж/(кг \cdot ^\circ C)]$; ρ – плотность материала, $[кг/m^3]$; $\Delta\tau$ – расчетный интервал [с]; δ – толщина перекрытия, [м].

Все указанные выше теплофизические свойства материала перекрытия вычисляются по средней температуре, при этом число Fo_o^* не вполне конгруэнтно отражает традиционное представление о физическом смысле критерия Фурье и является при решении данной задачи лишь удобным математическим оператором.

$$\bar{t} = \frac{t_w(x_1, \tau_{j-1}) + t_w(0, \tau_i)}{2}$$

Коэффициент теплоотдачи α_f , $Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)$ со стороны продуктов горения можно определять с использованием эмпирического соотношения:

$$\alpha_f(\tau_j) = 11,63 e^{0,0023 t_{fm}(\tau_j)}$$

Температура в i слое перекрытия в момент времени j определяется уравнением:

$$t_w(x_i, \tau_j) = F\hat{t}_i^* \left[t_w(x_{i-1}, \tau_j) + t_w(x_{i+1}, \tau_{j-1}) + t_w(x_i, \tau_{j-1}) \cdot \left(\frac{1}{F\hat{t}_i^*} - 2 \right) \right],$$

где $F\hat{t}_i^* = \frac{4 \cdot \Delta\tau \cdot \lambda_i(t)}{c_i(t) \cdot \rho \cdot \Delta x^2}$; n – число слоев перекрытия, $\Delta x = \delta/n$.

Температуру на необогреваемой поверхности перекрытия можно определить при помощи уравнения:

$$t_w(x_n, \tau_j) = t_w(x_{n-1}, \tau_j) - \frac{\Delta x}{\lambda(\bar{t})} \cdot \alpha_0(\tau_j) \cdot \left(\frac{t_w(x_{n-1}, \tau_j) - t_{f0}}{2} \right),$$

где $\alpha_0(\tau_j)$, $[Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ – коэффициент теплоотдачи со стороны необогреваемой поверхности перекрытия, который определяется следующим образом:

$$\alpha_o(\tau_j) = \alpha_k(\tau_j) + \alpha_\pi(\tau_j),$$

где $\alpha_k(\tau_j)$, $[Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ – коэффициент теплоотдачи, учитывающий распространение тепла конвективным теплообменом; $\alpha_\pi(\tau_j)$, $[Bm/(m^2 \cdot ^\circ C)]$ – коэффициент теплоотдачи, учитывающий распространение за счет излучения (лучистого теплообмена).

Конвективный коэффициент теплоотдачи можно определить исходя из значения числа Нуссельта:

$$\alpha_K(\tau_j) = \frac{Nu}{l} \lambda_{f0}.$$

Критериальное уравнение, позволяющее определить численное значение безразмерного комплекса Нуссельта, описывающего процесс свободной конвекции в неограниченном пространстве (большом объеме) для горизонтальных ограждений (перекрытия) имеет вид:

$$Nu = 0,135 \cdot (Gr \cdot Pr)_m^{0.33} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0.25}. \quad (1)$$

В уравнении (1) значения критериев Грасгофа и Прандтля определяются по формулам:

$$Gr = \beta g \frac{l^3 \Delta t}{V_0^2}; \quad Pr = \frac{\nu_0}{a_0},$$

где l – определяющий размер горизонтальной пластины, численно равен ширине перекрытия, [м]; g – ускорение в поле тяготения, [m/s^2]; Δt – разность температур между необогреваемой поверхностью перекрытия и охлаждающим воздухом $[\Delta t = t_w(\delta, \tau) - t_{f0}]$; λ_f – коэффициент теплопроводности воздуха, [$Bm/(m \cdot ^\circ C)$]; ν_0 – кинематическая вязкость воздуха, [m^2/s]; a_0 – коэффициент температуропроводности воздуха, [m^2/s]; β – температурный коэффициент объемного расширения, [$1/K$], равный $\beta=1/T_{f0}$.

Индексы « w », « f » или « t » указывают на то, что все параметры следует принимать либо при температуре необогреваемой поверхности перекрытия, либо при температуре окружающей среды (воздуха) или по средней температуре воздуха, равной среднеарифметическому значению температур необогреваемой поверхности перекрытия и воздухом, соответственно. В связи с тем, что теплоотдающая поверхность перекрытия обращена вверх, то коэффициент теплоотдачи $\alpha_k(\tau_j)$ увеличивается на 30 %. Значение лучистого коэффициента теплоотдачи α_l рассчитывается по формуле:

$$\alpha_l(\tau_j) = \frac{C_0 \varepsilon_{np} \left[\left(\frac{T_w(\delta, \tau_j)}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{f0}}{100} \right)^4 \right]}{T_w(\delta, \tau_j) - T_{f0}},$$

где $C_0=5,67$ [$Bt/(m^2 K^4)$] – постоянная излучения абсолютно черного тела; ε_{np} – приведенная степень черноты системы «необогреваемая поверхность перекрытия – поверхность ограждающих конструкций», принимается равной $\varepsilon_{np}=0,8$.

При использовании метода конечных разностей в явной схеме принципиальным является успешное преодоление проблемы устойчивости.

Значения $\Delta \tau$ и Δx для решения дифференциального уравнения теплопроводности с граничными условиями третьего рода должны определяться из соответствующего условия устойчивости [6]:

$$\frac{1}{\frac{a}{\Delta x^2} + \frac{\alpha_{\max}}{c \rho \Delta x}} \leq 0,5,$$

где α_{\max} – максимальный коэффициент теплоотдачи из заданных $\alpha_f(\tau_j)$.

На основании представленного на рис. 1 алгоритма была создана интегрированная диалоговая система, включающая в себя электронную таблицу Microsoft Office Excel [7] и семейство макросов на Visual Basic for Applications [8].

Реализованная концепция использования интерфейса электронной таблицы EXCEL в процессе ввода параметров объекта расширяет возможности использования практическими работниками федеральной противопожарной службы предлагаемого программного продукта.

На рис. 3–5 представлены результаты применения интегрированной диалоговой системы для расчета параметров теплового поля в перекрытии при пожаре в ограждениях, сопровождающегося розливом ГЖ, которые хорошо согласуются с результатами натурных испытаний, представленных в работе [9]. Расчеты проведены для случаев горения различных ГЖ в производственном помещении с размерами 30x72 м и высотой Н=9 м.

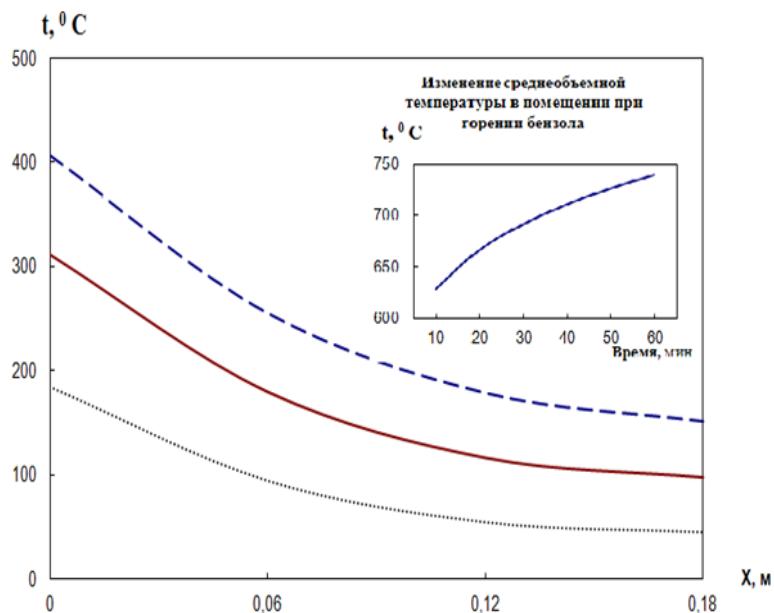


Рис. 3. Распределение температуры по толщине перекрытия из бетона на гранитном щебне (площадь горения ГЖ $f=140 \text{ м}^2$)
 (--- через 60 мин; — через 40 мин; — через 20 мин)

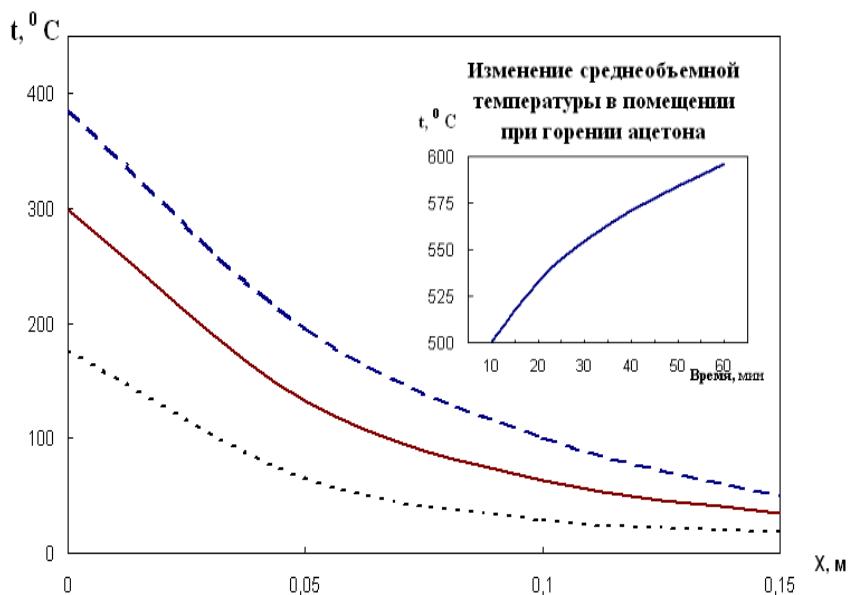


Рис. 4. Распределение температуры по толщине перекрытия из конструкционного керамзитобетона (площадь горения ГЖ $f=98 \text{ м}^2$)
 (--- через 60 мин; — через 40 мин; — через 20 мин)

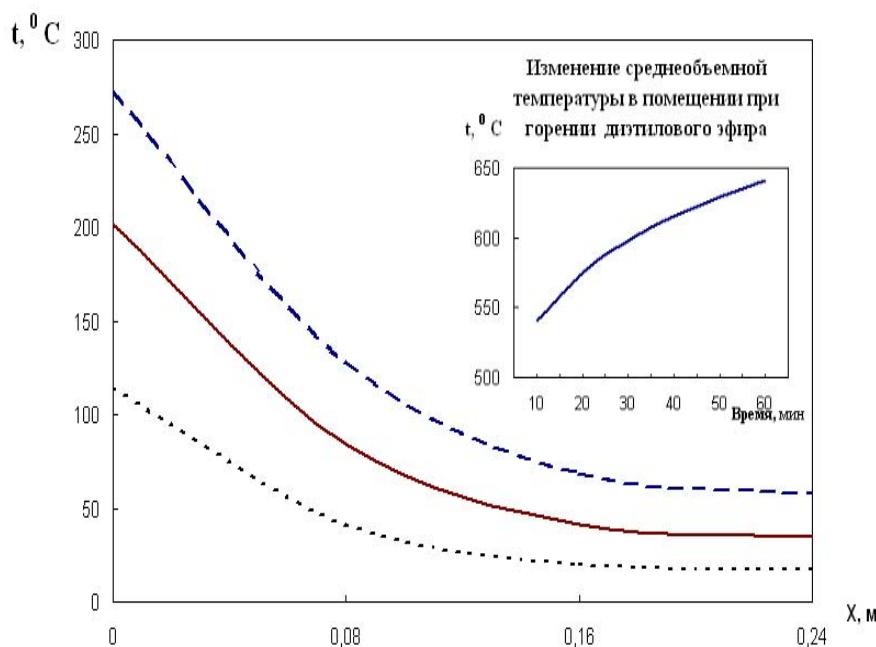


Рис. 5. Распределение температуры по толщине перекрытия из бетона на известняковом щебне (площадь горения ГЖ $f=120 \text{ м}^2$)
 (--- 60 мин; — 40 мин; — 20 мин)

Литература

1. Информация об авариях, произошедших на предприятиях, подконтрольных территориальным органам Федеральной службы по экологическому, технологическому, атомному надзору. URL: <http://www.rostehnadzor.ru/chronicle.html> (дата обращения: 21.09.2017).
2. Novozhilov V. Non-Linear Dynamical Model of Compartment Fire Flashover // Journal of Engineering Mathematics. 2010. Vol. 67. No 4. P. 387–400.
3. Тепломассообмен: курс лекций / М.С. Лобасова [и др.]. Красноярск: ИПК СФУ, 2009 (дата обращения: 26.06.2017).
4. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля: Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.3.047–2012 (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 дек. 2012 г. № 1971-ст). Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
5. Огнезащита строительных конструкций / В.Л. Страхов [и др.]; под ред. Ю.А. Кошмарова. М.: Информационно-издательский центр «ТИМР», 2000. 433 с.
6. Рычков А.Д. Численные методы и параллельные вычисления: учеб. пособие. Новосибирск: СибГУТИ, 2007. 144 с.
7. Excel – программа редактирования таблиц XLS | Microsoft. URL: <https://products.office.com/ru-ru/excel> (дата обращения: 26.06.2017).
8. Visual Basic | Microsoft Docs. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/visual-basic/> (дата обращения: 26.06.2017).
9. Методы расчета температурного режима в помещениях зданий различного назначения / И.С. Молчадский [и др.]. М.: ВНИИПО, 1983. 49 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Ю.Н. Елисеев, кандидат технических наук;
Е.В. Копкин, доктор технических наук;
Е.Н. Бардулин, доктор экономических наук, профессор.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Показана возможность и эффективность использования инструментальных методов и специальных технических средств для выявления зон термических поражений на кузовных элементах транспортных средств после пожара, с целью установления места возникновения горения.

Ключевые слова: транспортное средство, пожар, пожарно-техническая экспертиза, очаг пожара, магнитные методы, вихревоковый метод

APPLICATION OF INSTRUMENTAL METHODS FOR INVESTIGATION OF PROCESSES OF COMBUSTION OF VEHICLE CONSTRUCTIONS

Yu.N. Eliseev; E.V. Kopkin; E.N. Bardulin.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The possibility and effectiveness of using instrumental methods and special technical means for identifying zones of thermal damage on the body elements of vehicles after a fire with the aim of establishing the place of occurrence of combustion is shown.

Keywords: vehicle, fire, fire and technical expertise, fire center, magnetic methods, eddycurrent method

Согласно статистическим данным пожары на транспортных средствах по частоте возникновения занимают второе место, уступая лишь жилым зданиям. С каждым годом количество пожаров автотранспортных средств увеличивается, и, по некоторым данным, темпы роста числа пожаров на транспорте опережают темпы роста парка автомобилей примерно в два раза [1].

Согласно существующим в пожарно-технической экспертизе методическим принципам, прежде, чем определить причину возникновения пожара, нужно установить место расположения очага пожара. Без определения очага, как правило, невозможно достоверно установить причину возникновения пожара и другие важные для следствия обстоятельства [2].

Установление места возникновения (очага) пожара проводится путем исследования (в основном, визуальным методом) узлов и деталей поврежденного транспортного средства, оценки характера и степени их термического поражения, выявления характерных очаговых признаков. Визуальный метод, однако, дает результаты только в том случае, если горение было вовремя замечено и быстро локализовано.

Применение инструментальных методов и специальных технических средств при определении очага пожара транспортных средств позволяет существенно расширить возможности пожарного специалиста (эксперта) по сбору и фиксации криминалистически значимой информации, повысить ее объективность и доказательность.

В настоящее время известны два полевых (то есть применяемых для исследования непосредственно на месте происшествия) инструментальных метода исследования автомобилей, которые используются при поиске очага пожара [3, 4]:

- магнитный метод исследования холоднодеформированных стальных изделий;

– вихретоковый метод, позволяющий исследовать как холоднодеформированные, так и горячекатаные стальные изделия.

Оба метода используются в практической работе судебно-экспертных учреждений федеральной противопожарной службы МЧС России и экспертно-криминалистических подразделений Министерства внутренних дел.

Основную информацию при установлении очага пожара инструментальными методами несет в себе кузов машины. Как известно, детали кузова представляют собой холоднодеформированные стальные изделия, и степень их термического поражения в ходе пожара может быть определена количественно путем оценки глубины прошедших при нагреве рекристаллизационных процессов или путем оценки толщины слоя окалины на поверхности металла [3, 4].

Магнитный метод

Как известно, металлы и их сплавы имеют кристаллическую структуру и состоят из большого количества зерен. При изготовлении стальных деталей кузова транспортного средства методом холодной штамповки структура зерен меняется за счет их фрагментации и искажения атомной решетки. Этот процесс сопровождается повышением внутренней энергии металла или сплава, резким изменением их механических и физических свойств [5].

За счет того, что свободная энергия холоднодеформированного металла больше, чем отожженного, он находится в термодинамически неустойчивом состоянии. Неустойчивая структура пластически деформированного металла стремится освободиться от искажений кристаллической решетки и перейти в устойчивое состояние. Но при комнатной температуре подвижность атомов недостаточна для упорядочения строения кристаллической решетки. При повышении температуры, например, в процессе пожара, увеличивается подвижность атомов, и происходят процессы, возвращающие металл в устойчивое состояние. Следствием процессов, протекающих на этих стадиях, является изменение структурочувствительных свойств стали, обратное тому, которое имело место при холодной деформации [3–5].

Величина структурных изменений зависит от параметров теплового воздействия на холоднодеформированный металл и в первую очередь от температуры нагрева. Оценив структурные изменения холоднодеформированных изделий, расположенных в различных зонах пожара, можно выявить зоны различного по интенсивности термического воздействия на конструкции. В данном случае – кузов транспортного средства.

Коэрцитивная сила (или соответствующая ей величина тока размагничивания) и остаточная магнитная индукция являются наиболее структурочувствительными магнитными характеристиками материала. Это позволяет использовать их для количественной оценки степени термических поражений кузова автомобиля в различных его зонах.

Измеряемым параметром при работе по данному методу является величина тока размагничивания или величина остаточной магнитной индукции. Зоне наибольшего теплового воздействия соответствует местонахождение участка кузовного элемента автомобиля с экстремально низкой величиной тока размагничивания или экстремально высокой остаточной магнитной индукцией [3, 4, 6].

Для определения величины тока размагничивания или остаточной магнитной индукции используются коэрцитиметры.

Вихретоковый метод

Как известно [3, 4], первый признак теплового воздействия на стальное изделие, который можно обнаружить визуально, это так называемые цвета побежалости. Они появляются при нагревании стали до температуры 200–300 °C благодаря образованию на ее поверхности микронной толщины пленки окисла. Толщина слоя окисла зависит от температуры нагрева, чем больше температура, тем окисел толще.

При дальнейшем повышении температуры на стальных образуется высокотемпературный окисел – окалина. В заметных количествах она образуется на стальных обычновенного качества при температуре от 700 °C и выше.

Рост толщины окалины происходит по параболическому закону, чем больше температура и длительность нагрева, тем она толще. Соответственно, если оценить толщину окисла (окалины), можно определить место, где металл испытывал наибольшее тепловое воздействия; зоне наибольшего теплового воздействия соответствует местонахождение металлоизделия с максимальной толщиной окалины [3].

При проведении контрольно-измерительных работ по определению толщины разнообразных деталей, изделий и их элементов в технике используют толщиномеры. Для измерения толщины окисла на стальных деталях лучше всего подходят вихревоковые толщиномеры.

Магнитное поле вихревых токов (его действие противоположно первичному магнитному полю возбуждающей обмотки) зависит от электромагнитных свойств контролируемого объекта и от расстояния между преобразователем и объектом (от зазора, в данном случае – от толщины слоя окисла). Чем меньше величина электродвижущей силы (ЭДС), тем сильнее было термическое воздействие на конструкцию (изделие).

Подготовка поверхности изделия под установку вихревокового преобразователя (датчика) не требуется, необходимо лишь смести кисточкой остатки пожарного мусора. Для определения зон термических поражений стальных изделий метод может применяться там, где сформировался слой окалины (то есть температура достигла 700 °C и выше). Нельзя проводить измерения на участках, где присутствует обильная ржавчина, лакокрасочное покрытие или их остатки, а также любые другие покрытия, которые могут повлиять на результаты измерения.

Из вышеизложенного следует, что изменения в металле, фиксируемые магнитными методами, начинаются примерно от 200 °C и заканчиваются с завершением процесса рекристаллизации при 600–700 °C. Вихревоковый метод применяется там, где температура достигла 700 °C и выше, и образовалась окалина. Использование комбинации данных методов и визуального исследования дает, таким образом, возможность выявлять зоны термических поражений на кузовных элементах транспортных средств практически во всем интервале характерных для пожара температур (рис. 1).

Методические принципы исследования кузова транспортных средств с применением полевых методов

Методики применения магнитного и вихревокового методов схожи, отличия заключаются в исследуемом параметре и приборной базе.

На стадии статического осмотра пожарно-технический специалист (эксперт) изучает состояние кузовных элементов транспортного средства с целью возможности их исследования одним из рассматриваемых инструментальных методов (рис. 1).

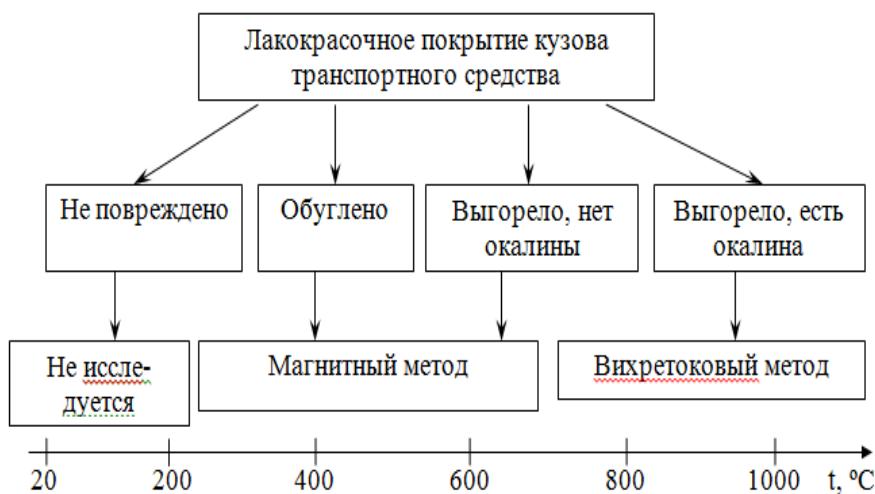


Рис. 1. Схема выбора метода исследования кузовных элементов транспортного средства

Применение магнитных методов исследования ограничивает трудоемкая предварительная очистка мест измерений. Перед измерениями необходимо подготовить поверхность изделия под установку полюсов преобразователя коэрцитиметра, очистить участки кузова транспортного средства, где будут проводиться измерения, от обгоревших остатков лакокрасочного покрытия (ЛКП), ржавчины и т.п. При использовании вихревокового метода такая тщательная подготовка кузовной поверхности не требуется. Однако необходимо, чтобы на ней отсутствовали любые другие покрытия или предметы, способные искажить расстояние от преобразователя до металла (ржавчина, остатки ЛКП или пожарного мусора и т.п.), за исключением окалины.

Далее строится план-схема объекта исследования с указанием на ней координат точек измерения (в качестве примера на рис. 2 приведена схема объекта пожара с указанием на ней точек измерений).

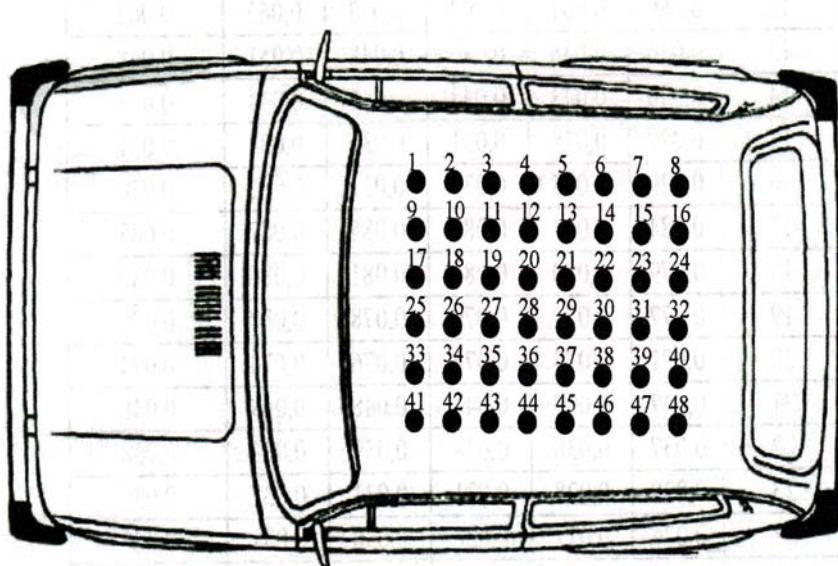


Рис. 2. План-схема объекта исследования (точками обозначены места проведения измерений)

В каждой точке производится необходимое количество измерений физического параметра (тока размагничивания или величины электродвижущей силы (ЭДС) в зависимости от используемого метода (магнитный или вихревоковый).

После проведения всех необходимых измерений пожарно-технический специалист (эксперт) рассчитывает среднее значение измеряемого параметра в каждой конкретной точке, а затем строит карту распределения физического параметра (карту зон термических поражений).

Построение карт термических поражений лучше производить с помощью компьютерных программ, таких как Microsoft Excel, Mathsoft Axum и др.

В качестве практического примера использования магнитного метода можно привести исследование пожара, произошедшего в легковом автомобиле «Chevrolet» [7].

При пожаре в значительной степени пострадал салон и багажный отсек автомобиля (рис. 3).

Визуально выявить очаг пожара не представилось возможным. Поэтому в качестве объекта исследования, для установления зоны наибольшего термического воздействия была выбрана крыша автомобиля. Так как на металле наблюдались остатки пигмента лакокрасочного покрытия, то в соответствии со схемой (рис. 1) исследования производились магнитным методом, а именно путем измерения величины тока размагничивания.

На поверхности крыши автомобиля намечались точки измерения с интервалом 15 см (рис. 2), проводилась механическая очистка указанных участков от остатков лакокрасочного покрытия и ржавчины.

В каждой точке измерения тока размагничивания повторялись пять раз, после чего рассчитывали средние значения данного параметра. С помощью компьютерной программы Microsoft Excel была построена карта распределения (изменения) величины тока размагничивания по поверхности объекта исследования – крыши легкового автомобиля (рис. 4).



Рис. 3. Фотоснимок правого борта и задней части поврежденного автомобиля «Chevrolet»

На полученной карте (рис. 4) видно, что крыша автомобиля в максимальной степени в процессе горения пострадала в левой задней части; по мере удаления от данного места степень термических повреждений монотонно убывает.

На основании этих данных, учитывая распределение пожарной нагрузки в автомобиле, было установлено, что в данном случае очаг пожара (место первоначального возникновения горения) располагался в правой задней части автомобиля.

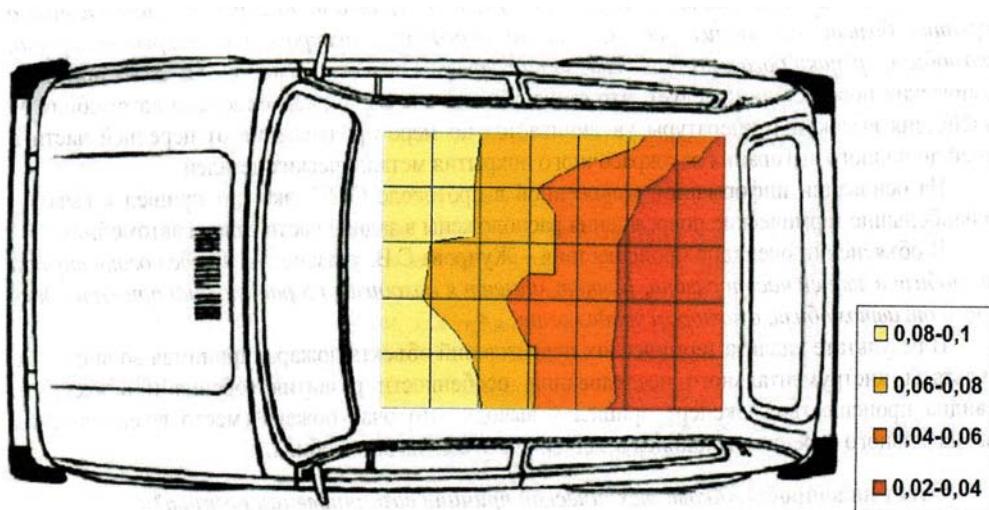


Рис. 4. Распределение зон термических повреждений по крыше автомобиля

Исследование кузовных конструкций вихревоковым методом может быть рассмотрено на примере пожара, произошедшего в легковом автомобиле «Ford Fusion» [8]. В процессе горения в большей степени пострадал моторный отсек автомобиля (рис. 5). Поэтому для поиска очага пожара производилось исследование капота автомобиля вихревоковым методом с помощью индуктивного прибора «ВИХРЬ-01М».



Рис. 5. Фотоснимок левого борта поврежденного автомобиля «Ford»

Перед измерениями поверхность капота была отчищена от грязи и пыли. Измерения производились на 32 участках, где отсутствовали вмятины или изгибы поверхности (рис. 6).



Рис. 6. Фотоснимок крышки капота поврежденного автомобиля «Ford» с указанием на нем мест измерений

В соответствии с рекомендациями [4] на каждом участке выполнялось по десять измерений, затем вычислялось среднее арифметическое значение контролируемого параметра.

По результатам измерений с помощью компьютерной программы Microsoft Excel была построена карта распределения (изменения) величины ЭДС по поверхности объекта исследования – крышке капота легкового автомобиля (рис. 7).

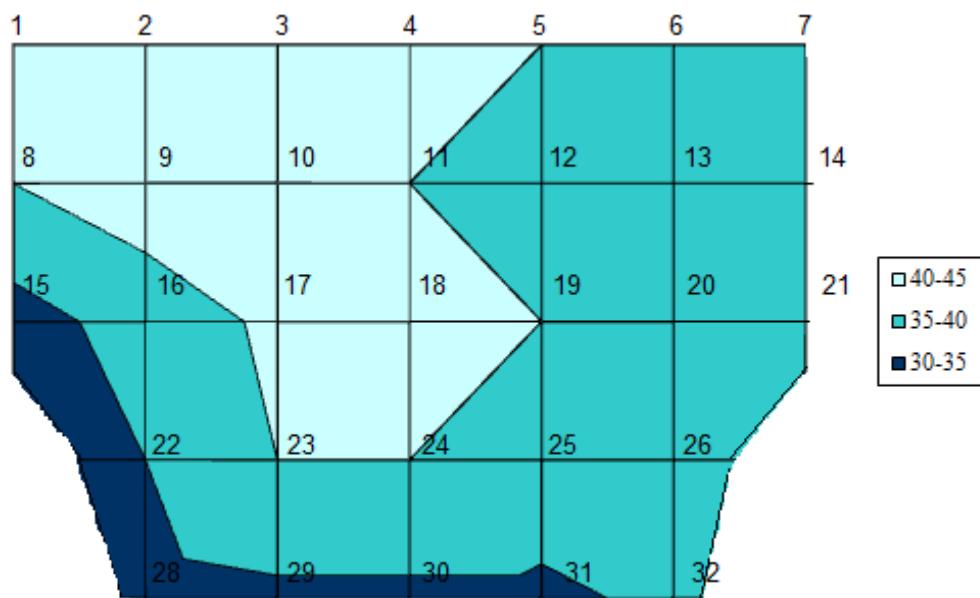


Рис. 7. Распределение зон термических повреждений по крышке капота автомобиля «Ford»

На полученной карте (рис. 7) видно, что крышка капота автомобиля в процессе горения в максимальной степени пострадала над правой блок-фарой и в передней части. Такая картина могла сложиться только в случае, если горение возникло не в моторном отсеке, а снаружи автомобиля. Причем с дополнительной пожарной нагрузкой в виде горючей жидкости.

