

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**ПРОБЛЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ  
В ТЕХНОСФЕРЕ**

PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT

**№ 4 (20) – 2011**

**Редакционный совет**

Председатель – доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники генерал-полковник внутренней службы **Артамонов Владимир Сергеевич**, начальник университета.

Заместитель председателя – доктор технических наук, профессор **Шарапов Сергей Владимирович**, заместитель начальника университета по научной работе.

Заместитель председателя (ответственный за выпуск) – доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации полковник внутренней службы **Баскин Юрий Григорьевич**, начальник кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства, руководитель учебно-научного комплекса – 1 «Пожарно-технические и организационно-технические проекты в области обеспечения безопасности при ЧС».

**Члены редакционного совета:**

кандидат технических наук генерал-полковник внутренней службы **Чуприян Александр Петрович**, заместитель министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

кандидат социологических наук генерал-полковник **Кириллов Геннадий Николаевич**, главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Грачев Евгений Васильевич**, профессор кафедры механики и инженерной графики;

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

доктор экономических наук, профессор **Ачба Любовь Викторовна**, профессор кафедры финансово-экономического и тылового обеспечения;

кандидат экономических наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Гадышев Виктор Александрович**, советник начальника университета;

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

доктор технических наук, профессор **Малыгин Игорь Геннадьевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации **Поляков Александр Степанович**, профессор кафедры физики и теплотехники;

доктор экономических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Попов Александр Иванович**, профессор кафедры гуманитарно-социальных дисциплин;

доктор экономических наук, профессор **Сергеева Ирина Григорьевна**, профессор кафедры финансово-экономического и тылового обеспечения;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Сметанин Юрий Владимирович**, профессор кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов;

доктор экономических наук, профессор **Ильинский Игорь Валерьянович**, профессор кафедры гуманитарно-социальных дисциплин;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Таранцев Александр Алексеевич**, профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Куватов Валерий Ильич**;

доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Скребов Валерий Николаевич**, профессор кафедры физики и теплотехники;

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

доктор технических наук, профессор **Пусь Вячеслав Васильевич**;

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

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

кандидат физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации **Звонов Валерий Степанович**, профессор кафедры физики и теплотехники.

#### **Секретарь совета:**

кандидат технических наук капитан внутренней службы **Бирюлёва Надежда Васильевна**, научный сотрудник отделения научно-технической информации центра организации и координации научных исследований.



## Редакционная коллегия

Председатель – кандидат юридических наук майор внутренней службы **Удальцова Наталья Вячеславовна**, начальник редакционного отдела.

Заместитель председателя – полковник внутренней службы **Сычева Елена Юрьевна**, главный редактор объединённой редакции редакционного отдела.

### Члены редакционной коллегии:

кандидат технических наук, доцент подполковник внутренней службы **Хорошилов Олег Анатольевич**, заместитель начальника университета по учебной работе;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Алексеев Евгений Борисович**, заместитель начальника университета – начальник института заочного и дистанционного обучения;

кандидат юридических наук подполковник внутренней службы **Доильницын Алексей Борисович**, заместитель начальника университета по правовой и воспитательной работе;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы **Архипов Геннадий Федорович**, начальник центра организации и координации научных исследований;

кандидат технических наук, доцент **Виноградов Владимир Николаевич**, технический редактор объединённой редакции редакционного отдела;

кандидат технических наук, профессор **Фомин Александр Викторович**, профессор кафедры государственного надзора и контроля;

доктор педагогических наук, профессор полковник внутренней службы **Грешных Антонина Адольфовна**, начальник факультета подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров;

доктор экономических наук, профессор **Иванов Сергей Александрович**, профессор кафедры «Управление и интегрированные маркетинговые коммуникации»;

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

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

кандидат педагогических наук, доцент **Щаблов Николай Николаевич**, профессор кафедры философии и социальных наук.

### Секретарь коллегии:

старший лейтенант внутренней службы **Дмитриева Ирина Владимировна**, редактор объединённой редакции редакционного отдела.

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

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

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

**Периодичность издания журнала – ежеквартальная**

## СОДЕРЖАНИЕ

### **БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Фомин А.В., Чередниченко С.Н.** Проблемы снижения пожарной опасности объектов хранения автотранспорта. .... 7

### **ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Дементьев Ф.А., Галишев М.А.** Количественное перераспределение полиароматических углеводородов в почвах различного механического состава как критерий динамики нефтяных загрязнений. .... 11

**Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Поляков А.С.** Оценка характеристик порошковых огнетушителей, определяющих полноту вытеснения огнетушащего состава. .... 16

**Матвеев А.В., Одоевский С.М.** Оптимизация распределения ресурсов на защиту объектов от чрезвычайных ситуаций методом линейного программирования. .... 24

**Иванов А.Ю., Чернов С.С., Гусев Н.Н.** Определение подходов к построению модели информационной системы интеллектуального анализа данных о пожарной обстановке. ... 32

**Фомин А.В., Кравченко М.А.** Методический подход к определению численности личного состава единой системы надзорных органов МЧС России. .... 37

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

**Илющенко В.В., Спесивцев А.В., Вагин А.В.** Снижение рисков ситуаций в системах идентификации границ изображений объектов на поверхности методами текстурного анализа. .... 44

**Седнев В.А., Бакуров А.П., Кондрашин А.В.** Методика обоснования состава комплекса технических средств механизации аварийно-спасательных работ в условиях Арктики. .... 52

**Лабинский А.Ю.** Аварийное снижение давления в замкнутом объеме с помощью двухфазного струйного аппарата. .... 61

**Перевалов А.С., Попов В.В., Сугак В.П.** Обоснование направлений обеспечения безопасности при чрезвычайной ситуации на акватории внутренних водоемов. .... 66

### **ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ**

**Сильников М.В., Чернышов М.В.** Моделирование взрыва конденсированного вещества методами вычислительной газовой динамики. .... 74

**Сивенков А.Б., Тарасов Н.И., Пьядичев Э.В.** Термоокислительное разложение древесины различного эксплуатационного возраста. .... 82

**Бахметов В.Е., Пусь В.В.** Сравнительный анализ многофакторных моделей прогноза времени ликвидации пожара. .... 93

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

**Мирфатуллаев Мир-Гусейн Мир-Шамиль-оглы.** Решение задачи оценки целесообразной величины инвестиций в пожарную безопасность предприятия. .... 99

**Белякова Л.А.** Вероятностно-детерминированное моделирование сложных систем на основе программного комплекса автоматизированной системы моделирования в ходе эксплуатации и обучения операторов на объектах гражданской обороны. .... 102

**Манин П.А., Таранцев А.А., Холостов А.Л.** Об одной задаче слияния случайных потоков сигналов. .... 108

<b>Гадышев В.А., Мирфатуллаев Мир-Гусейн Мир-Шамиль-оглы.</b> Модель выбора инвестиционной стратегии в области пожарной безопасности субъекта Российской Федерации. ....	115
<b>Иванов А.Ю., Скребов В.Н., Алексеева Е.В.</b> Анализ существующих систем поддержки принятия решений и их информационного базиса. ....	120

### **ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

<b>Кузнецова З.П.</b> Перспективы введения налога на недвижимость в России. ....	130
--	-----

### **ОХРАНА ТРУДА**

<b>Марченко М.А., Николаев В.И.</b> Критерии работоспособности резинотехнических изделий автомобильной техники. ....	136
<b>Шидловский А.Л., Сай В.В., Кравчук О.В., Жуков Ю.И.</b> Анализ организационно-технических проблем обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники. ....	140

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

<b>Смирнов А.С., Асеев И.М., Минкин Д.Ю.</b> Адаптивная модель профессиональной переподготовки сотрудников Государственной противопожарной службы. ....	146
<b>Николаев Д.В., Скаковский И.И., Баскин Ю.Г.</b> Организация курсового проектирования в вузах МЧС России на основе компетентностно-ориентированной модели. ....	154
<b>Иванова С.П., Минина И.Н., Почебут Л.Г.</b> Соотношение профессиональных ценностей личности и эмоционального выгорания у курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. ....	162
<b>Солнцев В.О., Церфус Д.Н., Стрельникова Ю.Ю.</b> Оптимизация психофизиологического сопровождения в процессе профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России с учетом оценки функционального состояния организма обучающихся в начальном периоде обучения. ....	168
<b>Иванова С.П., Артамонова Г.К.</b> Теоретико-эмпирическое изучение психологического феномена отношений к профессиональной ответственности и профессии «Психолог МЧС России» и его взаимосвязи с личностными качествами. ....	175
<b>Грешных А.А., Отинова-Ордина Е.Э.</b> Внешняя и внутренняя система оценки качества образовательного процесса в ходе дополнительного профессионального образования сотрудников МЧС России. ....	180
<b>Шленков А.В., Вавилкин В.Н., Щербаков О.В.</b> Профессиональная адаптация сотрудников противопожарной службы и причины, вызывающие её нарушение. ....	187
<b>Баскин Ю.Г., Долгополов С.М.</b> Развитие теории и практики адаптивного обучения и педагогического контроля в вузах ГПС МЧС России. ....	193
<b>Баскин Ю.Г., Пашаян К.К.</b> Формирование деонтологической компетентности сотрудников МЧС России в процессе профессиональной подготовки. ....	198
<b>Романов В.В., Якимова Л.Г., Соболева Н.В.</b> Интерактивная модель организации занятий в вузах МЧС России. ....	204
<b>Матыцина Е.Н., Ашанина Е.Н.</b> Психологические особенности копинг-поведения сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России в зависимости от рода профессиональной деятельности. ....	211

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

<b>Зокоев В.А.</b> Историко-правовой анализ деятельности государственной пожарной службы в России. ....	218
---	-----

<b>Сведения об авторах.....</b>	<b>223</b>
<b>Информационная справка.....</b>	<b>227</b>
<b>Авторам журнала «Проблемы управления рисками в техносфере».....</b>	<b>232</b>

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

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

**ББК 84.7Р**  
**УДК 614.84+614.842.84**

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., 149. Редакция журнала «Проблемы управления рисками в техносфере»; тел. (812) 369-68-91. Email: .redakziaotdel@yandex.ru . Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

**ISSN 1998-8990**

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2011

---

---

# БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

---

---

## ПРОБЛЕМЫ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТА

**А.В. Фомин, кандидат технических наук, профессор;  
С.Н. Чередниченко.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проанализированы возможные риски, связанные с возникновением пожаров на объектах хранения автотранспорта. Рассмотрены проблемы снижения пожарной опасности на данных объектах.

*Ключевые слова:* объекты хранения автотранспорта, пожарная опасность, пожарный риск

## REDUCTION OF FIRE DANGER STORAGE FACILITIES VEHICLES

A.V. Fomin; S.N. Cherednichenko.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Questions about the analysis of hazards associated with fires, as well as problems of reducing fire hazards in storage, transport.

*Key words:* vehicle storage facilities, fire hazard, fire risk

В последние годы во всем мире при планировке и застройке крупных городов и городов-мегаполисов все более серьезное значение придается освоению подземного пространства. Такие проблемы, как дефицит городских территорий, скопление на дорогах и во дворах большого количества транспортных средств, а также ухудшение экологической обстановки, требуют все более активного использования подземного пространства, в том числе для размещения систем транспорта и инженерных коммуникаций, автостоянок, многофункциональных подземных комплексов и т.п.

Согласно современным исследованиям, в большинстве случаев при осуществлении градостроительной деятельности наиболее оптимальными решениями указанных выше проблем являются подземные сооружения [1].

При проектировании и эксплуатации данных сооружений необходимо обеспечивать соблюдение требований пожарной безопасности, в том числе по вопросам обеспечения своевременной и безопасной эвакуации людей и материальных ценностей до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, а также соблюдение допустимых значений пожарного риска.

Совершенствование системы обеспечения безопасности подземной инфраструктуры города, как объектов повышенной опасности, направлено на снижение риска возникновения техногенных катастроф и пожаров, которые могут привести к массовой гибели людей, выходу из строя систем жизнеобеспечения и транспортных коммуникаций города.

Автостоянки закрытого типа становятся неотъемлемой частью инфраструктуры крупных городов. В процессе эксплуатации автомобиля при работе двигателя на холостом

ходу и во время движения выделяются токсичные выхлопные газы. Поэтому для автостоянок проектируются системы общеобменной приточно-вытяжной вентиляции. Нормативными документами, действующими в Российской Федерации, требуется устройство систем дымоудаления при пожаре из объема автостоянки.

Особую опасность на подземных автостоянках представляют пожары. Они характеризуются быстрым ростом температуры, блокированием путей эвакуации из подземных сооружений, прилегающих наземных территорий и зданий, наличием большого количества токсичных продуктов горения, повреждением и возможным обрушением конструкций.

Анализ опасностей, связанных с пожаром, показывает, что максимальный ущерб конструкциям здания и здоровью людей достигается при горении автомобильного топлива. Статистика свидетельствует, что в 35 % случаев именно это является причиной возгорания.

Автомобильные бензины представляют собой бесцветную легковоспламеняющуюся жидкость 4-го класса опасности. Температура воспламенения бензина – 2550–3700 °С. Взрывоопасная концентрация паров бензина в смеси с воздухом составляет 0,76–6,0 %, ПДК паров бензина в воздухе – 100 мг/м<sup>3</sup>. Бензин раздражает слизистую оболочку и кожу человека [1].

Возможными событиями, инициирующими аварии, являются:

- нарушение правил пожарной безопасности при заправке автотранспорта вручную из канистры;
- механическое повреждение в результате столкновения автомобилей;
- коррозия автомобильного топливного бака.

Паровоздушная смесь, образующаяся при испарении бензина, не поднимается мгновенно вверх, а распространяется над поверхностью земли в виде облака. Диаметр облака обычно больше его высоты. Расстояние распространения облака взрывоопасной паровоздушной смеси зависит от условий во время разлива (скорости воздушных потоков, влажности и температуры). С увеличением массы пролитого бензина и температуры размеры взрывоопасных зон увеличиваются. Чем меньше величина массы пролитого топлива, тем менее существенно влияние температуры. Это обусловлено тем, что при малых массах пролитого бензина за нормативное время испарения улетучивается практически вся пролитая жидкость. Возникновение взрыва с переходом в пожар возможно только при условии контакта взрывоопасных концентраций бензина с источником зажигания.

Источниками зажигания являются:

- тепловые проявления электрической энергии при статической электризации и неисправностях электрооборудования, высоконагретые элементы двигателя и выхлопной системы;
- тепловые проявления механической энергии при трении, ударах искрообразующих материалов;
- открытый огонь при нарушении правил пожарной безопасности.

Наиболее сложная пожарная обстановка может создаваться при разрушении (разгерметизации) автомобильного топливного бака.

Событиями, составляющими сценарий развития такой аварии, являются:

- образование разлива (образование горящего разлива и факела, пожар с последующим вовлечением окружающего оборудования и транспортных средств);
- образование облака топливовоздушной смеси, взрывное превращение облака, образование воздушной ударной волны, разрушение окружающего оборудования и транспортных средств, повреждение несущих конструкций здания.

В результате расчетов параметров поражающих факторов при возникновении взрывопожароопасных аварий на объекте установлено, что при пожароопасных авариях (разрушении топливного бака автомобиля, утечке и воспламенении топлива) в подземной автостоянке:

- зона сильных разрушений составит 10 м, зона слабых разрушений – 26 м;



- при возникновении пожара, диаметр разлива горячего бензина может составить до 2,58 м, а радиус зоны теплового поражения людей – до 16,98 м;
- возможность повреждения хранящихся автомобилей, с последующим воспламенением, находящегося в них бензина;
- образование зоны задымления и загазованности продуктами сгорания;
- вероятность получения ожогов на расстоянии до 17 м от места разлива автомобильного топлива, а также отравления окисью углерода различной степени тяжести [2].

Все это усугубляется еще и тем, что в последнее время на этапе современного развития крупных мегаполисов население, проживающее в них, предпочитает более дорогие и мощные автомобили зарубежного производства, а не автомобили отечественных заводо-изготовителей. Пожарная нагрузка автомобилей иностранных марок очень велика из-за использования большого количества горючих полимерных материалов, а также повышенного содержания горюче-смазочных материалов для долговременной работы мощных двигателей. Так, к примеру, средняя вместимость топливного бака отечественного автомобиля составляет 40–50 литров (рис. 1), а вместимость бака автомобиля зарубежного производства – 60–70 литров (рис. 2).

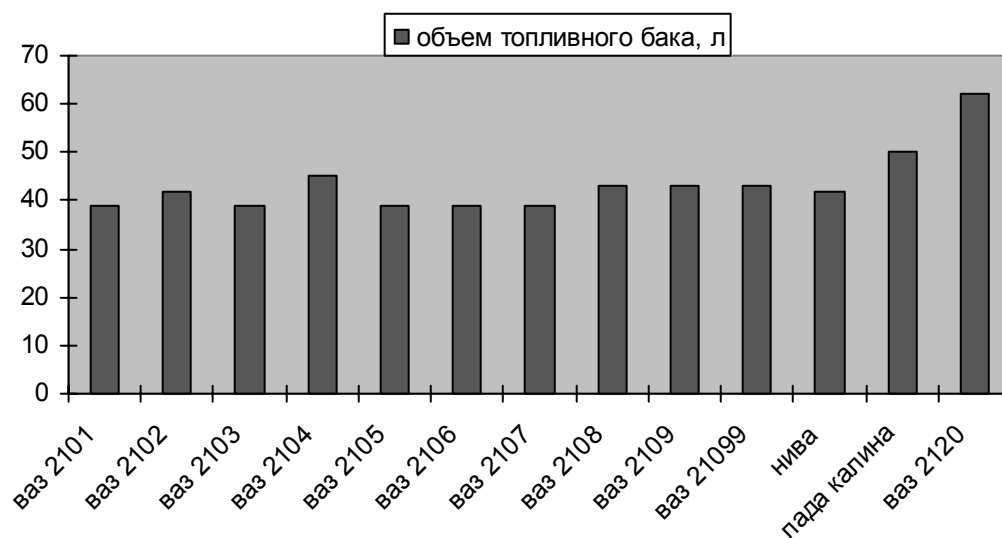


Рис. 1. Вместимость топливного бака автомобиля российского производства

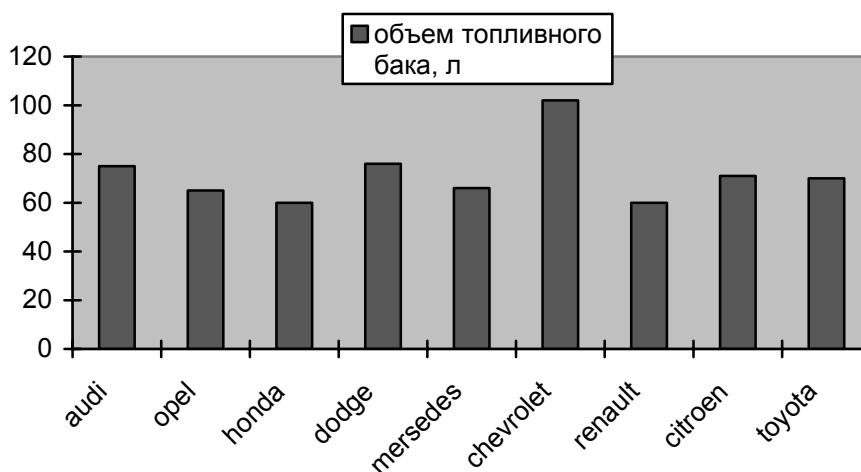


Рис. 2. Вместимость топливного бака автомобиля зарубежного производства

Специфика пожаров на подземных объектах предъявляет жесткие требования к системам пожаротушения: безопасность огнетушащих веществ для людей; обеспечение быстрого снижения температуры и осаждения продуктов горения; выполнение задачи ликвидации пожара не должно приводить к затоплению объекта и инженерных помещений. Особое внимание должно быть уделено возможности тушения электрооборудования под напряжением, что чрезвычайно важно для коммуникационных коллекторов, объектов метрополитена и автотранспортных тоннелей.

Интенсивное развитие методов анализа риска оказало положительное влияние на отечественную нормотворческую работу. Методология анализа риска аварий является основой декларирования промышленной и пожарной безопасности, разработки соответствующих технических регламентов. В отечественных нормативных правовых документах не только регламентируется порядок проведения процедуры анализа риска, но и обозначен подход к менеджменту техногенного риска как эффективному этапу в управлении процессом обеспечения безопасности в техносфере. Вместе с тем в связи с развитием и изменением законодательства в области технического регулирования ряд ключевых вопросов менеджмента техногенного риска, нормирования и оценивания его приемлемости и допустимости нуждаются в теоретическом обосновании. Это в полной мере относится к обеспечению пожарной безопасности объектов хранения автотранспорта.

#### **Литература:**

1. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд-е.: в 2 кн. /А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук [и др.]. М.: Химия, 1990. 496 с. Кн. 1.
2. Гражданская оборона, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций на объекте. [Электронный ресурс]. URL <http://www.gr-obor.narod.ru/> (дата обращения: 02.04.2011).



---

---

# ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

---

---

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА КАК КРИТЕРИЙ ДИНАМИКИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

**Ф.А. Дементьев;**

**М.А. Галишев, доктор технических наук, профессор, заслуженный  
работник высшей школы РФ.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Показана эффективность применения при анализе нефтяных загрязнений люминесцентной спектроскопии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Индивидуальное или комплексное применение данных методов позволяет проводить анализ полиароматических соединений, которые и были выбраны в качестве реперных соединений, характеризующих вид и степень загрязнения. Показано, что зависимость количественного содержания индивидуальных полиароматических углеводородов нефти для почв разного механического состава при распространении загрязнений может применяться для оценки их миграционной способности при возникновении и развитии чрезвычайных ситуаций (ЧС). Предложенный критерий динамики нефтяных загрязнений может использоваться при анализе ЧС и оценки их последствий на объектах нефтегазового комплекса.

*Ключевые слова:* нефтяные загрязнения, полиароматические углеводороды, флуоресцентная спектроскопия, высокоэффективная жидкостная хроматография, идентификация, почвы

## QUANTITATIVE REDISTRIBUTION POLYAROMATIC HYDROCARBONS IN SOILS OF DIFFERENT MECHANICAL COMPOSITION, AS A CRITERION OF DYNAMICS OF OIL POLLUTION

F.A. Dementiev; M.A. Galishev.

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

The report shows the effectiveness of the analysis of oil pollution luminescence spectroscopy and high-performance liquid chromatography. Individual or combined application of these techniques allows the analysis of polycyclic aromatic compounds, which were chosen as reference compounds characterizing the type and the level of pollution. The established of dependence of quantitative content of individual polycyclic aromatic hydrocarbons of the oil to soils of different texture in the propagation of contaminants can be used to evaluation their migratory ability in for origin and development of an emergency. The proposed criterion of the dynamics of oil pollution can be used in the analysis of emergencies and evaluation their impact disaster on oil and gas complex.

*Key words:* oil pollution, polycyclic aromatic hydrocarbons, fluorescence spectroscopy, high-performance liquid chromatography, identification, soils

Нефть, товарные нефтепродукты и продукты их биологической и химической деградации относятся к наиболее опасным органическим загрязнителям окружающей среды. За последние десятилетия по всему миру произошла целая серия экологических катастроф, возникло множество чрезвычайных ситуаций самого различного масштаба, связанных с разливами нефти. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов чаще всего происходят при их добыче и транспортировке, накопительное загрязнение может происходить при длительной работе нефтеперерабатывающих заводов, а также вокруг любых хранилищ нефти и нефтепродуктов. При оценке уровней загрязнения почв нефтепродуктами необходимо учитывать их поведение в экосистеме, возможности их миграции и биodeградации.