Как было установлено в процессе дознания, возгорание автомобиля действительно произошло в результате поджога бампера с правой стороны.

Таким образом, применение инструментальных методов исследования кузовных элементов транспортных средств оказывает пожарно-техническому специалисту (эксперту) существенную помощь в установлении места возникновения пожара, и, как следствие, его причины. В отдельных случаях, когда транспортное средство получило значительные термические повреждения и визуальные признаки очага пожара нивелировались, только применение инструментальных методов может помочь установить очаг пожара.

Литература

1. Елисеев Ю.Н., Чешко И.Д., Соколова А.Н. Экспертная дифференциация поджога и загорания автомобиля в результате утечки топлива // Пожарная безопасность. 2007. № 1. С. 97–104.
2. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров. М.: Стройиздат, 1966. 346 с.
3. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). СПб.: СПБИПБ МВД России, 1997. 560 с.
4. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: сб. метод. рекомендаций / под ред. И.Д. Чешко, А.Н. Соколовой. СПб.: С.-Петербургский филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008. 279 с.
5. Материаловедение: учеб. / Б.Н. Арзамасов [и др.]. М.: Машиностроение, 1986. 384 с.
6. Способ выявления скрытых очаговых признаков пожара: пат. 2329077 Рос. Федер. / Чешко И.Д., Соколова А.Н., Елисеев Ю.Н.; заявл. 16.03.06; опубл. 20.07.08. СПб., 2008.
7. Зуев Р.В. Заключение эксперта № 135-2-1-2014. Красноярск: СЭУ ФПС ИПЛ по Красноярскому краю, 2014. 9 с.
8. Елисеев Ю.Н. Заключение эксперта № Э/06-10. СПб.: ИЦЭП ВНИИПО МЧС России, 2010. 15 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИМУЛЯЦИИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

**О.В. Щербаков, доктор технических наук, профессор,
А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности использования компьютерной симуляции эволюционных процессов, часто называемых генетическими алгоритмами, для аппроксимации и оптимизации функций. Приведены логическая структура генетического алгоритма и этапы решения задачи аппроксимации и оптимизации.

Ключевые слова: генетический алгоритм, компьютерная программа, математическая модель

SPECIAL FEATURE OF EMPLOYMENT COMPUTING SIMULATION OF EVOLUTION PROCESS

O.V. Shcherbakov; A.Yu. Labinskiy.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

This article presents the special feature of employment the computing simulation of the evolution process.

Keywords: genetic algorithm, computing program, mathematical model

В настоящее время активно развиваются исследования в области разработки компьютерных моделей сложных процессов и систем, основанных на перспективных направлениях моделирования в рамках научного направления «природные вычисления», объединяющего нечеткие системы, нейронные сети, генетические алгоритмы и методы самоорганизации [1, 2].

Компьютерная симуляция эволюционных процессов, реализующая процедуру поиска решения задачи, основанную на механизмах естественного отбора и наследования популяции решений, подвергаемой рекомбинации (объединение двух или более родителей для получения одного или более потомков), мутации (случайное изменение проблемных решений) и селекции, в настоящее время активно используется в задачах оптимизации и аппроксимации функций, определения структуры и настройки искусственных нейронных сетей. Данное направление компьютерного моделирования, часто называемое генетическими алгоритмами (ГА), имеет несколько отличий от традиционных методов поиска решений [3]:

– решение задачи обычно представляется в виде вектора, каждый элемент которого может быть битом, числом или некоторым объектом;

- поиск решения осуществляется, исходя не из единственной точки, а из некоторого множества (популяции);
- для поиска решения достаточно определить целевую функцию (функцию приспособленности);
- поиск осуществляется с использованием вероятностных методов.

Данные отличия обеспечивают некоторые преимущества ГА по сравнению с другими методами поиска решений, одним из которых является универсальность рассматриваемого направления компьютерного моделирования [4].

В ГА процедура поиска решений основана на принципе выживания наиболее приспособленных особей, что требует оценки меры приспособленности данной особи в популяции. Такая оценка осуществляется путем вычисления значений функции приспособленности (ФП), которая в задачах оптимизации называется целевой функцией, а в задачах аппроксимации имеет вид функции погрешности. На каждой итерации ГА приспособленность каждой особи заданной популяции оценивается с помощью ФП и на основе полученной информации создается следующая популяция особей, которые являются элементами множества потенциальных решений задачи. Для новой популяции рассчитываются значения ФП для всех особей, после чего проверяется условие остановки ГА и либо фиксируется результат в виде вектора элементов с наибольшим значением ФП, либо осуществляется переход к следующему шагу ГА (следующему поколению), на котором вся предшествующая популяция замещается новой популяцией потомков.

Настройка параметров ГА заключается в подборе различных методов рекомбинации, мутации и селекции, а также различных способов масштабирования ФП (линейное масштабирование, степенное масштабирование, сигма-отсечение) [5].

Линейное масштабирование ФП осуществляется по формуле:

$$F(X)^* = a * F(X) + b,$$

где a и b – константы, подобранные так, чтобы среднее значение ФП после масштабирования равнялось среднему значению ФП до масштабирования, а максимальное значение ФП после масштабирования было кратным ее среднему значению (коэффициент кратности от 1,2 до 2,0).

Степенное масштабирование ФП осуществляется по формуле:

$$F(X)^* = F(X)^k,$$

где k – число, близкое к 1 (например 1,005).

Масштабирование ФП методом сигма-отсечения производится по формуле:

$$F(X)^* = F(X) + (F(X)_{cp} - c * \sigma),$$

где $F(X)_{cp}$ – среднее значение ФП по всей популяции; c – натуральное число от 1 до 5, σ – стандартное отклонение по популяции.

В случае битового представления вектора решения задачи необходимо использовать различные виды кодирования исходной информации и декодирования результата (целочисленное кодирование, вещественное кодирование, логарифмическое кодирование) [6].

Последовательность элементов бинарного множества, состоящего из N элементов, может быть определена по алгоритму построения бинарного кода Грея. Данный алгоритм задает последовательность всех подмножеств N -элементного множества, причем каждое следующее подмножество получается из предыдущего путем удаления или добавления одного элемента.

Допустим, требуется найти решение задачи с точностью до Q знаков после запятой. Тогда интервал значений переменной X $[X_{\min}, X_{\max}]$ нужно разбить на $(X_{\max} - X_{\min}) * 10^Q$ подинтервалов, что равносильно применению дискретизации с шагом $S = 1/10^Q$.

Для достижения требуемой точности необходима двоичная последовательность, имеющая длину, определяемую из неравенства:

$$(X_{\max} - X_{\min}) * 10^Q \leq 2^M - 1,$$

где M – длина двоичной последовательности. Каждому элементу этой двоичной последовательности соответствует десятичное значение переменной X . Если Y_i – десятичное значение элемента двоичной последовательности, то значение параметра X_i можно определить из выражения [6]:

$$X_i = X_{\min} + Y_i * (X_{\max} - X_{\min}) / (2^M - 1).$$

Для обратного преобразования можно использовать следующую зависимость [6]:

$$Y_i = (X_i - X_{\min}) * (2^M - 1) / (X_{\max} - X_{\min}).$$

Для уменьшения разрядности бинарного представления используется логарифмическое кодирование. При логарифмическом кодировании первый бит двоичной последовательности является битом знака степени показательной функции, второй бит – бит знака этой функции, а остальные биты – значение самой степени:

$$[AB\ bin] = (-1)^B * \exp^C,$$

где $C = (-1)^A [bin]_{10}$, $[bin]_{10}$ – десятичное значение числа, закодированного в виде двоичной последовательности bin .

В настоящее время активно развивается направление параллельных генетических алгоритмов (ПГА), возникновение которого связано с устранением таких недостатков ГА, как преждевременная сходимость к локальному оптимуму и недостаточное разнообразие альтернатив [7]. ПГА основаны на разбиении популяции на несколько отдельных подпопуляций, каждая из которых будет обрабатываться ГА независимо от других. Кроме того, разнообразные миграции особей порождают обмен генетическим материалом среди популяций, которые обычно улучшают точность и эффективность алгоритма. Используются ПГА двух типов: однопопуляционные и многопопуляционные. В ПГА первого типа существует главная популяция, но оценка функции приспособленности выполняется в каждой популяции. ПГА второго типа содержат нескольких подпопуляций, которые периодически обмениваются особями. Этот обмен называется миграцией и управляется некоторыми параметрами.

В процессе разработки моделей ПГА решаются следующие задачи [6]:

- выбор или разработка стратегии взаимодействия составных частей алгоритма;
- подбор частоты миграций между популяциями;
- определение мигрирующих особей и их количества;
- определение структуры эволюции отдельных популяций.

ПГА работает следующим образом. Каждая популяция эволюционирует отдельно от других. На каждой итерации проверяется условие необходимости миграции. Таковым условием может быть интервал итераций, вырожденность популяции и т.п. Если условие наступило, происходит миграция особей с буфером особей. Затем проверяется размер буфера, и если он больше заданного значения, то выполняется процедура отбора. Условия миграции могут быть разными в различных популяциях. В ПГА можно менять типы генетических

операторов рекомбинации, мутации и селекции для различных популяций. Среди известных типов ПГА в настоящее время особенно популярны распределенные ГА.

ГА могут использоваться для обеспечения работы искусственной нейронной сети. Можно выделить три направления использования ГА [6]:

- применение ГА для подбора параметров, используемых нейронной сетью;
- применение ГА для подбора параметров, управляющих обучением нейронной сети;
- применение ГА для анализа структуры нейронной сети.

Моделирование генетического алгоритма

Сформулируем этапы работы генетического алгоритма:

1. Создать начальную популяцию.
2. Подсчитать значения функции приспособленности для популяции.
3. Отобрать родителей для выполнения операции рекомбинации.
4. Выполнить рекомбинацию и занести новую особь в популяцию.
5. Выполнить мутацию произвольной особи.
6. Вычислить значения функции приспособленности для популяции.
7. С помощью операции селекции сформировать новое поколение.
8. Если выполняется условие завершения расчета, то к п. 9, иначе к п. 3.

Вывод результатов.

Рассмотрим возможную реализацию некоторых этапов ГА.

Генетический оператор создания начальной популяции.

Случайным образом создается популяция из N особей:

```
i=0; Пока (i<N) { j=0; Пока (j<M) {Особь[i].Ген[j] = Random(); j=j+1;} i=i+1;},
```

где N – размер популяции; M – число генов в особи; $Random()$ – функция генерации псевдослучайных чисел.

Генетический оператор рекомбинации (размножения):

```
k=0; Пока (k < N) { i = N*Random(); j = N*Random(),
```

если ($P_c > Random()$) {Рекомбинация(Rod[i], Rod[j], Pot[k], Pot[k+1]); k=k+1} }.

где P_c – вероятность рекомбинации; функция Рекомбинация() осуществляет наследование потомками Pot особенностей родителей Rod .

Генетический оператор мутации: Для каждой k -особи { Для каждого i -го разряда { Если ($P_m > Random()$) {Битовая мутация (Особь[k], i); } } }, где вероятность $P_m=1/L$, L – разрядность бинарного представления данных.

Битовая мутация: Особь[k]. Ген[i] = Особь[k]. Ген[i] + Random().

Наиболее приспособленные особи размножаются митозом, а менее приспособленные особи размножаются мейозом. При размножении способом митоз рекомбинация осуществляется путем репликации идентичных родителям потомков. При размножении способом мейоз рекомбинация осуществляется путем обычного скрещивания особей. Доля рекомбинации митозом прямо пропорциональна среднеквадратическому отклонению приспособленности популяции. Для первого поколения доля рекомбинации митозом может достигать 50 %.

Разработанная модель генетического алгоритма была реализована в виде программы на ЭВМ. Возможный интерфейс программы аппроксимации и оптимизации функций в процессе решения задач оптимизации и аппроксимации представлен соответственно на рис. 1, 2.

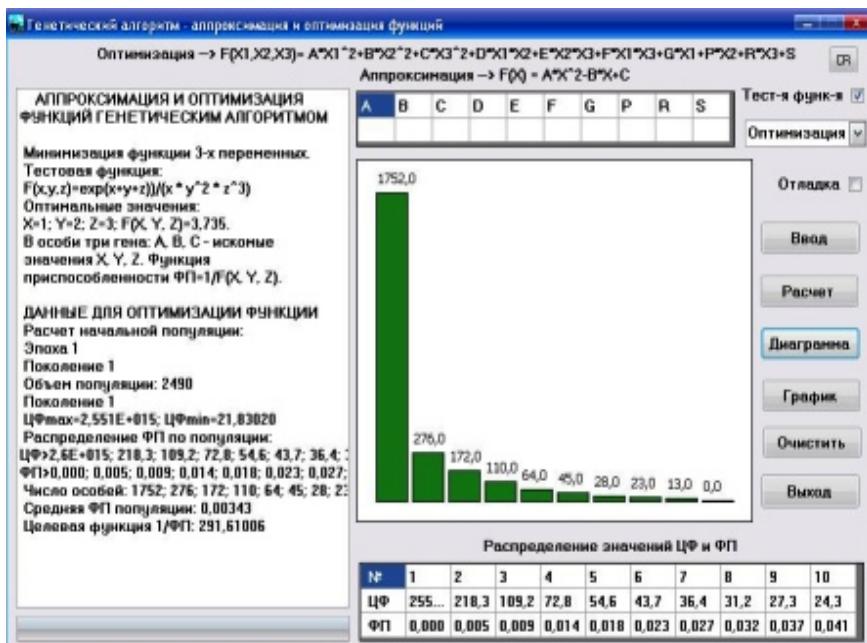


Рис. 1. Оптимизация функции трех переменных

В окне графического вывода представлено начальное распределение числа особей популяции в зависимости от значений целевой функции и ФП.

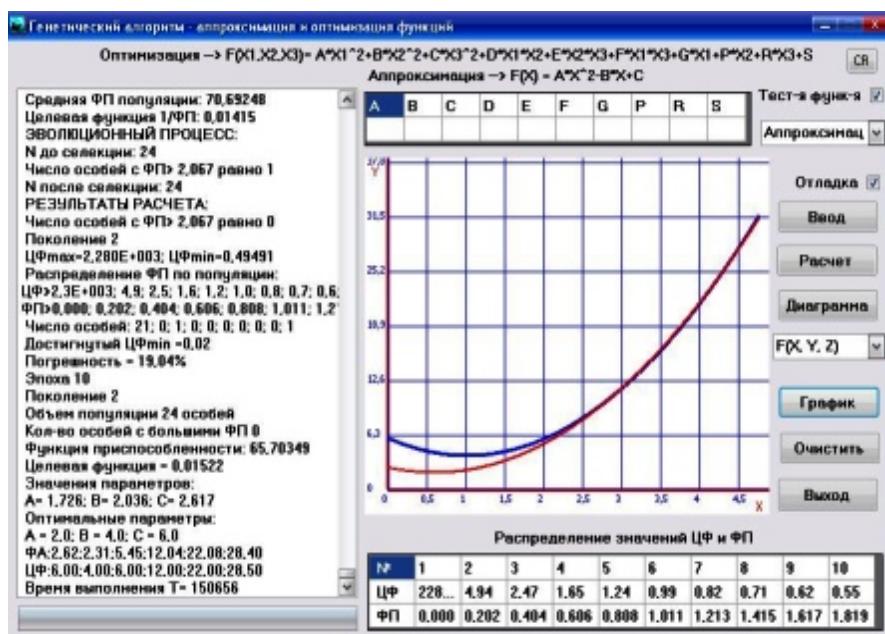


Рис. 2. Аппроксимация функции одной переменной

В окне графического вывода представлена зависимость $Y=F(X)$ для заданной функции (верхняя кривая) и функции, полученной в результате аппроксимации (нижняя кривая).

Для демонстрации возможностей разработанного ГА решалась задача аппроксимации квадратичной зависимости:

$$Y = A*X^2 - B*X + C,$$

где $A=2.0$; $B=4.0$; $C=6.0$.

Аргумент X изменялся от 0 до 5,0 с шагом 0,5. Так как при использовании ГА получаемое решение является более пригодным лишь по сравнению с другими решениями, для получения приемлемых результатов требуется выполнить значительное число вычислительных экспериментов на ЭВМ.

В популяции использовалось 5 000 особей, каждая особь имела три гена, содержащих информацию о подбираемых коэффициентах A , B и C тестовой зависимости. В качестве целевой функции ФП использовалась погрешность аппроксимации. В результате очередного вычислительного эксперимента для 112-го поколения были получены следующие значения подбираемых коэффициентов: $A=2,81$; $B=5,78$; $C=5,36$. Результаты расчета представлены на графике (рис. 3).

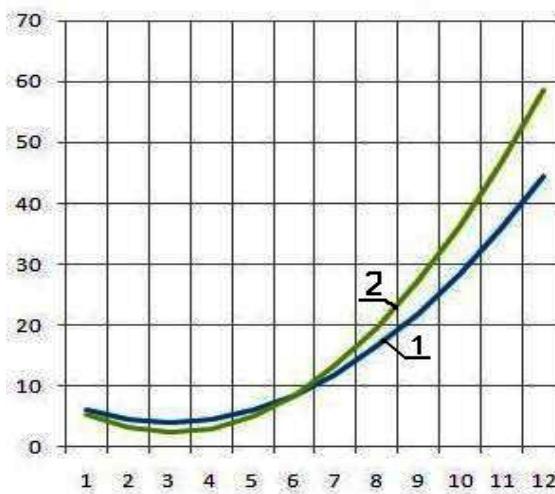


Рис. 3. Результат аппроксимации функции ГА

На рис. 3 тестовая зависимость $Y=2*X*X - 4*X + 6$ обозначена цифрой 1, а зависимость, полученная с помощью ГА, – цифрой 2. По оси абсцисс отложены номера шагов (1 соответствует 0; 2 – 0,5; 3 – 1,0; 12 – 5,5). Результаты расчета показали, что средняя ошибка аппроксимации, вычисленная по формуле $A_{cp}=(1/n)*\sum_{i=1}^n(|Y_2 - Y_1|/|Y_1|)*100$, равна 23 %.

С увеличением количества итераций точность аппроксимации повышается. В результате очередного вычислительного эксперимента, для 293-го поколения популяции были получены следующие значения подбираемых коэффициентов: $A=1,65$; $B=2,69$; $C=5,44$. Средняя ошибка аппроксимации существенно уменьшилась: $A_{cp}=6,4$ %. Результаты расчета представлены на графике (рис. 4):

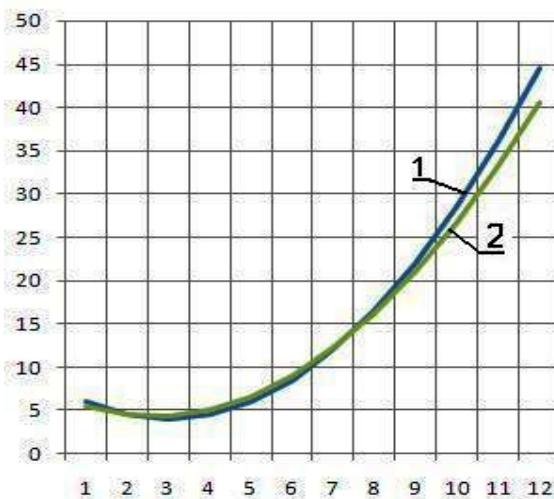


Рис. 4. Результат аппроксимации функции ГА

В качестве задачи оптимизации производился поиск минимума функции трех переменных:

$$F(X_1, X_2, X_3) = \exp(X_1 + X_2 + X_3) / (X_1 * X_2^2 * X_3^3).$$

Начальные значения переменных: $X_1=0,5$; $X_2=0,5$; $X_3=0,5$ и функции: $F(X_1, X_2, X_3)=286,8$.
Оптимальные значения: $X_{10}=1,0$; $X_{20}=2,0$; $X_{30}=3,0$; $F(X_{10}, X_{20}, X_{30})_{\min}=3,735$.

Ошибка оптимизации вычислялась по формуле:

$$A_{\text{opt}} = (|F_2 - F_1|/F_1) * 100 [\%],$$

где F_1 – оптимальное значение функции; F_2 – значение, полученное с помощью ГА.

Оптимизация указанной функции производилась с помощью разработанного ГА. В качестве целевой функции использовалась величина, обратная заданной функции: $1/F(X_1, X_2, X_3)$.

В процессе вычислительных экспериментов были получены результаты минимизации, приведенные в таблице.

Таблица

№ поколения	X_{10}	X_{20}	X_{30}	$F(X_{10}, X_{20}, X_{30})_{\min}$	$A_{\text{opt}}, \%$
Оптимум	1,0	2,0	3,0	3,735	–
172	1,44	1,67	3,28	4,20	12,4
650	0,96	2,06	3,40	3,84	2,8

Результаты компьютерного моделирования путем проведения вычислительных экспериментов на ЭВМ показали, что созданная компьютерная модель ГА в виде программы для ЭВМ способна обеспечить аппроксимацию и оптимизацию функций с приемлемой точностью. Так как рассмотренные целевые функции задач аппроксимации и оптимизации являются гладкими и унимодальными, то специализированные методы аппроксимации и оптимизации функций, такие как аппроксимация методом наименьших квадратов или аппроксимация с помощью нейронных сетей, оптимизация с помощью градиентных методов являются более эффективными средствами аппроксимации и оптимизации и дают большую точность за меньшее число шагов (итераций). При решении задач с гладкими и унимодальными целевыми функциями единственным преимуществом ГА как средства аппроксимации и оптимизации функций является его универсальность.

Литература

1. Лабинский А.Ю. Модель нечеткого прогнозирования // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 4 (40). С. 80–87.
2. Лабинский А.Ю. Особенности использования нейронной сети для распознавания изображений // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 3 (33). С. 67–73.
3. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. М.: Физматлит, 2003. С. 432.
4. Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Лебедев О.К. Поисковая адаптация: теория и практика. М.: Физматлит, 2006. С. 272.
5. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: учеб. пособие. 2-е изд. М.: Физматлит, 2006. С. 320.
6. Биоинспирированные методы в оптимизации: монография / Л.А. Гладков [и др.]. М: Физматлит, 2009. С. 384.
7. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. 2-е изд. М.: Горячая линия-Телеком, 2008. С. 452.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ОРГТЕХНИКИ В СИСТЕМЕ МЧС РОССИИ

**Н.В. Каменецкая, кандидат технических наук, доцент;
А.П. Корольков, кандидат технических наук, профессор,
почетный работник Высшей школы Российской Федерации;
С.Б. Хитов.**
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрена возможность применения методов теории дискретных цепей Маркова для моделирования процесса планирования мероприятий по технической эксплуатации средств электронно-вычислительной и оргтехники в системе МЧС России.

Ключевые слова: математическое моделирование, дискретные цепи Маркова, техническая эксплуатация, планирование, средства электронно-вычислительной и оргтехники, управление, решение

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNICAL EXPLOITATION'S ACTIVITIES OF ELECTRONIC COMPUTERS AND OFFICE EQUIPMENT IN THE SYSTEM OF EMERCOM OF RUSSIA

N.V. Kamenetskaya; A.P. Korolkov; S.B. Khitov.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The possibility of using the methods of the theory of discrete Markov chains for modeling the technical exploitation's activities planning process of electronic computing and office equipment in the EMERCOM of Russia system is considered in the article.

Keywords: mathematical modeling, discrete Markov chains, technical exploitation, planning, electronic computing and office equipment, management decision

Современное состояние МЧС России характеризуется повышением уровня информатизации в деятельности органов управления на всех уровнях [1], направленного на реализацию принципа перехода от оперативного реагирования к управлению рисками, профилактике и предупреждению крупномасштабных чрезвычайных ситуаций (ЧС) [2].

В министерстве взят курс на дальнейшее развитие информационной структуры системы управления, который предусматривает построение глобальной сети центров управления в кризисных ситуациях, совершенствование автоматизированных программно-технических комплексов мониторинга и прогнозирования природно-техногенных рисков.

Все это ведет к более широкому применению средств электронно-вычислительной и оргтехники (ЭВТ и ОТ) являющихся технической основой современных информационных технологий, используемых в деятельности должностных лиц системы МЧС России, а также материальной базой эксплуатируемых автоматизированных систем [3].

С целью поддержания в постоянной готовности средств ЭВТ и ОТ к применению по предназначению в системе МЧС России организуется их техническая эксплуатация, включающая такие мероприятия как планирование эксплуатации, учет средств, их техническое обслуживание и ремонт.

В рамках данных мероприятий необходимо вырабатывать и принимать своевременные эффективные решения по приобретению запчастей, расходных и эксплуатационных материалов.

Как правило, в территориальных органах МЧС России в процессе принятия подобных решений принимают участие должностные лица подразделений информационных технологий (отделов, отделений, групп), автоматизированных систем управления и связи, подразделений, осуществляющих закупку товаров и услуг, а также подразделений материально-технического обеспечения.

Для принятия обоснованных решений в определении спроса на различные виды расходных материалов для средств ЭВТ и ОТ может быть использовано математическое моделирование с применением методов теории дискретных цепей Маркова.

Методы теории дискретных цепей Маркова позволяют обосновать объективность принимаемых решений при управлении системой, способной изменять свои состояния во времени. Получаемые при этом математические модели отличаются простотой и ясностью физического смысла [4–6].

Исследуемый процесс можно рассматривать как дискретную цепь Маркова, если имеется система S , способная в каждый момент времени находиться в одном из n состояний S_1, S_2, \dots, S_n , а изменение состояния системы (шаг процесса) может осуществляться только в фиксированные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_k, \dots$. Для любого момента времени t_0 вероятностные характеристики в будущем (при $t > t_0$) зависят только от его состояния в данный момент t_0 и не зависят от его поведения в прошлом (при $t < t_0$). При этом должны быть известны или могут быть вычислены p_{ij} – условные вероятности перехода системы S из состояния S_i в состояние S_j на первом шаге процесса. Для этого составляется матрица перехода, которая содержит все переходные вероятности этой системы за первый шаг.

$$P_1 = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & \dots & S_n \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \dots \\ S_n \end{matrix} & \left(\begin{matrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{matrix} \right) \end{matrix}.$$

Элементы матрицы перехода системы удовлетворяют условиям:

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1, i = \overline{1, n} \quad 0 \leq p_{ij} \leq 1.$$

Сумма переходных вероятностей каждой строки матрицы перехода равна единице, поскольку в каждой строке матрицы помещены вероятности событий (перехода из одного и того же состояния i , в любое возможное состояние j), образующие полную группу событий. Такая матрица называется стохастической.

Таким образом, для моделирования процесса с использованием методов дискретных цепей Маркова необходимо определить [7]:

- что является системой;
- возможные состояния системы;
- что является шагом процесса;
- моменты времени, в которые осуществляются шаги;
- возможные переходы системы из состояния в состояние за один шаг или ориентированный граф переходов за один шаг.

Кроме того, описание процесса должно позволять определить вероятности состояний цепи Маркова на каждом шаге:

$$p_i(t) = P\{S(t)=S_i\}, \quad \sum_i p_i(t) = 1, \quad i = \overline{1, n}.$$

Совокупность вероятностей $p_i(t)$, $i = \overline{0, n}$ может быть представлена вектором, называемым вектором состояний, с числом компонент, равным числу возможных состояний процесса:

$$P(t) = \{p_0(t), p_1(t), \dots, p_n(t)\}. \quad (1)$$

Главная задача изучения Марковских случайных процессов заключается в определении вероятностей $p_i(t)$, $i = \overline{0, n}$ нахождения процесса в любой момент времени t в том или ином состоянии, что дает полную информацию о случайном процессе. Для решения данной задачи необходимо:

- 1) указать в каком состоянии находится процесс в начальный момент времени;
- 2) описать переходы между состояниями.

Состояние процесса в начальный момент времени $t=0$ задается вектором начальных вероятностей:

$$P(0) = \{p_0(0), p_1(0), \dots, p_n(0)\}.$$

Распределение вероятностей (1) представляет собой одномерный закон распределения Марковского случайного процесса $S(t)$, протекающего в системе S с дискретными состояниями S_0, S_1, \dots, S_n и дискретным временем t_0, t_1, t_2, \dots (шагами).

В момент времени t_k , $k=1, 2, \dots$ вероятности состояний (1) могут быть найдены по рекуррентной формуле, записанной в векторной форме [8]:

$$P(t_k) = P(t_{k-1}) \cdot P_1, \quad (2)$$

где $P(t_k)$ – вектор строки состояний системы S в момент времени t_k ; $P(t_{k-1})$ – вектор строки состояний системы S в момент времени t_{k-1} ; P_1 – матрица перехода на первом шаге.

Если задано начальное распределение состояний системы в момент времени t_0 $P(0) = \{p_1(0), p_2(0), \dots, p_n(0)\}$, то можно использовать другую формулу, которая выводится на основании рекуррентной формулы (2) [8]:

$$P(k) = P(0) \cdot P_1^k, \quad (3)$$

где $P(k)$ – вектор-строка состояний системы в момент времени t_k ; P_1^k – матрица переходов после k шагов, вычисленная по формуле [8]:

$$P_k = P_1^k.$$

Как правило, разработка математических моделей с использованием методов дискретных цепей Маркова предусматривает следующую последовательность действий [7, 8]:

1. Определение показателя (показателей) эффективности – соответствующих вероятностных характеристик.

2. Определение всех возможных состояний системы, составляющих полную группу несовместных событий. Набор состояний системы, учитываемых в модели, определяется главным образом, особенностями исследуемого процесса.

3. Составление ориентированного графа переходов для одного шага.

4. Составление матрицы условных вероятностей перехода системы для первого шага P_1 .

5. Составление матриц переходов для всех шагов (на основе определенных ранее графа и вероятностей переходов) $P(k)=P_1^k$.

6. Нахождение вероятностей состояний цепи Маркова с дискретным временем по формулам (2) или (3) для нахождения необходимых показателей эффективности.

7. Осуществление соответствующих вычислений.

В качестве оперативно-тактической постановки задачи для разработки математической модели примем необходимость определения спроса на различные виды расходных материалов с целью обоснования решения по планированию, приобретению и установке их на средства ЭВТ и ОТ.

Будем считать, что для поддержания постоянной готовности к применению необходимо обеспечение средств ЭВТ и ОТ тремя видами расходных материалов. Сбор статистических данных по спросу на материалы различных видов позволил определить распределение потребностей в видах материалов:

$$p_1 = 0,5, \quad p_2 = 0,2, \quad p_3 = 0,3.$$

Совокупность этих начальных вероятностей рассматривается как состояние процесса в начальный момент времени $t=0$, которое задается вектором начальных вероятностей:

$$P(0) = \{p_1(0), p_2(0), p_3(0)\} = \{0,5; 0,2; 0,3\}.$$

Дальнейший сбор статистических данных позволил определить частоты смены вида расходных материалов для средств ЭВТ и ОТ в течение месяца. Численные значения этих частот представлены в виде матрицы условных вероятностей переходов системы на первом шаге P_1 .