Обычно под понятием нефтепродукты понимают главную и наиболее характерную часть нефти и продуктов ее переработки – неполярные и малополярные углеводороды. Однако содержащиеся в нефти изначально в незначительном количестве более сложные соединения, такие, например, как полиароматические углеводороды, могут не только свидетельствовать о присутствии нефтяного загрязнения, но и при определенных условиях выступать в качестве идентификационных характеристик, позволяющих судить о типе загрязнения, а также об условиях его возникновения и динамики[1–3].

Для контроля за содержанием нефти и нефтепродуктов разработано множество стандартных методик [2]. Они основаны на хроматографических или спектральных методах анализа, среди которых наиболее интересными являются методы молекулярной люминесценции и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Из всего разнообразия веществ, содержащихся в нефти и нефтепродуктах, они позволяют определять ароматические и полиароматические углеводороды (ПАУ). Последние относятся к стойким органическим загрязнителям и могут применяться в качестве критериев идентификации нефтяных загрязнений; по анализу изменения относительного количества соединений этой группы можно оценить возможность возникновения и динамику ЧС. Таким образом, изучение ПАУ дает возможность объективно оценить опасность, обнаружить источник, проследить развитие и принять меры по ликвидации последствий загрязнения нефтепродуктами.

Одной из целей данного исследования являлось изучение количественного состава и люминесцентных характеристик экстрактов ПАУ из загрязненных нефтью почв различного механического состава. Такое исследование дает возможность оценить возникающее изменение в перераспределении компонентов образцов нефти по мере ее распространения в почве.

В качестве объектов исследования рассматривались семь ПАУ, а именно: нафталин, фенантрен, антрацен, пирен, хризен, перилен и бенз(а)пирен. Данные ПАУ характерны как для нефти, так и для товарных нефтепродуктов, что позволяет расширить область практического применения результатов исследования.

Поскольку нефть и нефтепродукты являются сложными многокомпонентными смесями, содержащими различные типы углеводородов, то отделить фракцию ПАУ от всех мешающих компонентов очень сложно. Предшествующая анализу пробоподготовка должна обеспечивать максимальную степень извлечения исследуемой фракции и дальнейшую ее очистку от всех мешающих веществ. В данном исследовании для отделения ПАУ применялся способ жидкостной колоночной хроматографии, состоящий из двух стадий: очистки нефти от тяжелых компонентов на силикагеле и осаждения ПАУ на окиси алюминия с последующим элюированием сложным растворителем.

Для анализа навеску нефти массой примерно  $\approx 0,005$  мг растворяли в гексане и переносили на колонку с силикагелем. В качестве элюента на данном этапе применялся гексан. Затем полученный очищенный от тяжелых компонентов нефти раствор наносили на окись алюминия второй степени активности по Брокману. Далее через колонку пропускали дополнительный объем гексана, которым элюировали насыщенные алифатические углеводороды и моноароматические соединения, мешающие при дальнейшем спектральном анализе. Сорбированные на окиси алюминия ПАУ смывались 20-процентной смесью

дихлорметана с гексаном. Так как граница прозрачности дихлорметана находится в диапазоне длин волн, выбранном для дальнейшего люминесцентного анализа образцов, следующей стадией пробоподготовки была замена растворителя на ацетонитрил. Данный растворитель, с одной стороны, прозрачен в области спектральных исследований, с другой, – содержится в подвижной фазе, применяемой при дальнейшем количественном исследовании образцов методом ВЭЖХ.

Для исследования перераспределения компонентов образцов нефти по мере ее распространения в почве были изучены люминесцентные характеристики экстрактов нефти из почв различного механического состава со средними размерами фракций от 0,85 до 0,0075 мм. Для этого через почву, помещенную в хроматографическую колонку, принудительно пропускали 1 мл образца нефти Ван-Еганского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. После определения массы задерживаемой в почве нефти через нее дополнительно пропускали 10 мл гексана. Затем почву сушили и проводили экстракцию ПАУ, удержавшихся на ней.

Люминесцентные характеристики исследовали с помощью метода двумерного сканирования. Данный метод является одним из перспективных для исследования многокомпонентных систем [2]. В нем анализ осуществляется с помощью матрицы возбуждения-излучения, которая отражает зависимость интенсивности флуоресценции как от длины волны возбуждения, так и от длины волны излучения (3D-спектры). По сравнению со спектрами, полученными методами линейного сканирования, данный метод позволяет определить присутствие в смеси компонентов даже в том случае, когда их спектры возбуждения и излучения значительно перекрываются.

Для количественной оценки тождественности получаемых матриц необходимо выбрать меру сходства, по которой можно было бы проводить сравнение. В метрическом пространстве широко применяются следующие типы мер сходства: коэффициент корреляции, евклидово расстояние и расстояние Хемминга. В данном исследовании был применен метод расчета евклидова расстояния. Для применения данного расчета полученные объемные спектры преобразовывались в цифровые массивы, для каждого значения длины волны возбуждения, задаваемого с шагом 5 нм от 240 до 470 нм. Было рассчитано значение евклидова расстояния  $P$  по формуле (1):

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^N (A_i - B_i)^2}, \quad (1)$$

где  $A_i$  – значение  $i$ -го свойства графического объекта  $A$ ;  $B_i$  – значение  $i$ -го свойства графического объекта  $B$ . В качестве свойств объектов были выбраны приведенные значения интенсивностей сравниваемых спектров. Для обработки матрицы нормировали по максимальным значениям интенсивности длин волн регистрации для каждого значения длины волны возбуждения люминесценции.

В качестве показателя совпадения спектров целесообразно использовать не полученные графические построения, а сумму полученных значений  $P$  для всех рассматриваемых длин волн возбуждения люминесценции –  $\Sigma P$ . Результаты сравнения 3D-спектров люминесценции экстрактов из загрязненной почвы относительно экстракта, полученного из образца с наибольшим значением среднего размера фракций почвы П1, и экстракта ПАУ исходной нефти представлены в виде зависимостей  $\Sigma P$  от механического состава почвы (рис. 1).

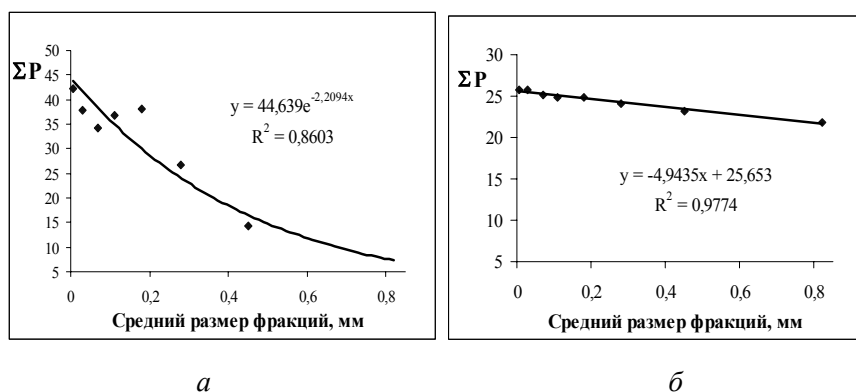


Рис. 1. Аппроксимационные зависимости  $\Sigma P$  от среднего значения размера фракций почвы:  
 а – при сравнении 3D-спектров экстрактов ПАУ из загрязненной почвы относительно экстракта образца П1; б – при сравнении 3D-спектров экстрактов ПАУ из загрязненной почвы относительно экстракта исходной нефти

Разница с 3D-спектрами экстрактов ПАУ из исходной нефти для всех экстрактов, полученных из загрязненных почв, находится примерно на одном уровне – от 21,8 до 25,8. Существенные значения  $\Sigma P$  наблюдаются при сравнении 3D-спектров экстрактов ПАУ из загрязненной почвы относительно экстракта образца П1. Чем больше образцы почвы отличаются по размеру фракций, тем больше различий наблюдается в 3D-спектрах экстрактов ПАУ, полученных из них. Полученная зависимость свидетельствует о перераспределении компонентов нефти по мере прохождения через слой почвы.

Для изучения влияния механического состава образцов почвы на количество удерживаемых ПАУ был проведен анализ экстрактов методом ВЭЖХ (таблица).

Таблица. Результаты количественного определения ПАУ  
 в экстрактах, полученных из загрязненных нефтью почв различного  
 механического состава

Номер образца (экстракта)	Средний размер фракций почвы, мм	Содержание в образцах почвы ПАУ, мкг/г						
		нафта- лин	фенан- трен	антра- цен	пирен	хризен	перилен	бенз(а)- пирен
П1	0,815	20,4	50,2	1,8	22,1	16,9	13,3	2,7
П2	0,45	19,2	65,4	2,1	18,6	16,2	12,5	2,1
П3	0,2825	23,2	69,5	2,6	18,9	16,1	13,2	2,7
П4	0,18	26,2	73,3	2,8	18,4	16,6	13,0	2,6
П5	0,1125	30,1	80,9	3,0	17,5	16,2	11,4	1,5
П6	0,0715	29,6	98,6	3,1	21,5	24,1	8,1	1,0
П7	0,03	30,9	103,4	3,4	22,5	22,1	3,9	1,3
П8	0,0075	33,0	110,5	3,4	23,4	22,8	5,4	1,5

По результатам исследования прослеживается четкая зависимость количества удерживаемых в образцах ПАУ от среднего размера фракций почвы. С увеличением данного параметра наблюдается заметное увеличение содержания фенантрена, также наблюдается увеличение содержания нафталина, антрацена и хризена. Полученная аппроксимационная зависимость суммарного содержания ПАУ в экстрактах от механического состава исследуемых почв носит экспоненциальный характер (рис. 2).

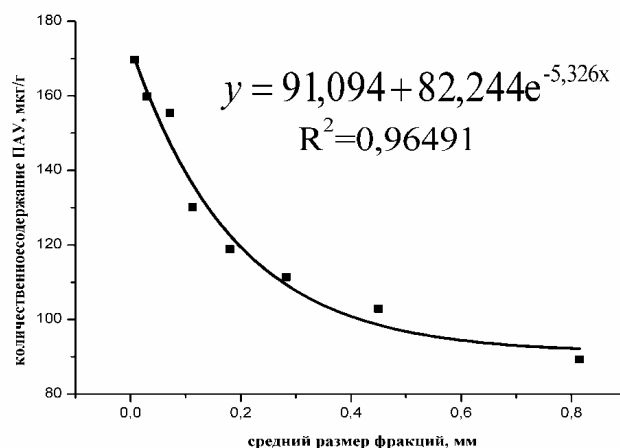


Рис. 2. Аппроксимационная зависимость суммарного содержания ПАУ в экстрактах от механического состава исследуемых почв

Функциональная зависимость отражает критерий перераспределения количественного содержания ПАУ в почвах различного гранулометрического состава, который может быть использован для анализа естественной миграционной способности нефти и нефтяных углеводородов и оценки динамики нефтяных загрязнений при прогнозировании ЧС и оценки их последствий.

Резкое увеличение ПАУ в экстрактах наблюдается для проб с размером фракций менее 0,25 мм. Известно, что при таком размере частиц почва считается практически не проницаемой для жидкостей, однако в данном случае пропускание нефти через образцы было принудительным и количество удерживаемой данными образцами нефти для всех проб мало отличалось.

Таким образом, большое количество в почве фракции с размером частиц менее 0,25 мм и малое количество частиц более 0,25 мм, не препятствующих распространению загрязнения и не задерживающих его компоненты, позволяет оценить накопления в ней ПАУ. Исходя из этого, в качестве критерия  $D$ , также позволяющего характеризовать динамику нефтяных загрязнений, был предложен следующий (2):

$$D = \frac{m_{\leq 0,25} - m_{> 0,25}}{m_{\Pi}}, \quad (2)$$

где  $m_{\leq 0,25}$  – масса фракции размером частиц менее 0,25 мм; г,  $m_{> 0,25}$  – масса фракции размером частиц более 0,25 мм, г;  $m_{\Pi}$  – масса образца почвы, г. Значение критерия  $D$  будет варьировать от 1 до -1. При значениях больше 0 можно говорить о накоплении ПАУ по мере распространения загрязнения.

Таким образом, при распространении нефтяных загрязнений в почве происходит существенное перераспределение их компонентов. При анализе чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов, необходимо учитывать информацию о механическом составе почвы и выбирать меры по ликвидации ЧС в соответствии со способностью почв накапливать компоненты загрязнений.

### Литература

1. Галишев М.А. Комплексная методика исследования нефтепродуктов, рассеянных в окружающей среде при анализе чрезвычайных ситуаций: монография / под общ. ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петерб. ин-т ГПС МЧС России, 2004. 160 с.

2. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. 424 с.
3. Другов Ю.С., Родин А.А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практическое руководство. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. 893 с.
4. Левшин Л.В., Салецкий А.М. Оптические методы исследования молекулярных систем. Ч.1: Молекулярная спектроскопия. М.: Изд-во МГУ, 1994. 320 с.

## **ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКОВЫХ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОЛНОТУ ВЫТЕСНЕНИЯ ОГНЕТУШАЩЕГО СОСТАВА**

**М.Р. Сытдыков;**

**Д.Ф. Кожевин, кандидат технических наук;**

**А.С. Поляков, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Представлены результаты анализа связей между геометрическими параметрами корпусов и сифонных трубок порошковых огнетушителей, параметрами вытесняющего газа, массой порошка и продолжительностью его истечения, которые показали необходимость совершенствования пневматического тракта движения огнетушащего порошкового состава. Для совершенствования пневматического тракта предложена модель порошкового огнетушителя со встроенной пористой емкостью, за счет которой можно существенно уменьшить остаток огнетушащего порошкового состава в огнетушителях.

*Ключевые слова:* огнетушитель, технические параметры, сифонная трубка, пористая емкость, эксперимент

## **EVALUATION OF CHARACTERISTICS OF POWDER FIRE EXTINGUISHERS, DETERMINING THE COMPLETENESS OF THE DISPLACEMENT OF FIRE EXTINGUISHING COMPOSITION**

M.R. Sytdykov; D.F. Kozhevin; A.S. Poliakov.

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

Presents the results of analysis of the relationships between the geometric parameters of the shells and siphon tubes dry powder fire extinguishers, the parameters of the displacing gas, the mass of the powder and the duration of its expiration, which showed the need to improve air traffic tract extinguishing powder composition. To improve the air path, a model with built-in fire extinguisher powder capacity of the porous, through which you can significantly reduce the balance of extinguishing powder in fire extinguishers.

*Key words:* fire extinguisher, technical parameters, the siphon tube, porous capacity, the experiment



В статье представлены результаты анализа связей между геометрическими параметрами корпусов и сифонных трубок порошковых огнетушителей (ОП), параметрами вытесняющего газа, массой порошка и продолжительностью его истечения, которые показали необходимость совершенствования пневматического тракта движения огнетушащего порошкового состава (ОПС).

Для этого представлены статистические данные об изменении параметров ОП по годам производства [1]. В качестве иллюстрации, они представлены применительно к огнетушителям типоразмера ОП-2 (рис. 1–4). Для остальных типоразмеров огнетушителей результаты аналогичны.

На всех рисунках цифрами отмечены данные, относящиеся к конкретным образцам огнетушителей из рассмотренной их совокупности (21 образец).

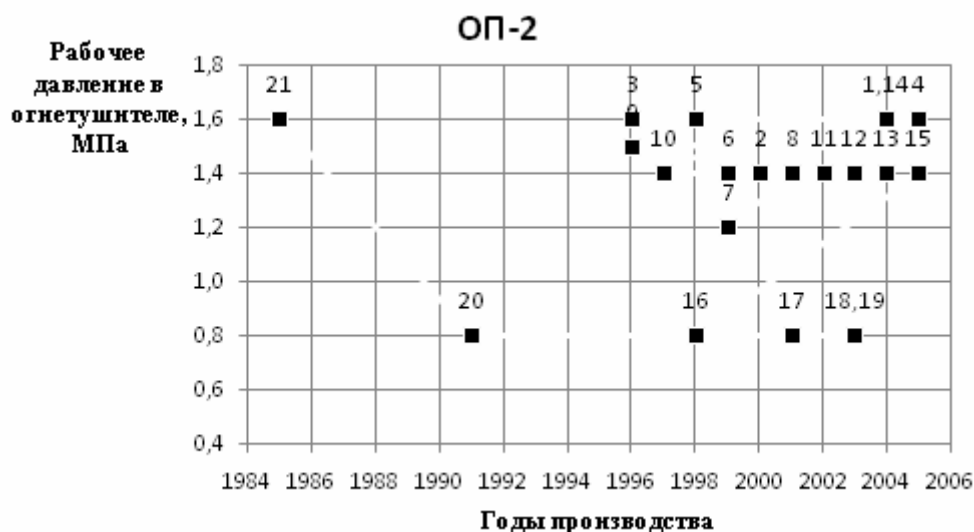


Рис. 1. Изменение рабочего давления в огнетушителях

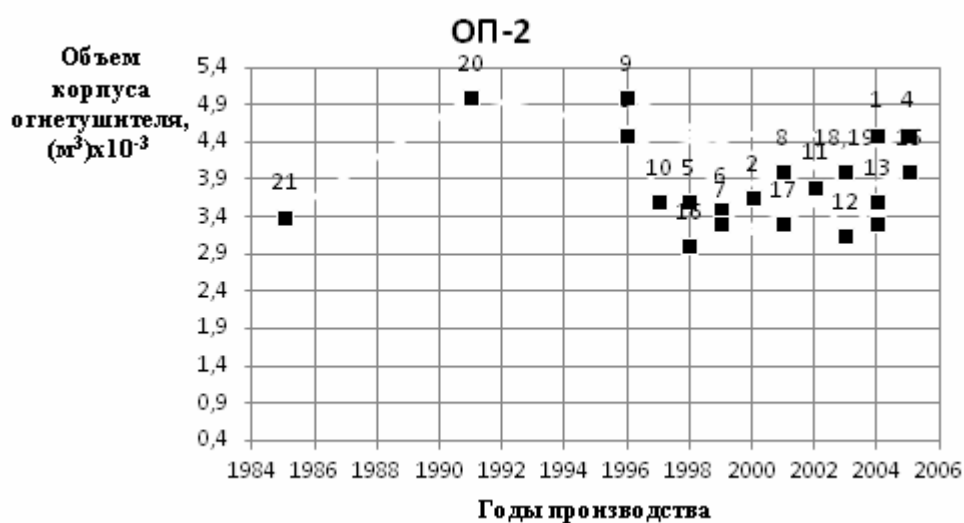


Рис. 2. Изменение объема корпуса огнетушителей

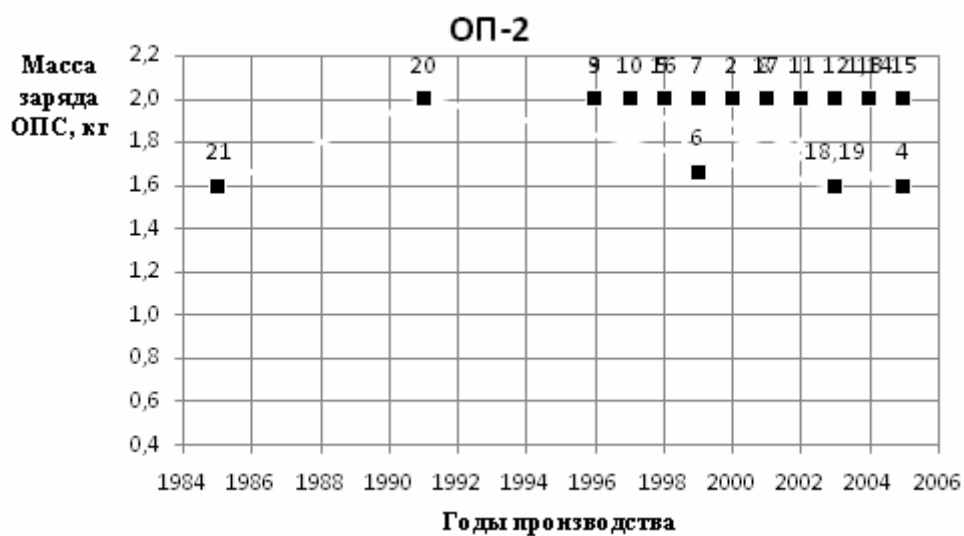


Рис. 3. Изменение массы заряда ОПС в огнетушителях

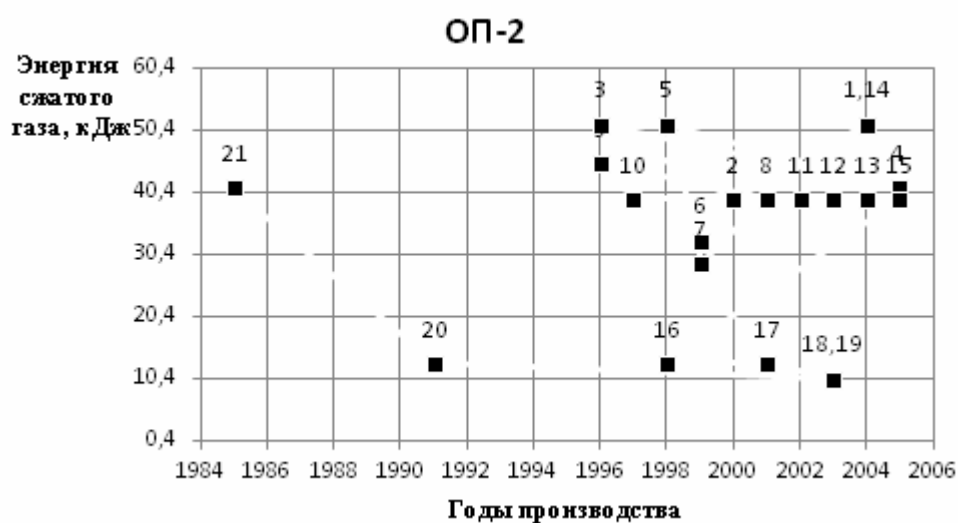


Рис. 4. Изменение энергии сжатого газа в огнетушителях

Особый интерес представляют результаты (рис. 5–7) об изменении удельной энергии сжатого газа (энергии, отнесенной к одному вытесненному килограмму ОПС) в зависимости от величины отношения высоты корпуса огнетушителя ( $H$ ) к его диаметру ( $D$ ).