Рассмотрим математическую модель для определения спроса на различные виды расходных материалов через месяц, а также в установившемся режиме, считая, что частоты смены вида материалов с течением времени останутся неизменными. Процесс изменения спроса на различные виды расходных материалов в данных условиях может рассматриваться как марковский случайный процесс с дискретным числом состояний и дискретным (один раз в месяц) временем. Состояние системы к концу каждого месяца может характеризоваться спросом на определенный вид материалов. Исходя из этого, система может находиться в одном из трех состояний (рисунок).

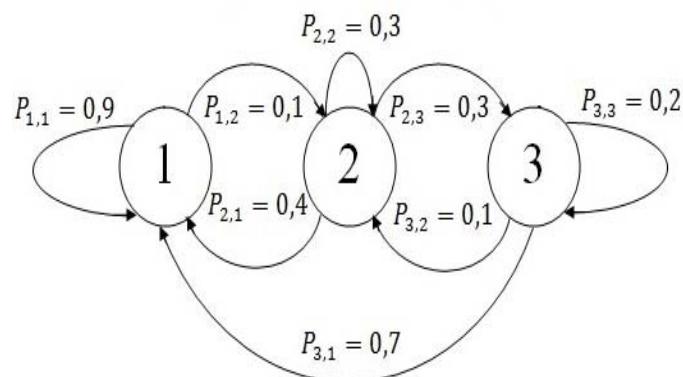


Рис. Граф переходов системы

Матрица перехода на первом шаге будет иметь вид:

$$P_1 = \begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 & 0 \\ 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0,7 & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix}.$$

Так как известен спрос на различные виды расходных материалов (в долях) к началу месяца, а частоты смены спроса заданы матрицей P_1 , то для нахождения спроса (в долях) через месяц достаточно перемножить вектор-строку $P(0) = \{p_1(0), p_2(0), p_3(0)\} = \{0,5; 0,2; 0,3\}$ на матрицу P_1 :

$$P(t_1) = (p_1 \ p_2 \ p_3) \cdot \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{pmatrix} = (0,5 \ 0,2 \ 0,3) \cdot \begin{pmatrix} 0,9 & 0,1 & 0 \\ 0,4 & 0,3 & 0,3 \\ 0,7 & 0,1 & 0,2 \end{pmatrix} = (0,74 \ 0,14 \ 0,12).$$

Таким образом, через месяц спрос на виды расходных материалов составит 74 %, 14 % и 12 % соответственно.

При выполнении условия эргодичности в цепи Маркова с возрастанием номера шага устанавливается стационарный режим, при котором вероятности состояний системы S уже от номера шага не зависят и существуют пределы:

$$\lim_{t_k \rightarrow \infty} P_i(t_k) = p_i, \quad i = \overline{0, n}.$$

Такие вероятности называются предельными или финальными.

В стационарном режиме финальные значения вероятностей состояний $p_i, i = \overline{0, n}$ определяются из решения системы уравнений, записанной в векторной форме [8]:

$$P = P \cdot P_1 \quad (4)$$

с нормировочным условием:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1, \quad (5)$$

где P – вектор – строка стационарных вероятностей состояний, то есть $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$.

В системе (4) уравнения являются линейно зависимыми и любое из них можно исключить из системы, а недостающее при этом (для однозначного определения $n + 1$ неизвестных) уравнение составляет условие нормировки (5).

Известно правило составления уравнений для стационарных вероятностей состояний Марковского процесса с дискретным временем по графу переходов [8]. Для каждого состояния уравнение составляется следующим образом. В левой части уравнения записывается стационарная вероятность рассматриваемого состояния. Правая часть представляет собой сумму членов, число которых равно числу дуг, входящих в рассматриваемое состояние. Каждый член

представляет собой произведение вероятности перехода, соответствующей данной дуге, на вероятность состояния, из которого исходит эта дуга. Для данного примера система будет иметь вид:

$$\begin{aligned}P_1 &= 0,9P_1 + 0,4P_2 + 0,7P_3; \\P_2 &= 0,1P_1 + 0,3P_2 + 0,1P_3; \\P_3 &= 0,3P_2 + 0,2P_3.\end{aligned}$$

Добавив к данным уравнениям условие нормировки: $P_1 + P_2 + P_3 = 1$ и, решив систему, получим следующие значения финальных вероятностей в стационарном режиме: $P_1 = 0,83$, $P_2 = 0,12$, $P_3 = 0,05$.

Отсюда следует что, в установившемся режиме спрос на виды расходных материалов составит 83 %, 12 % и 5 % соответственно.

Таким образом, разработка и применение подобных математических моделей с применением дискретных цепей Маркова может служить инструментом, позволяющим прогнозировать и определять потребности в расходных и эксплуатационных материалах и являться обоснованием при принятии решений по планированию, приобретению и установке расходных материалов на средства ЭВТ и ОТ с целью эффективного расходования бюджетных средств.

Литература

1. Еременко С.П., Сапелкин А.И., Хитов С.Б. Классификация вредоносных программ // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 3. С. 55–61.
2. Пучков В.А. МЧС-2030: современные технологии государственного управления в сфере безопасности жизнедеятельности населения: Стратегия развития МЧС России на период до 2030 года // Семинар с руководящим составом МЧС России 2015 г. URL: http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document_file/0huAWJ42XI.pdf (дата обращения: 13.09.2017).
3. Об утверждении Руководства по технической эксплуатации и учету средств вычислительной и оргтехники в системе МЧС России: Приказ МЧС России от 27 окт. 2009 г. № 613 // ЭЛЕКТРОННЫЙ ФОНД правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 21.09.2017).
4. Бардин И.В., Моторыгин Ю.Д., Галишев М.А. Прогнозирование ситуаций и оптимизации принятия решений по улучшению экологической обстановки в районах с нефтяным загрязнением на основе конечных цепей Маркова // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2009. № 2. С. 17–23.
5. Куватов В.И., Анашечкин А.Д., Хадзиев С.Н. Оценка достоверности факта возгораний по сигналам пожарных извещателей // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2011. № 1. С. 13–18.
6. Моторыгин Ю.Д., Косенко Д.В. Математическое моделирование развития горения автомобиля // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2014. № 2. С. 45–50.
7. Волгин Н.С. Исследование операций: учеб. СПб.: Военно-Морская акад. им. Н.Г. Кузнецова, 1999. Ч. 1. 366 с.
8. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учеб. М.: КНОРУС, 2013. 448 с.

КАТЕГОРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ПРИЛОЖЕНИИ К СИНТЕЗУ АРХИТЕКТУРЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

М.В. Буйневич, доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

В.В. Покусов.

Казахстанская ассоциация информационной безопасности.

А.Ю. Ярошенко.

Управление информационных технологий и связи МЧС России.

С.В. Хорошенко, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

имени проф. М.А. Бонч-Бруевича

Показывается актуальность и сложность создания интегрированных систем обеспечения безопасности информации. В качестве методологии синтеза архитектуры интегрированной системы предлагается использовать категориальные пары: «человек» vs «автомат» и «подготовка» vs «исполнение». Рассматриваются результирующие подсистемы: системный интегратор, единое информационно-функциональное пространство, активное автоматизированное рабочее место и автоматизированная среда подготовки. Прогнозируется высокая эффективность предлагаемого подхода к интеграции.

Ключевые слова: категориальные пары, синтез архитектуры, интегрированная система обеспечения безопасности информации

CATEGORIAL APPROACH IN APPLICATION TO SYNTHESIS OF THE INTEGRATED INFORMATION SECURITY SYSTEMS' ARCHITECTURE

M.V. Buinevich. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCON of Russia.

V.V. Pokusov. Kazakhstan information security association.

A.Yu. Yaroshenko. IT & communications department of EMERCON of Russia.

S.V. Khoroshenko. The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg state university of telecommunications

The relevance and complexity of creation of the integrated information security systems are showed. As a methodology for synthesizing the architecture of the integrated system, it is proposed to use categorical pairs: «human» vs «automatic machine» and «preparation» vs «execution». The resulting subsystems: system integrator, common information-functional space, active workstation and automated training environment – are considered. The high efficiency of the proposed approach to integration is predicted.

Keywords: categorical pairs, architecture synthesis, integrated information security system

Интегрированная система обеспечения безопасности информации: актуальность, сложность, противоречивость

Рост количества и разнообразия угроз безопасности информации объективно приводит к внедрению различных специализированных средств и подсистем ее защиты: антивирусная защита, охранная сигнализация, защита периметра, межсетевое экранирование, контроль

и управление доступом, резервное копирование и т.п. Это множество средств и подсистем защиты информации (каждое и каждая со своей специфической целью, и потому конфликтующих между собой), требующих интеграции в единую систему [1, 2]. Такие системы являются «верхушкой» следующей эволюционной цепочки поэтапного развития систем обеспечения информационной безопасности (СОБИ): «однокомпонентные → многокомпонентные → комплексные → интегрированные» [3]. В отличие от комплексирования на уровне обмена данными, от интегрированных СОБИ ожидается повышение управляемости процесса защиты информации (и как результат – повышения ее эффективности) за счет минимизации конфликтов между ее элементами (средствами и подсистемами).

Все известные способы интеграции (если речь не идет о проектировании системы обеспечения безопасности информации «с нуля» [4]) сводятся практически к двум основным. Во-первых, налаживание информационно-технического взаимодействия (обмена данными) между подсистемами. Во-вторых, дополнительное привлечение персонала, на «мозги» которого возлагается миссия по гармонизации совместного функционирования различных средств и подсистем. Первый способ (с достаточной степенью условности, но не искажая сути) можно назвать информационно-структурным, а второй – организационным синтезом.

Оценим эффект от подобного синтеза. Ввиду отсутствия общепринятых критериев оценки эффективности функционирования интегрированных систем (и СОБИ – в частности) воспользуемся следующими прагматичными (идущими от практики информационной безопасности и защиты информации) показателями, а именно:

- 1) время, затрачиваемое системой защиты на обработку одного инцидента информационной безопасности – T_p ;
- 2) количество одновременно обрабатываемых (обслуживаемых) инцидентов информационной безопасности – N_i ;
- 3) количество разнообразных терминалов (от различных средств и подсистем) и рабочих мест – N_{pm} ;
- 4) время на подготовку к исполнению функциональных обязанностей (например, к оперативному дежурству) – T_{p_i} .

Очевидно, что все показатели взаимосвязаны.

Авторский опыт показывает, что интегрированные подобными способами СОБИ характеризуются значительным работным временем ($T_p \uparrow$) ввиду усложнения организации работы относительно исходной, что приводит к дополнительным алгоритмам, и, как следствие, к дополнительным программно-аппаратным средствам, в том числе автоматизированным рабочим местам (АРМ) ($N_{pm} \uparrow$). Попытки возложить на персонал «львиную долю» миссии по интеграции приводят к повышению напряженности работы оперативного состава дежурных смен и необходимости освоения в сжатые сроки колоссального объема информации, что автоматически требует значительного времени на подготовку ($T_{p_i} \uparrow$). При этом не ясно, за счет чего могут возрасти возможности дежурной смены по обслуживанию одновременно нескольких инцидентов информационной безопасности ($N_i = 1$, хотя на практике повсеместно встречаются веерно-развивающиеся события).

Авторы считают, что одна из первопричин неэффективности этих способов интеграции для СОБИ кроется в ее структуре, традиционно ориентированной на клиент-серверную концепцию, когда главный вопрос архитектурного облика системы сводится к выбору из трех вариантов: объединение функций серверов различных подсистем в одном, равноправное или подчиненное взаимодействие серверов между собой или взаимодействие серверов с третьим управляющим сервером (соподчинение) [5]. Этот тезис косвенно подтверждается в работе [6], где дословно: «(если) ...подсистемы вступают в конфликт между собой и всей (интегрированной) системой, ... (то) причина этого кроется в ее структуре и составе». Требуется принципиально новая архитектура (метаструктура) интегрированной СОБИ, что требует развития соответствующего методологического аппарата.

Методология синтеза архитектуры: дедуктивный подход, выбор категориальных пар, индукция новых абстракций

Выше было установлено, что основным свойством интегрированной СОБИ, «съедающим» результирующую эффективность, является взаимообусловленный и взаимопротиворечивый характер взаимосвязей и взаимодействия составляющих ее подсистем, поэтому ожидаемое повышение эффективности от интеграции лежит в плоскости разрешения или смягчения возникающих и познаваемых противоречий. Следовательно, методологический аппарат синтеза архитектуры интегрированной СОБИ будет тем результативнее, чем полнее и точнее он будет отражать это ее вышеуказанное свойство [7].

Предположим, что подсистемы сформированы не эволюционно (что имеет место в современной практике защиты информации), а рукотворно и целенаправленно (то есть, искусственно, абстрактно); и их новая совокупность образует гипотетическую интегрированную СОБИ. Также предположим, что их состав заранее не известен. В этом случае для исследования интегрированной СОБИ, как некой новой целостности, с целью изыскания ее подсистем логично будет воспользоваться, так называемым, дедуктивным подходом в его широком философском понимании, как методом вывода частного (в данном случае – состава и функционала подсистем) из общего (интегрированной системы и ее цели). В соответствии с основной аксиомой диалектики обусловимся, что новая целостность будет противоречива, поэтому для ее исследования приложим категориальные пары, что позволит выявить и уяснить суть будущих противоречий и сделает процесс анализа целенаправленным. Так как конечная цель – синтез архитектуры (или определение взаимосвязей найденных дедуктивным анализом подсистем), то на завершающем этапе исследования интегрированной СОБИ следует применить метод научной индукции с целью получения новых абстракций – терминов, закрепленных за сгенерированными подсистемами, и собственно архитектуры новой целостности.

Человечеством наработан целый пул категориальных пар; наиболее полный перечень которых для нужд специального математического обеспечения управления изложен в работе [7]. Там же показано, что процесс выбора состава категориальных пар для исследования конкретного объекта является сугубо субъективно-творческим, что акцентирует успешность миссии на персоналиях исследователей. Авторы статьи надеются, что их научная квалификация, служебной список и полученный опыт в области защиты информации позволяют справиться с задачей выбора.

В качестве основной цели создания интегрированной СОБИ большинством специалистов признается повышение управляемости (и, как следствие, результирующей эффективности) информационной безопасностью. Процесс управления как системообразующий и целеполагающий фактор интегрированной СОБИ, протекает в пространственно-временном континууме (справедливости ради следует отметить, что это свойственно любым процессам). И с этих позиций непременными его составляющими являются пространственные и временные компоненты (а впоследствии, как будет показано – и соответствующие категориальные пары).

Рассмотрим пространственную компоненту. При управлении сложными кибернетическими объектами (к которым, несомненно, относится система защиты информации) обязательным является использование интеллектуальной составляющей: «Это либо человек, либо автомат, реализующий анализ процесса и вырабатывающий управляющие воздействия (команды) по правилам (алгоритмам), опирающимся на ранее накопленные и накапливаемые знания» [7, с. 60]. Иными словами, процесс управления в пространственном контексте реализуется взаимоисключающе либо человеком, либо автоматом – и более ничем иным. То есть, указание на человека или автомат достаточно для однозначного позиционирования процесса управления в пространстве. Такая дихотомия является признаком категориальной пары: «человек» vs «автомат». Оставляя за кадром очевидное доказательство взаимообусловленности и взаимопротиворечивости (то есть, категориальности) первой пары перейдем к рассмотрению временной компоненты.

Если проанализировать сложившееся в практике содержание понятия «управление информационной безопасностью» [8, 9], то можно заметить, что на временной оси его функционал будет иметь две ярко выраженные фазы. Первая (предшествующая) фаза имеет своей целью подготовку к некоему действию (например, выработка замысла), а вторая (последующая) – собственно реальное исполнение этого действия (реализация замысла). Подготовка без исполнения не имеет смысла, также как и исполнение не существует без явно или неявно выраженной подготовки. Таким образом, подготовка к действию и исполнение действия образуют целостность и для временной компоненты представляют собой вторую категориальную пару – «подготовка» vs «исполнение».

Любая категориальная пара делит систему на два попарно непересекающихся подмножества – две части целого множества. Между этими частями существуют различные взаимодействия, обеспечивающие их негативное или позитивное влияние друг на друга и, в конечном счете, сказывающиеся на результирующей эффективности системы. Каждая взаимосвязь между двумя частями целого генерирует четыре типа связей, а именно: процессы, проистекающие в первой/второй части, позитивно/негативно сказываются на второй/первой части.

Приложим выбранные категориальные пары к интегрированной СОБИ, как целостности; результат ее деления на абстрактные части будет следующим: $\mathcal{C} \cap \mathcal{P}$; $\mathcal{A} \cap \mathcal{P}$; $\mathcal{C} \cap \mathcal{I}$; $\mathcal{A} \cap \mathcal{I}$. Здесь $\mathcal{C} \cap \mathcal{P}$ – часть целостности, являющаяся пересечением подмножества « \mathcal{C} » (все множество элементов, реализуемых человеком) и подмножества « \mathcal{P} » (все множество элементов, реализуемых в фазе подготовки к действию); аналогично остальные части. Между всеми этими частями существуют шесть взаимосвязей: (1) $\mathcal{C} \cap \mathcal{P} \Leftrightarrow \mathcal{A} \cap \mathcal{P}$; (2) $\mathcal{C} \cap \mathcal{P} \Leftrightarrow \mathcal{C} \cap \mathcal{I}$; (3) $\mathcal{C} \cap \mathcal{P} \Leftrightarrow \mathcal{A} \cap \mathcal{I}$; (4) $\mathcal{A} \cap \mathcal{P} \Leftrightarrow \mathcal{C} \cap \mathcal{I}$; (5) $\mathcal{A} \cap \mathcal{P} \Leftrightarrow \mathcal{A} \cap \mathcal{I}$; (6) $\mathcal{C} \cap \mathcal{I} \Leftrightarrow \mathcal{A} \cap \mathcal{I}$.

Рассмотрим в качестве примера взаимосвязь (3) – между «подготовкой человека» и «исполнением автомата». Она, в конечном счете, непосредственно определяет объем знаний, умений и навыков, которыми должен владеть человек, исходя из того объема функционала, который исполняет автомат. В пределе, автомат может взять на себя все функции по управлению, и подготовка человека может свестись к минимуму.

Каждая из шести взаимосвязей, в свою очередь, порождает четыре связи между частями целого, то есть образуются 24 связи, подлежащие анализу для выявления общих существенных закономерностей взаимодействия между человеком, автоматом, подготовкой и исполнением. Насколько известно авторам, в научно-технической литературе подобный анализ не проводился.

Здесь также ограничимся примером взаимосвязи (3), которая раскрывается следующими связями:

1) позитивное влияние «подготовки человека» на «исполнение автомата» – определяет содержание тех процессов подготовки человека, которые улучшают результаты исполнения автомата, например высокая квалификация, знание инструкций по эксплуатации;

2) негативное влияние «подготовки человека» на «исполнение автомата» – инверсия;

3) позитивное влияние «исполнения автомата» на «подготовку человека» – заключается, в частности, в обеспечении процесса подготовки информацией, «добытой» в процессе исполнения;

4) негативное влияние «исполнения автомата» на «подготовку человека» – сводится, в случае его неполноценного (ненадежного, алогичного и т.п.) функционирования, к росту разнообразия и объема «знаний–умений–навыков», необходимых и достаточных для поддержания надлежащего функционирования интегрированной СОБИ.

Таким образом, в результате применения категориального подхода введены в научный оборот принципиально новые абстракции – части интегрированной СОБИ, которые могут рассматриваться в качестве ее подсистем. Качественный анализ взаимосвязей (1–6) позволит сформировать информационно-управляющие потоки между подсистемами, а детальный анализ позитивных и негативных связей – гармонизировать требования к их функционалу. При этом

гарантируется полнота спектра выявленных взаимосвязей между частями целого с обязательным учетом диалектических противоположностей между ними [7].

Результирующие подсистемы: прогнозируемая эффективность и технологический задел

Уясним смысл новых подсистем (новых понятий) и закрепим за ними новые термины.

Системный интегратор

Понятие « $A \cap I$ » определяет исполнение автоматом функций по управлению информационной безопасностью. С позиции интегрированной СОБИ это означает передача автомату всех технологически рутинных операций по системной интеграции. Логичным будет закрепление за этим понятием термина «Системный интегратор». Его выделение в самостоятельную подсистему в рамках интегрированной СОБИ создает предпосылки для создания обособленного программно-аппаратного комплекса, способного к приему разноформатной информации состоянии объектов и средств защиты, ее первичной обработке, приведению к унифицированному формату для последующей обработки и хранения & vv – получению от человека командной информации в унифицированном формате и ее трансляции до исполнительных устройств в их формате.

Что касается вклада «Системного Интегратора» в результирующую эффективность интегрированной СОБИ, то можно прогнозировать следующую динамику основных показателей, а именно:

- 1) $T_p \downarrow$ – за счет передачи рутинных операций быстродействующему автоматическому средству;
- 2) $N_i \uparrow$ – за счет возможности автоматического средства параллельно обслуживать потребное количество решаемых задач;
- 3) $N_{PM} \downarrow$ – за счет вышеуказанного функционала обособленного программно-аппаратного комплекса, ликвидирующего потребность в операторских терминалах интегрируемых средств защиты;
- 4) $T_p \downarrow$ – как следствие из 1), 2) и 3) требуется меньший объем разнообразных знаний, умений и навыков.

Единое информационно-функциональное пространство

Понятие « $A \cap P$ » определяет подготовку автомата к исполнению функций по управлению информационной безопасностью. В чем она заключается в контексте работы «Системного интегратора»? Во-первых, это наличие алгоритмов обработки информации состояния и командной информации. Во-вторых, это хранилище информации, необходимой для реализации алгоритмов. То есть, речь идет о некой подсистеме, представляющей собой информационно-алгоритмическое пространство управления информационной безопасностью.

Если согласиться с тем, что алгоритмы (набор которых «безграничен», но все же конечен) в современных киберсистемах должны не поставляться «под ключ» (что не позволительная «роскошь» в условиях быстроменяющихся задач), а синтезироваться из элементарных функций по обработке информации (набор которых явно ограничен) и представляют собой в итоге некую метафункцию, то логичным и трендовым будет закрепить за этой подсистемой термин «Единое информационно-функциональное пространство» [10].

Ожидается следующая динамика основных показателей эффективности интегрированной СОБИ за счет реализации в ее составе подсистемы «Единого информационно-функционального пространства»:

- 1) $T_p \downarrow$ и $N_i \uparrow$ – за счет централизованного хранения актуальной информации и унификации процедур доступа к ней, а также возможности оперативного синтеза и модификации алгоритмов;
- 2) $N_{PM} \downarrow$ – за счет унифицированного формата хранения информации возможен ее ввод/вывод с/на единого рабочего места;
- 3) $T_p \downarrow$ – как следствие из 1) и 2).

Активное АРМ

Понятие « $Ч \cap И$ » определяет исполнение человеком функций по управлению информационной безопасностью. В составе интегрированной СОБИ человеку остается выполнять все интегративные функции, которые не удалось отдать на откуп «Системному интегратору». Эти «остаточные» функции человек в современной киберсистеме, скорее всего, будет выполнять на АРМ, в простейшем случае представляющим собой персональный компьютер. Это АРМ должно не только иметь унифицированный интерфейс с «Единым информационно-функциональным пространством», но и обладать возможностью вести активный (в пределе – проактивный) диалог с человеком-оператором, и в этом смысле является подсистемой «Активного АРМ».

От наличия в составе интегрированной СОБИ подсистемы «Активного АРМ» ожидается:

- 1) $T_p \downarrow$ – за счет активного диалога с человеком-оператором в режиме «системы поддержки принятия решений»;
- 2) $N_i \uparrow$ – за счет возможности ведения и визуализации технологической карты деятельности человека-оператора и его навигации в различных (в том числе, коллизионных) ситуациях;
- 3) $T_p \downarrow$ – как следствие из 1) и 2) требуется меньший объем разнообразных знаний, умений и навыков.

Вопрос о сокращении количества рабочих мест ($N_{PM} \downarrow$) решается за счет наличия в интегрированной системе только единого унифицированного АРМ.

Автоматизированная среда подготовки

Понятие « $Ч \cap П$ » определяет подготовку человека к исполнению функций по управлению информационной безопасностью. Для этого человек-оператор должен иметь доступ к алгоритмам работы интегрированной СОБИ, актуальной информации о состоянии объектов и средств защиты информации, журналу инцидентов информационной безопасности и пр. Такая подготовка операторов для современных киберсистем может осуществляться только в соответствующей автоматизированной среде, поэтому подсистема получает название «Автоматизированная среда подготовки».

Ожидаемая эффективность «Автоматизированной среды подготовки» непосредственно сводится только к сокращению времени на подготовку ($T_p \downarrow$) за счет:

- ускоренного формирования навыков путем автоматизированного интеллектуального тренажа;
- индивидуализации траекторий подготовки путем навигации в семантической сети знаний;
- более глубокого усвоения знаний путем повышения полисенсорности и полимодальности изучаемого материала.

Сокращение времени на подготовку можно «обменять» на повышение качества подготовки при сохранении общего лимита времени. В этом случае опосредованно повышается количество одновременно обслуживаемых инцидентов информационной безопасности ($N_i \uparrow$) и снижается рабочее время ($T_p \downarrow$). Если в рабочее время включить еще

и время на адаптацию при переходе из состояния «Подготовка» в состояние «Исполнение», то оно также значительно снижается за счет тождественности автоматизированных сред подготовки и деятельности (можно использовать единое активное АРМ: унифицированный интерфейс, но разные проактивные режимы – реальный или условный/учебный).

Технологический задел

Если буквально еще 10 лет назад авторитетные специалисты [3] оптимальным решением для крупных компаний считали построение именно комплексных СОБИ, то на современном этапе развития технологий, стандартов [11, 12] и научной мысли возможно появление именно интегрированных систем. Интересным опытом интеграции в сфере безопасности информации можно считать создание единой (от входа в проходную предприятия до входа в учетную запись пользователя) интегрированной системы видеомониторинга и контроля доступа «Рассвет–СВМиКД» [13]. Средством интеграции здесь является создание «третьей» управляющей системы (сервера), а способом интеграции – взаимоувязывание инцидентов информационной безопасности в общие правила. Более продвинутое решение представляет интеграция автоматизированной системы сбора и обработки информации «МАТРИЦА» и SIEM-системы «КОМРАД» [14], которые позволят собирать события радиомониторинга и систем обнаружения вторжений в единой базе данных, отслеживать и анализировать их в едином интерфейсе, принимать решения по реагированию на инциденты на основе консолидированной информации. Прообразом «Системного интегратора» здесь служит интеграционная платформа «Матрица» (работа с оконечниками средств и подсистем защиты информации), а прообразом «Единого информационно-функционального пространства» и «Активного АРМ» выступает система «КОМРАД» (фильтрация, нормализация, агрегирование, корреляция, приоритезация, визуализация и анализ событий информационной безопасности). Что касается «Автоматизированной среды подготовки» специалистов по информационной безопасности и защите информации, то ее шансы оторваться от традиционных автоматизированных учебных занятий и тренажеров и стать полноценной системой резко возросли после программной реализации семантических сетей знаний [15].

Таким образом, можно утверждать, что направленность работ по созданию выделенных подсистем интегрированной СОБИ вышла на инженерно-технологический уровень реализации. В научно-исследовательской плоскости по-прежнему остается вопрос создания некоего метаязыка и реализующего его универсального протокола информационно-технического взаимодействия подсистем между собой – без него велик риск снова «откатиться» в комплексирование. Авторы представляют сложности на пути создания интегрированной СОБИ по предлагаемой методологии (в частности, процесс создания «метаязыка» и согласования универсального протокола может растянуться на значительное время), однако прогнозируемая высокая эффективность их значительно перевешивает: в случае правильной реализации подсистем степень интеграции будет максимальной.

Литература

1. Буйневич М.В., Ярошенко А.Ю. Обоснование потребности в методике оценки качества и эффективности комплексной организационно-технической системы обеспечения безопасности информации в МЧС России // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербург. ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 4. С. 57–62.
2. Платонов Д.В. Интегрированная защита информации как фактор повышения эффективности систем безопасности // Вестник Воронежского института МВД России. 2008. № 1. С. 191–197.
3. Вихорев С.В., Березин А.С. Новые подходы к проектированию систем защиты информации // Документальная электросвязь. 2006. № 6. С. 35–37.
4. Козьминых С.И., Забияко С.В. Методологические принципы проектирования интегрированных систем безопасности // Защита информации: Конфидент. 2002. № 1. С. 70–76.

5. Конявская С.В., Счастный Д.Ю. Интегрированная система контроля доступа и защиты информации на основе биометрической аутентификации сотрудников // Первая миля. 2013. № 2 (35). С. 90–97.
6. Забияко С.В. Модели оценки эффективности функционирования интегрированных систем безопасности в условиях структурно-параметрического конфликта подсистем: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2004. 17 с.
7. Гвардейцев М.И., Кузнецов П.Г., Розенберг В.Я. Математическое обеспечение управления. Меры развития общества. СПб.: Специальная Литература, 2016. 222 с.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002–2012. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Свод норм и правил менеджмента информационной безопасности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27003–2012. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Руководство по реализации системы менеджмента информационной безопасности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
10. Единое информационно-функциональное пространство ВМФ: от идеи до реализации / М.В. Буйневич [и др.]; под общ. ред. В.И. Кидалова. СПб.: Ника, 2003. 490 с.
11. ГОСТ Р 56875–2016. Информационные технологии. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Типовые требования к архитектуре и технологиям интеллектуальных систем мониторинга для обеспечения безопасности предприятий и территорий. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. Р 78.36.018–2011. Рекомендации по охране особо важных объектов с применением интегрированных систем безопасности. ГУВО МВД РФ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
13. Конявская С.В. Интегрированные системы комплексной защиты периметра предприятия // Information Security/Информационная безопасность. 2016. № 2. С. 53.
14. Слободчиков А., Титов А. Интеграция АССОИ «Матрица» и SIEM-системы «КОМРАД»: корреляция событий физической и информационной безопасности корреляция событий. URL: https://pro-echelon.ru/common_files/conference (дата обращения: 11.08.2017).
15. Буйневич М.В., Подружкина Т.А., Федоров Д.Ю. Обоснование нотации для формализации процесса обучения в автоматизированной образовательной среде на базе семантических сетей знаний // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: сб. науч. статей. СПб., 2016. С. 250–255.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ ВОЗГОРАНИЙ НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

**А.Р. Сай;
О.В. Войтенок, кандидат технических наук;
Г.К. Ивахнюк, доктор химических наук.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрено моделирование процессов возникновения пожаров на полигонах твердых коммунальных отходов, позволяющее понять сущность процесса и причины возникновения пожаров, что, в свою очередь, позволит осуществить комплекс мер по недопущению таких пожаров.

Ключевые слова: полигон твердых коммунальных отходов, пожар, моделирование пожаров

COMPENSATION FOR HARM CAUSED OFFICIALS SUPERVISORY EMERCOM OF RUSSIA IN THE EXECUTION OF STATE FUNCTION OF SUPERVISION OVER COMPLIANCE WITH FIRE SAFETY REQUIREMENTS

A.R. Say; O.V. Voytenok; G.K. Ivachnuk.

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

Process modeling of happening fires on the area of municipal solid waste gives us an opportunity to understand the cause of fire and make a fire prevention activities complex.

Keywords: landfill of municipal solid waste, fire, fire modeling

Полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО) являются специально оборудованными сооружениями, предназначенными для размещения и обезвреживания отходов. На полигонах обеспечивается статическая устойчивость отходов с учетом динамики уплотнения, минерализации, газовыделения, максимальной нагрузки на единицу площади, возможности последующего рационального использования участка после закрытия полигонов и их рекультивации.

Полигоны ТКО представляют собой особые объекты. Пожары на полигонах ТКО, на первый взгляд, не представляют большой опасности. На полигоне не так много людей, пожару некуда распространяться, материальный ущерб отсутствует. Но это далеко не так. Пожар на полигоне представляет большую опасность. На полигоне присутствует большое количество горючих материалов: бумага, полиэтилен, пластик и др. При горении полиэтилена и пластика выделяются опасные для жизнедеятельности человека и животных вещества.

На полигоны ТКО принимаются отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд, отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также твердые промышленные отходы 3–5 классов опасности, разрешенные к захоронению на полигонах ТКО.

В качестве основных причин пожаров на полигонах ТКО выступают следующие: поджог, неосторожное обращение с огнем, самовозгорание. Если с поджогами и неосторожным обращением с огнем возможно бороться посредством организационных мероприятий (ограничением доступа на полигон ТКО, проведением профилактических рейдов, инструктажей и т.п.), то для предотвращения самовозгорания требуются комплексные меры, влекущие определенные материальные затраты. Как таковое самовозгорание на полигоне само по себе, как правило, не происходит, но при определенных химических реакциях и при попадании активных химических веществ оно возможно. При углублении от верхней границы полигона даже на один метр температура в летний период составляет уже более 40 °С, температура воспламенения бумаги – 133 °С. Воспламенение возможно при недостаточном уплотнении и измельчении отходов полигона бульдозерами. Также на полигоне ТКО присутствует большое количество органического мусора (примерно около 50 %). При разложении органики выделяется газ метан. При возгорании метана будет поддерживаться активное горение.

На рис. 1 представлен пожар на полигоне ТКО. Горение распространилось на поверхность и на откосы. Тушение данного пожара – сложный, а главное длительный процесс (рис. 2).



Рис. 1. Возгорание на полигоне ТКО (Кимрский район, Тверская область)



Рис. 2. Горение полигона в Бежецком районе Тверской области

Для моделирования процессов, происходящих на полигоне, примем ряд допущений. При хранении ТКО на полигоне в виде «почти» плоского слоя необходимо оценить его температурный режим. Это связано с процессами в теле полигона ТКО, сопровождающимися выделением тепла, и, как следствие, повышением температуры тела полигона с последующим риском самовозгорания.

Примем следующие допущения:

1. ТКО расположены на поверхности в виде круга («таблетки») радиусом R и толщиной h (рис. 3), причем $R \gg h$.
2. В толще ТКО выделяется тепло со среднеобъемной мощностью q [$\text{Вт}/\text{м}^3$].
3. ТКО имеют следующие параметры: теплоемкость C [$\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \text{К}^{-1}$]; плотность ρ [$\text{кг}/\text{м}^3$]; теплопроводность λ [$\text{Вт} \cdot \text{м}^{-1} \text{К}^{-1}$]. Их величины постоянны по всему объему вещества и в данном температурном диапазоне.
4. Рассматривается наиболее «жесткий» сценарий – теплоотдача в атмосферу незначительна (теплая безветренная погода).

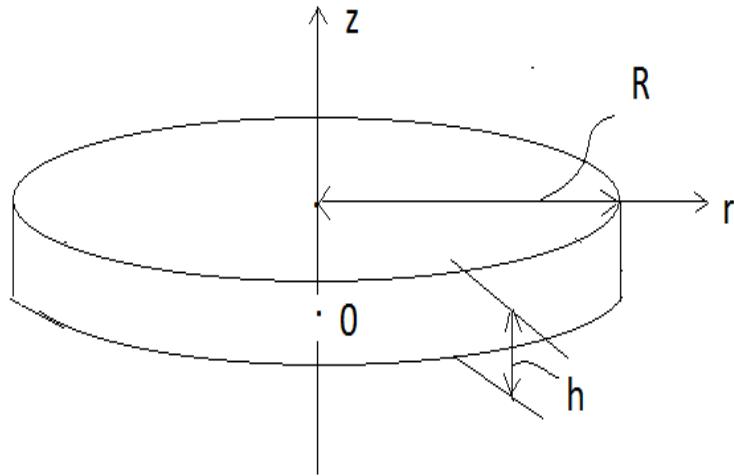


Рис. 3. Модель теплоотводящего слоя органического вещества

При указанных допущениях температурный режим в толще тела полигона может быть описан уравнениями математической физики [1, 2]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{q}{c\rho},$$

где $T(t, r, z)$ – температура; t – время; r, z – текущее значение радиуса и высоты соответственно (рис. 3); $a = \sqrt{\frac{\lambda}{c\rho}}$ – коэффициент температуропроводности, $\text{м}\cdot\text{с}^{-0,5}$.

Для случая установившегося теплообмена (то есть $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$) и когда толщина пластины незначительна (то есть $\frac{\partial T}{\partial z} = 0$), уравнения приводятся к виду:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} = -Q,$$

где $Q = \frac{q}{\lambda}$.

Положив $x = \frac{\partial T}{\partial r}$, получаем обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка:

$$\frac{dx}{dr} + \frac{x}{r} + Q = 0,$$

решение которого при $x(0)=0$ (то есть в середине круга градиент температуры отсутствует) принимает вид [3]:

$$x = -\frac{Q}{2}r.$$

Температуру по площади слоя $T(r)$, найдем из выражения:

$$\frac{dT}{dr} = -\frac{Q}{2} r,$$

откуда получаем:

$$T(r) = T_r + \frac{Q}{4} (R^2 - r^2), \quad (1)$$

где T_r – температура по кольцевой границе слоя (когда $r=R$), близкая к температуре грунта (рис. 4).

Тогда для наиболее нагретой части в центре слоя (то есть $r=0$) из уравнения (1) получим:

$$T_o = T_r + \frac{q}{4\lambda} R^2. \quad (2)$$

Конечно, выражение (2) является достаточно грубым и оценочным, поскольку не учитывает теплообмен с грунтом и потери тепла конвекцией.

В более точном виде нагрев слоя должен учитывать распределение температуры по толщине, для чего может использоваться выражение (1) в стационарном варианте:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = -\frac{q}{\lambda} \quad (3)$$

при следующих граничных условиях:

$$\frac{\partial T(0, h)}{\partial r} = 0; \quad T(r, 0) = T_r; \quad \lambda \frac{dT(h, z)}{\partial z} = \alpha(T - T_a),$$

где α – коэффициент теплоотдачи в атмосферу, T_a – температура атмосферы (окружающего воздуха).

Однако решение уравнения в частных производных (3) может потребовать численных методов [2, 3].

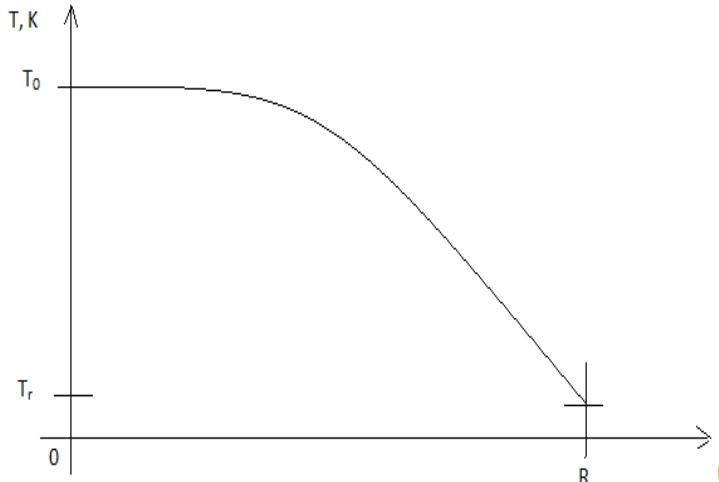


Рис. 4. Характерный профиль температуры

Заполнение полигона осуществляется послойным чередованием ТКО и инертных материалов (с целью обеспечения перегнивания отходов, препятствию выделения вредных веществ в атмосферу и возгорания отходов).

При использовании послойного разделения возможно построить модель для каждого слоя, но необходимо учитывать количество слоев, теплообмен между слоями и с окружающей средой.

Тушить пожары на полигонах ТКО сложно, так как в процессе горения твердых отходов огонь быстро распространяется внутри мусора и по его поверхности при этом выделяется большое количество токсичного дыма, что способствует задымлению значительной территории. Основными способами тушения является проливка, перемешивание и засыпка горящих участков (рис. 5).

Теплотехническая модель позволяет определить критические участки, воздействие на которые обеспечит наиболее эффективное предотвращение и тушение пожаров при их возникновении на полигонах ТКО.



Рис. 5. Тушение пожаров на полигоне ТКО

Литература

1. Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. М.: Высш. шк., 1970. 712 с.
2. Голосков Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple: учеб. для вузов. СПб., 2004. 539 с.
3. Камке. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям: пер. с нем. 4-е изд., испр. М.: Наука: Гл. ред. физ-мат. лит., 1971. 576 с.



ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В СТРУКТУРАХ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫМ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

**Л.А. Королева, кандидат технических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.
А.Н. Веригин, доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Российской Федерации.
Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

Рассмотрены особенности прогнозирования в структурах управления при боевых действиях пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России, выявлены условия экспертной технологии прогнозирования.

Ключевые слова: Государственная противопожарная служба МЧС России, система, пожарно-спасательное подразделение, охраняемый объект, прогнозирование, модель

FORECASTING IN THE STRUCTURES OF MANAGING THE FIRE-RESCUE UNIT OF THE STATE FIRE SERVICE

L.A. Koroleva. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
A.N. Verigin. Saint-Petersburg state institute of technology (technical university)

Peculiarities of forecasting in management structures during combat operations of fire-rescue units (units) of State fire service of EMERCOM of Russia are considered, conditions of expert forecasting technology are identified.

Keywords: State fire service of EMERCOM of Russia, system, fire and rescue unit, protected object, forecasting, model

Одним из приоритетных направлений стратегического развития Государственной противопожарной службы МЧС России является совершенствование систем управления, что определяет актуальность исследований в данной области. Суть управления в основном определяется используемым языком описания и незначительно подвергается предметному влиянию. Управление применяется в различных видах деятельности человека. Если в роли исполнительных механизмов выступает человек (например лицо, принимающее решение (ЛПР), получение информации о состоянии системы «подразделение–охраняемый объект» и принятие правильного решения (управляющего воздействия) производится в языковой форме. С помощью прогнозирования (предсказания) осуществляется предварительная оценка результатов управляющих воздействий. Суждение о будущем состоянии системы, в основе которого лежит субъективный анализ качественных и количественных показателей, будем понимать как

предсказание. Исследования, результатом которых является получение вероятностных данных о последующих состояниях подразделения и охраняемого объекта – прогнозированием. Определим понятие прогнозирующей системы как системы, содержащей следующие элементы: математические, эвристические и логические. На вход системы поступает информация о подразделении и охраняемом объекте, собранная на данный момент времени, а на выходе имеем данные об их состоянии в будущем (прогноз) [1, 2].

В основе построения прогноза лежит полученная информация о состоянии подразделения и охраняемого объекта. Анализируется их поведение в прошлом и настоящем, устанавливается взаимосвязь с ранее принятыми научными положениями о тенденциях изменений подобных систем в схожих ситуациях (предыдущий опыт). Эшби У. определял предвидение как операцию над прошлым [3].

Какие действия необходимо провести над прошлым, чтобы определить будущее? Во-первых, необходимо выявить общие закономерности поведения в прошлом подобных систем в схожих ситуациях. Там, где нет возможности обосновать их изменение, опираясь на полученные закономерности, лежит рубеж научного прогнозирования.

Выбор модели прогнозирования является сложной задачей. Определим условия получения точного прогноза, если известны его цели и интервал упреждения:

- информация, полученная о системе «подразделение–охраняемый объект», соответствует целям и задачам прогнозирования;
- выбранная модель правильно отражает специфику функционирования системы;
- произведен выбор эффективного метода распознавания параметров модели, что необходимо для обеспечения точности прогнозирования;
- результаты прогнозирования могут быть использованы для корректировки элементов прогнозирующей системы.

Модель – это воспроизведение чего-либо, пропорционально измененное либо в натуральную величину [4]. В науке практически всегда приходится работать с моделями. «Вне их конкретных классов нет смысла говорить об основных понятиях теории и закономерностях природы» [5].

Построение модели должно быть направлено на решение конкретной задачи исследования. Одни и те же стороны и связи явления могут быть основными и второстепенными. Это зависит от целей исследования. Выбор и обоснование модели определяется степенью изученности явления, искаженностью полученной информации. Если вид модели системы подразделение–охраняемый объект установлен заранее и информация о ней не изменена различными помехами, трудности при прогнозировании могут быть связаны только с вычислениями. Задача прогнозирования может быть успешно решена, когда вид модели априорно не известен, однако функционирование системы детерминировано, информация не искажена.

При наличии ограниченной информации о системе определение модели представляет более трудную задачу. В тех случаях, когда нет априорных данных о системе и информация на входе искажена различными помехами, выбор и обоснование модели становится сложной задачей, требующей для своего решения действий и квалификации ЛПР.

Рассмотрим классификацию моделей с позиций задачи прогнозирования. Выделим две возможности воспроизведения натуры: материальное (предметное) и идеальное (абстрактное). Рассмотрим описание системы с помощью символов – абстрактное воспроизведение. Для задач, трудно поддающихся процессу формализации, применяются методы интуитивного моделирования. На рис. 1 представлена упрощенная структура абстрактных видов моделирования [6]. На основе классификации задач прогнозирования выделяют интуитивные модели эволюционного развития, революционного развития, содержащие элементы эволюционного и революционного развития.



Рис. 1. Абстрактное моделирование

Управление сложными системами невозможно без прогнозирования их состояния, на основании которого определяются управляющие воздействия, направленные на достижение поставленных целей. От качества прогнозирования зависят результаты управления. На итоговые показатели системы оказывает влияние характер ЛПР, реализующего управление и выполняющего прогнозирование. Это требует проведения отбора ЛПР в зависимости от особенностей решаемой задачи.

Рассмотрим характерные черты экспертной технологии лингвистического прогнозирования. Схема, представленная на рис. 2, обобщает традиционные взгляды на прогнозирование и является, по мнению авторов, наиболее простой, отражающей общеизвестный порядок действий. Следует отметить определенное несоответствие, некоторое упрощенное видение проблемы прогнозирования, что определяется объективной ограниченностью получения результатов (методов ее решения). Покажем это несоответствие.

Методы прогнозирования, основанные на построении формальной модели, называемой детерминированной аппроксимацией, объединены в большую группу [7]. Исследуемый объект предварительно рассматривается как некоторая функция действительной переменной неизвестной структуры, определяемая по результатам наблюдений. При изменении интервала наблюдений, объема данных структура функции может варьироваться. В этом случае сложно получить полное описание прогнозируемой ситуации. Функции, методы аппроксимации (экстраполяции) не определены теми состояниями системы, для которых они применяются. Сначала устанавливается вид функционального пространства, соответствующих метрик, операторов и функционалов. Иными словами, язык выбирается априорно. Однако с его помощью достаточно трудно описать объективную реальность, а именно рассматриваемую систему. Исключается использование естественного языка в акте прогнозирования, что существенно осложняет получение результатов.

Методы статистического прогнозирования объединяют в группу, имеющую вероятностную недетерминированную направленность. Методология распознавания образов является их основой. Для этой группы вводятся ограничения на вариации прогнозируемого параметра, оператор (функцию) прогноза, определение прогнозирующей функции, например, применением только одномерных вероятностных распределений и моментов. В определенных случаях прогнозирование эффективно по критерию среднеквадратичной ошибки, максимума

коэффициента корреляции. Уменьшение зависимости прогнозирования от языковых форм обеспечивает применение статистического анализа, что является важной особенностью данной группы методов. Применяются два языка – внутренний и внешний. Внутренний – «статистический». Внешний определяется различными ограничениями, накладываемыми на размерности прогнозируемых образов и операций над ними, то есть на пространство состояний, признаков и операторы прогноза.

Для успешного решения сложных задач важен поиск соответствующего внешнего языка. Данная проблема – важнейшая в распознавании образов и прогнозировании. На сегодняшний день она не решена в полном объеме.



Рис. 2. Организация процедуры прогнозирования. Порядок действий

С помощью внутреннего («статистического») языка возможно выразить внешние воздействия (охраняемого объекта) на подразделение МЧС России, осуществляющего защиту объекта. Увеличить продуктивность процесса прогнозирования позволит применение соответствующего языкового выражения воздействий с использованием внутреннего языка. Для нахождения скрытых закономерностей недостаточно данных, полученных только опытным путем, «необходимо привлечение априорных данных о природе задачи» [8].

Под «природой задачи» понимаются ее генетически (структурно) обусловленные внутренние закономерности и закономерности, которые складываются при прогнозировании. Пусть наблюдения x_1, x_2, \dots, x_k отражают либо только внутренние, либо только внешние закономерности.

Скрытые от человека закономерности, присущие исключительно структуре системы или внешним воздействиям выявляет статистический анализ и предметные надстройки (распознавание образов, восстановление сигналов, прогнозирование).

Если неизвестно, какие из наблюдений x_1, x_2, \dots, x_k соответствуют внутренним, а какие – внешним проявлениям, применение статистики не будет продуктивным. В этом случае при получении результатов возможны определенные заблуждения. Изучаемая система, способная проявлять себя множеством относительно независимых процессов, является многофакторной. Сложно определить, какие устойчивые закономерности будут выявлены при статистическом анализе, если каждое из наблюдений x_1, x_2, \dots, x_k определяет свой процесс.

С помощью статистического языка нельзя выразить проблему прогнозирования в целом, он не обладает возможностями и свойствами естественного языка. Сохранение, производство и выражение знаний о происхождении проблемы, формулирование вывода и оценка суждений в таких случаях невозможна. Иными словами, не позволяет разделять наблюдения по разным процессам, объединять относящиеся к одному процессу, формулировать правила прогноза на основе любой ретроспекции, обеспечивать полноту описания.

При использовании традиционной методологии существуют значительные трудности в реализации словесных моделей прогноза. При их построении достаточно сильно сужены лингвистические возможности естественного языка. Существует достаточно способов прогнозирования, в основу которых положены аналогии, эвристики и вероятности (статистики). Более перспективным, на взгляд авторов, является путь прямой лингвистической реализации моделей с использованием естественных языков.

На основе анализа роли языка и процедур прогнозирования при управлении можно сделать вывод, что прогнозирование можно представить нечеткой моделью, в основе которой лежат нечеткие алгоритмы. Приведем классификацию нечетких моделей:

- использующие размытые значения (нечеткие числа) на основе определенной четкой математической модели, которая включает аналитические формулы для расчета;
- построенные на правилах, имеющих вид «если...то...», включающие лингвистические переменные в пред- и постусловии и имеющие коэффициент достоверности, определяющий истинность этого отношения;
- гибридные экспертные модели, когда математическое обеспечение, основанное на расчетах, дополняется применением оболочек, которые основаны на правилах, и дают возможность выбирать расчетные программы.

Возможность совместного использования видов нечетких систем и их разнообразие затрудняет процесс проектирования. Существует возможность при прогнозировании совместно использовать различные виды нечетких систем. Целесообразно применять единообразный подход к проектированию нечетких моделей, основанный на представлении их в виде нечетких алгоритмов. В этом случае три вида нечетких моделей будут успешно реализованы, а объединение декларативных знаний и механизма вывода в виде нечеткого алгоритма позволит выработать единый подход к решению различных задач прогнозирования.

Рассматривая проблему прогнозирования с позиций экспертной технологии, осуществляющей при непосредственном участии ЛПР [8], можно определить некоторые стороны и задачи экспертной оценки и прогнозирования. Появляется возможность выявить основные принципы, определяющие действенность процедур прогнозирования, выделить факторы, оказывающие существенное влияние на их практическую значимость и разработать эффективные инженерные методики лингвистического прогнозирования. Рассмотрим условия, которым должна удовлетворять экспертная технология прогнозирования:

1) Быть тесно связанной со структурой изучаемой системы. Количество прогнозирующих текстов должно соответствовать количеству выделенных в ее структуре элементов. Каждому из них соответствует свое содержание терминов состояния, ситуации, события, глубина ретроспекции и убежденность в достоверности прогнозирования. Выбор набора показателей, по изменению которых можно однозначно судить о состоянии системы «подразделение–охраняемый объект», является наиболее актуальной задачей.

2) Отвечать условию индивидуальности составления прогнозирующего текста. Для обеспечения единого подхода в каждом узле структуры прогнозирующий текст должен составляться одним ЛПР. Прогноз будет иметь одну точку отсчета, одну динамику изменения функциональной принадлежности ЛПР, один взгляд. В нем с определенной степенью достоверности, соответствующей профессиональному уровню ЛПР, будут представлены ожидаемые результаты.

Согласование состояний и ситуаций, прогноза и событий (конкретных решений) выполняет ЛПР. Ему необходимы знания и уверенность в результатах своей деятельности. Взаимно однозначное соответствие (1:1) в цепочке (рис 3.) должно быть сохранено.

Должностные лица подразделения и объекта не должны участвовать в подготовке прогнозирующих текстов для тех элементов структуры системы, которые не соответствуют их квалификации и должности.

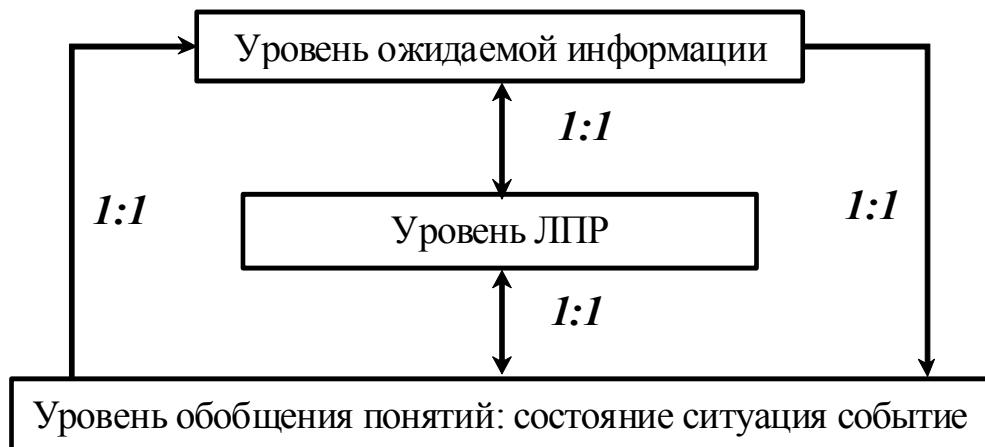


Рис. 3. Уровни оценки ситуации

3) Иметь возможность оперативно изменить прогнозирующий текст в процессе прогнозирования. Он должен быть структурно открытым, что может рассматриваться с двух позиций: в лингвистическом плане и в наличии возможности расширения текста при детализации или в случае изменения точки структуры системы, для которой он был составлен изначально.

4) Оценить качество прогнозирования и определить тактику смены текстов и взаимодействий с иными уровнями структуры подразделений МЧС России должен ЛПР.

Мера качества прогнозирования обладает неоспоримыми достоинствами, она дает уверенность ЛПР в успешном функционировании подразделения в нештатной ситуации. Могут эффективно использоваться интерактивные методики непосредственной оценки или анализ по косвенным показателям. Например, постоянство прогнозирующего текста на протяжении ликвидации на объекте нештатной ситуации можно определить как характеристику успешного прогнозирования. Выявление базиса и структурной основы прогнозирования, разработка и создание средств реализации причинной модели – такие задачи должны быть решены для создания эффективной системы лингвистического прогнозирования.

Литература

1. Веригин А.Н., Локтаев С.В. Технология лингвистического прогнозирования при управлении финансами // Финансы. 2004. № 2. С. 60–63.
2. Усов А.В., Гончаренко Е.Н. Методы и алгоритмы прогнозирования устойчивого развития экономических систем // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. № 11 (114). Т. 16. С. 121–127.
3. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: ИЛ, 1959. 432 с.
4. Веригин А.Н., Королева Л.А. Проблемы моделирования при создании организационных систем // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России», 2017. № 1. С. 84–91.
5. Васильев В.И. Распознающие системы. Справочник. Киев: Наукова думка, 1983. 422 с.
6. Королева Л.А., Веригин А.Н. Организация как объект исследования: монография / под общ. ред. Э.Н. Чижикова; науч. ред. А.Н. Веригин. СПб.: С.-Петерб. ун-т ГПС МЧС России, 2016. 396 с.
7. Медич Дж. Статистически оптимальные линейные оценки и управление. М.: Энергия, 1973. 440 с.
8. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование. М.: Энергоиздат, 1982. 208 с.

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

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИЦ С ПСИХОВЕГЕТАТИВНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ

О.В. Леонтьев, доктор медицинских наук, профессор.

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова.

Г.В. Москаленко, кандидат психологических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Е.В. Яковлев, кандидат медицинских наук.

Северо-Западный Государственный медицинский

университет им. И.И. Мечникова

Представлены результаты исследования функционального состояния военнослужащих с диагностированными психовегетативными расстройствами. Определены различия в вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у больных по сравнению со здоровыми лицами. Результаты исследования могут быть использованы при выявлении групп риска, а также при поиске новых методов лечения посредством нормализации вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: психовегетативный синдром, сердечно-сосудистая система, центральная нервная система, реабилитация, профессиональная деятельность в экстремальных условиях

FUNCTIONAL STATUS OF PATIENTS WITH PSYCHOVEGETATIVE DISORDER

O.V. Leontiev. Military medical academy named after S.M. Kirov.

G.V. Moskalenko. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

E.V. Yakovlev. North-western State medical university named after I.I. Mechnikov

The article presents the results of a study of the functional state of soldiers diagnosed with psychovegetative disorders. There were identified differences in the autonomic regulation of the cardiovascular system in patients compared to healthy individuals. The results can be used in diagnosis, identifying risk groups, as well as in finding possible treatments to normalize the regulation of the functioning of the cardiovascular system.

Keywords: psychovegetative syndrome, cardiovascular system, central nervous system, rehabilitation, professional activity in extreme conditions

Профессиональная деятельность специалистов экстремального профиля сопряжена с высоким риском развития различных по своей этиологии заболеваний как соматического, так и психического спектра. Одним из результатов развертывания острого и хронического

стресса, состояния повышенного нервно-психического напряжения, а также неврозов выступает психовегетативный синдром.

Психовегетативный синдром, который также обозначается как общий психосоматический синдром [1] и как вегетативная дистония (астено-вегетативный синдром) [2], проявляется сразу с трех позиций:

- соматической – разнообразные по характеру болевые ощущения, дисфункции органов, удушье;
- неврологической – нарушение подвижности рефлексов, трепор языка;
- психической – тревожность, расстройства сна, лабильность настроения, повышенная истощаемость [3].

Delius L. [4] изучал теоретические особенности психовегетативного синдрома и определил его клинические разновидности: органный синдром (изолированный), который характеризуется локализацией в определенном органе или системе органов, и общий, проявляющийся полиморфизмом симптоматики со стороны нескольких органов и (или) систем органов. Карвасарский Б.Д. [5] определил, что синдром вегето-сосудистой дистонии включает в себя симпатикотонические (тахиардию, подъем артериального давления (АД), сухость во рту, белый дермографизм и т.д.) и ваготонические (брadiкардия, снижение артериального давления, красный дермографизм и т.д.) вегетативные расстройства.

Кроме вегетодистонических расстройств при неврозах часто возникают вегетативные кризы, которые могут быть симпатико-адреналовыми, вагоинсулярными либо смешанными [2].

Таким образом, большинство исследователей отмечают полиморфную клиническую структуру психовегетативного синдрома.

Изучение перечисленных симптомов психовегетативного синдрома представляется чрезвычайно важным для профилактики (выявления групп риска), лечения (поиск новых методов лечения) и последующей междисциплинарной реабилитации специалистов экстремального профиля.

Целью исследования выступило выявление статистически достоверных различий между испытуемыми, имеющими в анамнезе выраженные психовегетативные проявления и испытуемыми, у которых подобных симптомов не обнаружено.

Эффективность вегетативной регуляции оценивалась с помощью суточного мониторирования электрокардиограммы (ЭКГ) и АД (холтеровское мониторирование) и схемы регистрации вегетативного тонуса А. Вейна [2]. Кроме того, определялись психофизиологические показатели: латентный период сложной сенсомоторной реакции с дифференцировкой (ЛП ССМР) и показатель критической частоты слияния световых мельканий (КЧСМ) с помощью методики, описанной в работе [6], показатели оперативной памяти (методика «Оперативная память» (ОП)), а также психологические тесты: методика «Самочувствие. Активность. Настроение» (САН), шкала тревожности Ч.Д. Спилбергера (в адаптации Ю.Л. Ханина) и MMPI.

В исследовании приняли участие 67 военнослужащих запаса в возрасте от 45 до 50 лет, находившихся на реабилитации после воздействия факторов военного труда в санаторном комплексе в Санкт-Петербурге, у которых в анамнезе имели место выраженные психовегетативные проявления (утомляемость, вегетативная лабильность, снижение интеллектуально-мнестических функций, депрессивные реакции) – они составили группу больных. Субъективное состояние испытуемых группы больных характеризовалось жалобами астено-невротического характера на нарушение процесса засыпания, раздражительность, чувство усталости. Контрольную группу (группу здоровых) составили 43 человека в возрасте от 46 до 55 лет, которые не имели психовегетативных расстройств.

При холтеровском мониторировании ЭКГ у больных определялось увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) среднее, редкие наджелудочковые и желудочковые экстрасистолы (менее одного в час), а в трех случаях определялось изменение сегмента ST-T (табл. 1).

Таблица 1. Показатели суточного мониторирования ЭКГ, (M±m)

Показатели, единицы измерения	Значения показателей в группах	
	группа здоровых, n=43	группа больных, n=67
ЧСС, уд/мин	67,3±1,1	81,2±0,8 (p≤0,05)
Наличие приподнятого сегмента ST-T, n	0	3

Отмечалось выраженное увеличение систолического АД в группе больных психовегетативными расстройствами как в дневное, так и в ночное время (табл. 2).

Таблица 2. Показатели АД при суточном мониторировании, (M±m)

Показатели, единицы измерения	Значения показателей в группах	
	группа здоровых, n=43	группа больных, n=67
Систолическое давление, мм. рт. ст. (день)	125,3±0,6	131,2±0,4 (p≤0,05)
Систолическое давление, мм. рт. ст. (ночь)	105,5±0,4	128,2±0,5 (p≤0,05)
Диастолическое давление, мм. рт. ст. (день)	81,1±2,4	89,5±2,2
Диастолическое давление, мм. рт. ст. (ночь)	67,1±1,4	81,3±1,3 (p≤0,05)

При исследовании вегетативного тонуса с помощью схемы регистрации вегетативного тонуса А. Вейна определяется выраженное преобладание симпатического тонуса у больных психовегетативными дисфункциями.