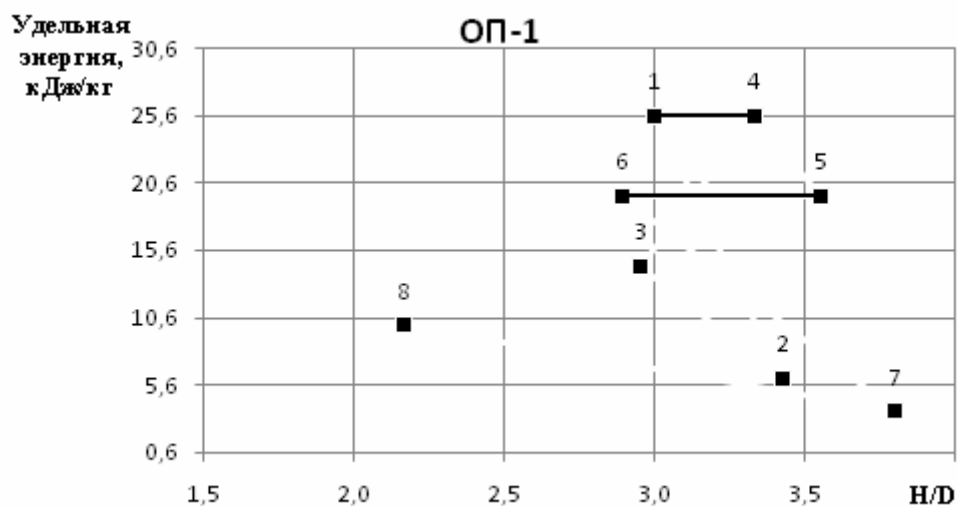


Рис. 5. Изменение удельной энергии сжатого газа в огнетушителях ОП-1 от величины отношения высоты корпуса (H) к диаметру (D)

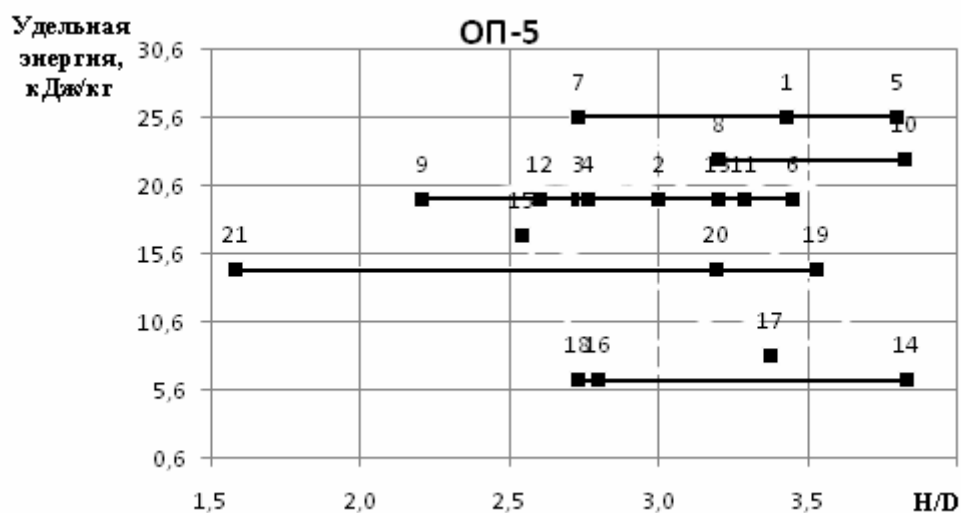


Рис. 6. Изменение удельной энергии сжатого газа в огнетушителях ОП-5 от величины отношения высоты корпуса (H) к диаметру (D)

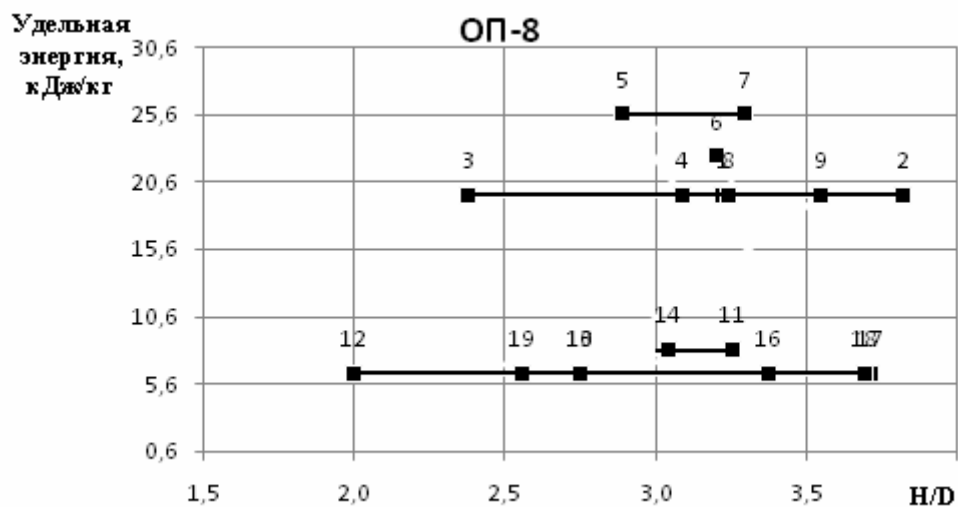


Рис. 7. Изменение удельной энергии сжатого газа в огнетушителях ОП-8 от величины отношения высоты корпуса (H) к диаметру (D)

В связи с тем, что характер изменения удельной энергии сжатого газа оказался идентичным для всех типоразмеров огнетушителей, проведено выборочное натурное обследование сифонных трубок в огнетушителях, характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики исследованных образцов порошковых огнетушителей

Марка огнетушителя	Высота сифонной трубки $h$ , мм	Внутренний диаметр сифонной трубки $d$ , мм	$h/d$	Дальность полета струи ОПС, м
ОП-1(з)	150,00	8,20	18,29	3,0
ОП-4 (з) (образец 1)	373,00	11,00	33,91	3,5
ОП-4 (з) (образец 2)	383,00	11,00	34,82	3,5
ОП-5(з) (образец 1)	245,00	10,00	24,50	3,5
ОП-5(з) (образец 2)	271,00	9,00	30,11	4,5

По данным табл. 1 выполнен анализ связей между геометрическими размерами сифонных трубок огнетушителей и параметрами вытесняющего газа, длиной струи ОПС, массой ОПС и продолжительностью его истечения. Полученные результаты представлены на рис. 8–14, где цифрами отмечены данные, относящиеся к конкретным образцам огнетушителей из рассмотренной их совокупности (табл. 1).

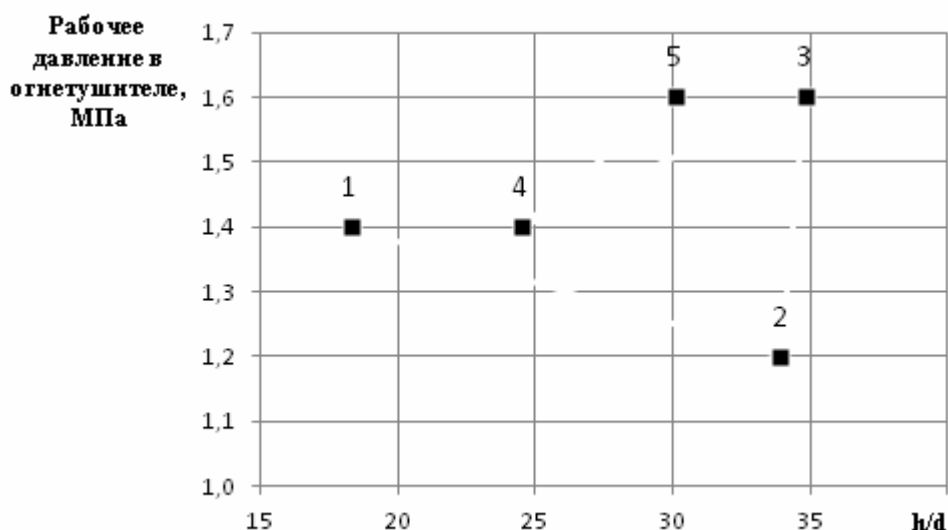


Рис. 8. Зависимость рабочего давления в огнетушителях от величины отношения геометрических размеров сифонных трубок

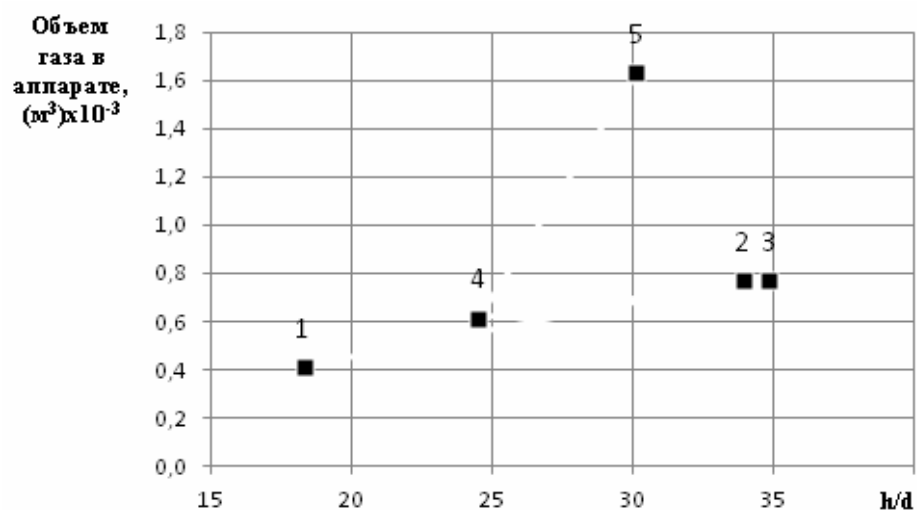


Рис. 9. Зависимость объема газа в огнетушителях от величины отношения геометрических размеров сифонных трубок

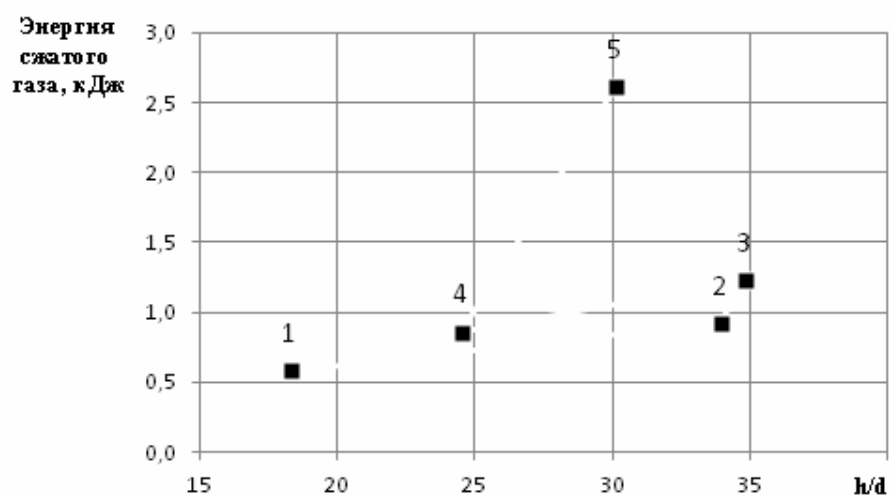


Рис. 10. Зависимость энергии сжатого газа в огнетушителях от величины отношения геометрических размеров сифонных трубок

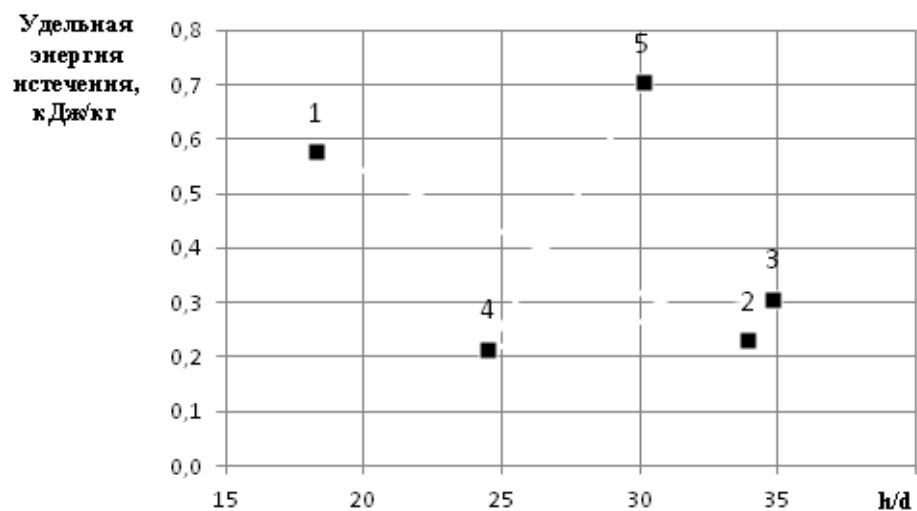


Рис. 11. Зависимость удельной энергии истечения ОПС огнетушителей от величины отношения геометрических размеров сифонных трубок

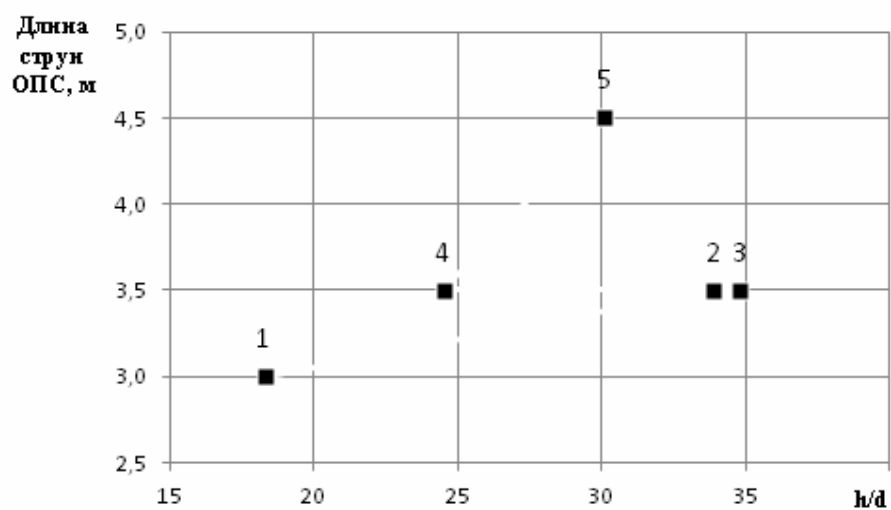


Рис. 12. Зависимость длины струи ОПС огнетушителей от величины отношения геометрических размеров сифонных трубок

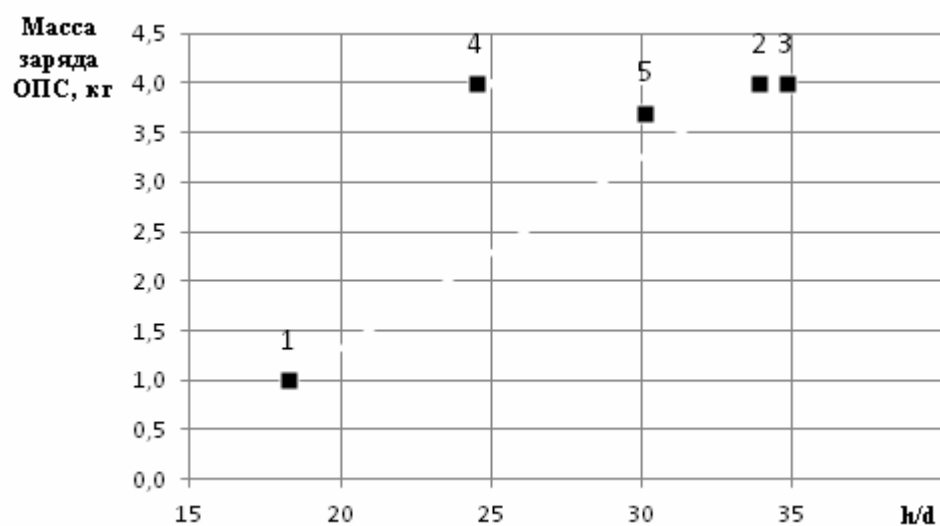


Рис. 13. Зависимость массы заряда ОПС огнетушителей от величины отношения геометрических размеров сифонных трубок

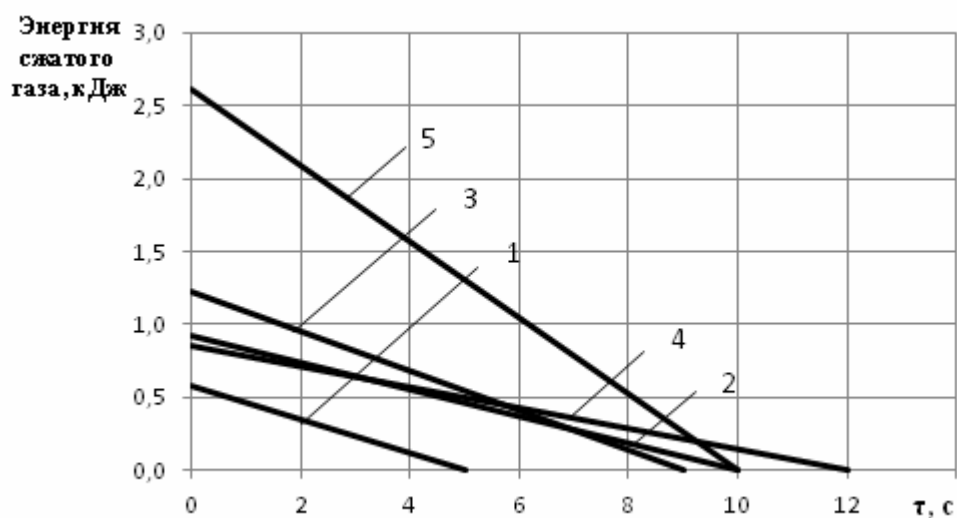


Рис. 14. Изменение энергии сжатого газа в огнетушителях по продолжительности  $\tau$  истечения ОПС

На рис. 14 процесс истечения аппроксимирован прямой линией, поскольку достоверны только начальные и конечные значения величин энергии и продолжительности истечения ОПС.

Из полученных результатов следует:

– параметры вытесняющего газа (давление, объем, энергия и удельная энергия истечения), длины струи ОПС и массы ОПС не имеют жесткой связи с геометрическими размерами огнетушителей или сифонных трубок, в большинстве своем их можно считать автомодельными (рис.1–13);

– отношение высоты сифонной трубки ( $h$ ) к ее внутреннему диаметру ( $d$ ) составляет от 17 до 34-х крат, в результате чего путь движения массы ОПС по этой трубке связан со значительными энергетическими затратами, что свидетельствует о недостаточном совершенстве пневматического тракта огнетушителя.

По результатам анализа принято решение о целесообразности исключения сифонной трубки из конструкции огнетушителя [2, 3].

Принципиальное различие между существующим типовым и новым конструктивными решениями видно из рис. 15.

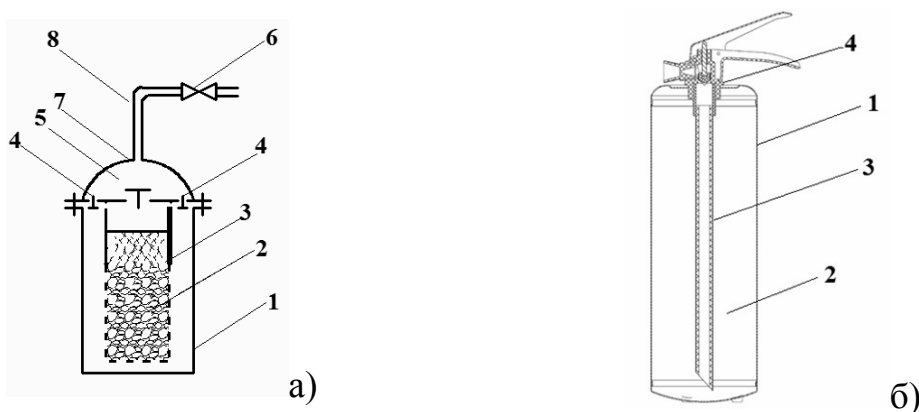


Рис. 15. Конструкции огнетушителей:

- а) без сифонной трубки: 1 – корпус огнетушителя; 2 – огнетушащий порошковый состав; 3 – сосуд из пористого материала для хранения ОПС; 4, 5, 6 – запорно-пусковая арматура; 7 – клапанная коробка; 8 – шланг; б) с сифонной трубкой: 1 – корпус огнетушителя; 2 – огнетушащий порошковый состав; 3 – сифонная трубка; 4 – запорно-пусковое устройство

Разработанная модель порошкового огнетушителя может содержать в корпусе несколько пористых сосудов для содержания ОПС. Заполнение сосуда порошком 2 осуществляется непосредственно в корпусе 1 или перед установкой его в корпус. Вытеснение ОПС из сосуда 3 осуществляется традиционно – сбросом давления в корпусе 1 путем открытия вентиля 6. Расположенные в клапанной коробке 7 клапаны 4, 5 обеспечивают выход ОПС из корпуса огнетушителя через шланг 8.

Эффект такого решения оценен по результатам испытаний экспериментальной полезной модели, соотношение геометрических размеров которой составляло 1:70 к серийному огнетушителю (ОП-1(з)-АВСЕ).

Эксперименты проведены в два этапа. На первом этапе оценено влияние величины давления вытесняющего газа, на втором – влияние величины насыпной плотности порошков на величину их остатка в корпусе.

Результаты первого этапа показали, что величина вытесняющего газа должна быть не менее 0,5 мПа, в противном случае остаток порошка достигает 4–12 % к первоначальной массе. Необходимость повышения давления более 0,5 мПа не выявлена. Очевидно, можно утверждать, что снижению давления способствует отсутствие сифонной трубки. Затраты энергии в полезной модели идут только на выброс огнетушащего вещества из сосуда. Этот

результат позволяет уменьшить материалоемкость конструкции, так как давление в корпусе возможно уменьшить. Кроме того, принципиально отсутствует причина увеличения остатка порошка, связанная с образованием воронки, поскольку сифонная трубка исключена из конструкции.

Таким образом, представленные результаты испытаний подтверждают ранее выдвинутую гипотезу, что остаток ОПС в порошковых огнетушителях можно существенно уменьшить за счет содержания его в пористом сосуде.

### **Литература**

1. Национальная справочно-информационная служба в области пожарной безопасности. 2011. № 2 (45).
2. Поляков А.С., Кожевин Д.Ф. Порошковый огнетушитель: пат. 106543 Рос. Федер. МПК А 62 С 13/00. заявл. 28.10.2010. 2011. Бюл. № 20. 5 с.
3. Кожевин Д.Ф. Методика комплексной оценки эффективности огнетушителей (применительно к пожароопасным производственным объектам нефтебаз): дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2011. 120 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НА ЗАЩИТУ ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**А.В. Матвеев, кандидат технических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.**

**С.М. Одоевский, доктор технических наук, профессор.**

**Военная академия связи им. С.М. Будённого**

Разработаны математические модели распределения ресурсов на проведение превентивных мер защиты объектов, учитывающие факторы: число уязвимых объектов инфраструктуры, различные источники опасности, частоту опасных явлений, показатели уязвимости объектов, затраты на защиту уязвимых объектов, возможный ущерб от чрезвычайных ситуаций.

*Ключевые слова:* линейное программирование, чрезвычайная ситуация, риск, стойкость объектов, ресурсы

## **THE OPTIMIZATION OF RESOURCE ALLOCATION FOR DEFENSE OF OBJECTS FROM EMERGENCY SITUATIONS BY LINEAR PROGRAMMING METHOD**

A.V. Matveev; S.M. Odоеvski.

In this article authors developed mathematical models of resource allocation for carrying out preventive measures of defense of objects, which consider factors: numbers of vulnerable objects of infrastructure, variety sources of danger, the frequency of hazards, vulnerability indicators objects, the cost of protection vulnerable objects, a possible damage from emergency situations.

*Key words:* linear programming, emergency situations, risk, persistence of objects, sources

Для повышения безопасности территории (страны, региона, субъекта Федерации, города) в условиях возможной реализации природных и техногенных опасностей необходимо принимать превентивные меры защиты, направленные на: а) предотвращение стихийных бедствий; б) смягчение их последствий. Их осуществление требует затрат, размер которых зависит от вида опасности, числа защищаемых объектов инфраструктуры и других



факторов. В условиях ограниченных ресурсов выбор мер защиты и защищаемых объектов должен быть рациональным. Естественно, что достижение этого без подходящего математического аппарата потребует жизненного опыта многих поколений [1].