При психофизиологическом обследовании (табл. 3) в группе больных выявлено, что уровень реактивной и личностной тревожности оценивается как умеренно-тревожный.

Таблица 3. Психофизиологические показатели, (M±m)

Показатели, единицы измерения	Значения показателей в группах	
	группа здоровых, n=43	исследуемая группа, n=67
ЛП ССМР, мс	263,4±5,2	295,7±6,3 (p≤0,05)
КЧСМ, у.е.	41,1±1,2	37,7±1,2
ОП кол-во правильных действий, кол-во ошибок	40,1±0,7 1,1±0,3	35,3±0,6 (p≤0,05) 2,6±0,4 (p≤0,05)
Самочувствие, балл	5,2±0,3	4,3±0,2 (p≤0,05)
Активность, балл	5,3±0,1	4,2±0,1 (p≤0,05)
Настроение, балл	5,2±0,2	4,2±0,2 (p≤0,05)
Реактивная тревожность, у.е.	33,1±0,4	52,4±2,9 (p≤0,05)
Личностная тревожность, у.е.	36,2±2,1	62,3±2,3 * (p≤0,05)

Имеют место низкие показатели самочувствия (методика САН). Количество правильно выполненных действий при определении оперативной памяти были достоверно ниже по сравнению с контролем (методика ОП). Одновременно отмечался более длинный латентный период сложной сенсомоторной реакции (с выбором).

В группе больных психовегетативными расстройствами по сравнению со здоровыми лицами имеет место достоверно значимое увеличение невротизации по шкалам Hs (шкала ипохондрии), D (шкала депрессии), Ну (шкала истерии), а также пик по шкалам Pt (шкала психастении) и Sc (шкала шизофрении) (рис.).

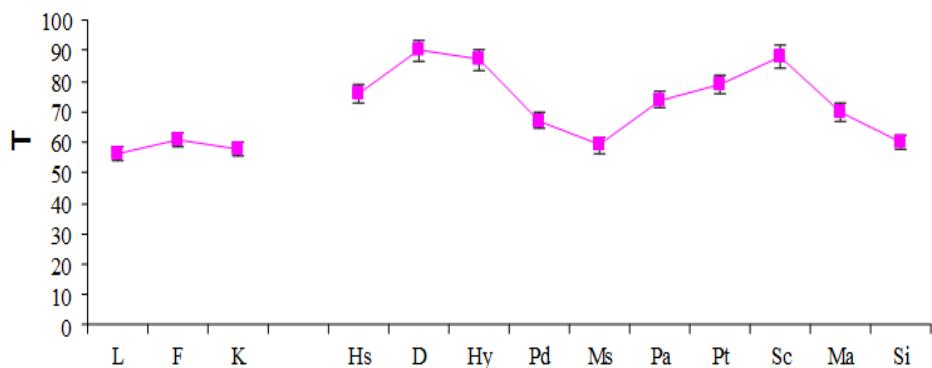


Рис. Показатели теста MMPI группы больных

При увеличении значений по шкалам невротической триады в семи случаях наблюдали второй пик профиля по шкале Pt (шкала психастении), а у девяти человек – по шкале Sc (шкала шизофрении) со снижением профиля по шкале Ma (шкала гипомании). В четырех случаях было выявлено состояние близкое к истероидному, о чем свидетельствует пиковое увеличение значений по шкалам Hy (шкала истерии) и Hs (шкала ипохондрии), спад по шкале Pd (шкала психопатии) и пик по шкале Pt (шкала психастении). Указанные изменения в сочетании с пиком по шкале депрессии свидетельствуют о нарастании тревоги и (или) подавленности. Амбивалентное отношение к окружающим порождало при этом, наряду со стремлением к контактам, угрюю недоверчивость.

Таким образом, установлено, что в группе больных с психовегетативными дисфункциями отмечалось повышение симпатического тонуса вегетативной нервной системы, снижение парасимпатического тонуса и увеличения показателей синдрома вегетативной дисфункции выше пограничного уровня, что свидетельствует об изменении функционирования центральной нервной системы. Это проявляется повышением значений показателей по основным невротическим шкалам теста MMPI Hs-ипохондрия, D-депрессия, Hy-истерия и шкале Pt-психастения, возрастанием уровня реактивной и личностной тревожности. Также полученные результаты свидетельствуют о существовании достоверных различий в вегетативной регуляции системы кровообращения у лиц с психовегетативными дисфункциями относительно здоровых лиц, что может быть применено при выявлении групп риска начальных стадий патологии системы кровообращения, использовано в поиске новых методов лечения посредством нормализации вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Литература

1. Brautigam W. Psychotherapy in the life sciences // Nervenarzt. 2006. Jul; 77 (7). P. 775–781.
2. Заболевания вегетативной нервной системы: Руководство для врачей / под ред. А.М. Вейна. М.: Медицина, 2002. 662 с.
3. Poldinger W. Compendium of Psychopharmacotherapy // Basle. 1984. 203 р.
4. Delius L. Psychovegetative syndrome. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 1966. 682 р.
5. Карвасарский Б.Д. Психотерапия. М.: Медицина, 2008. 304 с.
6. Исмагилов М.Ф., Волков Ю.В. Синдром вегетативной дисфункции с вестибулярными расстройствами // Современные методы диагностики и лечения заболеваний нервной системы: материалы конф. Уфа, 2009. Ч. 1. С. 160–162.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

**В.В. Клюй, кандидат педагогических наук, доцент.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Сущность проблемы состоит в обосновании необходимости и возможности усовершенствования процесса переподготовки и повышения квалификации сотрудников МЧС России за счет перераспределения часов, выделяемых на традиционные направления, и их дополнение направлением «Моделирование процессов организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ».

Ключевые слова: направления подготовки, распределение времени по видам подготовки, разновидности моделирования процессов, изучаемых сотрудниками МЧС России

ACTUAL PROBLEMS OF RETRAINING AT HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF EMERCOM OF RUSSIA

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

The essence of the problem lies in justifying necessity and possibility of improving the process of retraining and advanced training of the EMERCOM of Russia officers by redistributing hours allocated to the common directions and their addition by the direction «Simulation of firefighting and rescue operations carrying out organization».

Keywords: direction of training, time distribution by the types of training, variety of modeling of processes, studied by the EMERCOM of Russia officers

Действующие программы повышения квалификации сотрудников МЧС России ориентированы, прежде всего, на начальствующий состав различных подразделений, а их количество соответствует разновидности этих подразделений, что представляется недостаточно оправданным.

Одной из целей данной статьи является выявление дублирований и других неточностей в существующих программах повышения квалификации и переподготовки сотрудников МЧС России.

На рис. 1 представлено распределение направлений подготовки в процессе повышения квалификации начальниками главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации. При этом правовое, кадровое и управленческое направления повышения квалификации в программе объединены в одном разделе. На диаграмме они представлены равными по величине секторами, хотя управленческое направление для рассматриваемой категории сотрудников МЧС России представляется предпочтительным.

Распределение занятий между лекциями, практикой и деловыми играми по времени в процессе повышения квалификации сотрудниками МЧС России представлено на диаграмме (рис. 2) и демонстрирует в данном процессе доминирующее положение лекций. Однако практика показывает, что полученные в этом случае знания носят пассивный характер, а их применение во многом определяется умениями, приобретенными за короткий срок в процессе практических занятий. Этот недостаток мог бы компенсироваться деловыми играми, но и этому виду подготовки уделяется недостаточное время.



Рис. 1. Распределение направлений подготовки в процессе повышения квалификации начальниками главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации

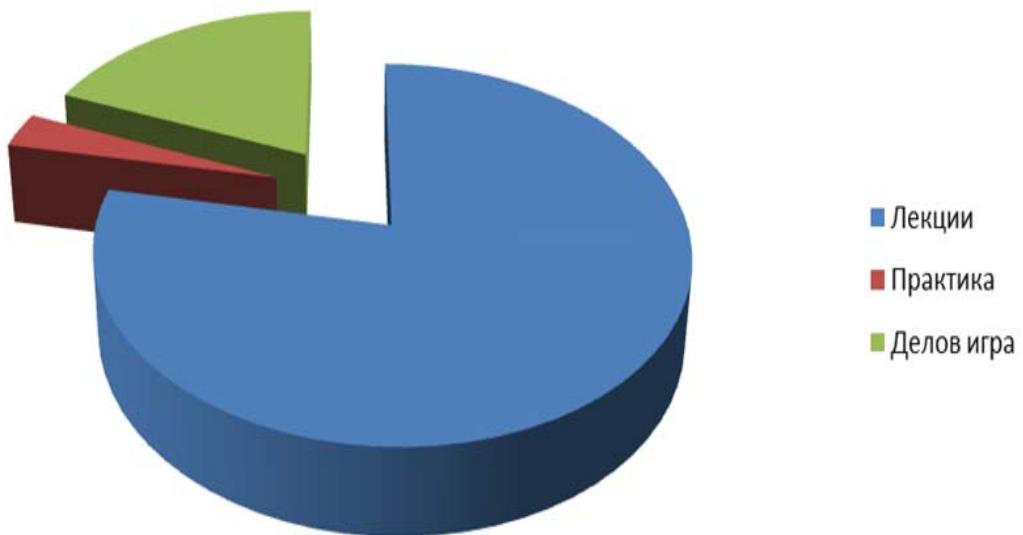


Рис. 2. Распределение переподготовки сотрудников МЧС России занятий между лекциями, практикой и деловыми играми по времени (50 ч, 2 ч и 12 ч, соответственно)

Предварительный анализ показывает, что в действующих программах повышения квалификации существует возможность, за счет сокращения времени на лекционную нагрузку, выделить время для ввода в обучающий процесс направления «Моделирование», которое должно распространяться как на управленческую деятельность, обеспечивая более обоснованное принятие решений в условиях неопределенности, так и на специальную подготовку, например, при организации пожаротушения и проведении аварийно-спасательных работ [1, 2].

Структурный анализ существующего процесса повышения квалификации сотрудниками МЧС России позволяет представить его в виде иерархической диаграммы (рис. 3).



Рис. 3. Иерархическая диаграмма традиционного процесса повышения квалификации сотрудниками МЧС России

Корректировку существующего процесса повышения квалификации сотрудниками начинают с контекстной диаграммы (рис. 4), где также указаны все связи, назначение которых строго регламентировано. Связи, входящие в верхнюю грань процесса планирования переподготовки сотрудников МЧС России, относятся к управляющим и в данном случае представляют собой откорректированные программы повышения квалификации, в которые включены разделы «Моделирования процессов, относящихся к специальной подготовке соответствующей категории сотрудников МЧС России», проходящих повышение квалификации.

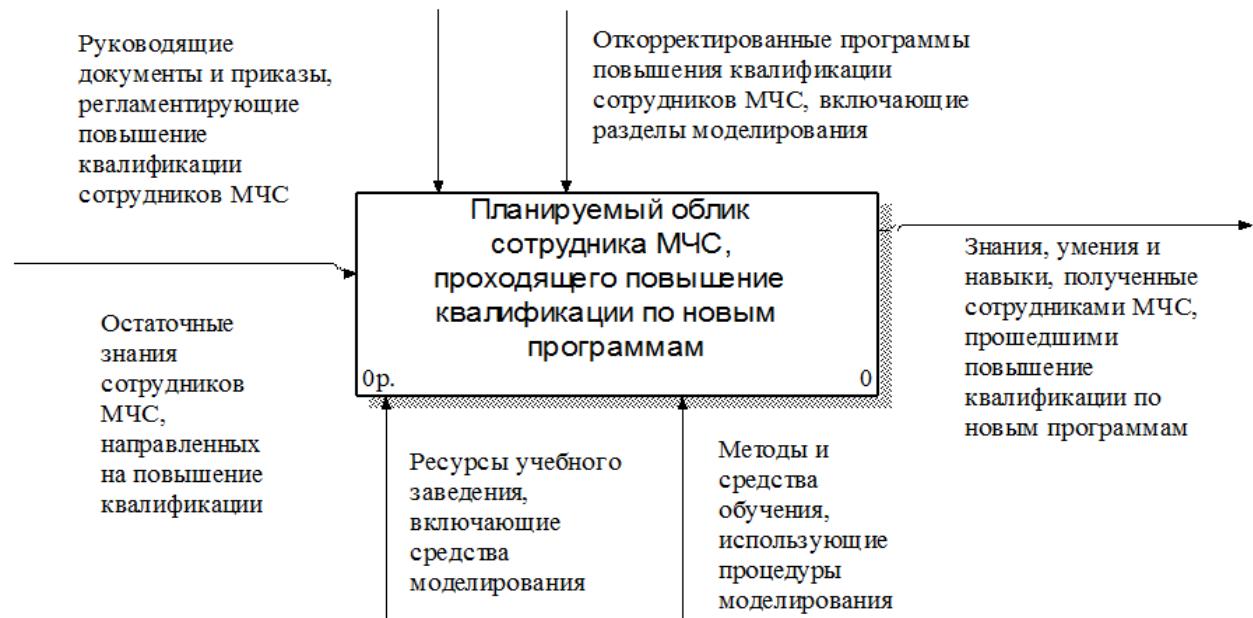


Рис. 4. Контекстная диаграмма предлагаемого процесса повышения квалификации сотрудниками МЧС России

К управляющим связям относят все приказы и распоряжения, которыми руководствуются при организации и проведении мероприятий, относящихся к повышению квалификации и переподготовке сотрудников МЧС России. Согласно теории структурного анализа все процессы должны быть управляемыми, то есть на диаграммах любого уровня

у любого процесса должна быть хотя бы одна связь, входящая в верхнюю грань прямоугольника, отображающего этот процесс.

Стрелки, входящие в нижнюю грань каждого процесса, определяют ресурсы, необходимые для его реализации. Сюда относятся методы подачи учебного материала и средства его конкретного представления. В предлагаемом варианте упор делается на использование методов и средств компьютерного моделирования изучаемых процессов и в первую очередь процессов организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Сохраняя основные качества: новые знания, умения и навыки (рис. 5), которые должны быть получены сотрудниками МЧС России, прошедшиими переподготовку или повышение квалификации, предлагается ввести в дисциплины, обеспечивающие приобретение этих качеств, разделы «Моделирования».



Рис. 5. Диаграмма первого уровня формирования облика сотрудника МЧС России, проходящего переподготовку или повышение квалификации

При этом необходимо дифференцировать информацию о «Моделировании» как по объему или отводимому времени на ее изучение, так и по содержанию, ориентированному на решение конкретных задач, востребованных специалистами МЧС России.

На лекционных занятиях (рис. 6) приводится классификация разных видов моделирования, используемых при решении специальных задач, и обосновывается необходимость и возможность использования методов моделирования в деятельности сотрудников МЧС России.

Планируемое время на такие лекции не должно превышать 10–15 % всех лекционных занятий.

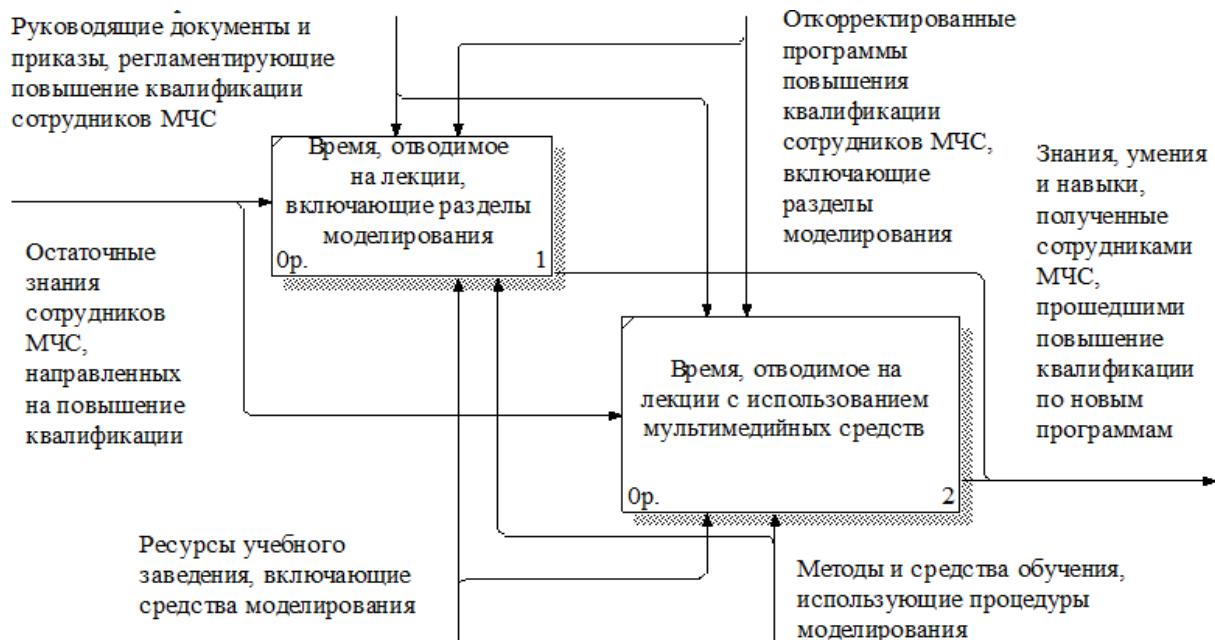


Рис. 6. Предлагаемая диаграмма процесса получения знаний в процессе повышения квалификации сотрудниками МЧС России

На практических занятиях более половины планируемого на них времени должно быть отведено для освоения основных возможностей функционального моделирования (рис. 7) при постановке и решении задач, связанных с выполнением сотрудниками МЧС России их профессиональных обязанностей.

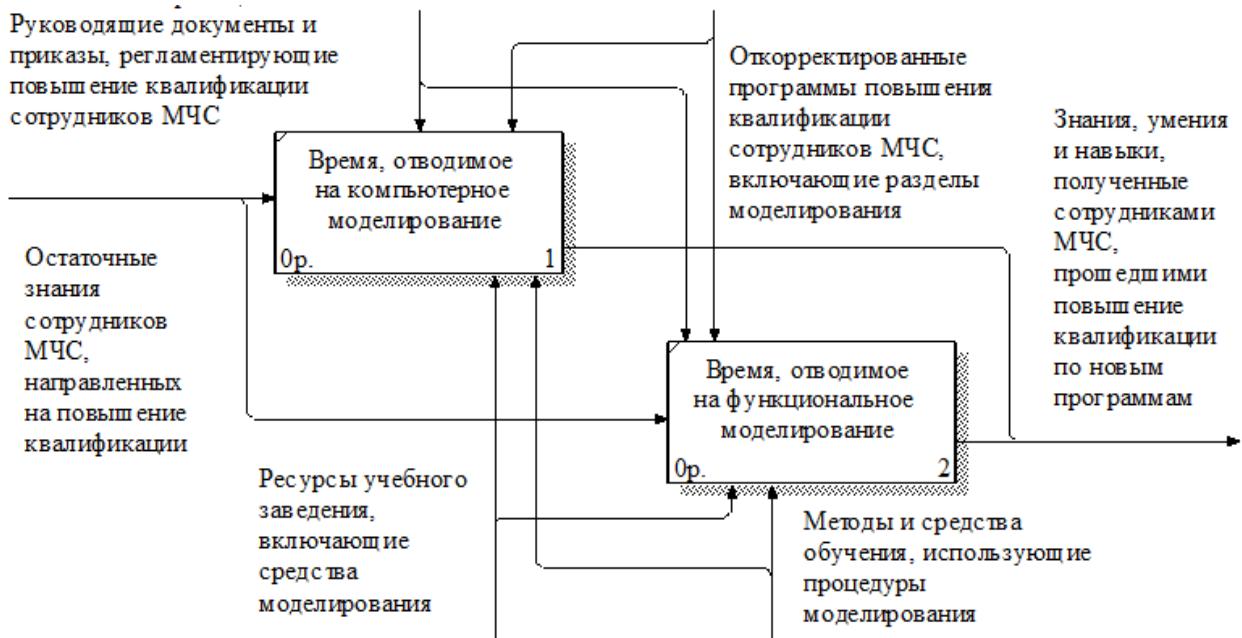


Рис. 7. Предлагаемая диаграмма приобретения умений в процессе повышения квалификации сотрудниками МЧС России

Так как основным инструментом приобретения специальных умений здесь являются аппаратно-программные средства компьютерного моделирования, такие занятия проводятся в дисплейных классах с использованием фронтальных или индивидуальных подходов для решения специальных задач.

В последнем случае время, отводимое для решения подобных задач, может корректироваться по согласованию его с конкретным обучающимся.

Для получения специальных навыков в процессе повышения квалификации сотрудниками МЧС России рекомендуется осваивать методы и средства имитационного моделирования (рис. 8), позволяющие получать количественные оценки процессов, имеющих случайный характер.

Заключительные занятия по направлению «Моделирование» рекомендуется посвятить комплексированию различных методов моделирования для эффективного решения задач в выбранной области деятельности сотрудников МЧС России.

Обобщая рекомендации по корректировке программ повышения квалификации сотрудников МЧС России, согласно теории структурного анализа, необходимо построить итоговую диаграмму, вид которой представлен на рис. 9.

Сравнивая эту диаграмму с диаграммой, представленной на рис. 3, можно сказать, что:

- структура итоговой диаграммы иерархическая и соответствует структуре диаграммы-прототипа, поэтому цель повышения квалификации сотрудниками МЧС России достигается;
- при этом качество подготовки сотрудников повышается за счет приобретения ими умений и навыков в области использования методов и средств моделирования для оперативного решения задач, стоящих перед специалистами МЧС России.

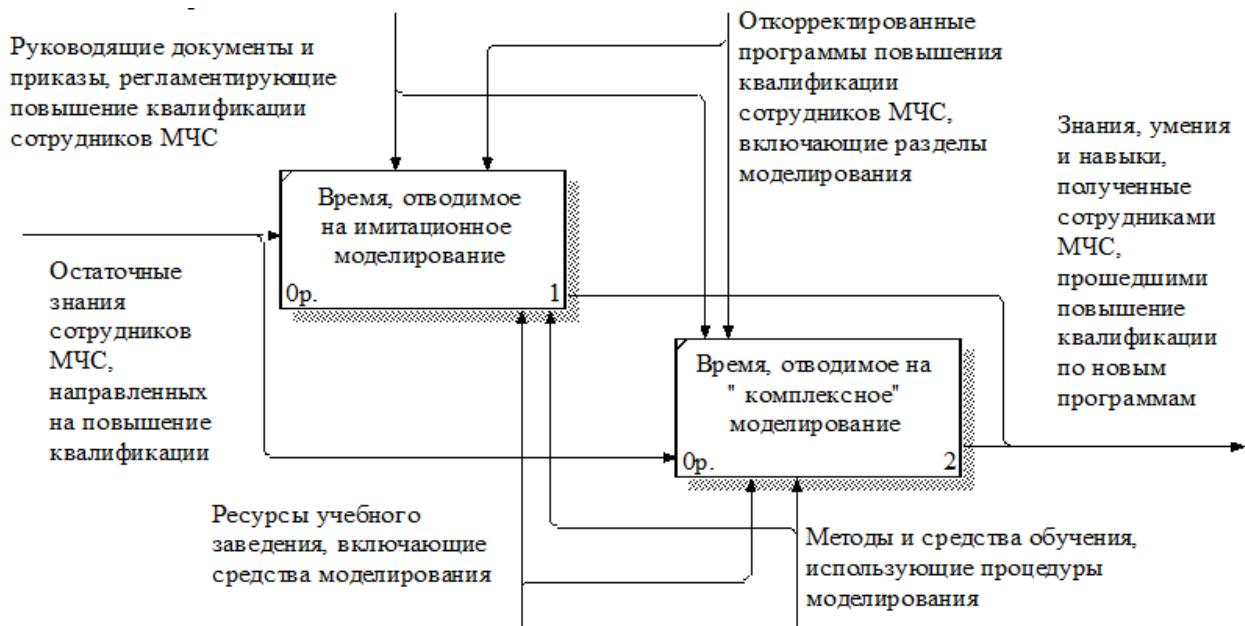


Рис. 8. Предлагаемая диаграмма приобретения навыков в процессе повышения квалификации сотрудниками МЧС России

В результате анализа действующих программ повышения квалификации и переподготовки сотрудников МЧС России показано:

- доминирующее положение лекций в процессе обучения, на которые отводится больше половины всего предусмотренного времени;
- отсутствие существенной корреляции между конкретной специализацией сотрудника МЧС России, проходящего повышение квалификации, и программами практических занятий, направленных на приобретение умений и навыков в рамках данной специализации;
- дублирование отдельных разделов обучения в различных программах, что отражается на рациональном использовании ограниченного учебного времени, отводимого на повышение квалификации.

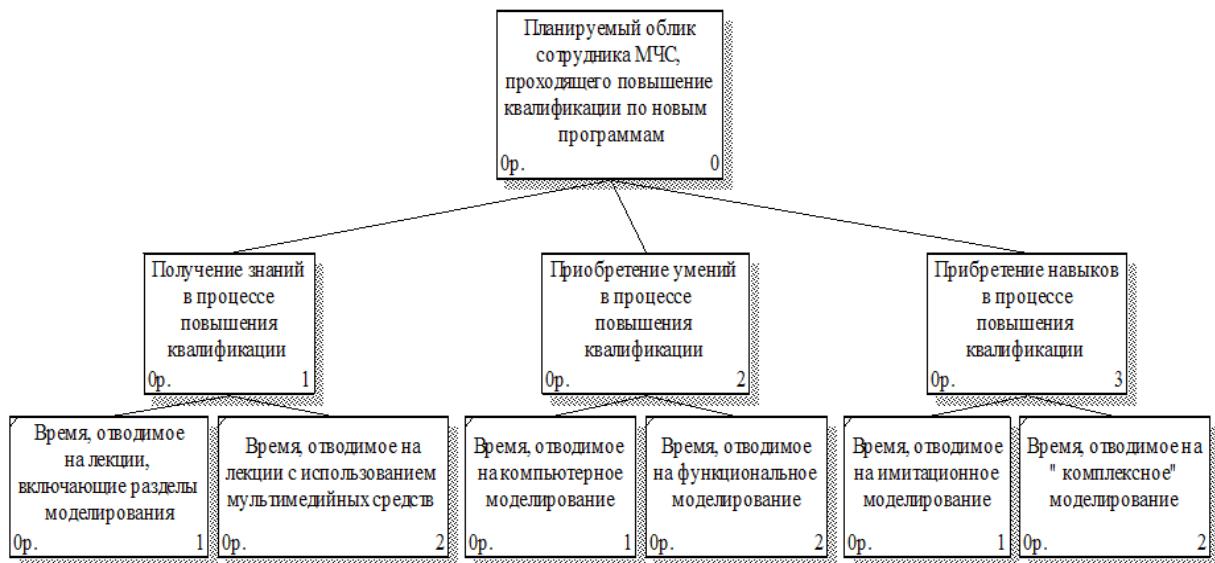


Рис. 9. Иерархическая диаграмма планируемого облика сотрудника МЧС России, проходящего повышение квалификации по предлагаемой методике

С использованием положений теории структурного анализа, предложено:

- провести корректировку существующих программ с целью перераспределения времени, отводимого на лекционные и практические занятия;
- ввести в каждую разновидность занятий разделы, связанные с моделированием процессов, изучаемых сотрудниками МЧС России при повышении квалификации или переподготовке;
- дифференцировать материалы по разделу «Моделирование» с выделением большего времени на занятия с целью получения и закрепления соответствующих умений и навыков сотрудника МЧС России в выбранной им специализации.

Литература

1. Клей В.Б., Жуков Ю.И. Профессиональная подготовка специалистов в области организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ на основе моделирования // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 1 (25). С. 58–64.
2. Концепция комплексного моделирования процессов подготовки и проведения аварийно-спасательных работ / В.В. Клей [и др.] // Проблемы управления рисками в техносфере. 2012. № 1 (21). С. 41–51.

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ТРЕБОВАТЕЛЬНО-ДОБРОЖЕЛАТЕЛЬНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЗАНЯТИЙ С ОБУЧАЮЩИМИСЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ

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

Изложены основные направления деятельности преподавательского состава по развитию профессиональных интересов обучающихся в образовательном процессе.

Показано применение проблемного обучения как важнейшего направления активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся.

Ключевые слова: эффективность обучения, образовательный процесс, рациональные формы передачи знаний, учебно-познавательная деятельность, показатели качества проводимых занятий

METHODS OF CREATION OF THE REQUIRED-FOREIGN SITUATION AT LESSONS WITH STUDENTS AT UNIVERSITY OF STATE FIRE SERVICE EMERCOM OF RUSSIA

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

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

The basic directions of activity of the teaching staff on development of professional interests of students in the educational process are outlined. The application of problem training as the most important direction of activation of educational and cognitive activity of students is shown.

Keywords: efficiency of training, educational process, rational forms of knowledge transfer, educational and cognitive activity, indicators of the quality of the classes conducted

Обучение и повышение его эффективности – актуальная задача высшей школы. Одним из способов ее решения является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся, которая заключается в повышении степени усвоения ими знаний и овладения умениями и навыками. Усиление познавательной активности основывается на наличии у обучающихся интереса к овладению учебным материалом, понимании значимости предлагаемых знаний для дальнейшей учебной и практической деятельности.

Главными направлениями деятельности профессорско-преподавательского состава по развитию профессиональных качеств обучающихся в образовательном процессе являются:

- использование рациональных форм передачи знаний в ходе занятий, которые вызывают положительные эмоциональные отношения к изучаемой дисциплине;
- активизация познавательной деятельности обучающихся;
- использование и применение проблемных способов при изложении учебного материала.

Образовательный процесс нельзя считать эффективным, если он не вызывает у обучающихся эмоционального удовлетворения, радости от проделанной работы, творческого подъема в процессе учения, если не будет формировать глубоких потребностей в познании, в накоплении профессионального опыта, в саморазвитии и самосовершенствовании. При этом положительный эмоциональный настрой способствует повышению интереса обучающихся, созданию благоприятных условий понимания и восприятия учебного материала.

Эмоции, как известно, могут быть положительными или отрицательными.

Положительная эмоция – это сигнал удовлетворения и благополучия. Она обуславливает приятные ассоциации и ощущения.

Отрицательная эмоция – это посыл тревожности. Она вызывает чувство опустошенности и неудовлетворения.

В образовательном процессе потребность в эмоциональном насыщении обучающихся должна удовлетворяться в оптимальной мере и только положительными эмоциями.

Эмоции обучающихся достаточно тесно связаны с их познавательными потребностями. Основываясь на теории общей психологии, можно заключить следующее:

1. Познавательная потребность (нужда) исчезает по мере ее удовлетворения. Следовательно, обучающихся на занятии надо не удовлетворять объемом выдаваемой информации.

2. Потребность возникает и развивается только в процессе деятельности человека. Следовательно, в ходе занятия обучающимся необходимо предоставлять возможность действовать самостоятельно.

3. Потребность развивается, если разнообразятся предметы и способы ее удовлетворения. Необходимо помнить, что одна и та же деятельность утомляет и надоедает. Поэтому в ходе обучения надо дать обучающимся возможность действовать разнообразно, рационально, сочетая теоретические и практические виды занятий, используя при этом различные формы и методы обучения.

4. Развитие потребности зависит также от того, насколько трудно ее удовлетворить, то есть обладает «пороговым» эффектом. Поэтому переступать данный «порог» нельзя, иначе желаемое выйдет за рамки возможного.