Известно огромное число работ по приложениям методов оптимизации к решению различных задач. Однако конкретные постановки задач оптимизации защиты территорий в известных работах исследованы недостаточно, отсутствуют методики оптимизации, адаптированные к имеющимся исходным данным, содержащимся, например, в паспортах безопасности субъектов РФ.

Распределение ресурсов территорий на снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) целесообразно проводить с помощью двухэтапной процедуры. На первом этапе определяются доли ресурсов на защиту территории по видам опасностей, а на втором выбираются конкретные защищаемые объекты инфраструктуры из числа уязвимых по отношению к рассматриваемой опасности объектов.

Вероятности катастроф на потенциально опасных объектах, повторяемость различных опасных природных явлений и уязвимость элементов инфраструктуры по отношению к их поражающим факторам, а, следовательно, и необходимые финансовые затраты на защиту различаются [2]. Учитывая, что затраты на защиту ограничены экономическими возможностями рассматриваемой территории, сформулируем задачу рационального распределения ресурсов на защиту при наличии ограничений.

Без ограничения общности рассмотрим задачу распределения ресурсов территории на снижение рисков и смягчение последствий стихийных бедствий по видам инициирующих их опасных природных явлений.

Пусть территория включает объекты инфраструктуры (опасные производственные объекты, объекты жизнеобеспечения, жилые и промышленные здания и сооружения, гидротехнические сооружения, транспортные коммуникации и их элементы, трубопроводы, инженерные сооружения защиты от опасных природных явлений и др.), при разрушении которых из-за формирования вторичных поражающих факторов опасное природное явление перерастает в стихийное бедствие. Опасность территории с точки зрения возможности возникновения ЧС характеризуется  $m$  источниками опасности со среднемноголетними частотами реализации  $\lambda_j = 1/T_j$ , где  $T_j$  ( $j=1, \dots, m$ ) – повторяемость опасных природных явлений  $j$ -го вида (средний интервал времени, лет, между опасными природными явлениями).

Сила  $U$  поражающих факторов, действующих на объекты инфраструктуры, по совокупности реализаций опасного природного явления и пространственного распределения очагов возникновения опасности по отношению к объектам воздействия является случайной величиной. Она описывается характерной для рассматриваемой территории и размещения объектов на ней (с учетом пространственного фактора ослабления силы поражающего фактора с удалением от возможного очага опасного природного явления) функцией распределения поражающих факторов, формируемых при реализации опасности, по силе  $F(u) = P(U < u)$ . Эта функция может быть определена по данным многолетних наблюдений статистическими методами. Известны, например, функции распределения для городов России максимальной скорости ветра, силы землетрясений, уровней подъема воды в реках и др.

Как правило, в составе территории имеется большое число объектов инфраструктуры, уязвимость которых к опасным природным явлениям в силу действия многих факторов (назначения, особенностей конструкции, размещения, технического состояния) различается. По совокупности всех объектов условную (при условии, что воздействие поражающих факторов опасного природного явления имеет место) уязвимость будем характеризовать случайной величиной критической силы  $U_{крj}$  ( $j=1, \dots, m$ ) поражающего фактора, начиная с которой происходит их разрушение. Наиболее полным вероятностным описанием условной уязвимости объектов инфраструктуры является функция распределения

$F_{кр}(u) = P(U_{кр} < u)$ , которая для каждой территории может быть установлена статистическими методами.

Случайную величину  $U_{кр}$  можно интерпретировать также как критическую силу, до которой еще не происходит разрушения. В этом случае она характеризует стойкость (например, сейсмостойкость) объекта, а ее вероятностным описанием является функция стойкости

$$R_{кр}(u) = 1 - F_{кр}(u) = P(U_{кр} \geq u).$$

Если при попадании объекта в зону действия поражающих факторов опасного природного явления возможно его разрушение, то объект считается уязвимым. Условие разрушения объекта поражающим фактором  $j$ -го опасного природного явления записывается в виде  $U_j > U_{крj}$ , а вероятность этого события

$$q = P(U_j > U_{крj}). \quad (1)$$

Величина произведения  $\lambda_j q_j$  является характеристикой безусловной уязвимости объектов на рассматриваемой территории. Для каждой территории стихийно на основе жизненного опыта многих поколений, национальных особенностей, экономического положения и других факторов, учитывающих частоту опасных природных явлений и ущерб от вызываемых ими стихийных бедствий, устанавливается определенный уровень уязвимости. Управляемым параметром при этом является показатель уязвимости  $\mu_{крj} = M[U_{крj}]$ .

Так, если вероятность превышения действующей от опасного природного явления нагрузкой стойкости объектов составляет  $q_j=0,1$ , то при частоте опасных природных явлений  $\lambda_j = 0,1$  1/год (в среднем один раз в 10 лет) разрушение объектов будет происходить с частотой  $\lambda_j q_j = 0,1 \times 0,1 = 0,01$  (раз в 100 лет).

Для опасных природных явлений характерно распределение не только во времени, но и в пространстве (расположение очага, размер зоны действия его поражающих факторов). Не все объекты инфраструктуры на рассматриваемой территории в случае реализации опасного природного явления попадают в зону действия их негативных факторов. Доля

$$\alpha_{n_j} = \frac{S_{n_j}}{S},$$

где  $S_{n_j}$  – площадь зоны действия поражающих факторов в случае реализации  $j$ -й опасности, объектов, подвергающихся воздействию поражающих факторов в случае возникновения  $j$ -го опасного природного явления (угрозе разрушения), от их общего числа может быть определена расчетным или экспертным методом. С ее учетом математическое ожидание числа объектов инфраструктуры, подвергающихся угрозе разрушения от  $j$ -й опасности, составит  $\alpha_{n_j} N_j$ , а числа разрушенных объектов в расчете на год  $n_j = a_j(\Delta t) \alpha_{n_j} q_j N_j$ .

Для снижения уязвимости объектов инфраструктуры осуществляются меры защиты, под которыми в общем случае понимают все меры по снижению риска ЧС. В зависимости от принятой стратегии повышения безопасности территории это [3]:

– упрочнение (усиление, укрепление) уязвимых объектов, направленное на предотвращение развития опасных природных явлений в стихийное бедствие. Согласно современным нормативам приемы, например, сейсмостойкого строительства удорожают стоимость городских зданий, рассчитанных на устойчивость при землетрясениях в 7, 8 и 9 баллов, на 2–4 %, 4–8 % и 10–15 % соответственно;

- инженерная защита населения и территорий. Как показывает опыт, мероприятия инженерной защиты обеспечивают снижение возможных людских и материальных потерь на 30–40 %, но требуют значительных затрат;
- ликвидация (перепрофилирование) уязвимых потенциально опасных объектов;
- смягчение последствий ЧС (создание, например, запасов материальных средств) и др.

Однако ни одна из мер не может в полной мере гарантировать безопасность населения, поэтому обычно используется комплекс мер.

Чем больше средняя сила поражающего фактора  $\mu = M[U]$  и средняя уязвимость  $\mu_{кр} = M[U_{кр}]$  объектов на рассматриваемой территории, тем значительнее должны быть меры защиты для исключения их разрушения. Необходимые объем мер защиты, обеспечивающих неразрушение объектов, и средние затраты  $d_{g_j}$  на защиту одного объекта от  $j$ -й опасности рассчитывают с учетом соотношения силы поражающих факторов и уязвимости объектов инфраструктуры.

Будем полагать, что в случае принятия мер защиты стойкость  $u_{кр}$  объекта к воздействию поражающих факторов опасного природного явления повышается (условная уязвимость снижается) настолько, что  $q \rightarrow 0$ . Обозначим через  $N_{g_j}$  число защищенных от  $j$ -й опасности объектов из числа уязвимых. Тогда доля  $g_j = N_{g_j} / N_j$  защищенных элементов инфраструктуры является показателем защищенности территории от  $j$ -й опасности. При сделанном допущении разрушение объектов инфраструктуры возможно только в случае отсутствия защиты. Представим совокупность объектов инфраструктуры как смесь двух выборок – незащищенных от  $j$ -й опасности объемом  $(N_j - N_{g_j})$  и защищенных объемом  $N_{g_j}$ . Тогда оценка условной вероятности разрушения произвольного объекта инфраструктуры определится по формуле

$$q'_j = q_j \bar{g}_j, \quad (2)$$

где  $\bar{g}_j = 1 - g_j$  – показатель уязвимости территории, а математическое ожидание числа разрушенных объектов при условии воздействия поражающих факторов опасного природного явления составит  $q_j \bar{g}_j N_j$ .

На суммарные затраты по повышению защищенности территории

$$C_g = \sum_{j=1}^m c_{g_j} g_j, \quad (3)$$

где  $c_{g_j} = d_{g_j} N_j$ , наложено ограничение

$$C_g \leq C_{выд}, \quad (4)$$

где  $C_{выд}$  – выделенные ресурсы на защиту, которые ограничиваются экономическими возможностями территории.

Разрушение произвольного объекта инфраструктуры на рассматриваемой территории от поражающих факторов  $j$ -го опасного природного явления является сложным событием, которое наступает в случае совместной реализации следующих независимых событий:

- 1) реализации опасности  $j$ -го вида на рассматриваемой территории – характеризуется математическим ожиданием числа  $a_j$  реализаций опасных явлений;
- 2) попадания объектов инфраструктуры в зону действия поражающих факторов (пространственный фактор) – характеризуется долей  $\alpha_{n_j}$  объектов от их общего числа, подвергающихся угрозе разрушения в случае реализации опасности;

3) разрушения произвольных объектов из числа уязвимых, подвергшихся воздействию поражающих факторов от опасности  $j$ -го вида, при условии реализации программы защиты – характеризуется вероятностью  $q'_j$ , определяемой по (2).

Полагая, что события воздействия поражающих факторов опасных природных явлений на объекты инфраструктуры в течение рассматриваемого интервала времени (года) являются редкими, можно предположить, что угрозе разрушения в случае реализации опасностей подвергаются различные объекты. Тогда математическое ожидание числа разрушенных объектов за рассматриваемый интервал времени определится по формуле

$$n = \sum_{j=1}^m n_j, \quad (5)$$

где  $n_j = a_j \alpha_{n_j} q_j N_j \bar{g}_j$  – математическое ожидание числа разрушенных объектов за год в результате действия поражающих факторов  $j$ -го природного явления.

Пусть  $c_{0j} = c_0 \forall j$  – ущерб от разрушения одного объекта. Тогда ущерб от стихийного бедствия, инициированного  $j$ -м опасным природным явлением, вычисляется по формуле

$$C_{qC_j} = c_0 n_j.$$

Суммарный ущерб от ЧС определяется по формуле:

$$C_{qC} = \sum_{j=1}^m C_{qC_j} = \sum_{j=1}^m c_{qC_j} \bar{g}_j, \quad (6)$$

где  $c_{qC_j} = c_0 a_j \alpha_{n_j} q_j N_j$ .

Определим вначале рациональный план распределения имеющихся ресурсов на повышение защищенности территории по отношению к различным опасностям с учетом ограничения (4).

В качестве оптимизируемых параметров будем использовать показатели защищенности  $g_j$  ( $j=1, \dots, m$ ), которыми при планировании мер защиты можно управлять. Обозначим их вектором  $g = (g_1, \dots, g_m)^T$ .

С экономической точки зрения наиболее общими целевыми функциями являются следующие.

1. Сумма ущерба от ЧС  $C_{qC}$  и затрат на защиту  $C_g$  (или только ущерб от ЧС), с учетом (3) и (6) равная  $\sum_{j=1}^m c_{qC_j} + \sum_{j=1}^m (c_{g_j} - c_{qC_j}) g_j$ . Критерием оптимальности является минимум целевой функции. Исключив постоянную составляющую, представим целевую функцию в виде:

$$f(g) = c'g, \quad (7)$$

где  $c'$  – вектор целевых коэффициентов с компонентами  $c'_j = c_{g_j} - c_{qC_j}$ , ( $j=1, \dots, m$ ).

2. Разность между предотвращенным ущербом  $C_{пв}$  и затратами на защиту  $C_g$  (или только предотвращенный ущерб). Критерием оптимальности является максимум целевой функции. Предотвращенный ущерб вычисляется по формуле:

$$C_{пв} = C_{qC_0} - C_{qC} = c_0 (n_0 - n),$$

где  $C_{qC_0}$  и  $n_0$  – ущерб от природных ЧС и математическое ожидание числа разрушенных элементов без принятия мер защиты (при  $\bar{g}_j=1, \forall j$ ).

С учетом (6)  $C_{PV} = \sum_{j=1}^m C_{qC_j} g_j$ . Тогда

$$f(g) = C_{PV} - C_g = \sum_{j=1}^m c_j g_j, \quad (8)$$

где  $c_j = C_{qC_j} - C_{g_j}$ .

Таким образом, рассмотренные целевые функции являются взаимно обратными.

Выберем в качестве целевой функции (8), а ограничения – (4). Пусть  $N_j \rightarrow \infty$ , т.е.  $g_j$  может принимать любые значения на  $[0,1]$ . Тогда задача оптимизации формулируется в следующем виде:

$$\begin{aligned} f(g) &= \sum_{j=1}^m c_j g_j \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^m c_{g_j} g_j &\leq C_{\text{выд}}, \quad g_j \leq 1, \quad g_j \geq 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Представим задачу (9) в форме каноническую задачи линейного программирования [4]:

$$\begin{aligned} f(g) &= c g \rightarrow \max \\ A g &= b, \\ g &\geq 0, \end{aligned}$$

где  $g = (g_1, \dots, g_m)^T$  – искомый вектор,  $c = (c_1, \dots, c_m)$  – вектор целевых коэффициентов,

$$A = \begin{pmatrix} c_{g_1} & \dots & c_{g_m} \\ 1 & \dots & 0 \\ & \dots & \\ 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} \text{ – матрица условий порядка } k \times m,$$

$b = (C_{\text{выд}}, 1, \dots, 1)^T$  – вектор ограничений (вектор-столбец порядка  $k$ ).

Система линейных неравенств выделяет в  $m$ -мерном пространстве множество  $G$  тех векторов  $g = (g_1, \dots, g_m)^T$ , чьи координаты удовлетворяют этой системе ( $g \in G$ ). Экстремум достигается в одной из крайних точек допустимого множества  $G$ . В силу двойственности задач линейного программирования задачи минимизации целевой функции (7) и максимизации целевой функции (8) дают одно и то же оптимальное решение.

Так как число защищаемых элементов инфраструктуры  $N_{g_j} = g_j N_j$  принимает только целочисленные значения, то при конечных  $N_j$  показатели защищенности  $g_j$  принимают дискретные значения. Следовательно, решаемая задача относится к типу задач с неделимостью, для решения которых следует применять целочисленное программирование. Методы решения задачи целочисленного программирования [4] основаны на использовании решения базовой задачи линейного программирования. Метод округления дает решение, которое хуже оптимального. Однако при больших  $N_j$  оно оказывается приемлемым.

Кроме того, нет смысла искать точное целочисленное решение, когда исходные данные заданы со значительными погрешностями. Для выполнения ограничения (5) рациональные значения числа защищаемых элементов можно выбирать по формуле:

$$N_{g_j}^* \approx [g_j^* N_j],$$

где  $[x]$  – целая часть числа  $x$ ,  $g_j^*$  – оптимальное решение задачи (9), полученное методом линейного программирования.

Анализ показывает [2], что в первую очередь рационально повышать защищенность элементов от тех опасных природных явлений, затраты на защиту от которых относительно невелики, а повторяемость, зона действия поражающих факторов и ущерб значительны.

Установлено, что защита территории должна осуществляться вначале от тех опасностей, для которых отношение целевых коэффициентов к соответствующим коэффициентам в ограничении больше. Если это отношение отрицательно, то защита от него вообще не рациональна, так как затраты на защиту превышают предотвращаемый ущерб.

С увеличением объема предпринимаемых мер защиты опасность территории снижается, но снижается также и эффективность затрат на защиту. При затратах на защиту, для которых  $C_{ПВ}/C_g < 1$ , осуществление дополнительных защитных мер становится нерациональным.

После реализации программы защиты вновь проводится анализ источников опасности для территории и выявление уязвимых объектов (оставшихся незащищенными и вновь появившихся). Затем по предложенной методике проводится оптимизация очередной программы защиты.

Рассмотрим случай, когда число уязвимых объектов  $N_j$  конечно. Тогда в качестве оптимизируемых параметров будем использовать вектор числа защищаемых объектов  $N_g = (N_{g_1}, \dots, N_{g_m})^T$ . Преобразуем целевую функцию (8) к виду:

$$f(N_g) = d N_g,$$

где  $d$  – вектор целевых коэффициентов с компонентами  $d_j = c_0 a_j \alpha_{n_j} q_j - d_{g_j}$ ,  $j=1, \dots, m$ , а ограничение (4) к виду:

$$\sum_{j=1}^m d_{g_j} N_{g_j} \leq C_{выд}.$$

Рассмотрим задачу линейного программирования с дополнительным условием целочисленности – задачу целочисленного программирования:

$$\begin{aligned} N_{g_j} \in [0, N_j] \forall j: \quad f(N_g) = \sum_{j=1}^m d_j N_{g_j} \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^m d_{g_j} N_{g_j} \leq C_{выд}, \\ N_{g_j} \leq N_j, \quad N_{g_j} \geq 0, \quad N_{g_j} - \text{целое}, \quad j = 1, \dots, m. \end{aligned} \quad (10)$$

Представим ее в виде:

$$\begin{aligned} f(N_g) = d N_g \rightarrow \max \\ S N_g = r, \end{aligned}$$

где  $N_g \geq 0$ ,  $N_g$  – вектор с целочисленными компонентами,  $N_g = (N_{g_1}, \dots, N_{g_m})^T$  – искомый вектор,  $d = (d_1, \dots, d_m)$  – вектор целевых коэффициентов,

$$S = \begin{pmatrix} d_{g_1} & \dots & d_{g_m} \\ 1 & \dots & 0 \\ & \dots & \\ 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} - \text{матрица условий порядка } k \times m,$$

$r = (C_{\text{выд}}, 1, \dots, 1)^T$  – вектор ограничений (вектор-столбец порядка  $k$ ).

План  $N_g^* = (N_{g_1}^*, \dots, N_{g_m}^*)$ , обращающий в максимум целевую функцию, называется оптимальным планом задачи линейного программирования. Однако для решения задачи рационального распределения ресурсов на защиту объектов от различных опасностей используются неточные исходные данные. Поэтому достаточно приближенного решения в виде доли объектов, подлежащих защите, или доли выделяемых на защиту ресурсов:

$$C_{\text{выд}_j}^* = d_{g_j} N_j g_j^*.$$

На втором этапе решается задача рационального распределения ресурсов на защиту от  $j$ -й опасности, учитывающая более точные исходные данные.

Уязвимые по отношению к каждой из опасностей объекты в общем случае различаются между собой как по затратам на защиту, так и по ущербу в случае их разрушения. Поэтому выбор объектов для защиты целесообразно осуществлять в два этапа. На первом этапе определяются рациональные ресурсы на защиту уязвимых объектов от каждой из опасностей с использованием рассмотренного выше аппарата. На втором этапе при ограничении ресурсов на защиту от  $j$ -й опасности  $C_{\text{выд}_j}$  (когда  $g_j \in (0, 1)$ ) решается задача выбора защищаемых объектов из числа уязвимых.

Для решения задачи рационального выбора защищаемых от  $j$ -й опасности объектов может быть использован наиболее простой вариант линейной модели с неделимостями – “задача о ранце”.

Пусть имеется  $N = N_j$  уязвимых объектов. Их стойкость следует описывать уже не случайной величиной  $U_{kp} = U_{kp_j}$ , а значениями  $u_{kp_j}$  для каждого объекта, которой соответствуют конкретные значения затрат на защиту  $d_{g_i}$  ( $i=1, \dots, n$ ) от  $j$ -й опасности для каждого объекта. В качестве ущерба от разрушения следует рассматривать не усредненную величину  $c_0$ , а также конкретную –  $C_{0_i}$ .

Требуется выбрать подлежащие защите объекты из числа уязвимых при выделенных ресурсах на защиту от рассматриваемой опасности, равных  $C_{\text{выд}}$ . При этом ущерб от опасных природных явлений (разрушения объектов) должен быть минимальным.

Введем переменные

$$z_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й объект подлежит защите,} \\ 0 & - \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда рассмотренная задача сведется к минимизации целевой функции

$$f(z) = \sum_{i=1}^N c_{0_i} z_i \quad (11)$$

при условиях

$$z_i = \begin{cases} 0, \\ 1, \end{cases} i = 1, \dots, N, \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^N d_{g_i} z_i \leq C_{\text{бюд}}. \quad (13)$$

Данная задача может быть обобщена на многомерный случай. Если предположить, что каждый объект должен защищаться от нескольких опасностей, то условие (12) заменится условием неотрицательности и целочисленности всех переменных. В последнем случае многомерная задача о ранце эквивалентна общей полностью целочисленной задаче линейного программирования с неотрицательной матрицей ограничений.

Рассмотренный аппарат оптимизации может быть использован и для решения более общих задач – обоснования целесообразности нового строительства с учетом выгод от проектируемого объекта и ущерба при его эксплуатации.

Таким образом, предложенные математические модели позволяют учесть целый ряд противоречиво влияющих на принимаемое решение по распределению имеющихся ресурсов на защиту факторов: конечное число уязвимых объектов инфраструктуры, подверженных действию поражающих факторов от различных источников опасности; различные уязвимость объектов по отношению к различным источникам опасности, частоту опасных природных явлений, силу поражающих факторов, затраты на защиту уязвимых объектов и ущерб от различных стихийных бедствий; различные затраты на защиту конкретных объектов и ущерб от их разрушения; выделяемые ресурсы на ликвидацию последствий ЧС и проведение превентивных мер защиты.

Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ, грант № МК-15.2011.10

### **Литература**

1. Бурлов В.Г., Матвеев А.В., Матвеев В.В., Потапов Б.В. Основы теории анализа и управления риском в чрезвычайных ситуациях: монография: в 2-х т. СПб.: С.-Петербург. гос. политех. ун-т, 2003. 407 с.
2. Потапов Б.В., Радаев Н.Н. Экономика природного и техногенного рисков. М.: ФИД «Деловой экспресс», 2001.
3. Матвеев А.В., Потапов Б.В. Оптимизация программ защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: монография: СПб.: НПО «Стратегия будущего», 2011. 106 с.
4. Матвеев А.В. Вычислительная математика: учебное пособие: СПб.: НПО «Стратегия будущего», 2010. 199 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДХОДОВ К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ О ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКЕ**

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

**С.С. Чернов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**Н.Н. Гусев, доктор технических наук.**

**ООО «Научно-производственная фирма «Лидинг»**

Рассмотрены основные свойства модели информационной системы интеллектуального анализа данных о пожарной обстановке, методика извлечения знаний из баз данных.



Проведен анализ построения моделей систем с помощью аналитического и информационного подходов.

*Ключевые слова:* модель, аналитический подход, информационный подход к моделированию, методика извлечения данных, тиражирование знаний, интеллектуальный анализ данных, машинное обучение

## DEFINITION OF APPROACHES NECESSARY FOR CONSTRUCTION OF THE MODEL OF INFORMATION SYSTEM OF INTELLECTUAL ANALYSIS OF DATA ON FIRE SITUATION

A.Y. Ivanov; S.S. Chernov; N.N. Gysev.

The basic properties of a model information system for data mining on the fire situation, Knowledge Discovery in Databases. The analysis of modeling systems using analytical and informational approaches

*Key words:* model, the analytical approach, informational approach to modeling, reproduction of knowledge, data mining

Современное общество вступило в новый этап своего развития, называемый информационным или постиндустриальным. Под этим обычно понимается, что знания и информация стали главной движущей и производительной общественной силой, определяющей, как духовное, так и материальное состояние личности, общества в целом.

От умения производить, искать, анализировать, классифицировать, обобщать, распознавать, перерабатывать, представлять информацию и принимать решения зависит функционирование системы МЧС России, обеспечивающее качество жизни человека и общества, их информационную и общественную безопасность [1].

Это, безусловно, предъявляет новые требования к сотруднику МЧС, к уровню его подготовки, к его информационной культуре. Умение работать с информацией для сотрудника МЧС становится главным аспектом повышения эффективности принимаемых решений по управлению силами и средствами, а также позволяет решить проблемы, связанные с прогнозированием чрезвычайных ситуаций, в частности пожаров.

Это требует построения специализированной информационной системы, с помощью которой можно будет обнаружить в первичных данных ранее неизвестные, нетривиальные, практически полезные, доступные интерпретации знания, необходимые для принятия решений в сферах деятельности МЧС.

Для решения задачи по повышению обоснованности принятия решений по предупреждению и ликвидации пожаров, следует рассмотреть основные вопросы разработки модели интеллектуального анализа данных о пожарной обстановке.

Разрабатываемая модель должна быть смешанной, основываться как на фактах, так и на математических моделях.

Существуют аналитический и информационный подходы к моделированию. Кратко рассмотрим каждый из них для того, чтобы выбрать оптимальный для разрабатываемой модели.

Исторически первым сложился аналитический подход к исследованию систем, когда ЭВМ использовалась в качестве вычислителя по аналитическим зависимостям. Анализ характеристик процессов функционирования больших систем с помощью только аналитических методов исследования наталкивается обычно на значительные трудности, приводящие к необходимости существенного упрощения моделей либо на этапе их построения, либо в процессе работы с моделью, что может привести к получению недостоверных результатов [2].

Так как, при аналитическом подходе модель представляет собой результат отображения одной структуры (изученной) на другую (малоизученную), то отображая физическую систему (объект) на математическую (например, математический аппарат

уравнений) получим физико-математическую модель системы, или математическую модель физической системы. Любая модель строится и исследуется при определенных допущениях, гипотезах. Делается это обычно с помощью математических методов.

Например: ожидаемое количество пожаров на определенной территории  $s$  на будущий месяц  $(t+1)$  рассчитывается по формуле:

$$s(t+1) = [s(t) + s(t-1) + s(t-2)] / 3,$$

то есть как среднее значение от общего количества пожаров за предыдущие три месяца. Это простейшая математическая модель прогнозирования. При построении этой модели были приняты следующие гипотезы:

- годовая сезонность возникновения пожаров отсутствует;
- на прогнозирование количества пожаров не влияют никакие внешние факторы: криминальная обстановка, социальная напряженность, меры по профилактике и предупреждению пожаров.

Использовать такую модель можно имея данные о количестве пожаров за предыдущие месяцы по формуле; мы получим прогноз на будущий месяц. В этом и заключается аналитический подход.

Аналитический подход к моделированию базируется на том, что исследователь при изучении системы отталкивается от модели. В этом случае он по тем или иным соображениям выбирает подходящую модель. И, как правило, это теоретическая модель, закон, известная зависимость, представленная, чаще всего в функциональном виде (например, уравнение, связывающее выходной параметр  $y$  с входными воздействиями,  $x_1, x_2, \dots$ ). Варьирование входных параметров на выходе даст результат, который моделирует поведение системы в различных условиях.

При аналитическом подходе не модель подстраивается под действительность, а мы пытаемся подобрать существующую аналитическую модель таким образом, чтобы она адекватно отражала реальность. Однако не всегда результат моделирования может соответствовать действительности. В случае несоответствия следует выбрать другую модель или другой метод ее исследования. Новая модель, возможно, будет более адекватно описывать рассматриваемую систему.

При использовании традиционного аналитического подхода неизбежно возникают проблемы из-за несоответствия между методами анализа и реальностью, которую они призваны отражать. Простое наложение известных аналитических методов, законов, зависимостей на изучаемую картину реальности не в полной мере удовлетворит требования к разрабатываемой модели информационной системы интеллектуального анализа данных, так как одной из проблем в области информационного сервиса, является проблема организации информационного обслуживания должностных лиц, ответственных за нормализацию пожарной обстановки, и это затрудняет прогнозирование чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами.

В последнее время получил распространение информационный подход к моделированию, ориентированный на использование данных. Суть этого метода заключается в том, что при изучении любого объекта, процесса или явления в природе и обществе в первую очередь выявляются и анализируются наиболее характерные для них информационные аспекты, которые существенным образом определяют их состояние и развитие [2].

При информационном подходе реальный объект рассматривается как черный ящик, имеющий ряд входов и выходов, между которыми моделируются некоторые связи. То есть известна только структура модели (например, нейронная сеть, линейная регрессия), а сами параметры модели подстраиваются под данные, которые описывают поведение объекта. Для корректировки параметров модели используется обратная связь – отклонение результата

моделирования от действительности, а процесс настройки модели, часто носит итеративный, или иными словами, циклический характер [3].

Таким образом, при информационном подходе отправной точкой являются данные, характеризующие исследуемый объект, модель «подстраивается» под действительность. Именно этот подход необходимо применить для анализа данных в системе МЧС России, так как он наиболее вероятно отражает закономерность возникновения пожаров, происшествий и чрезвычайных ситуаций.

Если при аналитическом подходе можно выбрать модель, даже не имея никаких экспериментальных данных, характеризующих свойства системы, и начать ее использовать, то при информационном подходе без данных невозможно построить модель, так как ее параметры определяются данными.

Однако концепция зависимости модели от данных требует тщательного подхода к качеству исходных данных. Ошибочные данные, аномальные и зашумленные могут привести к моделям и выводам, не имеющим никакого отношения к действительности. Поэтому в информационном моделировании важную роль играют консолидация данных, их очистка и обогащение.

Для разрабатываемой модели, под консолидацией данных будем понимать комплекс методов и процедур, направленных на извлечение данных из различных источников, обеспечение необходимого уровня их информативности и качества, преобразование в единый формат, в котором они могут быть загружены в хранилище данных или аналитическую систему. При этом основными задачами консолидации будем считать: выбор источника данных, оценку качества данных, их обогащение, очистку, перенос в хранилище данных.

При выборе источника данных для разрабатываемой модели можно применить базы данных различных систем управления БД, так как файлы баз данных, в отличие от текстовых файлов, лучше поддерживают целостность структуры данных, поскольку тип и свойства их полей жестко задаются при построении таблиц. Но предпочтительнее, применить специализированное хранилище данных, большинство которых обеспечивают высокую скорость обмена данными с аналитическими приложениями, автоматически поддерживают целостность и непротиворечивость данных.

Другой, не менее важной задачей, которую потребует решить в процессе консолидации, является оценка качества данных с точки зрения их пригодности для обработки с помощью различных аналитических алгоритмов и методов. В большинстве случаев исходные данные содержат факторы, не позволяющие их корректно анализировать, обнаруживать скрытые структуры и закономерности, устанавливать связи между элементами данных. К таким факторам относятся ошибки ввода, пропуски, аномальные значения, противоречия. Поэтому перед тем, как приступить к анализу данных, необходимо оценить их качество. Если в процессе оценки качества будут выявлены факторы, которые не позволяют корректно применить к данным аналитические методы, необходимо выполнить соответствующую очистку данных, то есть применить комплекс методов и процедур, направленных на устранение причин, мешающих корректной обработке: аномалий, пропусков, дубликатов, противоречий.

Еще одной операцией, которая может потребоваться в процессе консолидации данных, является их обогащение, это процесс дополнения данных информацией, позволяющей повысить эффективность решения аналитических задач. Обогащение данных позволит повысить их информационную насыщенность и, как следствие, значимость для решения аналитической задачи.

Таким образом, консолидация данных является сложной многоступенчатой процедурой и важнейшей составляющей аналитического процесса, обеспечивающей высокий уровень аналитических решений.

Научная практика показала, что использование метода информационного подхода позволяет увидеть многие, казалось бы, уже хорошо изученные объекты, процессы и явления

в совершенно новом свете. При этом часто удается выявить их ранее не замеченные качества, которые оказываются очень важными для понимания глубинной сущности рассматриваемых явлений и определения возможных тенденций их дальнейшего развития. А модели, полученные с помощью информационного подхода, прежде всего, учитывают специфические свойства моделируемого объекта, в отличие от аналитического подхода. Для многих процессов, в том числе и для анализа пожарной обстановки, последнее качество очень важно, поэтому информационный подход лег в основу большинства современных промышленных технологий и методов анализа данных: Knowledge Discovery in Databases (KDD) – извлечение знаний из баз данных, Data Mining – интеллектуальный анализ данных, машинного обучения. Но также стоит отметить, что причинами возникновения KDD и Data Mining стали такие процессы, как развитие технологий автоматизированной обработки информации, которое создало основу для учета сколь угодно большого количества факторов и достаточного объема данных.

Но в свою очередь, развитие технологий автоматизированной обработки информации вызвало острую нехватку высококвалифицированных специалистов в области статистики и анализа данных, и система МЧС не стала здесь исключением. Поэтому потребовались технологии обработки и анализа, доступные для специалистов любого профиля за счет применения методов визуализации и самообучающихся алгоритмов, применяемых при информационном подходе к моделированию. Отсюда возникает объективная потребность в тиражировании знаний для деятельности сотрудников МЧС, так как полученные в процессе KDD и Data Mining результаты являются формализованным описанием отдельно взятого процесса, а, следовательно, поддаются автоматической обработке и повторному использованию на новых данных.

Таким образом, необходимость использования технологий интеллектуального анализа данных, применяемых при информационном подходе, явно выражена в современной истории развития человечества по отношению к аналитическому подходу для адекватного отражения реальности, а в частности для предотвращения возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций.

Необходимо заметить, что, как и любой другой научный метод, информационный подход дает возможность увидеть изучаемое целостное явление природы или общества лишь определенном, информационном ракурсе. Однако этот информационный «срез» рассматриваемого явления зачастую оказывается настолько информативно емким и наглядным, что позволяет гораздо быстрее понять главные причины развития тех или иных процессов, в глубине которых, как правило, оказываются скрытыми именно информационные процессы.

Следовательно, информационный подход можно рассматривать как дальнейшее развитие метода системного подхода, которое дает новые возможности для исследования сложных объектов, процессов и явлений в природе и обществе на основе использования общих свойств и закономерностей проявления информационных процессов.

Поэтому, говоря об анализе данных при моделировании информационной системы интеллектуального анализа данных о пожарной обстановке, стоит предполагать использование именно информационного подхода.

### **Литература**

1. Материалы официального сайта МЧС России [Электронный ресурс]. URL:<http://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 17.11.2011).
2. Колин К.К. Информационный подход как фундаментальный метод научного познания // Межотраслевая информационная служба / ВИМИ. 1998. Вып. 1(102). С. 3–17.
3. Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. СПб.: Питер, 2010. 704 с.

# **МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ НАДЗОРНЫХ ОРГАНОВ МЧС РОССИИ**

**А.В. Фомин, кандидат технических наук, профессор.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.  
М.А. Кравченко.**

**Главное управление МЧС России по Костромской области**

Рассмотрены проблемы определения численности сотрудников единой системы надзорных органов МЧС России. Приведены методы оптимизации численности персонала на основе нормативов численности.

*Ключевые слова:* единая система надзорных органов МЧС России, организационные структуры, оптимизация численности персонала, нормирование труда

## **THE METHODOICAL APPROACH TO DEFINITION OF NUMBER OF STAFF OF UNIFORM SYSTEM SUPERVISING BODIES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY MEASURES OF RUSSIA**

A.V. Fomin.  
Saint-Petersburg university of the State fire service of EMERCOM of Russia.  
M.A. Kravchenko.  
Central administrative board of EMERCOM of Russia on Kostromsky area

Problems of definition of number of formed uniform system of supervising bodies of EMERCOM of Russia are considered. Methods of optimization of the personnel number on the basis of number specifications are resulted.

*Key words:* uniform system of supervising bodies of the Ministry of Emergency Measures of Russia, organizational structures, optimization of number of the personnel, work rationing

В современных условиях экономического развития Российской Федерации значительно возрастает активность субъектов общественных отношений, что изменяет характер надзорной деятельности государства во всех сферах и повышает его ответственность перед обществом.

В соответствии с приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС России) [4] в Российской Федерации создается Единая система государственных надзоров в области пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения от чрезвычайных ситуаций (далее – Единая система государственных надзоров).

Создание в МЧС России Единой системы государственных надзоров обусловлено необходимостью снижения избыточного административного давления, оказываемого на предприятия и граждан при осуществлении мероприятий по контролю (надзору), унификации и повышения эффективности системы государственного мониторинга и контроля параметров безопасности жизнедеятельности организаций и населения, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также унификации и оптимизации численности состава надзорных органов МЧС России.

Реализация изложенных в Концепции [4] мероприятий позволит наиболее эффективно

защитить интересы личности, общества и государства от пожаров, чрезвычайных ситуаций, а также от опасностей, возникающих при ведении военных действий или, вследствие этих действий, а также повысит эффективность проводимых мероприятий по надзору.

Единая система государственных надзоров – совокупность структурных подразделений и должностных лиц центрального аппарата МЧС России и его территориальных органов, уполномоченных на осуществление федерального государственного пожарного надзора, государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и государственного надзора в области гражданской обороны.

В её состав, в соответствии с утвержденной Концепцией, входят:

- федеральный государственный пожарный надзор;
- государственный надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- государственный надзор в области гражданской обороны;
- подразделения, осуществляющие экспертную деятельность в области гражданской обороны, предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности (далее – экспертные структуры).

Все виды надзоров имеют общую цель, направленную на защиту жизни и здоровья граждан, их имущества, государственного и муниципального имущества, а также имущества организаций.

В дальнейшем указанная система должна обеспечить условия для перехода к добровольной (заявительной) оценке рисков, состояния безопасности и готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций организациями и гражданами, а также для страхования их имущества и гражданской ответственности на случай пожара и ЧС, вызванных различными причинами.

Создание Единой системы государственных надзоров позволит решить следующие вопросы:

1) оптимизация (по показателям эффективности, управляемости и надежности) структуры и состава надзорных органов, что сокращает расходы на содержание и деятельность подразделений. Цель оптимизации заключается в создании предпосылок, необходимых для построения эффективных базисных составляющих новой службы;

2) сокращение численности дублирующих органов путем структурно-функционального объединения отдельных родственных по функциональному назначению подразделений;

3) совершенствование управления органов Единой системы государственных надзоров. Создание единого органа управления надзорной службы МЧС России повышает оперативность и ответственность выполнения задач, определяет вертикаль власти;

4) создание системы научного мониторинга – привлечение ряда ведущих ученых и научных коллективов (по договорам) для обработки и анализа имеющейся разнородной информации, обеспечения необходимых информационных потоков и использования тех источников и методик, которые имеются в передовых научных центрах страны;

5) совершенствование нормативной правовой и нормативно-методической базы, регламентирующей деятельность надзорных органов МЧС России.

Актуальность проблемы определения численности персонала Единой системы государственных надзоров стала возрастать в связи с расширением полномочий сотрудников государственного пожарного надзора в части осуществления государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, определенных нормативными актами, принятыми МЧС России в 2008–2011 гг. [8–10].

Такая ситуация сформировала новые требования к надзорной деятельности и поставила задачу новых методов анализа и синтеза организационных структур управления надзорными органами МЧС России и разработке новых научно-обоснованных методов

построения системы управления надзорными органами МЧС России, учитывая требования к системе независимой оценки рисков в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности, внедряемой МЧС России.

Проблемы нормирования труда в этот период объективно выдвинулись на первый план и являются одним из важных элементов системы управления персоналом в Единой системе государственных надзоров. Связано это, прежде всего, с необходимостью повышения эффективности использования трудового потенциала сотрудников, оптимизации их численного и профессионального состава и своевременной корректировкой требований к персоналу.

Наряду с этим особую сложность представляет собой нормирование труда управленческого персонала государственных служащих. Труд инспекторского состава значительно отличается от труда служащих, занятых в промышленности, транспорте, строительстве и других сферах материального производства высокой степенью умственных затрат при решении задач государственного надзора.

Необходимость корректировки организационных структур управления в Единой системе государственных надзоров обусловлена, к тому же, динамично изменяющимися условиями развития законодательства и экономики.

Ввиду того, что основными количественными характеристиками организационной структуры управления являются показатели численности руководителей и специалистов, применяемые в настоящее время подходы к организации и нормированию труда в государственных административных структурах не позволяют в должной мере раскрыть и использовать человеческий потенциал.

Специфика труда инспекторского состава состоит в том, что они: выполняют труд, который выражается в обосновании целей и направлений общественного развития; обеспечивают рациональность и эффективность общественных отношений, явлений и процессов; обладают особым предметом труда – информацией. Все это говорит о том, что затраты их труда невозможно установить традиционными методами нормирования труда.

Основным объектом нормирования труда по управлению является выполняемая управленческая функция – определенный состав работ, базирующихся на информации.

По характеру труда, сложности и ответственности выполняемых функций личный состав Единой системы государственных надзоров делится на три категории:

- руководители и личный состав руководящих органов (центрального аппарата МЧС России, региональных центров, Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации);

- специалисты (в том числе эксперты, дознаватели, инженерный состав нормативно-технических групп);

- технические исполнители (инспекторский состав территориальных подразделений ГПН и личный состав подразделений Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации, в полномочия которых входит осуществление государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера).

Их должностные и служебные функции различаются, прежде всего, по таким показателям, как сложность выполняемых работ, уровень квалификации сотрудников, удельный вес творческого труда, степень повторяемости отдельных элементов работы (таких как проведение мероприятий по контролю в отношении подобных объектов защиты), величина документооборота, неравномерность загрузки в течение рабочего дня. Все это требует применения различных методов нормирования труда и расчета численности для разных категорий личного состава Единой системы государственных надзоров.

В процессе проведения исследований, проведенных в ФГУП «Научно-исследовательский институт труда и социального страхования», в области нормирования труда государственных служащих выяснилось, что уровень необходимых затрат труда этих

категорий работников обусловлен столь большим числом факторов, что единый, универсальный метод нормирования существовать не может [11].

Значительный диапазон методов нормирования, применяемых в практике можно свести к двум основным: опытно-статистический и аналитический. При этом каждый из этих методов может изменяться в зависимости от методов изучения трудовых процессов, применяемых способов обработки данных и других признаков.

В основе опытно-статистического метода лежат данные о выполнении аналогичных работ (функций), данные статистических отчетов о выработке или затратах времени за предшествующий период, материалы наблюдений за использованием рабочего времени, результаты экспертных оценок, а также опыт руководителя, специалиста и др. Метод не обеспечивает достаточной обоснованности устанавливаемых норм затрат труда, но позволяет осуществлять усредненную оценку существующего состояния. На этом основана возможность сочетания данного метода с аналитическим методом путем проведения выборочных исследований затрат труда или использования нормативов на отдельные репрезентативные работы (операции, функции) с целью корректировки расчетов суммарных норм трудоемкости работы или численности работников, выполняющих ту или иную функцию.

Аналитический метод позволяет устанавливать более обоснованные нормы затрат труда, внедрение которых призвано способствовать повышению производительности труда и, в целом, эффективности деятельности. В зависимости от способа определения величины нормы трудовых затрат этот метод имеет разновидности: аналитически-исследовательский и аналитически-расчетный.

Задачи нормирования труда сотрудников Единой системы государственных надзоров должны решаться поэтапно, путем установления системы одновременно действующих норм затрат труда.

При выборе целесообразного метода нормирования труда в Единой системе государственных надзоров необходимо учитывать следующее:

1. Нормирование труда сотрудников Единой системы государственных надзоров, осуществляющих функции государственного управления, позволяет решать разные задачи управления, поэтому метод нормирования определяется требованиями конкретной задачи управления.

2. Трудовые процессы (исполняемые функции), осуществляемые сотрудниками Единой системы государственных надзоров, регламентированы в разной степени. Соответственно и при нормировании труда требуется разграничить работы по степени их регламентации.

3. Для нормирования труда сотрудников Единой системы государственных надзоров наибольший эффект достигается при одновременном применении дифференцированного и укрупненного нормирования.

Выбор вида нормативных материалов для нормирования труда сотрудников Единой системы государственных надзоров предопределил ряд факторов: организационно-техническое построение процесса формирования, принятия и исполнения государственных решений; особенности управленческого труда и специфика деятельности сотрудников Единой системы государственных надзоров.

Анализ существующих методик расчета численности персонала и практики их использования различными учреждениями, проведенный в ФГУП «Научно-исследовательский институт труда и социального страхования», показал, что в настоящее время оптимальной или универсальной методики для расчета численности персонала государственных и приравненных к ним административных структур не существует [11]. Поэтому возникает объективная потребность в разработке методологии расчёта численности личного состава Единой системы государственных надзоров.

Нормативные материалы по труду сотрудников Единой системы государственных надзоров, должны быть четырех видов [11]:



- нормативы численности сотрудников в целом и по функциям управления;
- нормативы обслуживания (нагрузка на одного сотрудника) и управляемости (для руководителей);
- нормативы соотношений, устанавливающие оптимальные соотношения между численностью основных категорий управленческого персонала, а также соотношения между отдельными подразделениями внутри этих категорий;
- нормативы трудоемкости по отдельным этапам и видам работ.

При этом каждая трудовая функция подразделяется на подфункции и работы, которые в соответствии с процедурами их выполнения можно расчленить на операции. Разделение трудовых функций служащих на подфункции, работы и операции представляет особый интерес с точки зрения дальнейшего совершенствования нормирования численности Единой системы государственных надзоров. На основе такого разделения появляется возможность разрабатывать дифференцированные нормативы численности служащих, которые, несмотря на некоторое увеличение объема работ по созданию нормативов и усложнение самого процесса нормирования в связи с ростом числа нормируемых объектов, позволяет повысить точность и обоснованность расчета нормативной численности служащих.

Для разработки нормативов численности в соответствии со сложившимся разделением труда, деятельность сотрудников распределяется на обособленные, но взаимосвязанные функции управления.

Первичные выводы о распределении функций процессов для Единой системы государственных надзоров на основании проведенного анализа служебной и нормативной документации принимаются в соответствии с Положениями и Административными регламентами по осуществлению государственного пожарного надзора, государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [7– 9] и могут быть сведены в следующие группы:

1) информирование в установленном Административными регламентами органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления о состоянии населенных пунктов, организаций и объектов защиты на соответствующей территории в области осуществления установленной деятельности и ведение документооборота в соответствии с утвержденной номенклатурой, в том числе связанного с учётом объектов защиты, проведением консультаций по исполнению государственной функции и иным вопросам, входящим в компетенцию, рассмотрением жалоб на действия (бездействие) и решения должностных лиц органов Единой системы государственных надзоров;

- планирование служебной деятельности и мероприятий по контролю;
- организация и проведение профессиональной подготовки;
- подготовка и формирование отчета и анализа результатов служебной деятельности;
- работа с письмами и обращениями юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и граждан;
- работа со средствами массовой информации по освещению вопросов безопасности, агитации и пропаганде;
- проведение консультаций и работа по проверке соответствия заполнения поступивших деклараций пожарной безопасности, их регистрация;

2) осуществление надзорных функций, лицензионного контроля за соблюдением лицензиатами лицензионных требований в установленной области деятельности:

- подготовка письменного распоряжения, уведомление о предстоящей проверке, изучение контрольно-наблюдательных дел (данных о пожарах на объекте и результатах предыдущих проверок);
- время, затрачиваемое на дорогу до местонахождения объекта и обратно к месту службы;
- проведение плановых проверок;

- проведение внеплановых проверок;
- оформление, регистрация результатов проверок (акт, предписание) и вручение их лицам, в отношении которых они проводились;
- подготовка и вручение материалов дел об административных правонарушениях в отношении лиц, нарушивших требования нормативных документов, участие в судебных заседаниях;
- ведение официального учета и государственной статистической отчетности по пожарам и их последствиям, проведение дознания по делам о пожарах и осуществление контроля за производством по делам об административных правонарушениях:
- время, затрачиваемое на дорогу до места пожара и обратно к месту службы;
- оформление материалов по результатам первичного осмотра места пожара (карточка учета пожара (загорания), протокол осмотра, сбор объяснений очевидцев и т.п.);
- изъятие с места пожара вещественных доказательств и оформление материалов для проведения экспертизы;
- подготовка и оформление материалов в рамках уголовного производства при наличии признаков события и состава;
- оформление и регистрация результатов проведения проверки по пожару;
- подготовка и вручение материалов по пожару, дел об административных правонарушениях в отношении лиц, нарушивших требования нормативных документов, участие в судебных заседаниях.