Внимание каждого человека характеризуется рядом качеств, важнейшими из которых являются:

- объем внимания – максимальное количество объектов, которое в связи с решением какой-либо задачи человек может воспринять в единицу времени;

- распределаемость – это умение рассредоточить внимание на разных объектах и воспринимать их эффективно в равной степени;

- концентрация – это умение задерживать внимание длительное время на избранном объекте;

- рассеянность – отрицательное качество внимания, вызванное отсутствием у обучающихся интереса, низкой ответственностью за порученное дело либо состоянием утомления или болезни.

Все указанные качества внимания закономерный результат деятельности человека, зависящий от ее целей и содержания, мотивов и способов ее осуществления.

Активная учебная деятельность невозможна без сосредоточенного состояния внимания, так как оно определяет интерес, а интерес определяет, как правило, активность. Данное положение следует помнить при проведении любого учебного занятия.

Физиологами установлено, что внимание человека есть функция времени его деятельности. В распределении внимания на занятии четко просматриваются четыре временные фазы:

Первая фаза – начало восприятия, то есть переходный процесс в системе «перерыв-занятие». Она длится 5–7 мин от начала занятия.

Вторая фаза – активное внимание или оптимальное восприятие. Ее продолжительность 20–25 мин от начала занятия.

Третья фаза – фаза усилий или борьбы. Обучаемый чувствует, что внимание начинает рассеиваться и старается поддержать его на активном уровне. Ее продолжительность до 30–40 мин от начала занятия.

Четвертая фаза – выраженное утомление.

Педагогический опыт показывает, что распределением внимания можно в некоторых пределах управлять и добиваться «необходимого распределения».

Основной задачей каждого преподавателя является активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся. Она предполагает использование для этого различных организационных и методических приемов и способов.

Очевидно, что активность обучающихся на занятии сильно зависит насколько быстро иочно установлен контакт преподавателя с аудиторией, что, в свою очередь, определяет степень ее напряженного, доброжелательного внимания и интереса к теме занятия. Если преподаватель, войдя в аудиторию, «не видит» обучающихся, не устанавливает с ними контакт, то такое начало не вызовет у них интереса.

Опыт показывает, что начало любого учебного занятия должно быть энергичным, а вводную часть следует разнообразить различными методическими приемами. При этом в соответствии с требованиями руководящих документов, вводной частью до обучающихся доводится тема, учебные и воспитательные цели и содержание предстоящего учебного занятия. Затем целесообразно показать актуальность и связь темы данного занятия

с содержанием прошлых занятий. При этом следует помнить, что подробное повторение прошлого материала убаюкивает внимание, а немедленное изложение нового сложного материала приводит к его спаду, снижению активности.

Особенно следует подчеркнуть значение темы для дальнейшего изучения данной и других учебных дисциплин, а также для будущей практической деятельности в должности. Это достигается:

- выдачей интересной исторической справки об ученых, работающих над данной темой, или рассказ об ее предыстории;
- постановкой интересного вопроса или захватывающей задачи, решению которых будет посвящено данное занятие;
- введение в мир поисковых работ преподавателя или научного коллектива;
- создание интересного тактического фона на учебном занятии.

При выборе приемов или способов активизации обучающихся важно также учитывать содержание изучаемого материала, особенности состава обучающихся, условия и вид проведения занятия, и другие факторы. Главное при этом использовать не все приемы сразу, а найти один, наиболее рациональный и эффективный [1].

Энергичное начало учебного занятия – хорошая предпосылка для успешного его проведения. Однако этого недостаточно. Очень важно удержать интерес и внимание аудитории к изучаемому материалу в ходе всего занятия. Это достигается, как правило, следующими методическими приемами:

- приведение мнений различных авторов, высказывание своего собственного мнения;
- установление контактов с аудиторией с использованием элементов беседы (Понятно? Ясно? Как вы думаете? Каким образом? Как?);
- использование интересных исторических событий;
- связь содержания занятий с опытом обучения в подразделениях МЧС России;
- приведение примеров из собственной практики;
- перемена интонации, темпа, громкости речи, использование пауз;
- использование преподавателем метода «лженоумения» и «лженезнания»;
- преподаватель по тому или иному вопросу делает неконечный вывод и прерывает занятие на самом интересном месте;
- акцент на те или иные вопросы.

Для выполнения вышеизложенных положений преподавателю необходимо показывать важность излагаемого материала для последующего изучения учебной дисциплины (других учебных дисциплин) и предстоящей практической деятельности в структурах МЧС России как в вводной лекции, так и на каждом занятии.

Знание и учет эмоционального настроя и познавательных потребностей обучающихся позволяет преподавателю оптимально управлять образовательным процессом. Но этого недостаточно для эффективного управления процессом обучения обучающимися.

На сознание человека всегда, в том числе и в процессе учебной деятельности, действует огромное количество раздражителей. При этом в мозг каждого обучаемого постоянно поступает масса различной информации, из которой он должен выбрать самую необходимую, отделив ее от не имеющей значимости для выполнения данной деятельности. Механизмом, организующим психическую деятельность каждого человека, является внимание.

Внимание – это избирательная направленность сознания на определенные предметы и явления. Оно обеспечивает продуктивность и результативность познавательного процесса и всей психической деятельности, то есть является важнейшим качеством личности, посредством которого достигается успех во всех сферах жизнедеятельности. Например:

- «Прошу обратить внимание», «Подчеркиваю...» и т.д.;
- живой и яркий рассказ;
- четкое и эффективное применение интерактивных форм и наглядных пособий;
- понятность и ясность изложения, четкая логика, выделение главного;
- новизна и разнообразие, эффект удивления;

- понимание и осознание полезности изучаемого материала, его теоретической и практической значимости;
- разнообразие методов обучения, а также перемена вида профессиональной деятельности обучающихся;
- юмор, острота шутки, ирония;
- чувственность и эмоциональность объяснения учебного материала, которая создает положительный эмоциональный настрой в аудитории.

Как показывает передовой педагогический опыт высшей школы, решение проблемы активизации во многом зависит от личности педагога и его качеств как профессионала:

- требовательно-доброжелательное и уважительное отношение к обучающимся;
- высокая убежденность в достоверности и правильности излагаемого учебного материала;
- педагогическая этика и культура (выражения, место в аудитории, жесты, мимика и др.);
- выполнение и соблюдение определенных нормированных правил поведения;
- адекватная и правильная реакция на вопросы обучающихся. При этом нужно приучать обучающихся не стесняться и не бояться задавать вопросы, не возмущаться, если обучаемый задает один и тот же вопрос несколько раз. На такой вопрос следует каждый раз давать ответ по-новому;
- владение техникой записи на интерактивной доске и пользование ею;
- используя все многообразие русского языка, уметь правильно, доступно и грамотно излагать учебный материал;
- умение и способность постоянно держать в поле зрения и чувствовать аудиторию.

В заключение вопроса следует отметить две недопустимые крайности в активизации внимания:

- на каждом занятии использовать как можно больше приемов и способов активизации. Поэтому целесообразно для конкретного занятия или темы подобрать 1–3 приема, но обязательно эффективные;
- некорректно применение одних и тех же приемов в одной и той же аудитории.

Следующим важнейшим направлением активизации учебно-познавательной деятельности обучающихся является применение проблемного обучения.

Дидактика в своем историческом развитии знала несколько концепций обучения.

Первая – догматическая:

- прочитай;
- заучи;
- выполни.

Вторая – ассоциативно-рефлекторная (репродуктивная, традиционная). Ее суть:

- сообщение знаний обучающимся по будущей специальности;
- восприятие, запоминание, осмысливание, заучивание материала;
- применение знаний на практике.

Третья – поэтапного формирования знаний, практических навыков и умений. Суть этой концепции: на занятиях обучающиеся сразу же приступают к выполнению определенных действий, а в ходе этих действий (практической работы) приобретают необходимые теоретические знания и затем осмысливают то или иное действие или деятельность.

Четвертая – деятельностная концепция обучения или, иначе, проблемное обучение.

При всех положительных характеристиках и качествах репродуктивное обучение, по мнению многих педагогов, обладает рядом существенных недостатков:

- во-первых, деятельность обучающихся осуществляется в репродуктивном виде, то есть они получают необходимые знания в готовом виде;
- во-вторых, оно не формирует достаточно гибких умений применения знаний на практике;

- в-третьих, оно не обеспечивает обобщенного умения по использованию прежнего знания и опыта в ходе изучения и усвоения нового материала, так как в сильной степени содержит измененную форму догматического заучивания;
- в-четвертых, оно недостаточно формирует внутренние мотивы учения, мало стимулирует развитие умения самостоятельной деятельности и самообразования;
- в-пятых, оно не создает условий для развития природных способностей обучающихся и не способствует формированию творческой активности, креативного мышления.
- в-шестых, оно имеет излишне жесткое, формальное и стандартизированное планирование каждого занятия, чем сковывается инициатива и творчество преподавателя [2].

Главный недостаток репродуктивного обучения в том, что при нем все делает преподаватель, а обучающиеся только получают готовые знания, то есть их роль очень пассивна (запиши, пойми, запомни и применяй). Отсюда усвоение готовых знаний, их механическое запоминание неизбежно тормозит не только самостоятельность мышления обучающихся, но и не способствует развитию их собственных суждений, а без развития этих качеств невозможны действенные активные знания.

Таким образом, преподаватель должен стремиться в процессе обучения к тому, чтобы научить обучающихся самостоятельной творческой деятельности, выработать у них умение осуществлять самостоятельную деятельность в разных ситуациях, а также научить способам индивидуальной работы по добыванию новых знаний.

Проблемное обучение призвано решать все эти задачи. Сущность этого обучения в том, что знания обучающимся не сообщаются в готовом виде, а перед ними ставится задача для самостоятельного разрешения. В ходе решения выдвинутой задачи, обучающиеся не только осознанно находят и активно усваивают новые знания, но и овладевают способами, методами их получения.

Однако следует помнить, что всякое новое зарождается в старом, и, следовательно, из старого нужно использовать все лучшее. Поэтому целый ряд учебных задач, решаемых в образовательном процессе университета, например: для создания начальной и, прежде всего, теоретической базы, должны предполагать также наличие репродуктивных знаний (тактико-технические характеристики и тактико-технические данные вооружения, специальной и пожарной техники надо заучивать).

Главными понятиями концепции проблемного обучения являются: «проблема», «проблемная ситуация» и «проблемная задача». Проблемная ситуация представляет собой затруднение явно или смутно осознанное субъектом, преодоление которого требует креативного поиска новых знаний, новых методов и действий. Если нет исходных данных у субъекта для поиска путей преодоления затруднения, проблемная ситуация не принимается к решению и, следовательно, на его мышлении не отражается. Мысление начинается с момента осознания и формулировки проблемы, с момента принятия проблемной ситуации субъектом к решению на основе имеющегося багажа знаний, умений и опыта поиска. В данном случае проблемная ситуация перерастает в проблему. Каждая проблема включает в себя проблемную ситуацию, но не каждая проблемная ситуация преобразуется в проблему.

Как правило, проблема не указывает вектор решения и не ограничивает его. Это присуще проблемной задаче, в сочетании с требованиями которой задаются какие-то характеристики или параметры ее решения. Проблема с указанием каких-то характеристик или параметров ее решения и представляет собой проблемную задачу. Всякая проблемная задача содержит проблемную ситуацию и проблему, однако не всякая проблемная ситуация и проблема составляют проблемную задачу.

Человеку присуще всегда решать только проблемные задачи. Когда же возникает перед ним проблема, то он переводит ее в проблемную задачу в начале, то есть в базе знаний находит некоторые исходные характеристики и параметры для решения. При неудаче он ищет дополнительные исходные характеристики и параметры и конструирует в рамках той же проблемы новый вариант задачи.

Суть проблемного обучения состоит в том, что в процессе решения специально разработанной системы проблемных ситуаций проблемных задач обучающимися

происходит овладение опытом креативной деятельности, творческое усвоение знаний и методов деятельности, вырабатываются умения самостоятельно осуществлять поиск новых знаний.

Обучающиеся решают учебные проблемные задачи, то есть уже решенные ранее. Творческими они являются только для обучающихся, но не для педагога. Преподаватель, конструируя проблемную задачу, знает процесс и ход ее решения для различных вариантов складывающейся обстановки, которые могут возникнуть в результате обучения. Зная все это, преподаватель должен построить проблемную задачу так, чтобы не только предусмотреть метод ее решения, но и те креативные процедуры, которые нужны для поиска оптимального и правильного решения. Всякая учебная проблемная задача является искусственной педагогической конструкцией. Она специально строится с обучающей целью и включается в заданный момент в образовательный процесс. Она несколько видоизменяется в зависимости от условий учебной ситуации, будучи аналогичной ранее существовавшим научным проблемам, при которых вводится в процесс обучения.

При реализации проблемного обучения следует выполнять следующие рекомендации:

- учитывать психологический настрой и состояние обучающихся, их желание отойти от репродуктивного усвоения материала;
- анализировать уровень подготовленности их, то есть проблема не должна быть для них малой или чрезвычайно большой;
- проблемы должны быть дидактическими, то есть учебными и вытекать из содержания учебного материала;
- проблемы должны обладать педагогическим эффектом, то есть их решение должно приводить к прочному усвоению знаний, содействовать развитию продуктивного мышления, вырабатывать умения;
- проблемы должны быть динамичными, то есть каждая проблема должна состоять из последовательно решаемых подпроблем (проблемных ситуаций).

Итак, проблемное обучение есть метод для формирования у обучающихся глубокой познавательной мотивации путем соединения в единую цепь проблемных задач, состоящих из проблем и проблемных ситуаций и, главное, управления деятельностью обучающихся по их решению.

Интерес обучающихся к проблеме и их познавательная активность в ходе ее решения всецело зависит от того, как ставится проблема или каким путем обучающиеся вводятся в проблемную ситуацию. Поэтому преподавателю необходимо четко знать типы проблемных ситуаций и способы создания их в ходе проведения занятия.

Отметим некоторые способы создания проблемных ситуаций в зависимости от их типа:

1. Ситуация неожиданности – создается при ознакомлении обучающихся с фактами, явлениями, выводами и т.д., вызывающими удивление, то есть это неожиданности, кажущиеся парадоксальными и невероятными.
2. Ситуация конфликта, то есть наличие борьбы противоположностей.
3. Ситуация предположения – заключается в выдвижении педагогом предположений о существовании какой-либо новой закономерности (процесса, явления) и вовлечении обучающихся в ее решение.
4. Ситуация опровержения – создается в тех случаях, когда обучающимся предлагается опровергнуть какой-то вывод, доказать несостоятельность какого-либо решения, проекта или идеи.
5. Ситуация неопределенности – возникает, когда предлагаемая проблемная задача или проблема содержит недостаточное количество данных для получения оптимального решения.
6. Ситуация несоответствия – возникает, когда понятия, представления жизненный опыт, которые сложились у обучающихся, вступают с научными данными в противоречие.
7. Ситуация выбора – создается в тех случаях, когда обучающимся предлагается ряд правильных и неправильных решений той или иной проблемы, а их задачей является выбор оптимального решения для данных условий.

Эффективность проблемного обучения зависит не только от удачного подбора проблемы и ситуации, но и от того, и это главное, как организуется преподавателем процесс решения проблемы, то есть какова степень решения этой проблемы обучающимися [3].

Следует отметить ряд трудностей, которые могут возникнуть при реализации проблемного обучения и появляются они как у обучающихся, так и у преподавателя.

У обучающихся эти трудности связаны с тем, что они приходят в университет, как правило, неподготовленными к проблемному обучению, так как приучены к тренировке памяти, а не ума. Поэтому в процессе обучения необходимо постепенно, но достаточно настойчиво привлекать их к проблемному решению вопросов, дать им почувствовать радость от правильно принятого решения, помочь радости перерasti в интерес, а затем в желание дойти до истины, довести эту потребность до привычки.

У преподавателя имеются объективные и субъективные трудности.

Субъективные – привычка преподавателя к традиционным, отработанным до автоматизма методам обучения, а при проблемном обучении нужно на каждом учебном занятии применять новые различные методы, вскрывать учебные проблемы, разрабатывать вопросы к ним.

Объективные – устаревают учебники, учебные пособия, средства наглядности, вследствие этого для подготовки преподавателей к занятию нужно значительно больше времени.

Таким образом, несмотря на многообразие существующих видов учебных занятий, их различного предназначения и особенностей методики подготовки и проведения, они имеют ряд таких общих положений, которые входят в структуру любого учебного занятия. Это наглядно продемонстрировано на обобщенной модели учебного занятия. При этом заслуживает внимание не только показ основных структурных элементов учебного занятия, но и научно-методическое обоснование их предназначения, содержания и взаимосвязи.

Литература

1. Елисейкин М.М. Технология профессионально-ориентированного обучения: учеб. пособие. СПб.: ВМА, 2012. С. 137–166.
2. Черниловский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе: учеб. пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.
3. Педагогика и психология высшей школы / под ред. Н.В. Булановой-Топорковой. Ростов/н Д.: Феникс, 2002.

ТЕХНОЛОГИЯ СЛУЖЕБНО-ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА СПЕЦИАЛЬНОСТИ 20.02.02 «ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ»

**М.Т. Лобжа, доктор педагогических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

Л.К. Аницоева.

Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов

Представлены результаты разработки педагогической технологии служебно-прикладной физической подготовки специалистов среднего звена специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях». В методологической основе разработанной педагогической технологии ключевое положение занимают теоретические аспекты переноса двигательных навыков и физических качеств, а также теория адаптации организма к физическим нагрузкам и нервно-психическим напряжениям.

Ключевые слова: профессиональное образование, педагогическая технология, служебно-прикладная физическая подготовка, методика обучения, педагогические средства

TECHNOLOGY OF THE SERVICE-APPLIED PHYSICAL TRAINING OF MID-LEVEL PROFESSIONALS SPECIALTY 20.02.02 «PROTECTION IN EMERGENCY SITUATIONS»

M.T. Lobzha. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.
L.K. Anitsoeva. Saint-Petersburg humanitarian university of trade unions

The article presents the results of development of educational technology, service-applied physical training of mid-level professionals 20.02.02 specialty «Protection in emergency situations». Methodological basis of the developed pedagogical technology of the key position occupied by the theoretical aspects of the transfer of motor skills and physical qualities as well as the theory of adaptation to physical stress and psychological stress.

Keywords: professional education, pedagogical technology, official and application-oriented physical training, training technique, pedagogical means

В образовательном стандарте третьего поколения специалистов среднего звена, обучающихся по специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях», указан перечень основных требований подготовки специалистов данного профиля, где значительная роль отводится их служебно-прикладным двигательным умениям и навыкам.

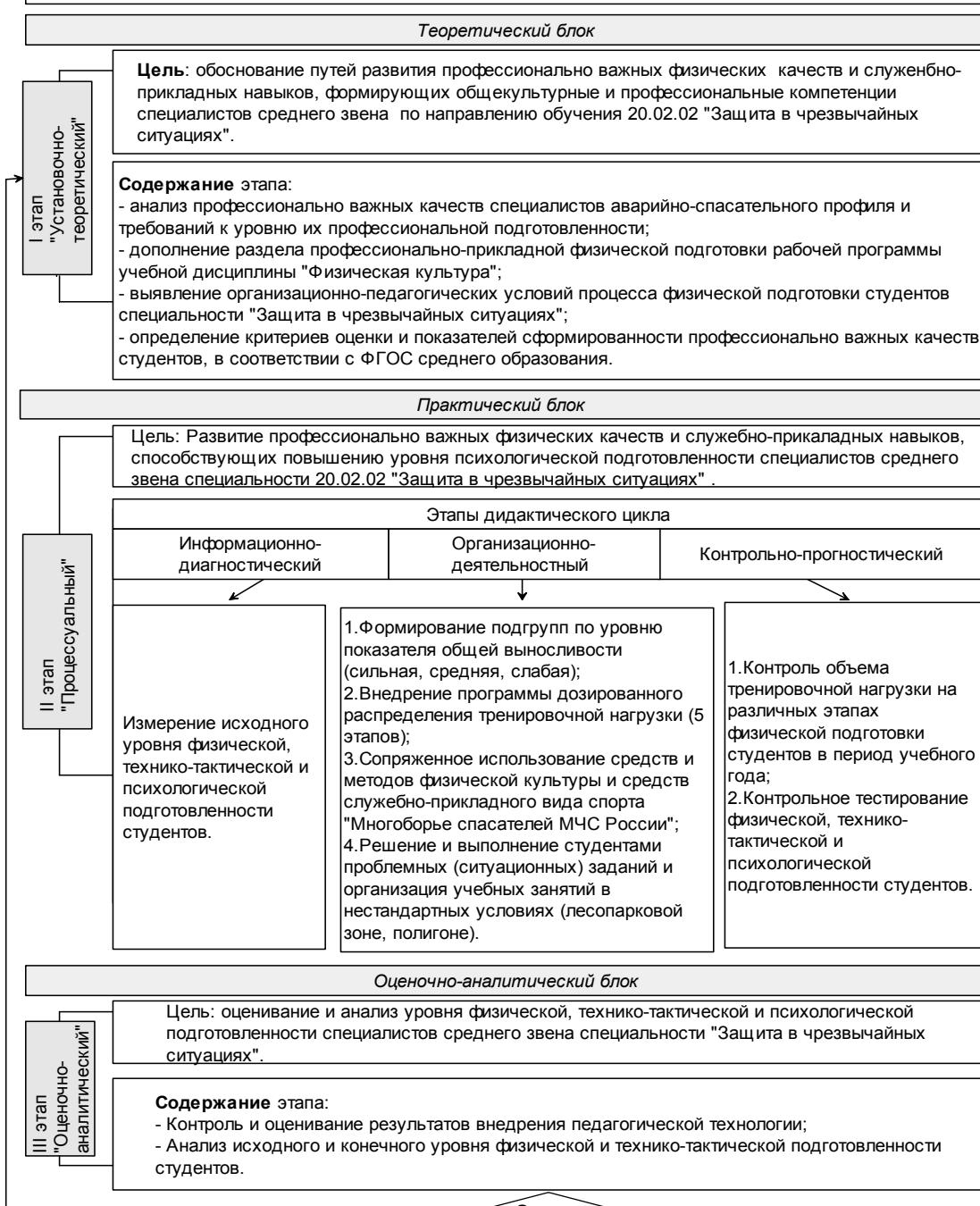
Освоение студентами профессионального модуля предполагает высокие требования к их специальной физической, технико-тактической и психологической подготовленности, которые формируются в процессе служебно-прикладной физической подготовки.

Анализ учебно-методической и научной литературы показывает, что существующие учебные программы по дисциплине «Физическая культура» специалистов среднего звена, обучающихся по специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях», не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к специалистам поисково-спасательных формирований МЧС России. Учебные занятия по служебно-прикладной физической подготовке данных студентов не предусматривают технико-тактической подготовки, что, несомненно, повысило бы их уровень физической подготовленности, а также уровень профессиональных умений и навыков. В основу существующих учебных программ и методик по служебно-прикладной физической подготовке данных студентов входят только средства из основных разделов учебной дисциплины «Физическая культура». Не используются специальные упражнения, моделирующие поисково-спасательные работы. Сложилась проблемная ситуация, разрешение которой видится в разработке новой технологии служебно-прикладной физической подготовки рассматриваемых специалистов.

Основываясь на принципах моделирования и технологического подхода к образованию [1–6] была разработана технология служебно-прикладной физической подготовки специалистов среднего звена специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях», структурно-компонентная модель которой представлена на рисунке.

Общая структура предложенной педагогической технологии обусловлена концепцией повышения интенсификации процесса физического совершенствования, предлагающей усвоение студентами большего количества учебной информации без увеличения часов учебной нагрузки за счет: оптимизации объема тренировочной нагрузки, сопряженного развития профессионально-важных физических качеств и служебно-прикладных двигательных навыков.

Образовательная цель: развитие профессионально важных физических качеств и служебно-прикладных двигательных навыков, формирующих общекультурные и профессиональные компетенции специалистов среднего звена по направлению обучения 20.02.02 "Защита в чрезвычайных ситуациях".



Оценка

Рис. Технология служебно-прикладной физической подготовки специалистов среднего звена специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях»

На первом технологическом этапе формируются целевые установки, заключающиеся в обосновании путей развития профессионально важных физических качеств и служебно-прикладных двигательных умений, формировании общекультурных и профессиональных компетенций будущих специалистов. Содержание этапа определяется: на основе анализа профессионально-важных качеств специалистов аварийно-спасательного профиля и требований к уровню их профессиональной подготовленности, что позволяет существенно расширить средства профессионально-прикладной физической подготовки рабочей программы учебной дисциплины «Физическая культура»; выявлением конкретных организационно-педагогических условий процесса физической подготовки студентов; подбором критериев оценивания

показателей сформированности профессионально-важных качеств студентов в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом специалистов МЧС России уровня среднего образования.

Разработанная технология служебно-прикладной физической подготовки специалистов среднего звена основана на принципе поэтапного планирования и включает три блока: первый – теоретический; второй – практический; третий – оценочно-аналитический. Технология обеспечивает более эффективное развитие профессионально-важных физических качеств студентов и формирование служебно-прикладных двигательных навыков.

На втором технологическом этапе определяется процессуальная часть служебно-прикладной физической подготовки студентов. Целью данного этапа является развитие профессионально-важных физических качеств и служебно-прикладных навыков, способствующих повышению уровня психологической подготовленности будущих специалистов. Последовательность решения задач для достижения цели второго этапа детерминировалась прохождением дидактических этапов, каждый из них определяет содержание соответствующего этапа, в котором решаются конкретные дидактические задачи целостного педагогического процесса. Первый дидактический этап – информационно-диагностический. В нем осуществляется измерение исходного уровня физической, технико-тактической и психологической подготовленности студентов. Второй этап дидактического цикла – организационно-деятельностный. В это время: формируются подгруппы по критерию общей выносливости (сильная, средняя, слабая); осуществляется внедрение программы дозированного распределения тренировочной нагрузки; реализуется сопряженное использование средств и методов физической культуры и средств служебно-прикладного вида спорта «Многоборье спасателей МЧС России»; выполняются студентами проблемные (ситуационные) задания и осуществляется организация учебных занятий в нестандартных условиях (лесопарковой зоне, полигоне). Третий этап дидактического цикла – контрольно-прогностический, на котором планируется контроль объема тренировочной нагрузки в процессе физической подготовки студентов в течение учебного года и осуществляется тестирование физической, технико-тактической и психологической подготовленности студентов.

Целью третьего технологического этапа является оценивание и анализ уровня физической, технико-тактической и психологической подготовленности будущих специалистов. Содержание этапа заключается в контроле и оценивании результатов внедрения педагогической технологии, а также в анализе исходного и конечного уровня физической и технико-тактической подготовленности студентов.

В методологической основе разработанной педагогической технологии ключевое положение занимают теоретические аспекты переноса двигательных навыков и физических качеств, а также теория адаптации организма к физическим нагрузкам и нервно-психическим напряжениям.

Разработанная педагогическая технология предполагает:

– учет исходного уровня физической, технико-тактической и психологической подготовленности студентов;

– применение программы дозированного распределения тренировочной нагрузки, обеспечивающей в более короткие сроки повышение уровня физической, технико-тактической и психологической подготовленности студентов. В основу распределения студентов на подгруппы положен показатель общей выносливости;

– механизм сопряженного развития профессионально важных физических качеств и двигательных навыков.

Технология служебно-прикладной физической подготовки студентов специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях» на основе средств служебно-прикладного вида спорта «Многоборье спасателей МЧС России» направлена на развитие следующих профессионально-важных физических качеств и формирование служебно-прикладных двигательных навыков:

- общей и специальной выносливости (силовой и скоростно-силовой) посредством бега в снаряжении с утяжелением (грузом) по пересеченной местности, ориентированием на местности на время, лазанием в сложных условиях на скорость, подъема по веревке без опоры с использованием снаряжения, транспортировки пострадавшего;
- быстроты, гибкости и координационных способностей с использованием приемов преодоления локальных препятствий (узких лазов, лабиринтов, разных форм рельефа и высоты) и разнообразных упражнений на тренировочной вышке, скалодроме;
- силы с использованием средств основной и атлетической гимнастики;
- проведения поисково-спасательных работ, что, в свою очередь, влияет на умение решать ситуационные задачи, способствующие приобретению навыков командной работы, развитию смелости и решительности, а также повышению уровня психологической устойчивости и концентрации внимания;
- адаптационных возможностей организма, а именно, его устойчивости к работе в неблагоприятных условиях посредством проведения учебных занятий на улице независимо от времени года и погодных условий.

Организация учебных занятий по разработанной программе физической подготовки обусловлена состоянием материально-технической базы (скалодром, тренажерные комплексы, снаряжение, инвентарь), территориальным расположением лесопарковой зоны, компетентностью преподавательского состава, уровнем физической и технико-тактической подготовленности студентов.

В разработанной технологии служебно-прикладной физической подготовки акцент сделан на выполнение технико-тактических приемов ведения поисково-спасательных работ, включающих в себя набор упражнений, которые требуют от студентов полного проявления физических, психологических и профессиональных качеств. Выполнение технических приемов требует овладения также тактическими приемами ведения поисково-спасательных работ. Тактическая подготовка осуществляется через решение студентами ситуационных задач на время. Студентам даются задания текстом или на карте, на которой обозначается ситуационная обстановка на маршруте. Сложность задания зависит от этапа обучения. В задании указываются особенности рельефа, гидрологические условия, количество пострадавших, описание происшествия.

В ходе реализации педагогической технологии студенты повышают свой уровень работоспособности за счет освоения технико-тактических приемов с использованием современных тренажерных комплексов «Дом», «Завал», «Дерево», а также скалолазных стендов и кампус-бордингов. Применение тренажеров в подготовке спасателей, по мнению Л.Г. Одинцова, А.В. Курсакова, Л.А. Бондаренко [7], С.М. Канишевского [8], сокращает сроки подготовки, повышает уровень профессионального мастерства, интенсивнее развивает физические качества.

Контроль и оценка технико-тактической подготовленности студентов проводится с помощью набора контрольных упражнений и заданий, разделенных на три составляющие для оценки технико-тактических умений и навыков ведения поисково-спасательных работ, соответственно, в техногенной, природной среде и на акватории.

Таким образом, разработанная технология служебно-прикладной физической подготовки специалистов среднего звена, обучающихся по специальности 20.02.02 «Защита в чрезвычайных ситуациях», представляется наиболее продуктивной за счет логически выстроенной методологической основы ключевое положением, в котором занимают теоретические аспекты переноса двигательных навыков и физических качеств, а также теория адаптации организма к физическим нагрузкам и нервно-психическим напряжениям.

Литература

1. Гайдук С.А., Марищук Л.В. Технология формирования волевых качеств в процессе профессионально-прикладной физической подготовки: монография. Мн.: МГВРК, 2007. 200 с.
2. Селевко Г.К. Педагогические технологии на основе дидактического и методического усовершенствования УВП. М.: НИИ школьных технологий, 2005. 288 с.