Впоследствии информация о распределении функций может быть использована для их распределения между должностными лицами в штате отдельного структурного подразделения и разработки или корректировки Положения о соответствующем структурном подразделении.

Таким образом, актуальность проблемы определения численности сотрудников Единой системы государственных надзоров стала возрастать в связи с расширением полномочий сотрудников государственного пожарного надзора в части осуществления государственного надзора в области гражданской обороны и государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, определенных нормативными актами, принятыми МЧС России в 2008–2011 г. [5, 6, 7]. Однако необоснованное сокращение сотрудников создаваемой системы надзорных органов МЧС России или увеличение их численности не принесёт необходимых социально-экономических результатов.

Научно-обоснованные и качественно разработанные нормативы численности должностных лиц позволят достичь необходимых результатов для совершенствования организационной структуры управления Единой системой государственных надзоров МЧС России, планирования требуемой штатной численности и расходов на её содержание. Наряду с этим станет возможна более универсальная система материального стимулирования управленческого персонала и снижение напряжённости труда в структурных подразделениях.

## **Литература**

1. О государственном пожарном надзоре: Постановление Правительства Российской Федерации от 21 дек. 2004 г. № 820 // Рос. газ. 2005. 14 янв. № 4.
2. Об утверждении Положения о государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, осуществляемом Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Постановление Правительства Российской Федерации от 1 дек. 2005 г. № 712 // СЗ РФ. 2005. № 50. Ст. 5299.
3. О государственном надзоре в области гражданской обороны: Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 305 // Рос. газ. 2007. 26 мая. № 111.
4. О концепции создания единой системы государственных надзоров в области

пожарной безопасности, гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: Приказ МЧС России от 29 дек. 2006 г. № 804.

5. Об утверждении Административного регламента МЧС России по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами обязательных требований пожарной безопасности: Приказ МЧС России от 1 окт. 2007 г. № 517. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2007. 24 дек. № 52.

6. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований в области гражданской обороны: Приказ МЧС России от 9 авг. 2010 г. № 381. / Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2010. 6 дек. № 49.

7. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по исполнению государственной функции по надзору за выполнением федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, организациями, а также должностными лицами и гражданами установленных требований в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Приказ МЧС России от 9 авг. 2010 г. № 382 / Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2010. 29 нояб. № 48.

8. Об утверждении Перечня должностных лиц Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, уполномоченных осуществлять государственный надзор в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Приказ МЧС России от 25 янв. 2011 г. № 14 / Рос. газ. 2011. 13 апр. № 78.

9. Об утверждении Перечня должностных лиц Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, уполномоченных составлять протоколы об административных правонарушениях: Приказ МЧС России от 27 янв. 2011 г. № 18 / Рос. газ. 2011. 23 марта. № 60.

10. Об утверждении Перечня должностных лиц Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, уполномоченных осуществлять государственный надзор в области гражданской обороны: Приказ МЧС России от 31 окт. 2011 г. № 652 / Рос. газ. 2011. 18 нояб. № 260.

11. Омельченко И.Б. Нетрадиционный метод нормирования численности управленческого персонала // Кадры предприятия. 2004. № 4.



---

---

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

---

---

## СНИЖЕНИЕ РИСКОВЫХ СИТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГРАНИЦ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДАМИ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА

**В.В. Илющенко. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова.**

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

**ООО «Сумма технологий», Санкт-Петербург.**

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

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены основные рисковые ситуации в системах идентификации границ изображений объектов на поверхности и условия их распознавания по выделенным геометрическим формам. Для комплексного решения большинства задач подобного типа предложено использовать методы текстурного анализа. Подробно описаны и проиллюстрированы пять основных рисковых ситуаций, ухудшающих условия распознавания и извлечения достоверной информации о состоянии или форме выделенных объектов. Методы обработки получаемой информации математическими методами иллюстрируются примерами из различных областей знаний: оценивания поверхностей пиломатериалов древесины и идентификация границ распространения лесных пожаров по космической фотосъемке.

*Ключевые слова:* «машинное зрение», определение границ объектов, распознавание форм, методы текстурного анализа, текстурные признаки изображения объекта

## DECREASE OF RISK SITUATIONS IN DELIMITATION SYSTEMS OF OBJECT IMAGE ON A SURFACE BY MEANS OF TEXTURAL ANALYSIS METHODS

V.V. Ilyuschenko. Saint-Petersburg state forest technical university.

A.V. Spesivcev. Sum of the technologies, Ltd. Saint-Petersburg.

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

The basic risk situations in systems of surface object delimitation and condition for recognition of delimited geometrical forms are considered in the paper. Methods of the textural analysis are used for the complex decision of the majority of similar problems. Five basic situations are illustrated and are described in detail, which worsen conditions of recognition and data mining of error-free information about the state or the form of the delimited objects. Processing methods of the received information by using mathematical methods are illustrated by examples from various areas of expertise: saw-timber surface estimation and delimitation of forest fire spread under space photography.

*Key words:* machine vision, object delimitation, shape recognition, methods of the textural analysis, textural features of object image

Повышение качества компьютерной обработки фотодокументов или информации о состоянии объектов на какой-либо поверхности (например, дефектов на поверхности пиломатериала или очагов пожара на участке лесов) является важной составляющей ценности получаемых результатов и обоснованности принятия решений на их основе. Особенно это важно при создании гибких систем автоматизации распознавания образов с многофункциональным обучаемым программным комплексом.

Целью данной статьи является освещение подходов и методов реализации решения для указанной проблемы повышения достоверности результатов компьютерной обработки с методологической и математической точек зрения, а именно – снижение рисков ситуаций в системах идентификации границ поверхностных изображений. Применимость методов текстурного анализа демонстрируется двумя примерами из различных областей знаний: первый – определение поверхностных границ дефектов продукции деревообрабатывающей промышленности, второй – идентификация границ распространения лесных пожаров по фотодокументам космических съемок.

### **Идентификация рискованных случаев в задаче определения границ выделяемых объектов**

«Машинное зрение», как показывает практика, пока несовершенно и, в отличие от человека, не во всех случаях может правильно оценивать ту или иную ситуацию, например в задаче отделения границ исследуемых объектов по фото или компьютерным изображениям [1–3]. Это негативно сказывается на качестве извлекаемой информации и, как следствие, приводит к повышению риска принятия неправильного решения в вопросах идентификации признаков.

Для повышения точности определения следящих систем используют различные по своей сути средства:

- аппаратные – выбор более чувствительных камер и сканеров, что ведет к увеличению времени обработки;
- программные – например, метод слепой деконволюции, то есть восстановление изображения путем обращения двумерной свертки с заданным видом функции протяженности точки [1].

Рассмотрим несколько типичных случаев возникновения рискованных ситуаций при обработке фотоснимков [3].

*Случай 1. Наличие объектов, мало отличающихся по цветности от фоновой поверхности.*

При конвертации фотографий с несколькими объектами такого типа из полутонового изображения в бинарное, их границы размываются, становятся нечеткими и сливаются в единый существенно увеличенный объект.

Избегать подобных ситуаций возможно различными путями:

- отсечением по порогу яркости в зависимости от освещенности и контрастности;
- выполнением операции эрозии, то есть утончения, сжатия объектов морфологическим фильтром с помощью определенного структурообразующего элемента [1].

Однако не во всех случаях утончение дает положительные результаты, так что во многих системах эта проблема остается открытой [2], а применение цветных камер и сканеров с достаточной глубиной цвета в подобных ситуациях существенно понижает скорость обработки данных.

*Случай 2. Наложение одной особенности на другую.*

Довольно часто наблюдаемая ситуация. Например, в пиломатериалах – это трещина, проходящая по поверхности пиломатериала и по сучку, а при анализе аэроснимков лесных пожаров – задымление над идентифицируемым объектом.

Для качественного распознавания подобных особенностей используют дополнительную конвертацию в бинарное изображение с отсечением по порогу яркости большей величины.

*Случай 3. Затемнение краев изображения.*

Такие рискованные ситуации возникают на изображении вследствие неравномерности освещения краев и углов снимка. При этом на бинарном изображении они проявляются группами темных пикселей. Однако операция подавления световой структуры по краям изображения приводит к возрастанию риска подавления световой структуры самих объектов, близко расположенного к затемнению.

Операции выравнивания освещения, распознавание краев по форме и положению на поверхности снимка существенно увеличивает время распознавания.

Для случая распознавания дефектов древесины наилучшим решением является правильная настройка системы освещения.

*Случай 4. Наличие посторонних элементов на поверхности.*

Любые посторонние элементы или загрязнения фотографируемой поверхности или фотокамеры создают «шумы» на изображении. Поэтому, кроме механического удаления посторонних «шумов», перед идентификацией необходимо введение дополнительного блока программной фильтрации, например, путем удаления объектов с геометрическими параметрами, меньшими пороговых.

*Случай 5. Размытие обрабатываемых кадров.*

«Размытие» обрабатываемых кадров чаще всего случается по причине расфокусировки при получении изображений. Подобные ситуации возникают, например, из-за несбалансированности скоростей считывания и движущегося сканируемого материала. В результате существенно увеличивается вероятность размытия границ анализируемых объектов и их ошибочного объединения в один, гораздо больших размеров. Подобные ситуации преодолеваются путем использования более чувствительных аппаратных средств, уменьшения скорости движущегося объекта, применением специальных программных средств, например, метода слепой деконволюции.

### **Сегментация областей с помощью текстурного анализа**

Рассмотренные выше локальные методы решения применимы отдельно для каждого конкретного случая. Способом, решающим большинство представленных здесь локальных задач в совокупности, является сегментация областей с помощью текстурного анализа, использующего математические методы.

Наиболее часто используются следующие приемы:

- построение матрицы смежности значений яркости – с ростом расстояния между оцениваемыми точками изменение яркости в крупнозернистых текстурах происходит значительно медленнее, чем в мелкозернистых;
- описание текстуры длинами серий – строки (серии) с постоянной яркостью точек на крупнозернистых текстурах длиннее, чем на мелкозернистых;
- применение авторегрессионных методов – находят коэффициенты линейных оценок яркости точечного элемента изображения по заданным значениям элементов в некоторой его окрестности. Величины этих коэффициентов существенно различны для мелкозернистых текстур и почти одинаковы для крупнозернистых;
- построение гистограмм пространственных разностей яркости;
- представление текстуры в виде фрактальной поверхности, то есть поверхности, описываемой с помощью самоподобных фрагментов.

Однако более эффективные результаты дает методика обобщения всех статистических свойств гистограмм различных участков поверхности объекта в единой матрице.

Для этого рассчитывают наиболее информативные признаки [1]:

- среднее значение как мера средней яркости по участку

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i) ;$$

- стандартное отклонение как мера рассеяния контрастности

$$\sigma = \sqrt{\mu_2(z)} = \sqrt{\sum_{i=0}^{L-1} [(z_i - m) \cdot 255]^2 p(z_i)} ;$$

- гладкость как мера отклонения уровней яркости, которая равна нулю для постоянной яркости и близка к единице для областей с большими ее перепадами

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \left( \frac{\sigma}{127,5} \right)^2} ;$$

- третий момент относительно статистического среднего, показатель асимметричности распределения

$$\mu_3 = \frac{\sum_{i=0}^{L-1} [(z_i - m) \cdot 255]^3 p(z_i)}{127,5} ;$$

- степень однородности яркости

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i) ;$$

- энтропию как меру хаотичности яркостей области

$$e = - \sum_{i=0}^{L-1} p(z_i) \log_2 p(z_i) ,$$

где  $z_i$  – измеряемая яркость (интенсивность цвета), случайная величина;  $p(z_i)$  – частота  $i$ -го интервала гистограммы распределения уровней яркости (интенсивности цвета) в данной области, причем гистограмма нормализована путем деления каждой частоты на 256;  $L=256$  – число интервалов гистограммы;  $\mu_2$  – второй момент относительно статистического среднего (дисперсия, мера яркостного контраста – для областей с постоянной яркостью равна нулю).

При вычислении логарифма к  $p(z_i)$  прибавляется малое число, чтобы можно было вычислять логарифм при значении  $p(z_i)=0$  и чтобы оно практически не влияло на вычисления при  $p(z_i) \neq 0$

## Примеры применения текстурного анализа

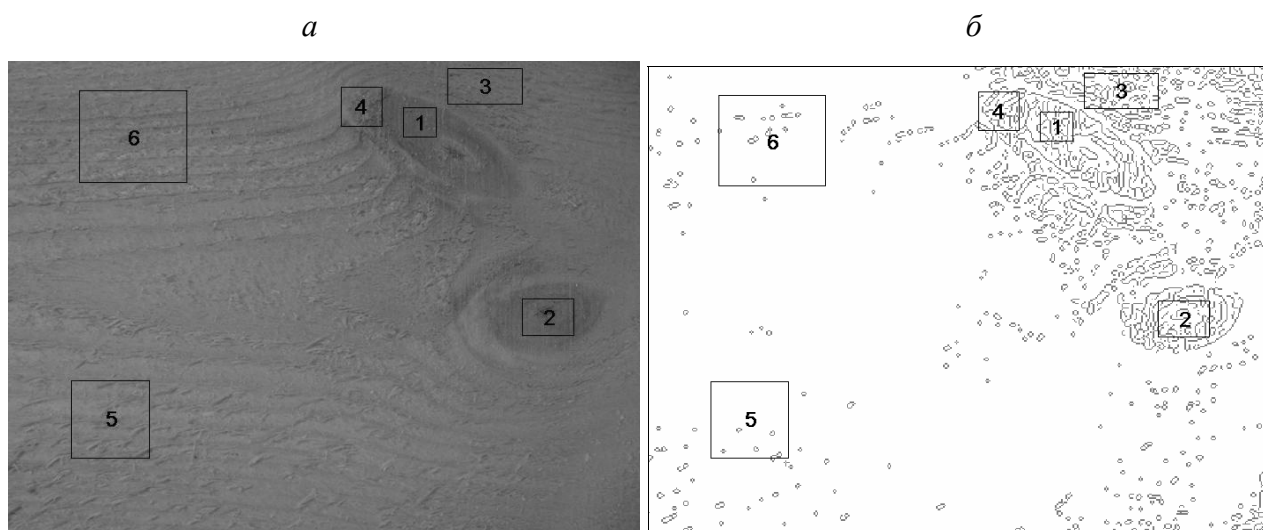
Рассмотрим два примера обработки получаемой информации математическими методами по предлагаемому сценарию с целью демонстрации универсальности предлагаемого метода текстурного анализа.

### *Пример 1. Распознавание дефектов поверхности пиломатериала*

На рис. 1,а приведено изображение поверхности пиломатериала с естественной окраской светлых сучков, близкой по цветности окружающей их древесины, и наличием ворсистой структуры вокруг этих сучков.

Рассчитанные для каждой из выделенных областей характеристики приведены в табл.1.

Для большей объективности расчетов и выводов было выбрано по две области каждого вида текстуры.



**Рис. 1. Поверхность пиломатериала с ворсистой структурой вокруг светлых сучков:**

*а* – фотографический снимок; *б* – то же изображение при применении к фотографии операции обнаружения перепадов яркости с помощью детектора границ Канни.  
(Цифрами выделены области для определения текстурных признаков)

**Таблица 1. Числовые характеристики текстурных признаков для каждой выделенной области (по рис. 1)**

№ участка	Вид дефекта	Средняя яркость	Средняя контрастность	Гладкость	Третий момент	Однородность	Энтропия
1	Сучок	0,328	14,477	0,003	0,332	0,963	0,068
2	Сучок	0,567	12,644	0,002	0,260	0,972	0,072
3	Ворсистость	2,005	5,835	0,002	0,233	0,980	0,128
4	Ворсистость	1,500	7,607	0,001	0,113	0,990	0,230
5	Поверхность без дефектов	20,758	48,357	0,035	3,322	0,713	1,389
6	Поверхность без дефектов	16,711	43,596	0,028	2,850	0,760	1,188

Анализ данных (табл. 1) показывает, что ворсистость 3, 4 и сучки 1, 2 могут быть четко отделены друг от друга на основании нескольких признаков: значений средней



яркости, так как ворсистость более светлая (2,005 против 0,567) за счет отделённых волокон; средней контрастности, поскольку сучки более контрастны на изображении (14,477 против 7,607); энтропии, для которой упорядоченность яркости в области ворсистости более случайна (0,230), чем для сучков (0,072) или поверхности баз дефектов (1,188).

Аналогично путем сопоставления численных значений поверхность пиломатериала без дефектов 5 и 6 однозначно отделяется от ворсистости и сучков дополнительно на основании гладкости, третьего момента и однородности.

Визуальными наблюдениями также можно убедиться, что поверхность без дефектов более светлая по сравнению с указанными дефектами и ее текстура близка к периодической. При этом текстура ворсистости может быть описана как шероховатая, а текстура сучков ближе к однородной [1].

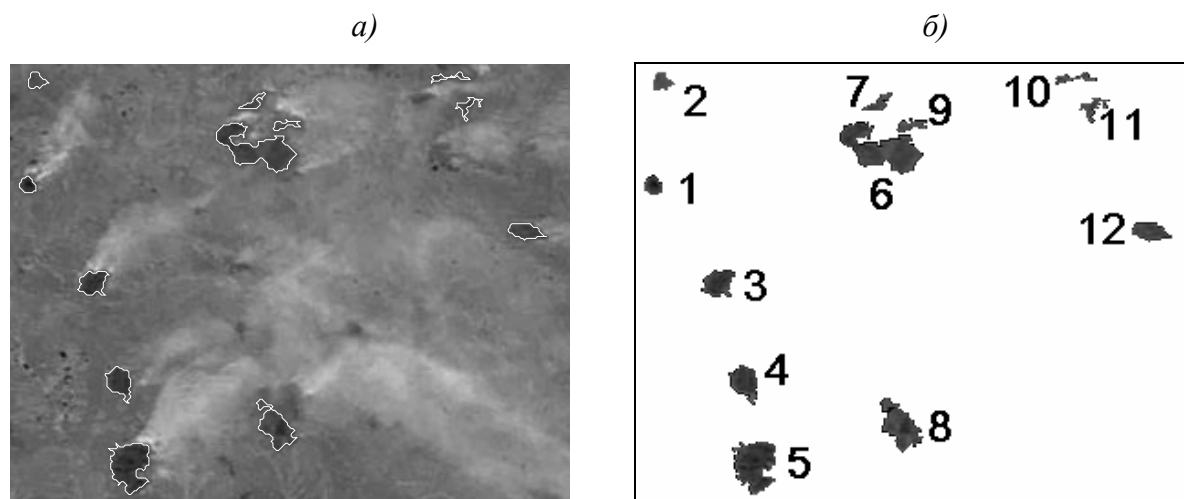
Выделение областей распознавания можно провести, используя в качестве маски результат обработки одним из методов бинаризации, например, Бернсена или Ниблэка, а также с помощью применения операции обнаружения перепадов яркости, как показано на рис 1б. Так, разработано и реализовано специальное программное обеспечение для систем сортировки с оптическим распознаванием дефектов в автоматическом режиме [3].

Классификация каждой области по текстурным признакам, как следует из результатов исследования, допускает получение сегментированного изображения, объединяя области с приблизительно равными значениями признаков. Тем самым представляется возможным добиваться более четкого разделения дефектов как друг от друга, так и от самой поверхности. В частности, во избежание рискованных случаев в задаче определения границ выделяемых объектов синхронизировалось перемещение пиломатериала относительно следящей системы для исключения размытия и расфокусировки получаемых изображений, в результате чего вероятность увеличения границ дефектов была существенно снижена. При этом элиминировалась также возможность смазывания границ зон нескольких различных дефектов и сливания их в один.

Мероприятия по снижению вероятностей риска ошибочной идентификации дефектов оказывает положительное влияние на достоверность установления сортности древесины.

*Пример 2. Идентификация границ распространения лесных пожаров по фотодокументам космических съемок*

Ниже представлен космический снимок лесных пожаров и дымовых шлейфов в Якутии в июле 2002 г. (рис. 2).



**Рис. 2. Участок распространения лесных пожаров:**

*а* – фотографический снимок с применением текстурной сегментации; *б* – то же изображение с выделенными анализируемыми объектами. (Цифрами выделены области для определения текстурных признаков)

Результаты обработки фотографий по идентификации очагов лесных пожаров методами текстурного анализа приведены в табл. 2.

Анализируя результаты проведенных расчетов по совокупности признаков, можно сделать следующие выводы:

- объекты 2, 10 и 11 (рис. 2) с высокой степенью вероятности не могут быть отнесены к очагам возгорания по значениям признаков: низкой средней яркости (не выше 7), более высокой степени упорядоченности – низкие значения энтропии (не выше 4) и несколько повышенной степени однородности по сравнению с другими объектами (0,08 против 0,05);
- остальные объекты, судя по расчетам, следует отнести к очагам возгорания;
- сказывается существенное влияние фактора риска «Наличие одной особенности на другой» – задымление над большей частью исследуемых объектов 7, 9, 10 и 11, – что понижает степень достоверности получаемой информации до недопустимой (в табл. 2 номера этих объектов отмечены знаком\*) из-за малого числа регистрируемых пикселей;

Таблица 2. Числовые характеристики текстурных признаков для каждой выделенной области (по рис. 2)

№ объекта	Средняя яркость	Средняя контрастность	Гладкость	Третий момент	Однородность	Энтропия	Отнесение к очагам
1	58,26	16,61	0	- 0,02	0,03	5,30	–
2	81,74	3,68	0	0	0,11	3,49	нет
3	62,99	12,04	0	0	0,03	5,34	–
4	64,12	12,42	0	0,01	0,03	5,14	–
5	59,29	12,62	0	0	0,03	5,53	–
6	70,13	9,04	0	0	0,03	5,08	–
7*	76,79	6,90	0	0	0,05	4,36	–
8	77,21	7,17	0	0	0,02	5,22	–
9*	80,39	4,52	0	0	0,07	5,89	–
10*	77,58	6,96	0	0,01	0,08	3,10	нет
11*	77,56	6,21	0	0,01	0,08	3,56	нет
12	70,48	7,00	0	0,01	0,04	4,69	–

– дополнительный анализ по гистограммам красной компоненты (рис. 3) показал наличие большего количества пикселей более светлой яркости, что свидетельствует о наличии открытого пламени в очагах 1, 3, 5, 6;

– гистограммы зеленой и синей компоненты, а также гистограммы в оттенках серого дополнительной информации не дают, что, скорее всего, связано с низким качеством и разрешением исходного изображения.