3. Железняк Ю.Д. Теория и методика обучения предмету «Физическая культура»: учеб. пособие. М.: Академия, 2004. 272 с.
4. Лавриненко Д.И., Некрасов А.Д., Данько В.Н. Разработка дифференцированной системы физической подготовки студентов // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. 2003. № 1. С. 81–90.
5. Квакшук П.В. Дифференцированный подход к построению тренировочного процесса юных спортсменов на этапах многолетней подготовки: дис. ... д-ра пед. наук. М., 2003. 226 с.
6. Лобжа М.Т., Норссеева М.Е. Структурно-компонентная модель технологии подготовки работников организаций в области комплексной безопасности // Технологии гражданской безопасности. 2016. № 2 (48). С. 40.
7. Одинцов Л.Г., Курсаков А.В., Бондаренко Л.А. Тренажеры для обучения и контроля подготовленности спасателей // Технологии гражданской безопасности. 2007. № 2. С. 56–61.
8. Канишевский С.М. Концептуальные основы и модельные характеристики физической подготовки и подготовленности спасателей // Актуальные проблемы профессионально-прикладной физической подготовки: научно-методический журнал. 2011. № 1 (2). С. 76–79.



ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО. ОХРАНА ТРУДА

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТ, ПРОВЕДЕНИИ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

К.А. Каров.

**Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение
«Технический центр противопожарной службы Санкт-Петербурга».**

И.И. Каланин.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

Р.С. Андрианов.

**Отряд государственной противопожарной службы
Кировского района Ленинградской области**

Рассматриваются актуальные вопросы, связанные с обеспечением повышения безопасности работников при проведении работ в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. В рассматриваемой сфере произведен анализ действующих на сегодняшний момент методических указаний по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и конкретные авторские предложения по их совершенствованию.

Ключевые слова: обеспечение безопасности, проведение расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, спасательное устройство

INCREASING THE LEVEL OF SAFETY OF PERSONNEL DURING THE WORK, CALCULATIONS OF THE PARAMETERS IN THE MEANS OF INDIVIDUAL PROTECTION OF RESPIRATORY ORGANS

K.A. Karov. Saint-Petersburg state institution «Technical center fire service of Saint-Petersburg».

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

R.S. Andrianov. The squad of state fire service of the Kirov district of Leningrad region

This article discusses current issues related to enhancing the safety of workers at work in the means of individual protection of respiratory organs and sight. In this area the analysis of existing at the moment of guidelines for making calculations of the parameters in the means of individual protection of respiratory organs and sight and specific proposals on their improvement.

Keywords: security, calculations of parameters for the means of individual protection of respiratory organs and sight, a rescue device

Основными средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), применяемыми в пожарно-спасательных подразделениях являются изолирующие противогазы. К ним относятся:

- шланговые противогазы (далее ПШ);
- дыхательные аппараты со сжатым воздухом (ДАСВ) и на сжатом кислороде (ДАСК).

Шланговые противогазы ограничены по месту проведения работ, так как предназначены для работы в емкостях, колодцах, отсеках, цистернах, резервуарах и замкнутых ограниченных объемах.

Применение ДАСВ или ДАСК дает большую свободу действий при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (АСР). Но перечисленные аппараты имеют определенный лимит пребывания в непригодной для дыхания среде из-за ограниченного количества воздуха (кислорода) в баллонах аппаратов.

Для обеспечения безопасного проведения работ при использовании ДАСВ или ДАСК необходимо вести учет продолжительности пребывания звеньев в непригодной для дыхания среде.

На сегодняшний день для определения необходимых параметров работы в СИЗОД личный состав пожарной охраны применяет «Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения»[1].

Стоит обратить внимание на то, что указанные методические указания не учитывают следующие моменты:

– резерв воздуха на спасательное устройство, подключаемое к дыхательному аппарату на сжатом воздухе, которое используется для эвакуации пострадавших из непригодной для дыхания среды;

– расход воздуха необходимый на внутреннюю систему вентиляции костюмов химической защиты в случае их применения, а так же методика проведения расчетов не предлагает решение для определения необходимых параметров работы в СИЗОД при отсутствии возможности наблюдения за показаниями манометра (например: при работе в теплоотражательных костюмах или костюмах химической защиты закрытого типа), а это может негативно отражаться на работе газодымозащитника на пожаре.

На рис. 1 представлен дыхательный аппарат, оснащенный спасательным устройством. Расход воздуха подобного спасательного устройства составляет не менее 25 л/мин. Вместо спасательного устройства также может использоваться полнолицевая маска с легочным автоматом [2, 3].

Можно предположить, что в случае эвакуации пострадавшего из непригодной для дыхания среды с помощью спасательного устройства или полнолицевой маски с легочным автоматом время защитного действия дыхательного аппарата уменьшается в два раза.



Рис. 1. Дыхательный аппарат на сжатом воздухе

В этом можно убедиться в соответствии с утвержденной методикой проведения расчетов на примере:

Звено в составе двух газодымозащитников включилось в ДАСВ для эвакуации пострадавших из непригодной для дыхания среды. Давление в баллонах на момент включения составило 270, 280 кгс/см². Каждый ДАСВ оборудован одним баллоном. Объем баллонов равен 6,8 л. Условия работы нормальные.

Рассчитать параметры, необходимые для успешного возвращения звена на свежий воздух.

Решение:

Максимальное допустимое падение давления воздуха в баллонах звена при движении вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, составит:

$$P_{\max. \text{пад}} = \frac{P_{\min \text{вкл}} - 10}{2,5} = \frac{270 - 10}{2,5} = 104 \text{ кгс/см}^2.$$

Теперь допустим, что при продвижении вперед в разведке максимальное падение давления воздуха составило 100 кгс/см². Таким образом, контрольное давление выхода составит:

$$P_{\text{к.вых}} = P_{\text{пути}} + 1/2 P_{\text{пути}} + 10 = 100 + 50 + 10 = 160 \text{ кгс/см}^2.$$

Далее у одного из газодымозащитников выходит из строя дыхательный аппарат. Подключаем маску газодымозащитника к аппарату другого газодымозащитника.

Давление, оставшееся для двух газодымозащитников, составит:

$$P_{\text{ост}} = \frac{P_{\text{к.вых}}}{2} = \frac{160}{2} = 80 \text{ кгс/см}^2.$$

Из этих данных видно, что давления воздуха на возвращение звена, в котором два газодымозащитника подключены к одному аппарату, не хватит, то есть звено не выйдет на свежий воздух.

Варианты применения спасательного устройства могут быть различные. В данном примере представлен один из возможных. И он показывает, что при проведении расчетов необходимо учитывать резерв воздуха на спасательное устройство.

Резерв рекомендуется принимать равным максимальному падению давления воздуха в баллонах звена при движении вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) будет или не будет найден. Тем самым, исключаются нормальные условия работы звена ГДЗС.

Нельзя забывать и о том, что при проведении расчетов должен предусматриваться резерв воздуха на непредвиденные обстоятельства для работников звена.

Для этого при проведении расчетов предлагается применять параметр срабатывания сигнального устройства, равный, как правило, 55 кгс/см². Таким образом, у работников звена всегда будет запас воздуха ~ 45 кгс/см² на случай непредвиденных обстоятельств.

На рис. 2 изображен порядок проведения расчетов, предлагаемый производителем дыхательных аппаратов ПТС.

Видно, что при расчетах применяется именно параметр срабатывания сигнального устройства (55 кгс/см²), а не параметр, необходимый для устойчивой работы редуктора (10 кгс/см²).

В руководствах по эксплуатации ДАСВ ПТС «Базис» и ПТС «Профи» указано, что рабочий запас воздуха, который могут использовать газодымозащитники, заканчивается при

срабатывании сигнального устройства. То есть запас воздуха, находящийся в интервале 0–55 кгс/см² является аварийным и не должен учитываться при проведении расчетов.



Рис. 2. Методика проведения расчетов параметров работы от ОАО «ПТС»

На рис. 3 показаны теплоотражающий костюм и костюм химической защиты закрытого типа.



Рис. 3. Теплоотражающий костюм и костюм химической защиты закрытого типа

В данном случае необходимо обратить внимание на то, что подобный костюм химической защиты снабжен внутренней системой вентиляции.

Система подключается к дыхательному аппарату через регулировочный клапан, который обеспечивает поток воздуха со скоростью 0, 2, 30 или 100 л/мин. Скорость, равная 2 л/мин, является нормальной и обеспечивает положительное давление внутри костюма, защищающее человека в случае случайного прокола материала костюма [4]. То есть, при использовании такого костюма увеличивается расход воздуха.

Следовательно, при проведении расчетов необходимо учитывать расход воздуха на внутреннюю систему вентиляции.

Стоит обратить внимание и на то, что работник не имеет возможности наблюдать за показаниями манометра. Таким образом, постовой на посту безопасности не сможет рассчитать необходимые параметры работы СИЗОД для газодымозащитников звена, что является нарушением требований нормативных документов.

То есть, при проведении расчетов необходимо применять формулы, позволяющие определять время работы при отсутствии возможности наблюдать за показаниями манометра.

Ниже представлены варианты решения этого вопроса, для повышения уровня безопасности личного состава при применении СИЗОД.

Вариант 1.

Для определения максимального допустимого падения давления воздуха в баллонах звена при движении вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, применяются следующие формулы:

– для ДАСВ при сложных условиях работы звена газодымозащитной службы (ГДЗС):

$$P_{\max.\text{пад.}} = \frac{P_{\min.\text{вкл.}} - 10}{3};$$

– для ДАСК:

$$P_{\max.\text{пад.}} = \frac{P_{\min.\text{вкл.}} - 10}{3}.$$

Данные формулы можно представить в следующем виде:

$$P_{\min.\text{вкл.}} - 10 = P_{\max.\text{пад.}} * 3$$

или так:

$$P_{\min.\text{вкл.}} - 10 = P_{\max.\text{пад.}} + P_{\max.\text{пад.}} + P_{\max.\text{пад.}}$$

Остается ли давление на работу у очага пожара (места проведения АСР), если при продвижении вперед в разведке максимальное падение воздуха (кислорода) в баллонах звена будет равным параметру $P_{\max.\text{пад.}}$?

Ответ можно представить следующей формулой:

$$P_{\text{раб}} = (P_{\min.\text{вкл.}} - 10) - (P_{\max.\text{пад.}} + P_{\max.\text{пад.}} + P_{\max.\text{пад.}}).$$

Проверим полученную формулу, подставив произвольное значение $P_{\min.\text{вкл.}} = 290 \text{ кгс/см}^2$.

Получим следующее:

$$P_{\max.над.} = \frac{P_{\min.вкл} - 10}{3} = \frac{290 - 10}{3} = 93,33;$$

$$\begin{aligned} P_{раб} &= (P_{\min.вкл} - 10) - (P_{\max.над.} + P_{\max.над.} + P_{\max.над.}) = \\ &= (290 - 10) - (93,33 + 93,33 + 93,33) = 0 \text{ кгс/см}^2. \end{aligned}$$

Получается, если очаг пожара (место проведения АСР) не найден, давление на работу не остается.

Теперь используем эту формулу при условии, что очаг пожара найден, а максимальное падение давления воздуха (кислорода) в баллонах звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР) составило 65 кгс/см². Получим следующее:

$$\begin{aligned} P_{раб} &= (P_{\min.вкл} - 10) - (P_{пути} + P_{пути} + P_{пути}) = \\ &= (290 - 10) - (65 + 65 + 65) = 85 \text{ кгс/см}^2, \end{aligned}$$

где $P_{раб}$ – давление воздуха (кислорода) в баллонах (кгс/см²), оставшееся для работы звена в непригодной для дыхания среде у очага пожара (места проведения АСР); $P_{\min.вкл}$ – наименьшее в составе звена значение давления воздуха (кислорода) в баллонах (кгс/см²) при включении в СИЗОД; $P_{пути}$ – максимальное падение давления воздуха (кислорода) в баллонах (кгс/см²) звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР), назад и давление воздуха/кислорода, резервируемое на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки специальной защитной одежды изолирующего типа (СЗО ИТ) (СЗО пожарно-технического вооружения (ПТВ) при их применении).

Для того чтобы получить формулу, позволяющую определять время работы у очага пожара (места проведения АСР) при отсутствии возможности наблюдать за показаниями манометра, необходимо в полученной формуле для определения $P_{раб}$ каждое значение давления (P) умножить на объем баллона (V) и разделить на средний расход воздуха (Q).

Для ДАСВ получим следующую формулу:

$$T_{раб} = \left(\frac{(P_{\min.вкл} - 10) * V}{40 * K_{сж}} \right) - \left(\frac{P_{пути} * V}{40 * K_{сж}} + \frac{P_{пути} * V}{40 * K_{сж}} + \frac{P_{пути} * V}{40 * K_{сж}} \right).$$

Для ДАСК получим следующую формулу:

$$T_{раб} = \left(\frac{(P_{\min.вкл} - 10 * V)}{2} \right) - \left(\frac{P_{пути} * V}{2} + \frac{P_{пути} * V}{2} + \frac{P_{пути} * V}{2} \right).$$

В результате получаем следующую формулу как для ДАСВ, так и для ДАСК:

$$T_{раб} = T_{общ} - (T_{пути} + T_{пути} + T_{пути}),$$

где $T_{раб}$ – время (мин) работы звена в непригодной для дыхания среде у очага пожара (места проведения АСР); $T_{общ}$ – общее время (мин) работы в СИЗОД; $T_{пути}$ – время (мин) движения звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР), назад и время (мин),

резервируемое на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки СЗО ИТ (СЗО ПТВ) при их применении.

Полученная формула позволяет определять параметры $T_{раб}$ и $T_{к.вых}$ при отсутствии возможности наблюдения за показаниями манометра.

Вариант 2.

Для определения максимального допустимого времени движения звена вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, применяются следующие формулы:

– для ДАСВ:

$$\Delta T = \frac{P_{макс.над.} * V}{40 * K_{сж}};$$

– для ДАСК:

$$\Delta T = \frac{P_{макс.над.} * V}{2}.$$

Данные формулы можно представить в следующем виде:

– для ДАСВ при сложных условиях работы звена ГДЗС:

$$\Delta T = \frac{\left(\frac{P_{мин.вкл} - 10}{3} \right) * V}{40 * K_{сж}};$$

– для ДАСК:

$$\Delta T = \frac{\left(\frac{P_{мин.вкл} - 10}{3} \right) * V}{2}$$

или так:

– для ДАСВ при сложных условиях работы звена ГДЗС:

$$\Delta T = \frac{\frac{(P_{мин.вкл} - 10) * V}{40 * K_{сж}}}{3};$$

– для ДАСК:

$$\Delta T = \frac{\frac{(P_{мин.вкл} - 10) * V}{2}}{3}.$$

В результате получаем следующую формулу как для ДАСВ, так и для ДАСК:

$$\Delta T = \frac{T_{общ}}{3}$$

Полученную формулу можно представить в следующем виде:

$$Тобиц = 3 * ΔТ$$

или так:

$$Тобиц = ΔТ + ΔТ + ΔТ.$$

Остается ли время на работу у очага пожара (места проведения АСР), если время на продвижение вперед в разведке будет равным параметру $ΔТ$?

Ответ можно представить следующей формулой:

$$Траб = Тобиц - (ΔТ + ΔТ + ΔТ).$$

Проверим полученные формулы, подставив произвольные значения $P_{мин.вкл} = 250 \text{ кгс/см}^2$ и $V=6,8$.

Получим следующее:

$$Тобиц = \frac{(P_{мин.вкл} - 10) * V}{40 * K_{сж}} = \frac{(250 - 10) * 6,8}{40 * 1,1} = 37,09 \text{ мин};$$

$$ΔТ = \frac{Тобиц}{3} = \frac{37,09}{3} = 12,36 \text{ мин};$$

$$Траб = Тобиц - (ΔТ + ΔТ + ΔТ) = 37,09 - (12,36 + 12,36 + 12,36) = 0 \text{ мин.}$$

Получается, если очаг пожара (место проведения АСР) не найден, времени на работу не остается. Те же расчеты можно провести для ДАСК.

Теперь используем эту формулу при условии, что очаг пожара найден, а время движения звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР) составило 8 мин. Получим следующее:

$$Траб = Тобиц - (Тпуть + Тпуть + Тпуть) = 37,09 - (8 + 8 + 8) = 13,09 \text{ мин.}$$

где $Траб$ – время (мин) работы звена в непригодной для дыхания среде у очага пожара (места проведения АСР); $Тобиц$ – общее время (мин) работы в СИЗОД; $Тпуть$ – время (мин) движения звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР), назад и время (мин), резервируемое на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки СЗО ИТ (СЗО ПТВ) при их применении.

Полученная формула также позволяет определять параметры $Траб$ и $Т_{к.вых}$ при отсутствии возможности наблюдения за показаниями манометра.

На основании вышеизложенного необходимо ввести дополнительные формулы (параметры), а также внести изменения в утвержденную методику расчетов, что позволит:

1. Учитывать:

– резерв воздуха на спасательное устройство, подключаемое к ДАСВ, которое используется для эвакуации пострадавших из непригодной для дыхания среды;

– расход воздуха необходимый на внутреннюю систему вентиляции костюмов химической защиты в случае их применения.

2. Определять необходимые параметры работы в СИЗОД при отсутствии возможности наблюдения за показаниями манометра.

Проанализировав основные моменты, предлагаются формулы (параметры) проведения расчетов.

1. Формулы для проведения расчетов до момента обнаружения очага пожара (места проведения АСР).

1.1. Расчет общего времени работы звена в ДАСВ производится по формуле:

$$Тобиц = \frac{(Р_{мин.вкл} - Р_{с.у.}) * N * V}{(Q + Q_{з.к.}) * Ксж}.$$

1.2. Расчет общего времени работы звена в ДАСК производится по формуле:

$$Тобиц = \frac{(Р_{мин.вкл} - Р_{с.у.}) * V}{Q},$$

где $Тобиц$ – общее время (мин) работы в СИЗОД; $Р_{мин.вкл}$ – наименьшее в составе звена значение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах при включении в СИЗОД; $Р_{с.у.}$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) баллонах звена, при котором срабатывает сигнальное устройство. Для СИЗОД всех типов давление воздуха (кислорода) для срабатывания сигнального устройства определяется в соответствии с их инструкциями по эксплуатации; N – количество (шт.) баллонов в дыхательном аппарате; V – емкость (л) одного баллона; Q – средний расход воздуха (кислорода) (л/мин) при работе в СИЗОД:

- для ДАСВ принимается $Q=40$ л/мин.;
- для ДАСК принимается $Q=2$ л/мин.;

$Q_{з.к.}$ – расход воздуха (л/мин.) внутренней системы вентиляции защитных костюмов закрытого типа. Для костюмов всех типов расход воздуха устанавливается в соответствии с требованиями их инструкций по эксплуатации; $Ксж$ – коэффициент сжимаемости воздуха:

- при $Р_{мин.вкл} > 200$ $\text{кгс}/\text{см}^2$ принимается $Ксж=1,1$;
- при $Р_{мин.вкл} < 200$ $\text{кгс}/\text{см}^2$ принимается $Ксж=1,0$.

Примечание:

При проведении работ в специальных защитных костюмах закрытого типа радиостанции должны быть снабжены дополнительной гарнитурой с динамиком и микрофоном (например ларингофоном).

1.3. Расчет максимального допустимого времени движения звена от поста безопасности вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, производится по формуле:

$$Т_{макс.д} = \frac{Тобиц}{3},$$

где $Т_{макс.д}$ – максимальное допустимое время (мин.) движения звена от поста безопасности вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден; $Тобиц$ – общее время (мин.) работы в СИЗОД; 3 – коэффициент, учитывающий необходимый запас времени на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки СЗО ИТ (СЗО ПТВ) при их применении.

1.4. Расчет максимального допустимого падения давления воздуха (кислорода) в баллонах звена при движении от поста безопасности вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, производится по формуле:

$$P_{\max.\delta} = \frac{(P_{\min.\text{вкл}} - P_{c.y})}{3},$$

где $P_{\max.\delta}$ – максимальное допустимое падение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах звена при движении от поста безопасности вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден; $P_{\min.\text{вкл}}$ – наименьшее в составе звена значение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах при включении в СИЗОД; $P_{c.y}$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах звена, при котором срабатывает сигнальное устройство. Для СИЗОД всех типов давление воздуха (кислорода) для срабатывания сигнального устройства определяется в соответствии с их инструкциями по эксплуатации; 3 – коэффициент, учитывающий необходимый запас давления воздуха (кислорода) на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки СЗО ИТ (СЗО ПТВ) при их применении.

1.5. Расчет времени, в которое подается команда звену на выход из непригодной для дыхания среды, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, производится по формуле:

$$T_{\text{вых}} = T_{\text{вкл}} + T_{\max.\delta},$$

где $T_{\text{вых}}$ – время (час, мин), в которое подается команда звену на выход из непригодной для дыхания среды, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден; $T_{\text{вкл}}$ – время (час, мин.) включения в СИЗОД; $T_{\max.\delta}$ – максимальное допустимое время (мин) движения звена от поста безопасности вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден.

1.6. Расчет давления воздуха (кислорода) в баллонах, при котором звену необходимо начать возвращаться из непригодной для дыхания среды, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден, производится по формуле:

$$P_{\text{вых}} = P_{\min.\text{вкл}} - P_{\max.\delta},$$

где $P_{\text{вых}}$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах, при котором звену необходимо начать возвращаться из непригодной для дыхания среды, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден; $P_{\min.\text{вкл}}$ – наименьшее в составе звена значение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах при включении в СИЗОД; $P_{\max.\delta}$ – максимальное допустимое падение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах звена при движении от поста безопасности вперед в разведке, если очаг пожара (место проведения АСР) не будет найден.

1.7. Расчет ожидаемого времени возвращения звена из непригодной для дыхания среды производится по формуле:

$$T_o = T_{\text{вкл}} + T_{\text{общ}},$$

где T_o – ожидаемое время (ч, мин) возвращения звена из непригодной для дыхания среды; $T_{\text{вкл}}$ – время (ч, мин) включения в СИЗОД; $T_{\text{общ}}$ – общее время (мин) работы в СИЗОД.

2. Формулы для проведения расчетов после сообщения об обнаружении очага пожара (места проведения АСР).

2.1. Расчет времени движения звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР) производится по формуле:

$$T_{пути} = T_{очаг} - T_{вкл},$$

где $T_{пути}$ – время (мин) движения звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР); $T_{очаг}$ – время (ч, мин) прибытия звена к очагу пожара (месту проведения АСР); $T_{вкл}$ – время (ч, мин) включения в СИЗОД.

2.2. Расчет максимального падения давления воздуха (кислорода) в баллонах звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР) производится по каждому работнику по формулам:

$$P_{пад} 1 = P_{вкл} 1 - P_{очаг} 1;$$

$$P_{пад} 2 = P_{вкл} 2 - P_{очаг} 2;$$

$$P_{пад} 3 = P_{вкл} 3 - P_{очаг} 3;$$

$$P_{пути} = \text{наибольшее значение } P_{пад} 1-3$$

где $P_{пад} 1-3$ – падение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллоне каждого работника звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР); $P_{вкл} 1-3$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллоне каждого работника звена при включении в СИЗОД; $P_{очаг} 1-3$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллоне каждого работника звена у очага пожара (места проведения АСР); $P_{пути}$ – максимальное падение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР).

2.3. Расчет времени работы звена в непригодной для дыхания среде у очага пожара (места проведения АСР) производится по формуле:

$$T_{раб} = T_{общ} - (T_{пути} + T_{вых} + T_{рез}),$$

где $T_{раб}$ – время (мин) работы звена в непригодной для дыхания среде у очага пожара (места проведения АСР); $T_{общ}$ – общее время (мин) работы в СИЗОД; $T_{пути}$ – время (мин) движения звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР); $T_{вых}$ – время (мин), резервируемое на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки СЗО ИТ (СЗО ПТВ) при их применении и определяемое по формуле:

$$T_{рез} = T_{пути}.$$

2.4. Расчет контрольного времени, в которое подается команда звену на выход из непригодной для дыхания среды после прибытия к очагу пожара (месту проведения АСР) производится по формуле:

$$T_{к.вых} = T_{очаг} + T_{раб},$$

где $T_{к.вых}$ – контрольное время (ч, мин), в которое подается команда звену на выход из непригодной для дыхания среды после прибытия к очагу пожара (месту проведения АСР); $T_{очаг}$ – время (ч, мин) прибытия звена к очагу пожара (месту проведения АСР); $T_{раб}$ – время (мин) работы звена в непригодной для дыхания среде у очага пожара (места проведения АСР).

2.5. Расчет контрольного давления воздуха (кислорода) в баллонах, при котором звену необходимо начать возвращаться из непригодной для дыхания среды после прибытия к очагу пожара (месту проведения АСР), производится по формуле:

$$P_{к.вых} = P_{пути} + P_{рез} + P_{с.у},$$

где $P_{к.вых}$ – контрольное давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах, при котором звену необходимо начать возвращаться из непригодной для дыхания среды после прибытия к очагу пожара (месту проведения АСР); $P_{пути}$ – максимальное падение давления воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах звена от поста безопасности до очага пожара (места проведения АСР); $P_{рез}$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах, резервируемое на обратный путь с учетом подключения спасательного устройства или маски другого работника, увеличения физической нагрузки при переносе груза, плохой видимости, а также проведения дегазации, дезактивации и санитарной обработки СЗО ИТ (СЗО ПТВ) при их применении и определяемое по формуле: $P_{рез}=P_{пути}$; $P_{с.у}$ – давление воздуха (кислорода) ($\text{кгс}/\text{см}^2$) в баллонах звена, при котором срабатывает сигнальное устройство. Для СИЗОД всех типов давление воздуха (кислорода) для срабатывания сигнального устройства определяется в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

3. Примеры проведения расчетов.

Пример 1.

Звено включилось в ДАСВ для тушения пожара (проведения АСР) в непригодной для дыхания среде в 10 ч 00 мин. Давление в баллонах на момент включения составило 270, 280, 290 $\text{кгс}/\text{см}^2$. Каждый ДАСВ оборудован одним баллоном. Объем баллонов равен 6,8 л. Давление воздуха в баллоне, при котором срабатывает сигнальное устройство, составляет 55 $\text{кгс}/\text{см}^2$.

Рассчитать все параметры до момента обнаружения очага пожара (места проведения АСР).

Решение:

$$1) Тобиц = \frac{(P_{мин.вкл} - P_{с.у}) * N * V}{(Q + Q_{з.к}) * K_{сж}} = \frac{(270 - 55) * 1 * 6,8}{40 * 1,1} = 33 \text{ мин};$$

$$2) Т_{макс.д} = \frac{Тобиц}{3} = \frac{33}{3} = 11 \text{ мин};$$

$$3) P_{макс.д} = \frac{(P_{мин.вкл} - P_{с.у})}{3} = \frac{(270 - 55)}{3} = 71 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$4) Т_{вых} = Т_{вкл} + Т_{макс.д} = 10 \text{ ч 00 мин} + 11 \text{ мин} = 10 \text{ ч 11 мин};$$

$$5) P_{вых} = P_{мин.вкл} - P_{макс.д} = 270 - 71 = 199 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$6) То = Т_{вкл} + Тобиц = 10 \text{ ч 00 мин} + 33 \text{ мин} = 10 \text{ ч 33 мин}.$$

Пример 2.

В 10 ч 00 мин звено включилось в ДАСВ и надело специальные защитные костюмы закрытого типа для проведения АСР в зоне химического заражения. Таким образом,

возможность наблюдения за показаниями манометра, который находится под защитным костюмом, исключается. ДАСВ работников звена подключены к внутренней системе вентиляции защитных костюмов через регулировочный клапан, который установлен в положение, обеспечивающее расход воздуха равный 2 л/мин. Давление в баллонах на момент включения составило 270, 280, 290 кгс/см². Каждый ДАСВ оборудован одним баллоном. Объем баллонов равен 9 л. Давление воздуха в баллоне, при котором срабатывает сигнальное устройство, составляет 55 кгс/см². Сообщение от командира звена об обнаружении места проведения АСР поступит через 10 мин.

Рассчитать все параметры, необходимые для успешного возвращения звена на свежий воздух.

Решение:

$$1) T_{общ} = \frac{(P_{мин.вкл} - P_{с.у}) * N * V}{(Q + Q_{з.к}) * K_{сж}} = \frac{(270 - 55) * 1 * 9}{(40 + 2) * 1,1} = 42 \text{ мин};$$

$$2) T_{макс.д.} = \frac{T_{общ}}{3} = \frac{42}{3} = 14 \text{ мин};$$

$$3) T_{вых} = T_{вкл} + T_{макс.д.} = 10 \text{ ч } 00 \text{ мин} + 14 \text{ мин} = 10 \text{ ч } 14 \text{ мин};$$

$$4) T_0 = T_{вкл} + T_{общ} = 10 \text{ ч } 00 \text{ мин} + 42 \text{ мин} = 10 \text{ ч } 42 \text{ мин};$$

$$5) T_{пути} = 10 \text{ мин};$$

$$6) T_{раб} = T_{общ} - (T_{пути} + T_{пути} + T_{рез}) = 42 \text{ мин} - (3 * 10 \text{ мин}) = 12 \text{ мин};$$

$$7) T_{к.вых} = T_{очаг} + T_{раб} = 10 \text{ ч } 10 \text{ мин} + 12 \text{ мин} = 10 \text{ ч } 22 \text{ мин}.$$

Пример 3.

Звено включилось в ДАСВ для тушения пожара в непригодной для дыхания среде в 10 ч 00 мин. Давление в баллонах на момент включения составило 270, 280, 290 кгс/см². Каждый ДАСВ оборудован двумя баллонами. Объем баллонов равен 6,8 л. Давление воздуха в баллоне, при котором срабатывает сигнальное устройство, составляет 55 кгс/см². В 10 ч 14 мин командир звена даст сообщение на пост безопасности об обнаружении очага пожара и начала работ по тушению, давление в баллонах звена, которое снизилось соответственно до 225, 240, 250 кгс/см².

Рассчитать все параметры, необходимые для успешного возвращения звена на свежий воздух.

Решение:

$$1) T_{общ} = \frac{(P_{мин.вкл} - P_{с.у}) * N * V}{(Q + Q_{з.к}) * K_{сж}} = \frac{(270 - 55) * 2 * 6,8}{40 * 1,1} = 66 \text{ мин};$$

$$2) T_{макс.д.} = \frac{T_{общ}}{3} = \frac{66}{3} = 22 \text{ мин};$$

$$3) P_{макс.д.} = \frac{(P_{мин.вкл} - P_{с.у})}{3} = \frac{(270 - 55)}{3} = 71 \text{ кгс/см}^2;$$

4) $T_{вых} = T_{вкл} + T_{макс.д} = 10 \text{ ч } 00 \text{ мин} + 22 \text{ мин} = 10 \text{ ч } 22 \text{ мин};$

5) $P_{вых} = P_{мин.вкл} - P_{макс.д} = 270 - 71 = 199 \text{ кгс/см}^2;$

6) $To = T_{вкл} + T_{общ} = 10 \text{ ч } 00 \text{ мин} + 66 \text{ мин} = 11 \text{ ч } 06 \text{ мин};$

7) $T_{пути} = T_{очаг} - T_{вкл} = 10 \text{ ч } 14 \text{ мин} - 10 \text{ ч } 00 \text{ мин} = 14 \text{ мин};$

8) $P_{пути} = 45 \text{ кгс/см}^2;$

$P_{над 1} = P_{вкл 1} - P_{очаг 1} = 270 - 225 = 45 \text{ кгс/см}^2;$

$P_{над 2} = P_{вкл 2} - P_{очаг 2} = 280 - 240 = 40 \text{ кгс/см}^2;$

$P_{над 3} = P_{вкл 3} - P_{очаг 3} = 290 - 250 = 40 \text{ кгс/см}^2;$

9) $T_{раб} = T_{общ} - (T_{пути} + T_{вых} + T_{рез}) = 66 \text{ мин} - (3 * 14 \text{ мин}) = 24 \text{ мин};$

10) $T_{к.вых} = T_{очаг} + T_{раб} = 10 \text{ ч } 14 \text{ мин} + 24 \text{ мин} = 10 \text{ ч } 38 \text{ мин};$

11) $P_{к.вых} = P_{пути} + P_{рез} + P_{с.у} = 45 + 45 + 55 = 145 \text{ кгс/см}^2.$

Для быстрой ориентации и облегчения расчетов рекомендуется применять таблицы с контрольными значениями работы в ДАСВ или ДАСК (табл. № 1, 2).