Предлагаемый подход обеспечивает более точную идентификацию не только границ, но и самих объектов от поверхности по сравнению со стандартными методами бинаризации и, в конечном итоге, способствует снижению рисков ситуаций при автоматической сегментации изображения.

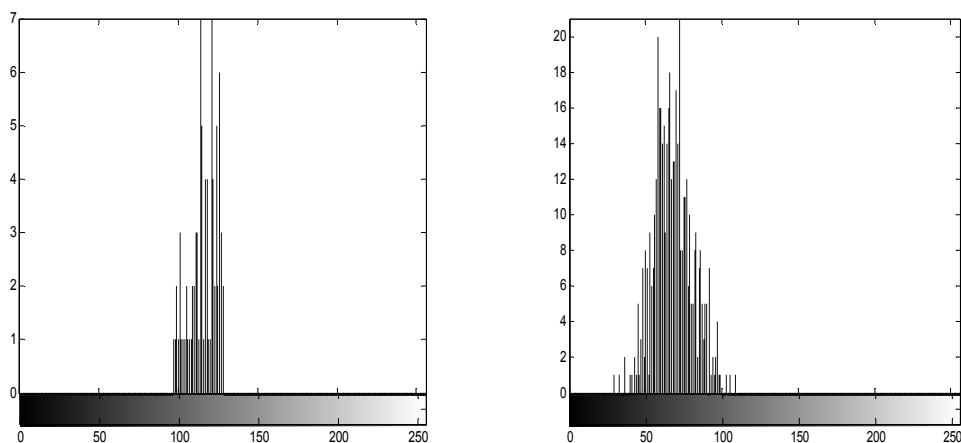


Рис. 3. Типичные гистограммы распределения красной компоненты по площадям: слева – объект 2; справа – объект 5

### *Выводы*

В результате проведенного исследования показано следующее:

1. Снижение рискованных ситуаций в системах идентификации границ изображений объектов от поверхности при компьютерной обработке фотодокументов существенно повышает достоверность получаемой информации, особенно в сочетании с применением методов текстурного анализа.

2. Текстурный анализ позволяет не только распознавать различные особенности объектов на поверхности, но и сегментировать изображение на различные участки по сходным признакам. Положительные особенности такого метода распознавания состоят в том, что по совокупности текстурных признаков можно идентифицировать существенные особенности, например аномальные по некоторым признакам как сами объекты, так и их границы. Системы, снабженные подобными возможностями, способны создавать соответствующие базы знаний, характерных именно для данного вида поверхностей. При применении текстурного анализа точность правильного определения границ дефектов увеличивается в 2–3 раза.

3. Темпы наращивания разработок в совершенствовании математических и аппаратных средств с соответствующим программным обеспечением, в том числе и предлагаемый подход с использованием методов текстурного анализа, позволяют надеяться на существенное уменьшение доли «человеческого фактора» в расшифровке и идентификации особенностей поверхностных изображений.

4. Предлагаемый подход обладает свойствами универсальности применения при решении задач идентификации особенностей поверхностей, например расшифровке космических и аэрофотосъемок, оснащении автоматических оптических следящих систем, медицинской диагностике и других областях науки и техники.

### **Литература**

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / под ред. П.А. Чочиа М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
2. Duff G. Technology for delivering high quality graded softwood product- practical applications. Gottstein Fellowship report. 2005.
3. Уткин Л.В., Илющенко В.В. Рисковые ситуации в задаче определения границ дефектов пиломатериалов // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: труды междунар. науч. школы МА БР-2010. СПб.: ГУАП, 2010.

# МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ СОСТАВА КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

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

**А.П. Бакуров. Академия ГПС МЧС России.**

**А.В. Кондрашин, кандидат технических наук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Предложен научно-методический аппарат, позволяющий оценивать эффективность применения модульных комплексов технических средств механизации аварийно-спасательных работ для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в условиях Арктики.

*Ключевые слова:* научно-методический аппарат, модульные комплексы, методика, средства механизации

## METHODS OF STUDY OF COMPLEX HARDWARE MECHANIZATION OF RESCUE IN THE ARCTIC

V.A. Sednev; A.P. Bakurov.

Russian fire fighting service of state academy of EMERCOM of Russia.

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

The article considers the scientific approach giving a chance to estimate the efficiency of the usage of the module complexes mechanization technical means during emergency-rescue operations for elimination of consequences of natural disasters in Arctics.

*Key words:* scientific and methodological apparatus, modular systems, methods, means of mechanization

Методика экономической оценки эффективности комплекса средств механизации (КСМ) содержит критерии оценки эффективности применения, критерии оценки экономической эффективности и расчётные зависимости по их количественному определению. В соответствии с ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994 г. № 68-ФЗ) под аварийно-спасательными работами понимается совокупность первоочередных работ в зоне чрезвычайной ситуации, заключающихся в спасении и оказании помощи людям, локализации и подавлении очагов, поражающих воздействий, предотвращении возникновения вторичных поражающих факторов, защите и спасении материальных и культурных ценностей, восстановлении минимально необходимого жизнеобеспечения. Аварийно-спасательные работы в очагах поражения включают: разведку маршрутов и участков работ; локализацию и тушение пожаров на маршрутах движения и участках работ; подавление или доведение до минимально возможного уровня возникших в результате чрезвычайной ситуации опасных факторов, препятствующих ведению спасательных работ; поиск и извлечение поражённых из повреждённых и горящих зданий и сооружений, загазованных, затопленных и задымлённых помещений, из завалов и заблокированных помещений и др.

Поэтому под комплексом технических средств механизации понимают один или несколько модулей технических средств механизации, предназначенных для спасения людей, проделывания проходов в завалах и разрушениях, а также для выполнения других

инженерных мероприятий и задач по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Под модулем средств механизации (МСМ) понимают совокупность технических средств механизации для выполнения определённого вида инженерных работ (операций).

Критерием оценки эффективности применения комплекса средств механизации при выполнении инженерных работ принято математическое ожидание относительной доли выполнения с его использованием требуемого объёма инженерной работы за отведённое (заданное) время:

$$K_{\text{прим}}^i(t_{\text{зад}}^i) = M \left[ \frac{Q_{\text{вып}}^i}{Q_{\text{зад}}^i} \right],$$

где  $K_{\text{прим}}^i(t_{\text{зад}}^i)$  – коэффициент эффективности применения КСМ при выполнении  $i$ -й инженерной работы за отведённое на эту работу время  $t_{\text{зад}}^i$ ;  $Q_{\text{вып}}^i$  и  $Q_{\text{зад}}^i$  – объём  $i$ -й работы, соответственно, выполненный с использованием КСМ за отведённое время и заданный (требуемый);  $M \left[ \frac{Q_{\text{вып}}^i}{Q_{\text{зад}}^i} \right]$  – математическое ожидание относительной доли выполнения требуемого объёма работы  $i$ -го вида за отведённое время с использованием средств механизации.

Физический смысл критерия оценки эффективности заключается в том, что он показывает, насколько успешно может быть выполнена с использованием КСМ та или иная инженерная работа за отведённое на её выполнение время. Приведённая зависимость позволяет оценить эффективность применения средств механизации при выполнении инженерной работы (или работ) по сравнению с эффективностью выполнения этих же работ вручную с использованием шанцевого инструмента:

$$K_{\text{эф}}^i(t_{\text{зад}}^i) = M \left[ \frac{Q_{\text{руч}}^i(t_{\text{зад}}^i)}{Q_{\text{ср.н}}^i(t_{\text{зад}}^i)} \right],$$

где  $K_{\text{эф}}^i(t_{\text{зад}}^i)$  – коэффициент эффективности применения КСМ при выполнении  $i$ -ой инженерной работы за отведённое время  $t_{\text{зад}}^i$  по сравнению с эффективностью выполнения этой же работы за то же время вручную;  $Q_{\text{руч}}^i(t_{\text{зад}}^i)$  – объём  $i$ -й работы, выполненный личным составом вручную за отведённое время  $t_{\text{зад}}^i$ ;  $Q_{\text{ср.н}}^i(t_{\text{зад}}^i)$  – объём  $i$ -й инженерной работы, выполненный с использованием МСМ за отведённое время  $t_{\text{зад}}^i$ ;  $M \left[ \frac{Q_{\text{руч}}^i(t_{\text{зад}}^i)}{Q_{\text{ср.н}}^i(t_{\text{зад}}^i)} \right]$  – математическое ожидание отношения объёма  $i$ -й инженерной работы при выполнении его вручную личным составом к объёму, выполненному с использованием КСМ той же инженерной работы за то же отведённое время  $t_{\text{зад}}^i$ .

Объём инженерной работы  $Q_{\text{вып}}^i$ , выполненный с помощью КСМ (МСМ) за отведённое на выполнение этой работы время  $t_{\text{зад}}^i$ , может быть определён как:

$$Q_{\text{вып}}^i(t_{\text{зад}}^i) = P_{\text{ср}}^i \cdot t_{\text{зад}}^i \cdot \prod K_{\Sigma}^i,$$

где  $P_{\text{ср}}^i$  – техническая производительность КСМ (МСМ) при выполнении  $i$ -й работы;  $t_{\text{зад}}^i$  – время, отведённое для работы КСМ (МСМ) на  $i$ -й инженерной работе, ч;  $K_{\Sigma}^i$  –

коэффициенты, учитывающие условия выполнения  $i$ -й работы (время года, суток, потери времени на подготовку средства к работе и т.п.).

Критерием экономической эффективности КСМ (МСМ) принято относительное уменьшение затрат на выполнение  $i$ -й инженерной работы с его использованием по сравнению с затратами на выполнение этой работы такого же объема с помощью личного состава вручную:

$$\mathfrak{Z} = \frac{C_{\text{вр}} - C_{\text{КСМ}}}{C_{\text{вр}}} \cdot 100\%,$$

где  $C_{\text{вр}}$  – стоимость выполнения  $i$ -й работы с помощью личного состава, руб.;  $C_{\text{КСМ}}$  – то же с использованием КСМ (МСМ), руб.

Стоимость выполнения  $i$ -й инженерной работы с помощью КСМ (МСМ) может быть определена из зависимости:

$$C_{\text{КСМ}} = C_{\text{вп}} + C_A + C_{\mathfrak{Z}} + C_{\text{л.с.}} \text{ руб.};$$

где  $C_{\text{вп}}$  – стоимость восполнения потерь, руб.;  $C_A$  – стоимость амортизации КСМ (МСМ), руб.;  $C_{\mathfrak{Z}}$  – стоимость эксплуатационных материалов, руб.;  $C_{\text{л.с.}}$  – стоимость содержания личного состава, руб.

Стоимость восполнения потерь может быть определена из зависимости:

$$C_{\text{вп}} = NP_n (P_{\text{тр}} C_{\text{тр}} + P_{\text{ср}} C_{\text{ср}} + P_{\text{кр}} C_{\text{кр}} + P_{\text{нв}} C_o) \text{ руб.},$$

где  $N$  – количество МСМ, привлекаемых для выполнения  $i$ -й работы, шт.;  $P_n$  – вероятность выхода из строя МСМ за время выполнения задачи;  $P_{\text{тр}}$ ,  $P_{\text{ср}}$ ,  $P_{\text{кр}}$ ,  $P_{\text{нв}}$  – вероятность выхода МСМ в текущий, средний и капитальный ремонты и в невозможные потери;  $C_o$  – стоимость одного образца МСМ, руб.;  $C_{\text{тр}}$ ,  $C_{\text{ср}}$ ,  $C_{\text{кр}}$  – стоимость текущего, среднего и капитального ремонтов:

$$C_{\text{тр}} = K_{\text{тр}} C_o; C_{\text{ср}} = K_{\text{ср}} C_o; C_{\text{кр}} = K_{\text{кр}} C_o, \text{ руб.},$$

где  $K$  – коэффициенты расхода средств на проведение текущего, среднего и капитального ремонтов по отношению к стоимости образца;

$$C_{\text{вп}} = NP_n C_o (P_{\text{тр}} K_{\text{тр}} + P_{\text{ср}} K_{\text{ср}} + P_{\text{кр}} K_{\text{кр}} + P_{\text{нв}}), \text{ руб.},$$

Стоимость амортизационных затрат определяется зависимостью:

$$C_A = N \frac{T_p}{T_A} C_o [1 - P_n (P_{\text{ср}} + P_{\text{тр}} + P_{\text{нв}})], \text{ руб.},$$

где  $T_A$  – амортизационный срок службы МСМ, ч;  $T_p$  – расход ресурса средства за время выполнения инженерной работы, ч.

Стоимость эксплуатационных материалов может быть определена как:

$$C_{\mathfrak{Z}} = NT_p [1 - P_n (P_{\text{ср}} + P_{\text{кр}} + P_{\text{нв}})] \left[ \sum_{i=1}^n (q_i C_i + q_i C'_i + q_i C''_i) \right], \text{ руб.},$$

где  $q_i$  – норма расхода  $i$ -го материала за час работы, т/ч;  $C_i$  – стоимость единицы  $i$ -го расходного материала, руб./т;  $C'_i$  – стоимость подвоза единицы  $i$ -го расходного материала к месту выполнения  $i$ -й инженерной работы, руб./т;  $C''_i$  – стоимость хранения единицы  $i$ -го расходного материала, руб./т.

Стоимость содержания личного состава, привлекаемого к  $i$ -й инженерной работе с использованием МСМ, равна:

$$C_{л.с.} = N \frac{T_p}{T_{см}} \left[ 1 - P_n (P_{ср} + P_{кр} + P_{нв}) \right] \cdot Z_{л.с.} \cdot C_z, \text{ руб.},$$

где  $Z_{л.с.}$  – количество специалистов в расчёте МСМ, чел.;  $C_z$  – стоимость содержания одного специалиста  $i$ -й категории, руб.;  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены в сутки, ч.

Стоимость выполнения  $i$ -й инженерной работы личным составом вручную с использованием шанцевого инструмента (ломов, лопат, кирк-мотыг) может быть определена по формуле:

$$C_{вр} = \frac{C_z}{365 \cdot 24} \cdot t_{раб} \cdot Z_{л.с.}, \text{ руб.},$$

где  $t_{раб}$  – время работы личного состава по выполнению  $i$ -й работы объёмом, равным объёму такой же инженерной работы, выполненным с использованием МСМ, ч;  $Z_{л.с.}$  – количество личного состава для выполнения такого же объёма  $i$ -й работы, какой был выполнен с помощью МСМ, чел.

Критерии эффективности и расчётные зависимости по их определению составляют основу методики. Экономическая оценка включает оценку эффективности применения КСМ при выполнении инженерных работ и экономическую эффективность, оцениваемую приведёнными затратами на выполнение этих работ. Оценка эффективности применения КСМ проведена на основе исходных данных и с учётом следующих допущений и ограничений.

Расчёт в составе семи человек (командир и шесть специалистов) выполняет задачу по оборудованию временного жилого городка, время года зима, грунт промёрз на глубину до 0,3 м, высота снежного покрова – 0,15–0,20 м. Расчёту необходимо на участке местности 200х300 м оборудовать три палатки для размещения людей и три места для хранения техники обеспечения. Принято решение: рыхление мёрзлого грунта произвести буровзрывным способом. Для бурения шпуров и скважин в мёрзлом грунте расчёту придётся трактор, оснащённый установленным заблаговременно бульдозерным и буровым оборудованием с комплектом буровых штанг для бурения шпуров диаметром 40 мм и скважин диаметром 80 и 120 мм. Расчёт с КСМ, комплектом шанцевого инструмента и необходимым количеством ВВ и СВ доставлен в район выполнения задачи. На выполнение задачи отводится двое суток, все работы выполняются в светлое время суток. С помощью КСМ выполняются следующие работы: очистка местности от снега и посторонних предметов в местах установки палаток и размещения техники; бурение шпуров и скважин в мёрзлых грунтах для их рыхления с помощью зарядов ВВ; рытьё, при необходимости, и оборудование временных складов бульдозерным оборудованием. Оборудование палаток осуществляется после рыхления мёрзлых грунтов с помощью шанцевого инструмента.

Оценка эффективности применения КСМ в ходе выполнения инженерных работ может быть проведена по относительной доле выполнения с его помощью заданных объёмов каждой из работ за отведённое время и количественному сравнению объёмов инженерных работ, выполненных с помощью МСМ и личным составом вручную с помощью шанцевого инструмента за одно и то же время в одинаковых условиях. Известно, что эффективность

любого средства при выполнении инженерной работы объёмом  $Q_{зад}$  за отведённое время  $t_{зад}$  может быть определена с использованием зависимости:

$$K_{прим}^i(t_{зад}^i) = M[P_{cp}] \frac{M}{N+M} \cdot \frac{t_{зад}^i}{Q_{зад}^i}, \quad (1)$$

где  $K_{прим}^i(t_{зад}^i)$  – коэффициент эффективности применения КСМ при выполнении  $i$ -й инженерной работы за заданное время  $t_{зад}^i$ ;  $Q_{зад}^i$  – заданный (требуемый) объём  $i$ -й работы;  $M[P_{cp}]$  – математическое ожидание производительности средств при выполнении работы,  $\frac{сд.раб}{ч}$ ;  $N$  и  $M$  – интенсивность потока повреждений и восстановлений,  $час^{-1}$ ,  $N$  и  $M$  равны, соответственно,  $\frac{1}{T_n}$  и  $\frac{1}{T_г}$ , где  $T_n$  и  $T_г$  наработка на отказ и время восстановления после отказа, ч.

Производительность МСМ на каждом виде инженерных работ следует считать величиной случайной, изменяющейся по нормальному закону (отношение квадратического отклонения к математическому ожиданию больше нуля, но меньше 0,3). При задании производительности максимальным  $\Pi_{max}$  и минимальным  $\Pi_{мин}$  значениями её математическое ожидание равно:

$$M[P_{cp}] = \frac{1}{2}(\Pi_{max} + \Pi_{мин}).$$

С учетом этого выражение (1) может быть преобразовано к виду:

$$K_{прим}^i(t_{зад}^i) = \frac{T_n}{2(T_n + T_г)} (\Pi_{max} + \Pi_{мин}) \frac{t_{зад}^i}{Q_{зад}^i}. \quad (2)$$

Из (2) видно, что эффективность применения МСМ зависит от его производительности, времени, отведённого на выполнение инженерной работы требуемого объёма, непосредственно от самого объёма, а также от показателей, отражающих эксплуатационную надёжность МСМ. Количественные значения показателей, входящих в (2) для инженерных работ, выполняемых с использованием КСМ и вручную, приведены в табл.1 и 2.

Отведённое на выполнение задачи по оборудованию временного городка время распределяется следующим образом: бурение шпуров – 8 ч.; бурение скважин – 7 ч; очистка местности от снега и посторонних предметов – 1 ч; проведение подрывных работ – 2 ч; рытьё траншей вручную для техники – 9 ч. Максимальная техническая производительность МСМ при бурении в мёрзлых грунтах шпуров диаметром 40 мм на глубину 1,5 м равна 10, минимальная – 8 шпуров в час. При бурении скважин диаметром 80 мм на такую же глубину максимальная производительность МСМ равна 6, минимальная на такую же глубину 4 скважины в час.

В пересчёте на меньшую глубину бурения, равную 0,225 м (3/4 от глубины промерзания грунта), максимальная производительность МСМ (с учётом технологических потерь и потерь времени на перемещения в пределах площадки) может составлять 40 шпуров и 30 скважин в час, минимальная – 30 шпуров и 20 скважин в час. С использованием КСМ на базе трактора требуемые объёмы работ по бурению скважин и шпуров могут быть выполнены в течении 15 (8+7) часов. Коэффициенты эффективности, рассчитанные по (2), будут равны: при бурении шпуров 0,95, при бурении скважин 0,99.



**Таблица 1. Исходные данные для определения показателей эффективности применения КСМ при выполнении буровых и бульдозерных работ**

Основные параметры	Обозначения	Значения	Примечание
1. Производительность при бурении мёрзлых грунтов шпуров $d = 40$ мм: максимальная, шпур/час; минимальная, шпур/час;	$P_{\text{шпур}}^{\text{б.мах}}$ $P_{\text{шпур}}^{\text{б.мин}}$	40 30	$h_{\text{б}} = 0,75h_z$ $h_{\text{б}} = 0,75h_z$
2. Производительность при бурении мёрзлых грунтов скважин $d = 80$ мм: максимальная, скважин/час; минимальная, скважин/час;	$P_{\text{скв.}}^{\text{б.мах}}$ $P_{\text{скв.}}^{\text{б.мин}}$	30 20	$h_{\text{б}} = 0,75h_z$ $h_{\text{б}} = 0,75h_z$
3. Производительность очистки местности от снега: максимальная, $\text{м}^2/\text{ч}$ ; минимальная, $\text{м}^2/\text{ч}$ ;	$P_{\text{мах}}^{\text{о}}$ $P_{\text{мин}}^{\text{о}}$	1145 1012	$P^{\text{б}} = V_p \cdot h_{\text{отв.}}$ $P^{\text{б}} = V_p \cdot h_{\text{отв.}}$
4. Производительность при рытье котлованов: максимальная, $\text{м}^3/\text{ч}$ ; минимальная, $\text{м}^3/\text{ч}$ ;	$P_{\text{мах}}^{\text{р}}$ $P_{\text{мин}}^{\text{р}}$	10 9	
5. Требуемые объёмы работ: при бурении шпуров, шт.; при бурении скважин, шт.; при рытье котлованов для палаток, $\text{м}^3$ ; при очистке местности от снега, $\text{м}^2$	$Q_{\text{шпуров}}^{\text{з}}$ $Q_{\text{скважин}}^{\text{з}}$ $Q^{\text{р}}$ $Q^{\text{о}}$	300 180 30x3 1305	$d$ 40 мм $d$ 80 мм $h_{\text{сн}} = 0,15...0,20$
6. Количество суток, оборудование городка		2	12ч+12ч=24ч
7. Время на выполнение работ: очистка местности от снега и посторонних предметов, ч; бурение шпуров, ч; бурение скважин, ч; проведение подрывных работ по рыхлению мёрзлых грунтов	$t_1^{\text{о}}$ $t_2^{\text{б}}$ $t_3^{\text{б}}$ $t_4^{\text{пр}}$	 1,0 8,0 7,0 2,0	по опросу специалистов
8. Средняя наработка на отказ КСМ, ч	$T_{\text{н}}$	40	
9. Время восстановления КСМ, ч	$T_{\text{в}}$	2	
10. Минимальные скорости КСМ, м/мин: вперёд; назад	$V_{\text{о}}$ $V_{\text{з}}$		по паспорту на КСМ
11. Коэффициент буксования: наибольший; наименьший	$K_{\text{б}}^{\text{мах}}$ $K_{\text{б}}^{\text{мин}}$	0,25 0,15	для гусеничного движения
12. Рабочие скорости КСМ, м/ч: вперёд (при $K_{\text{б}} = 0,15...0,25$ ); назад (при $K_{\text{б}} = 0$ )	$V_{\text{ВП.}}$ $V_{\text{Н}}$		$V_p = V_{\text{о}}(1 - K_{\text{б}})$ -
13. Глубина промерзания грунта, м	$h_{\text{зр}}$	0,3	-
14. Толщина снежного покрова, м	$h_{\text{сн}}$	0,15-0,20	-
15. Размеры котлованов для техники, м: длина ширина высота	L B H		длина котлована по верху с аппарелью

**Таблица 2. Данные для определения показателей эффективности при выполнении инженерных работ по оборудованию временного городка**

Основные параметры	Обозначения	Количественные значения	Примечание
1. Производительность при устройстве в мёрзлых грунтах шпуров $d = 40$ мм: максимальная, шпур/час; минимальная, шпур/час; скважин $d = 80$ мм: максимальная, скважин/час; минимальная, скважин/час	$П^{б.шпур}_{max\_ручн}$ $П^{б.шпур}_{мин\_ручн}$ $П^{б.скв.}_{max\_ручн}$ $П^{б.скв.}_{мин\_ручн}$	5 3 3 2	ломами на $h = 23-25$ см  ломами на $h = 23-25$ см
2. Производительность при рытье в разрыхлённых мёрзлых грунтах котлованов для техники: максимальная, м <sup>3</sup> /ч; минимальная, м <sup>3</sup> /ч	$П^p_{max\_ручн}$ $П^p_{мин\_ручн}$	1,5 1,0	лопатами БСЛ-110 (2 человека)
3. Производительность при очистке местности от снега и посторонних предметов ( $h_{сн} = 30$ см): максимальная, м <sup>2</sup> /ч; минимальная, м <sup>2</sup> /ч	$П^o_{max\_ручн}$ $П^o_{мин\_ручн}$	130 100	лопатами БСЛ-110 или фанерными

Коэффициенты эффективности применения КСМ при выполнении инженерных работ с помощью бульдозерного оборудования составляют:

– при очистке местности в местах размещения палаток и техники:

$$K^o_{прим}(t^o_{зад}) = \frac{T_n}{2(T_n + T_g)} (П^o_{max} + П^o_{мин}) \frac{t^o_{зад}}{Q^o_{зад}} = 0,476 \cdot (1145 + 1012) \cdot \frac{1}{1305} = 0,79;$$

– при рытье котлованов под временные склады (после рыхления мёрзлого грунта):

$$K^p_{прим}(t^p_{зад}) = \frac{T_n}{2(T_n + T_g)} (П^p_{max} + П^p_{мин}) \frac{t^p_{зад}}{Q^p_{зад}} = 0,476 \cdot (10 + 9) \cdot \frac{3,0}{30} = 0,9;$$

где  $П^o_{max}$  и  $П^o_{мин}$  – максимальная и минимальная производительность КСМ при очистке местности от снега и посторонних предметов, м<sup>2</sup>/ч;  $П^p_{max}$  и  $П^p_{мин}$  – максимальная и минимальная производительность КСМ при рытье котлованов, м<sup>3</sup>/ч;  $t^o_3$  и  $t^p_3$  – время на выполнение работ, соответственно, по очистке местности от снега и рытью котлованов, ч.;  $Q^o_3$  и  $Q^p_3$  – требуемые объёмы работ, соответственно, по очистке местности от снега и по рытью котлованов, м<sup>2</sup> и м<sup>3</sup>.