При рассмотрении предлагаемых расчетов, подтверждается необходимость корректировки, действующей Методики проведения расчетов параметров работы в СИЗОД и реализации выше указанных формул (параметров), в области повышения безопасности для личного состава при проведении работ в СИЗОД, что, в свою очередь, позволит:

1. Звену с пострадавшим (пострадавшими) включенным в спасательное устройство безопасно покинуть непригодную для дыхания среду.

2. Обеспечить безопасную работу каждого работника звена при использовании химических костюмов с внутренней системой вентиляции.

3. Определять необходимые параметры работы в СИЗОД при проведении работ в костюмах закрытого типа.

4. Установить единый порядок проведения расчетов параметров работы в СИЗОД для всех работников пожарно-спасательных, горноспасательных, а также газоспасательных подразделений, привлекаемых к проведению работ в непригодной для дыхания среде (в условиях пожара, радиации, возможного выделения аварийно химически опасных веществ и т.п.).

Образец таблиц с контрольными (готовыми) значениями работы в ДАСВ (ДАСК) – табл. 1, 2.

Таблица 1. Образец таблицы с контрольными значениями работы в ДАСВ при N=1, V=6,8 л

Рмин.вкл	Тоби	Тмакс.д	Рмакс.д	Рвых	Пути							Траб
					1	2	3	4	5	6	7	
300	37,9	12,6	81,7	218,3	34,9	31,9	28,9	25,9	22,9	19,9	16,9	10,9
290	36,3	12,1	78,3	211,7	33,3	30,3	27,3	24,3	21,3	18,3	15,3	9,3
280	34,8	11,6	75,0	205,0	31,8	28,8	25,8	22,8	19,8	16,8	13,8	10,8
270	33,2	11,1	71,7	198,3	30,2	27,2	24,2	21,2	18,2	15,2	12,2	9,2
260	31,7	10,6	68,3	191,7	28,7	25,7	22,7	19,7	16,7	13,7	10,7	7,7
250	30,1	10,0	65,0	185,0	27,1	24,1	21,1	18,1	15,1	12,1	9,1	6,1
240	28,6	9,5	61,7	178,3	25,6	22,6	19,6	16,6	13,6	10,6	7,6	4,6
230	27,0	9,0	58,3	171,7	24,0	21,0	18,0	15,0	12,0	9,0	6,0	3,0
220	25,5	8,5	55,0	165,0	22,5	19,5	16,5	13,5	10,5	7,5	4,5	1,5
210	24,0	8,0	51,7	158,3	21,0	18,0	15,0	12,0	9,0	6,0	3,0	
200	22,4	7,5	48,3	151,7	19,4	16,4	13,4	10,4	7,4	4,4	1,4	
190	20,9	7,0	45,0	145,0	17,9	14,9	11,9	8,9	5,9	2,9		
180	19,3	6,4	41,7	138,3	16,3	13,3	10,3	7,3	4,3	1,3		
170	17,8	5,9	38,3	131,7	14,8	11,8	8,8	5,8	2,8			
160	16,2	5,4	35,0	125,0	13,2	10,2	7,2	4,2	1,2			
150	14,7	4,9	31,7	118,3	11,7	8,7	5,7	2,7				
140	13,1	4,4	28,3	111,7	10,1	7,1	4,1	1,1				
130	11,6	3,9	25,0	105,0	8,6	5,6	2,6					
120	10,0	3,3	21,7	98,3	7,0	4,0	1,0					
110	8,5	2,8	18,3	91,7	5,5	2,5						
100	7,0	2,3	15,0	85,0	4,0	1,0						
90	5,4	1,8	11,7	78,3	2,4							

Рпути

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Рк.вых

65	75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Таблица 2. Образец таблицы с контрольными значениями работы в ДАСК при V=2 л

Рмин.вкл	Тобщ	Тмакс.д	Рмакс.д	Рвых	Пути										Траб					
					5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
300	245	81,7	81,7	218,3	230	215	200	185	170	155	140	125	110	95	80	65	50	35	20	5
290	235	78,3	78,3	211,7	220	205	190	175	160	145	130	115	100	85	70	55	40	25	10	
280	225	75,0	75,0	205,0	210	195	180	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15		
270	215	71,7	71,7	198,3	200	185	170	155	140	125	110	95	80	65	50	35	20	5		
260	205	68,3	68,3	191,7	190	175	160	145	130	115	100	85	70	55	40	25	10			
250	195	65,0	65,0	185,0	180	165	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15				
240	185	61,7	61,7	178,3	170	155	140	125	110	95	80	65	50	35	20	5				
230	175	58,3	58,3	171,7	160	145	130	115	100	85	70	55	40	25	10					
220	165	55,0	55,0	165,0	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15						
210	155	51,7	51,7	158,3	140	125	110	95	80	65	50	35	20	5						
200	145	48,3	48,3	151,7	130	115	100	85	70	55	40	25	10							
190	135	45,0	45,0	145,0	120	105	90	75	60	45	30	15								
180	125	41,7	41,7	138,3	110	95	80	65	50	35	20	5								
170	115	38,3	38,3	131,7	100	85	70	55	40	25	10									
160	105	35,0	35,0	125,0	90	75	60	45	30	15										
150	95	31,7	31,7	118,3	80	65	50	35	20	5										
140	85	28,3	28,3	111,7	70	55	40	25	10											
130	75	25,0	25,0	105,0	60	45	30	15												
120	65	21,7	21,7	98,3	50	35	20	5												
110	55	18,3	18,3	91,7	40	25	10													
100	45	15,0	15,0	85,0	30	15														
90	35	11,7	11,7	78,3	20	5														
5					10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
65					75	85	95	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	

Литература

1. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы: Приказ Минтруда России от 23 дек. 2014 г. № 1 100н (зарег. в Минюсте России 8 мая 2015 г. № 37 203). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/71018304/paragraph/1:3> (дата обращения: 05.06.2017).
 2. ГОСТ Р53255–2009. «Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний». Москва 2009». Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
 3. Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде: Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 9 января 2013 г. № 3. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
 4. Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Утверждены Заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий генерал-полковником внутренней службы А.П. Чуприяном 5 августа 2013 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
 5. ГОСТ Р 53264–2009 «Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний». URL: <http://www.gostbaza.ru/?gost=48093> (дата обращения: 21.06.2017).
 6. Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом газодымозащитной службы ФПС МЧС России (утв. главным военным экспертом министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий П.В. Платом 30 июня 2008 г. № 2-4-60-14-18 // МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/law> (дата обращения: 05.06.2017).
-
-

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андианов Роман Сергеевич – инж. ОГПС Кировского р-на Лен. обл. (187340, Ленинградская область, г. Кировск, ул. Набережная, д. 3А);

Андрюшкин Александр Юрьевич – зав. каф. «Технология конструкц. материалов и пр-ва ракетно-космич. техн.» Балт. гос. техн. ун-та «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1/21), канд. техн. наук, доц.;

Аницеева Л.К. – СПб Гуманитар. ун-т профсоюзов (192238, Санкт-Петербург, ул. Фучика, д. 15);

Балабанов Валерий Александрович – доц. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. мед. наук;

Бардулин Евгений Николаевич – нач. каф. упр. и интегрир. маркетинг. коммуникаций СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-76, канд. экон. наук, проф.;

Бруннер Татьяна Александровна – эксперт ООО «Центр оценки рисков» (445032, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Дзержинского, д. 94), e-mail: tbrunner@mail.ru;

Буйневич Михаил Викторович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Веригин Александр Николаевич – зав. каф. «Машины и аппараты химических производств» СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (198013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: averigin@bk.ru, д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Войтенок Олег Викторович – нач. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Воропаев Николай Петрович – ст. препод. каф. защ. нас. и тер. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: nik_vt.23@mail.ru, канд. воен. наук;

Горшкова Елена Евгеньевна – зав. каф. тр. права СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Демёхин Феликс Владимирович – проф. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 397-00-12, e-mail: demehinFV@creafire.ru, д-р техн. наук;

Дехтерёва Валерия Владимировна – препод. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Елисеев Юрий Николаевич – вед. науч. сотр. отд. эксперт. пож. Исслед. центра эксперт. пож. СПб ун-та ГПС МЧС России (193079, Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), тел. (812) 441-06-83;

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

Иванов А.Б. – студент СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Иванов Сергей Валерьевич – зав. циклом обучения слушателей № 1 СПб ГКУ ДПО «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям» (195197, Санкт-Петербург, пр. Металлистов, д. 119, лит. А);

Ивахнюк Григорий Константинович – проф. каф. инж. защ. окр. среды СПб гос. технол. ин-та (техн. ун-та) (190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26), e-mail: fireside@inbox.ru, д-р хим. наук, проф.;

Кадочникова Елена Николаевна – доц. каф. пож. безопасн. технол. процессов и пр-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Каланин Игорь Иванович – ст. препод. каф. спец. подгот. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Каменецкая Наталия Владимировна – проф. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. процессов СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Каров Казбек Анатольевич – инж. отд. техн. и пож.-техн. вооружения СПб ГКУ «Технический центр противопожарной службы Санкт-Петербурга» (198035, Санкт-Петербург, ул. Невельская, д. 1);

Клейменов Андрей Владимирович – нач. упр. науч.-техн. развития Департамента развития нефтепереработки и нефтехимии, Дирекция нефтепереработки ПАО «Газпром нефть» (190000, Санкт-Петербург, ул. Почтамтская, д. 3–5), e-mail: 430279@mail.ru, д-р техн. наук;

Клюй Владимир Владимирович – проф. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Копкин Евгений Вениаминович – проф. каф. переподгот. и повыш. квалификации спец-в СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: kopkins@mail.ru, д-р техн. наук;

Королева Людмила Анатольевна – зам. нач. каф. пож., авар.-спас. техн. и авт. хоз-ва СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Корольков Анатолий Павлович – проф. каф. систем. анализа и антикризис. упр. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, проф., почет. работник высш. шк. РФ;

Кузьмин Анатолий Алексеевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Лабинский Александр Юрьевич – доц. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Леонтьев Олег Валентинович – проф. каф. психофизиологии Межрег. ин-та экономики и права при МПА ЕврАзЭС (194044, Санкт-Петербург, ул. Смолячкова, д. 14/1), e-mail: lov63@inbox.ru, д-р мед. наук, проф.;

Лобжа Михаил Тимофеевич – проф. каф. психол. и пед. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф.;

Лопухова Нина Вячеславовна – соискатель Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4) тел.: (495) 617-26-59, e-mail: teterina.agps@yandex.ru;

Марченко Михаил Анатольевич – нач. ин-та развития ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Москаленко Галина Владимировна – препод. каф. психол. и пед. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. психол. наук;

Негодуйко Виталий Юрьевич – нач. ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре» (628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, д. 8а.), e-mail: experthmao@gmail.com;

Пелех Михаил Теодозиевич – зам. нач. ун-та по уч. работе (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Покусов Виктор Владимирович – председ. Казахстанской ассоциации информационной безопасности (Алматы, Казахстан); аспирант каф. прикл. мат. и инф. технологий СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: v@victor.kz;

Полынько Сергей Валерьевич – зам. нач. каф. орг. пожаротушения и провед. авар.-спас. работ СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук;

Приймак Виктор Владимирович – адъюнкт фак-та подгот. кадров высш. квал. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149), e-mail: pvv98.ru@mail.ru;

Рашоян Ирина Игоревна – доц. каф. «Управление промышленной и экологической безопасностью» Тольяттинского гос. ун-та (445020, Самарская обл., г. Тольятти, ул. Белорусская, д. 14), e-mail: rashoyan_i@mail.ru, канд. техн. наук;

Рева Юрий Викторович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Романов Николай Николаевич – доц. каф. физ.-техн. основ обеспеч. пож. безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. техн. наук, доц.;

Сай Анна Романовна – зам. нач. каф. надзор. деят. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Седнев Владимир Анатольевич – проф. каф. защ. нас. и тер. Акад. ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), д-р техн. наук;

Троянов Олег Михайлович – доц. каф. сервис безопасн. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, канд. воен. наук, доц.;

Хитов Сергей Борисович – препод. каф. высш. мат. и систем. моделир. слож. проц. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Хорошенко Сергей Викторович – зав. каф. безопасн. информ. систем СПб гос. ун-та телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д. 22, к. 1), e-mail: khoroshenko@mail.ru, канд. техн. наук, доц.;

Хорошилов Олег Анатольевич – дир. по науке ООО «Пожинжиниринг» (195112, Санкт-Петербург, пр. Шаумяна, д. 18), тел. (812) 364-97-75, e-mail: HoroshilovOA@creafire.ru, д-р техн. наук, проф.;

Хрунов Дмитрий Евгеньевич – первый зам. нач. Гл. упр. МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре (628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, д. 5а), e-mail: dkhrunov@gmail.com;

Шангин Виктор Николаевич – зам. нач. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Щербаков Олег Вячеславович – проф. каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Яковлев Е.В. – доц. каф. соц. психол. и конфликтологии Межрег. ин-та экономики и права при Межпарламентской ассамблее ЕврАзЭС (194044, Санкт-Петербург, ул. Смолячкова, д. 14/1), канд. мед. наук;

Ярошенко Александр Юрьевич – нач. отд. орг. функц. защищенных информ.-телеком. технологий Упр. инф. технологий и связи МЧС России (109012, Москва, ул. Ватутина, д. 1); адъюнкт каф. прикл. мат. и информ. технол. СПб ун-та ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: a.yaroshenko@mchs.gov.ru.



ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Старейшее учебное заведение пожарно-технического профиля России образовано 18 октября 1906 г., когда на основании решения Городской Думы Санкт-Петербурга были открыты Курсы пожарных техников. Наряду с подготовкой пожарных специалистов, учебному заведению вменялось в обязанность заниматься обобщением и систематизацией пожарно-технических знаний, оформлением их в отдельные учебные дисциплины. Именно здесь были созданы первые отечественные учебники, по которым обучались все пожарные специалисты страны.

Учебным заведением за вековую историю подготовлено более 30 тыс. специалистов, которых всегда отличали не только высокие профессиональные знания, но и беспредельная преданность профессии пожарного и верность присяге. Свидетельство тому – целый ряд сотрудников и выпускников вуза, награжденных высшими наградами страны, среди них: кавалеры Георгиевских крестов, четыре Героя Советского Союза и Герой России. Далеко не случаен тот факт, что среди руководящего состава пожарной охраны страны всегда было много выпускников учебного заведения.

Сегодня Федеральное Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» – современный научно-образовательный комплекс, интегрированный в мировое научно-образовательное пространство. Университет по очной, заочной и заочной с применением дистанционных технологий формам обучения осуществляет обучение по программам среднего, высшего профессионального образования, а также подготовку специалистов высшей квалификации: докторантов, аспирантов, аспирантов, переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России. В целом в университете – 91 направление образовательных программ.

Начальник университета – генерал-лейтенант внутренней службы Чижиков Эдуард Николаевич.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках специальности «Пожарная безопасность», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области системного анализа и управления, высшей математики, законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в подразделениях МЧС России, пожарно-технической экспертизы и дознания. Инновационными программами подготовки стало обучение специалистов по специализациям «Руководство проведением спасательных операций особого риска» и «Проведение чрезвычайных гуманитарных операций» со знанием иностранных языков, а также подготовка специалистов для военизованных горноспасательных частей по специальностям «Горное дело» и «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня в университете свои знания и огромный опыт передают 1 член-корреспондент РАН, 5 заслуженных деятелей науки Российской Федерации, 13 заслуженных работников высшей школы Российской Федерации, 2 заслуженных юриста Российской Федерации, заслуженные

изобретатели Российской Федерации и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют 4 лауреата Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, 42 доктора наук, 228 кандидатов наук, 63 профессора, 155 доцентов, 20 академиков отраслевых академий, 11 член-корреспондентов отраслевых академий, 6 старших научных сотрудников, 8 почетных работников высшего профессионального образования Российской Федерации, 1 почетный работник науки и техники Российской Федерации, 2 почетных радиала Российской Федерации и 2 почетных работника общего образования Российской Федерации.

В состав университета входят:

- Институт безопасности жизнедеятельности;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт культуры;
- Институт профессиональной подготовки;
- Институт развития;

– Научно-исследовательский институт перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности;

– Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал университета;

Университет имеет представительства в городах: Выборг (Ленинградская область), Петрозаводск, Стрежевой (Томская область), Хабаровск, Сыктывкар, Бургас (Республика Болгария), Алматы (Республика Казахстан), Бар (Республика Черногория), Баку (Азербайджан), Ниш (Сербия), Севастополь, Пятигорск.

В университете по 31 направлению подготовки обучается более 8000 человек. Ежегодный выпуск составляет более 1550 специалистов.

В университете действует один диссертационный совет по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим наукам.

В целях совершенствования научной деятельности в университете создано 12 научно-исследовательских лабораторий.

Ежегодно в университете проводятся международные научно-практические конференции, семинары и «круглые столы» по широкому спектру теоретических и научно-прикладных проблем, в том числе по развитию системы предупреждения, ликвидации и снижения последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, совершенствованию организации взаимодействия различных административных структур в условиях экстремальных ситуаций и др.

Среди них: Всероссийская научно-практическая конференция «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы и перспективы», Международная научно-практическая конференция «Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций», Форум МЧС России и общественных организаций «Общество за безопасность», Всероссийская научно-практическая конференция «Арктика – территория безопасности. Развитие системы обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны Российской Федерации».

На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили Правительство Ленинградской области, Федеральная служба Российской Федерации по контролю оборота наркотических средств и психотропных веществ, Научно-технический совет МЧС России, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасательных служб (CTIF), Законодательное собрание Ленинградской области.

Университет ежегодно принимает участие в выставках, организованных МЧС России и другими ведомствами. Традиционно большим интересом пользуется стенд университета на ежегодном Международном салоне «Комплексная безопасность», Международном форуме «Охрана и безопасность» SFITEX.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России на протяжении нескольких лет сотрудничает с Государственным Эрмитажем в области инновационных проектов по пожарной безопасности объектов культурного наследия.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарно-спасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Китая, Кореи, Сербии, Черногории, Словакии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государств.

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных и спасательных служб (CTIF), объединяющей более 50 стран мира.

В рамках международной деятельности университет активно сотрудничает с международными организациями в области обеспечения безопасности.

В сотрудничестве с Международной организацией гражданской обороны (МОГО) Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России были организованы и проведены семинары для иностранных специалистов (из Молдовы, Нигерии, Армении, Судана, Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и других стран) по экспертизе пожаров и по обеспечению безопасности на нефтяных объектах, по проектированию систем пожаротушения. Кроме того, сотрудники университета принимали участие в конференциях и семинарах, проводимых МОГО на территории других стран. В настоящее время разработаны пять программ по техносферной безопасности на английском языке для представителей Международной организации гражданской обороны.

Одним из ключевых направлений работы университета является участие в научном проекте Совета государств Балтийского моря (СГБМ). Университет принимал участие в проекте 14.3, а именно в направлении С – «Макрорегиональные сценарии рисков, анализ опасностей и пробелов в законодательстве» в качестве полноценного партнера. В настоящее время идет работа по созданию нового совместного проекта в рамках СГБМ.

Большая работа ведется по привлечению к обучению иностранных граждан. Открыты представительства в пяти иностранных государствах (Болгария, Черногория, Казахстан, Азербайджан, Сербия).

В настоящее время в университете обучаются более 200 граждан из 8 иностранных государств.

Заключены соглашения о сотрудничестве более чем с 20 иностранными учебными заведениями, в том числе Высшей технической школой профессионального обучения г. Нови Сад и университетом г. Ниш (Сербия), Академией пожарной охраны г. Гамбурга (ФРГ), Колледжем пожарно-спасательной службы г. Куопио (Финляндия), Кокшетауским техническим институтом МЧС Республики Казахстан и многими другими. Организовано обучение представителей университета в Гарвардском университете по программам подготовки руководителей в области безопасности.

В университете на основании межправительственных соглашений проводится обучение сотрудников МЧС Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

За годы существования университет подготовил более 1000 специалистов для пожарной охраны Афганистана, Болгарии, Венгрии, Вьетнама, Гвинеи-Бисау, Кореи, Кубы, Монголии, Йемена и других зарубежных стран.

Организовано обучение по программе дополнительного профессионального образования «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» студентов, курсантов, адъюнктов и сотрудников.

Издается ежемесячный информационно-аналитический сборник Центра международной деятельности и информационной политики, аналитические обзоры по пожарно-спасательной тематике. Переведен на английский язык и постоянно обновляется сайт университета.

Компьютерный парк университета составляет более 1400 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «КонсультантПлюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть.

Нарастающая сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации образовательного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения.

Библиотека университета соответствует всем современным требованиям. Фонд библиотеки университета составляет более 359 тыс. экземпляров литературы по всем отраслям знаний. Фонды библиотеки имеют информационное обеспечение и объединены в единую локальную сеть. Все процессы автоматизированы. Установлена библиотечная программа «Ирбис». В библиотеке осуществляется электронная книговыдача. Это дает возможность в кратчайшие сроки довести книгу до пользователя.

Читальные залы (общий и профессорский) библиотеки оснащены компьютерами с выходом в Интернет, Интранет, НЦУКС и локальную сеть университета. Создана и функционирует Электронная библиотека, она интегрирована с электронным каталогом.

В Электронную библиотеку оцифровано 2/3 учебного и научного фонда. К электронной библиотеке подключены: учебные центры, а также Дальневосточный филиал и библиотека учебно-спасательного центра «Вытегра». Имеется доступ к крупнейшим библиотекам нашей страны и мира (Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина, Российская национальная библиотека, Российская государственная библиотека, Библиотека академии наук, Библиотека Конгресса). Заключен договоры с ЭБС IPRbooks и ЭБС «Лань» на пользование и просмотр учебной и научной литературы в электронном виде.

В фонде библиотеки насчитывается более 150 экземпляров редких и ценных изданий. Библиотека располагает богатым фондом периодических изданий, их число составляет 8 121 экземпляр. На 2017 г., в соответствии с требованиями ГОС, выписано 80 наименований журналов и газет. Все поступающие периодические издания расписываются библиографом для электронных каталога и картотеки. Издания периодической печати активно используются читателями в учебной и научно-исследовательской деятельности. Также выписываются 3 иностранных журнала.

На базе библиотеки создана профессорская библиотека и профессорский клуб вуза.

Полиграфический центр университета оснащен современным типографским оборудованием для полноцветной печати, позволяющим обеспечивать не только заказы на печатную продукцию университета, но и план издательской деятельности Министерства. Университет издает 7 научных журналов, публикуются материалы ряда Международных и Всероссийских научных конференций, сборники научных трудов профессорско-преподавательского состава университета. Издания университета соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации и включены в электронную базу Научной электронной библиотеки для определения Российского индекса научного цитирования, а также имеют международный индекс. Научно-аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере» и электронный «Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» включены в утвержденный решением Высшей аттестационной комиссии «Перечень рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Все слушатели и курсанты университета проходят обучение по программам первоначальной подготовки спасателей и пожарных. Обучение проходит на базе Учебно-спасательного центра «Вытегра» – филиала Северо-Западного регионального ПСО МЧС России; Центра подготовки спасателей Байкальского поисково-спасательного отряда МЧС России, расположенного в населенном пункте Никола вблизи озера Байкал; 40-го Российского центра подготовки спасателей; 179-го Спасательного центра в г. Ногинске; Центра подготовки спасателей «Красная Поляна» Южного регионального ПСО МЧС России.

На базе Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России 1 июля 2013 г. был создан Центр по обучению кадетов.

Основные цели деятельности центра – интеллектуальное, культурное, физическое и духовно-нравственное развитие кадет, их адаптация к жизни в обществе, создание основы для подготовки несовершеннолетних граждан к служению Отечеству на поприще государственной гражданской, военной, правоохранительной и муниципальной службы.

Центр осуществляет подготовку кадет по общеобразовательным программам среднего общего образования с учётом дополнительных образовательных программ.

В университете большое внимание уделяется спорту. Команды, состоящие из преподавателей, курсантов и слушателей, – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Деятельность команды университета по пожарно-прикладному спорту (ППС): участие в чемпионатах России среди вузов (зимний и летний), в зональных соревнованиях и чемпионате России, а также проведение бесед и консультаций, оказание практической помощи юным пожарным кадетам и спасателям при проведении тренировок по ППС.

В университете создан спортивный клуб «Невские львы», в состав которого входят команды по пожарно-прикладному и аварийно-спасательному спорту, хоккею, американскому футболу, волейболу, баскетболу, силовым единоборствам и др. В составе сборных команд университета – чемпионы и призеры мировых первенств и международных турниров.

Курсанты и слушатели имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей в созданном в университете института культуры. Учащиеся университета принимают активное участие в играх КВН среди команд структурных подразделений МЧС России, ежегодных профессионально-творческих конкурсах «Мисс МЧС России», «Лучший клуб», «Лучший музей», конкурсе музыкального творчества пожарных и спасателей «Мелодии Чутких Сердец».

В Санкт-Петербургском университете Государственной противопожарной службы МЧС России созданы все условия для подготовки высококвалифицированных специалистов как для Государственной противопожарной службы, так и в целом для МЧС России.



АВТОРАМ ЖУРНАЛА

«ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

В ТЕХНОСФЕРЕ»

Материалы, публикуемые в журнале, должны отвечать профилю журнала, обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по следующим правилам:

1. Материалы для публикации представляются куратору журнала. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб университета ГПС МЧС России – *выпиской* из протокола заседания кафедры о целесообразности публикации и отсутствии материалов, запрещенных к публикации в открытой печати, *рецензией от члена редакционного совета* (коллегии). По желанию прилагается вторая рецензия от специалиста соответствующего профиля, имеющего ученую степень;

б) для авторов **сторонних** организаций – сопроводительным *письмом* от учреждения на имя начальника университета и *разрешением* на публикацию в открытой печати, *рецензией* от специалиста по соответствующему статье профилю, имеющему ученую степень;

в) **электронной версией** статьи, представленной в формате редактора Microsoft Word (версия не ниже 2003). Название файла должно быть следующим:

Автор1, Автор2 – Первые три слова названия статьи.doc, например: **Иванов – Анализ существующей практики.doc**;

г) *плата* с адъюнктов и аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

2. Статьи, включая рисунки и подписи к ним, список литературы, должны иметь объем от 8 до 13 машинописных страниц.

3. Оформление текста:

а) текст материала для публикации должен быть тщательно отредактирован автором;

б) текст на одной стороне листа формата А4 набирается на компьютере (шрифт Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, **все поля по 2 см**, нумерация страниц внизу посредине);

в) на первой странице авторского материала должны быть напечатаны **на русском и английском языках**: название (прописными буквами, полужирным шрифтом, без подчеркивания); инициалы и фамилии **авторов (не более трех)**; ученая степень, ученое звание, почетное звание; место работы (название учреждения), аннотация, ключевые слова.

Требования к аннотации. Аннотация должна быть краткой, информативной, отражать основные положения и выводы представляемой к публикации статьи, а также включать полученные результаты, используемые методы и другие особенности работы. Примерный объем аннотации 40–70 слов.

4. Оформление формул в тексте:

а) формулы должны быть набраны на компьютере в редакторе формул Microsoft Word (Equation), размер шрифта эквивалентен 14 (Times New Roman);

б) в формулах рекомендуется использовать буквы латинского и греческого алфавитов (курсивом);

в) формулы печатаются по центру, номер – у правого поля страницы (нумеровать следует только формулы, упоминаемые в тексте).

5. Оформление рисунков и таблиц:

- а) рисунки необходимо выделять отдельным блоком для удобства переноса в тексте или вставлять из файла, выполненного в любом из общепринятых графических редакторов, под рисунком ставится: Рис. 2. и далее следуют пояснения;
- б) если в тексте не одна таблица, то их следует пронумеровать (сначала пишется: Таблица 2, на той же строке название таблицы полужирно, и далее следует сама таблица);
- в) если в тексте одна таблица или один рисунок, то их нумеровать не следует;
- г) таблицы должны иметь «вертикальное» построение;
- д) в тексте ссылки на таблицы и рисунки делаются следующим образом: рис. 2, табл. 4, если всего один рисунок или одна таблица, то слово пишется целиком: таблица, рисунок.

6. Оформление библиографии (списка литературы):

- а) в тексте ссылки на цитируемую литературу обозначаются порядковой цифрой в квадратных скобках;
- б) список должен содержать цитируемую литературу, пронумерованную в порядке ее упоминания в тексте.

Пристатейные библиографические списки должны соответствовать ГОСТ Р 7.0.5–2008.

Примеры оформления списка литературы:

Литература

1. Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопросы философии. 1992. № 10. С. 76–86.
2. Информационные аналитические признаки диагностики нефтепродуктов на местах чрезвычайных ситуаций / М.А. Галишев [и др.] // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.
4. Грэждану П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза оползневого процесса: сб. науч. тр. М.: Наука, 1981. С. 61–63.
5. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Туризм и рекреация: тр. II Междунар. конф. / МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2007. С. 329–334.
6. Белоус Н.А. Прагматическая реализация коммуникативных стратегий в конфликтном дискурсе // Мир лингвистики и коммуникации: электрон. науч. журн. 2006. № 4. URL: http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5_3_1.htm (дата обращения: 15.12.2007).
7. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. 1995. № 35. Ст. 3 503.

7. Оформление раздела «Сведения об авторах»

Сведения об авторах прилагаются в конце статьи и включают: Ф.И.О. (полностью), должность, место работы с указанием адреса и его почтового индекса; номер телефона, адрес электронной почты, ученую степень, ученое звание, почетное звание.

Статья должна быть подписана авторами и указаны контактные телефоны.

Вниманию авторов: материалы, оформленные без соблюдения настоящих требований, будут возвращаться на доработку.

Редакция оставляет за собой право направлять статьи на дополнительное анонимное рецензирование.

**МЧС РОССИИ
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет
Государственной противопожарной службы»**

Научно-аналитический журнал

**Проблемы управления рисками в техносфере
№ 4 (44) – 2017**

Подписной индекс № 16401 в «Каталоге российской прессы (ООО МАП)»

**Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-36404 от 20 мая 2009 г.**

Редактор П.А. Болотова

Подписано в печать 29.12.2017. Формат 60×84_{1/8}.
Усл.-печ. л. 20,5 Тираж 1000 экз. Зак. № 00

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149