При оценке эффективности выполнения работ в ходе оборудования палаток вручную (табл. 3) принимается, что при их производстве участвует столько же личного состава, сколько и при работе КСМ, то есть расчёт из двух человек, при этом производительность по бурению, рытью котлованов под склады и технику по очистке площадок от снега (табл. 2) принимается большей в два раза. Коэффициенты эффективности выполнения инженерных

работ вручную личным составом, рассчитанные по (2), равны: при бурении шпуров – 0,21; при бурении скважин – 0,19; при рытье котлованов – 0,25; при очистке площадок от снега – 0,19.

Таблица 3. Показатели эффективности выполнения инженерных работ с использованием КСМ и вручную

Наименование задания	Значения коэффициентов эффективности	
	с использованием КСМ	вручную личным составом
Очистка снега	$K_{КСМ}^{чч} = 0,79$	$K_{вруч}^{чч} = 0,19$
Бурение шпуров	$K_{КСМ}^{шш} = 0,95$	$K_{вруч}^{шш} = 0,21$
Бурение скважин	$K_{КСМ}^{сч} = 0,99$	$K_{вруч}^{сч} = 0,19$
Копание котлованов	$K_{КСМ}^{кч} = 0,9$	$K_{вруч}^{кч} = 0,25$

Коэффициенты  $K'_{эф}(t'_{зад})$ , оценивающие сравнительную эффективность применения КСМ при выполнении инженерных работ за отведённое время, по сравнению с эффективностью выполнения этих работ за то же время вручную, составляют: при бурении шпуров – 4,5; при бурении скважин – 5,2; при рытье котлованов – 3,6; при очистке площадок от снега – 4,1.

При выполнении за отведённое время (15 часов) предусмотренного объёма работ вручную с помощью шанцевого инструмента необходимо, чел: для очистке участков местности от снега и посторонних предметов – 8; для бурения шпуров – 9; для бурения скважин – 10; для рытья котлованов – 9.

Таким образом, применение КСМ, оснащённого сменным буровым и бульдозерным оборудованием, обеспечивает механизацию выполняемых вручную работ по бурению шпуров и скважин в мёрзлых грунтах при их рыхлении буровзрывным способом. Средний коэффициент эффективности применения КСМ, отражающий успех выполнения с его помощью трудоёмких инженерных работ по бурению шпуров, скважин и рытью котлованов, составляет:

$$\mathcal{E}_{эф}^{cp} = \frac{0,95 + 0,99 + 0,9}{3} = 0,95.$$

Возможность механизации трудоёмких инженерных работ сокращает сроки их выполнения, а при требуемых сроках – уменьшает количество привлекаемого личного состава (в рассмотренном варианте – в 4–5 раз).

Критерием оценки экономической эффективности КСМ принято относительное уменьшение затрат на выполнение с его использованием  $i$ -й работы в аналогичных условиях личным составом с помощью шанцевого (ручного механизированного инструмента):

$$\mathcal{E}_{эф} = \frac{C_{вр} - C_{КСМ}}{C_{вр}} \times 100\%,$$

где  $\mathcal{E}_{эф}$  – показатель критерия экономической эффективности;  $C_{вр}$  – стоимость выполнения работы вручную личным составом, руб.;  $C_{КСМ}$  – стоимость выполнения работы с использованием КСМ, руб.

В рассматриваемом варианте наиболее трудоёмкими являются работы по рыхлению мёрзлого грунта буровзрывным способом, а в последующем рытье котлованов. Поэтому целесообразно, в первую очередь, оценивать экономическую эффективность КСМ на

выполнение этих работ. Стоимость выполнения с помощью КСМ каждой из работ может быть определена по зависимости:

$$C_{КСМ} = C_A + C_{\text{э}} + C_{л.с} + C_{\text{вн}},$$

где  $C_A$  – стоимость амортизации КСМ при выполнении работ по бурению шпуров, скважин или при рытье котлованов, руб.;  $C_{\text{э}}$  – стоимость эксплуатационных материалов, израсходованных при выполнении работ по бурению шпуров, скважин и при рытье котлованов, руб.;  $C_{л.с}$  – стоимость затрат на содержание расчёта КСМ (с учетом времени его работы на каждом виде работ), руб.;  $C_{\text{вн}}$  – стоимость восполнения потерь, руб.

Стоимость амортизации КСМ, при отсутствии затрат на восполнение потерь и на его ремонт, может быть определена по зависимости:

$$C_A = N \frac{t_p}{T_A} C_o,$$

где  $N$  – количество КСМ (МСМ), задействованных на инженерных работах,  $N = 1$  шт.;  $t_p$  – время выполнения работы  $i$ -го вида, ч;  $T_A$  – амортизационный срок службы КСМ ч.;  $C_o$  – стоимость КСМ, руб.

Стоимость эксплуатационных материалов – ГСМ при выполнении запланированных инженерных работ определяется по формуле:

$$C_{\text{э}} = N \cdot t_p \cdot \left[ \sum_{i=1}^n (q_i C_i + q'_i C'_i + q''_i C''_i) \right], \text{руб.},$$

где  $q_i, q'_i, q''_i$  – норма расхода  $i$ -го эксплуатационного материала за один час работы, л/ч;  $C_i$  – стоимость единицы  $i$ -го расходного материала, руб./кг;  $C'_i$  – стоимость подвоза единицы  $i$ -го расходного материала к месту работы, руб.;  $C''_i$  – стоимость хранения единицы  $i$ -го расходного материала, руб.

Стоимость затрат на содержание расчёта КСМ (двух человек) равна:

$$C_{\text{зр}} = N \frac{C_z}{365 \cdot 24} \cdot t_p \cdot Z_{л.с},$$

где  $C_z$  – годовая стоимость содержания и обучения одного человека, руб.;  $t_p$  – время работы КСМ при выполнении  $i$ -й инженерной работы, ч;  $Z_{л.с}$  – количество обслуживающего состава КСМ, чел.

Годовая стоимость содержания и обучения одного человека расчёта:

$$C_z = C_{80} \cdot K_{2008} = 706 \cdot 150 = 105900 \text{руб.},$$

где  $C_{80}$  – стоимость содержания одного человека по состоянию на 1 января 1980 г.;  $K_{2008}$  – коэффициент перевода затрат к ценам на 1 января 2008 г.

Опуская промежуточные расчеты, коэффициент экономической эффективности применения КСМ составит:

$$\text{при бурении шпуров: } \mathcal{E}_{\text{эф}}^{\text{шп}} = \frac{C_{\text{вр}}^{\text{шп}} - C_{\text{МСМ}}^{\text{шп}}}{C_{\text{вр}}^{\text{шп}}} \cdot 100\% = \frac{870,4 - 753,1}{870,4} \cdot 100\% = 13,5\% ;$$

$$\text{при бурении скважин: } \mathcal{E}_{\text{эф}}^{\text{скв}} = \frac{C_{\text{вр}}^{\text{скв}} - C_{\text{МСМ}}^{\text{скв}}}{C_{\text{вр}}^{\text{скв}}} \cdot 100\% = \frac{846,3 - 659,0}{846,3} \cdot 100\% = 22,1\% ;$$

$$\text{при копании котлованов: } \mathcal{E}_{\text{эф}}^{\text{к}} = \frac{C_{\text{вр}}^{\text{к}} - C_{\text{МСМ}}^{\text{к}}}{C_{\text{вр}}^{\text{к}}} \cdot 100\% = \frac{979,3 - 847,0}{979,3} \cdot 100\% = 13,5\% .$$

Таким образом, приведённые затраты на выполнение рассмотренных инженерных работ с помощью КСМ в среднем на 16,4 % меньше затрат на их выполнение вручную с помощью шанцевого инструмента. Полученные данные позволяют говорить об экономической эффективности и целесообразности применения КСМ, оснащённого сменным буровым и бульдозерным оборудованием, при выполнении работ, связанных с мёрзлыми грунтами.

### Литература

1. Гражданская защита. Энциклопедия / под общ. ред. С.К. Шойгу / МЧС России. М.: Московская типография № 2, 2006. 568.
2. Исследование возможностей использования многофункциональных малогабаритных средств подвижности для выполнения инженерных работ и основные направления их совершенствования: отчёт о НИР Нахабино: 15 ЦНИИИ им. Д.М. Карбышева, 2008. 73 с.
3. Телушкин В.Д. Машины для разработки мёрзлых грунтов М.: Машиностроение, 2003. 269 с.
4. Волынский В.Ф. Эффективность военно-инженерной техники: учеб. пособ. / МО РФ. М.: ВИА, 1995. 160 с.

## АВАРИЙНОЕ СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ С ПОМОЩЬЮ ДВУХФАЗНОГО СТРУЙНОГО АППАРАТА

**А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности работы двухфазных струйных аппаратов (ДСА), позволяющие использовать ДСА в различных областях техники, а также возможность использования ДСА для аварийного снижения давления в замкнутом объеме. На основе анализа используемых систем снижения давления выявлены преимущества использования для этих целей ДСА. Рассмотрены особенности течения рабочего тела в ДСА. Представлена математическая модель течения парожидкостной смеси. Отмечено, что в зависимости от коэффициента инжекции ДСА могут иметь самые различные характеристики, что позволяет проводить оптимизацию параметров струйного аппарата.

*Ключевые слова:* аварийное снижение давления, двухфазный струйный аппарат, коэффициент инжекции, математическая модель

## CLOSE-SPACED EMERGENCY DESCENT OF PRESSURE WITH THE HELP OF A TWO-PHASE JET DEVICE

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

The article focuses on the peculiarities of operation of two-phase jet devices (JD) making it possible to use JD in different technical fields. It has been suggested to use JD for emergency descent of pressure in enclosed volume. Based on the analysis of pressure descent systems being used today, the advantages of JD have been revealed. The peculiarities of working medium flow in JD have been examined. A mathematical model of liquid-vapor mixture flow has been presented. It has been noted that depending on the injection ratio JD might have very different characteristics which makes it possible to optimize the parameters of JD.

*Key words:* emergency descent of pressure, two-phase jet device, injection ratio, mathematical model

Двухфазные струйные аппараты (ДСА) находят разнообразное применение в различных областях, например: для создания движущей силы при перемещении судов, для переохлаждения жидкости, в качестве инжекторов-конденсаторов в составе энергетических установок, регенеративных подогревателей смешивающего типа, насосов, и т.д. В последнее время появилась перспектива использования ДСА в других областях техники. Так, в ядерной энергетике ДСА предполагается использовать для обеспечения циркуляции теплоносителя в ядерных реакторах, паротушения при локализации аварийных ситуаций и т.п.

Многофункциональность (насосный эффект, разгон жидкости, конденсация пара, смешение сред, подогрев или охлаждение одной из сред), конструктивная простота и высокая технологичность изготовления, малые масса и габариты, отсутствие подвижных частей, полная герметичность, легкость компоновки с другими элементами установок, надежность в эксплуатации и повышенный ресурс – вот те качества, которые делают возможным использование ДСА в самых разнообразных условиях.

В статье рассматривается возможность использования ДСА в качестве средства аварийного снижения давления в корпусе (защитной оболочке) оборудования энергетической установки. В случае аварийной ситуации возможны тепловые удары в материале корпуса оборудования из-за повышения температуры рабочей среды, а также трудности обеспечения её герметичности, приводящие к необходимости разработки различных систем для снижения давления в объеме внутри корпуса оборудования. Обычно давление в таких случаях снижают с помощью ледовых конденсаторов, специальных барботеров, сбросом пара в атмосферу, предварительным вакууммированием.

Однако ни одно из этих мероприятий не имеет значительных преимуществ. Наиболее распространенная из них – барботажно-вакуумная система – обладает рядом недостатков. Прежде всего – малая скорость конденсации, обусловленная ограничениями на относительную скорость фаз при барботаже (менее 3 м/с), следствием чего являются большие габариты системы и необходимость размещения барботеров на нескольких уровнях.

В [1] предложено использовать в системе локализации аварийной ситуации инжектор, представляющий собой крупногабаритное кольцевое суживающее сопло с центральным телом, выполненное в виде трубы с перфорированным концом, заглубленным под уровень рабочего тела (воды). Камера смешения образована этой трубой и стенками цилиндрической обечайки, окружающей её.

Рассмотрим особенности течения рабочего тела в ДСА. В струйных аппаратах, использующих в качестве рабочего тела пар, а в качестве транспортируемой среды жидкость того же вещества, что и пар, структура парожидкостной смеси по длине камеры смешения меняется. На первом участке, расположенном сразу за паровым соплом, происходит раздельное течение потока, при котором в центре камеры смешения проходит пар, а у стенок – кольцевая жидкостная струя. Далее струйное течение смеси на коротком участке переходит

в дисперсное течение, когда жидкостная фаза распределяется в паровой фазе в виде капель. Схема инжектора в системе локализации аварийной ситуации представлена на рис. 1:

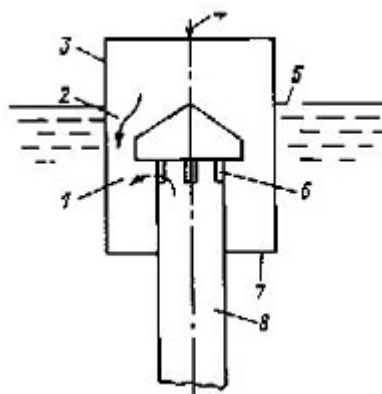


Рис. 1.

1 – камера смешения; 2 – сопло; 3 – паропровод; 4 – вход аварийного пара; 5 – уровень воды; 6 – выход охлаждающей воды; 7 – внешняя обечайка; 8 – труба подвода охлаждающей воды

Схема течения в ДСА представлена на рис. 2:

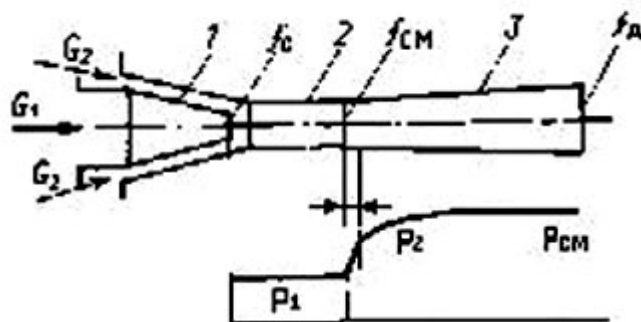


Рис.2.

1 – конфузорное сопло; 2 – камера смешения; 3 – диффузор;  $G_1$  – расход рабочего газа;  $G_2$  – инжектируемая среда;  $f_c$  – площадь сопла;  $f_{cm}$  – площадь камеры смешения;  $f_d$  – площадь диффузора;  $p_1, p_2, p_{cm}$  – давление перед скачком уплотнения, после него и за диффузором

При разработке математической модели течения парожидкостной смеси были приняты следующие допущения:

- движение каждой фазы одномерное;
- на протяжении всей длины камеры смешения реализуются три режима течения (раздельный, капельный и пузырьковый);
- течение критическое (определяется как граница между областью режимов с запирающим потоком и областью с полной конденсацией пара);
- давление жидкости и пара на входе в приемную камеру и паровое сопло одинаково;
- капли жидкости имеют одинаковые размеры;
- повторного слияния или дробления капель не происходит;
- скачок конденсации плоский и бесконечно тонкий;
- КПД диффузора не зависит от места расположения скачка.

Размеры капель распределяются по некоторому спектру, который характеризуется средним диаметром, наиболее вероятным диаметром и дисперсией. По мере конденсации пара дисперсный режим переходит в пузырьковый. В работах [2–4] для определения длины первого участка ДСА используется зависимость вида:

$$Z_i = A(d_b - d_n)[u / (W_n / W_b)]^m, \quad (1)$$

где  $W_n$  и  $W_b$  – скорости паровой и жидкой фаз;  $u = G_{ж} / G_n$  – коэффициент инжекции (равный отношению массовых расходов жидкости и пара).

Зависимость показывает, что относительная длина нераспавшейся струи пропорциональна коэффициенту инжекции и обратно пропорциональна разности скоростей паровой и жидкой фаз. Неизвестные коэффициенты  $A$  и  $m$  могут быть найдены путем сопоставления экспериментальных и расчетных данных (например, по продольному распределению давления).

Потери давления на шаге интегрирования на нераспавшемся участке определяются по формулам [1]:

$$\Delta P_{пв} = \xi_{пв}(W_n - W_b)^2/2; \quad \Delta P_{вс} = \xi_{вс}(W_b)^2/2,$$

где  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления.

На участке дисперсного режима течения для расчета нужно иметь характеристики спектра капель: среднее значение по поверхности и среднее значение по массе. По результатам испытаний форсунок средний радиус капель можно определить по формуле [2]:

$$R = A(d_b - d_n)^b (p_n / p_b)^c (W_n - W_b)^k$$

Коэффициенты  $A$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $k$  должны быть найдены исходя из соответствующих расчетных и экспериментальных данных. Тепловой поток от пара к каплям находится с учетом переохлаждения пара по формуле [5]:

$$q = \alpha[f(t_n - t_b)][(p_n / p_s)^{0,0585} - 1],$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи к каплям.

Потери давления при взаимодействии пара и капель равны:

$$\Delta P_{пв} = \xi_{пв} N_k (W_n - W_b)^2 / f_n,$$

где  $N_k$  – концентрация капель;  $f_n$  – проходное сечение для пара.

Уравнение неразрывности для водяной фазы используется в форме [6]:

$$dG_b / G_b = dW_b / W_b + df_b / f_b + d\rho_b / \rho_b. \quad (2)$$

Уравнение неразрывности для пара удобно использовать в виде для двух участков интегрирования:

$$\varphi_2 = \varphi_1 (d_1 / d_2)^2 (W_{n1} / W_{n2}) (G_{n1} / G_{n2}) (p_{n1} / p_{n2})^{1/n}, \quad (3)$$

где  $\varphi$  – истинное объемное паросодержание.

Уравнение количества движения для воды имеет вид [3]:

$$-d(f_b \cdot p) - d(G_b \cdot W_b) + p_n \cdot d(f_b) + W_n \cdot d(G_n) + d(p_{пв}) \cdot f_n / \nu_n - d(p_{вс}) \cdot f_b / \nu_b = 0,$$

где  $\nu$  – удельный объем.



Уравнение количества движения для пара имеет вид:

$$W_{п2} = [2 \cdot v_{п} (-\Delta p_{пв} / v_{в}) + W_{п1}]^{0,5}.$$

Уравнение энергии для воды в первом приближении имеет вид:

$$i_{в2} = (G_{в1} / G_{в2}) i_{в1} + (\Delta G_{п} / G_{в2}) (i_1^{!!} + i_2^{!!}) / 2. \quad (4)$$

Уравнение массового расхода имеет вид:  $d G_{в} + d G_{п} = 0$ .

Уравнение для общего изменения площади проходного сечения ДСА:

$$df_{в} + df_{п} = df(z).$$

При решении приведенных выше уравнений (1)–(4) встречаются трудности, вызванные разрывным поведением некоторых функций. Поэтому решение указанных уравнений производится следующим образом. Давление в конце участка интегрирования определяется методом последовательных приближений. При этом значения  $\Delta p_2$  находится из рекуррентного соотношения Вегстейна [3]:

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 + (f_{k1} - f_L) (\Delta p_1 - \Delta p_0) / (f_{k1} - f_{k0})$$

По найденному значению  $p_2$ , а также величине скорости пара и воды определяются проходные сечения для пара и воды. Зависимость суммарного сечения паровой и жидкой фаз от перепада давления на участке интегрирования имеет разрывный характер. После определения давления находится количество сконденсировавшегося пара.

Целью расчета потока в проточной части ДСА является нахождение такой температуры воды при заданной производительности и геометрии проточной части, при которой мог бы реализоваться критический режим истечения. Для этого используется свойство непрерывности перехода через критическую точку: если выбрать заведомо низкую температуру воды, что приведет к чрезмерной конденсации пара, то режим будет докритическим.

По мере повышения температуры скорость конденсации пара уменьшается, удельный объем смеси растет, скорость потока увеличивается и достигает в некотором сечении критического значения. Расчет потока в проточной части достаточно проводить до нахождения значения того сечения, в котором либо наступило заклинивание, либо пар полностью сконденсировался.

В заключение можно отметить, что ДСА в зависимости от коэффициента инжекции могут иметь самые различные характеристики. Если жидкость на входе в ДСА недогрета до состояния насыщения, то при больших значениях коэффициента инжекции весь пар конденсируется и в диффузоре течет однофазная жидкость. С уменьшением коэффициента инжекции увеличивается температура жидкости перед диффузором и при некотором значении коэффициента инжекции пар уже не может полностью конденсироваться и в диффузор поступает двухфазная смесь. Существует также область очень малых значений коэффициента инжекции, когда жидкость полностью испаряется, вызывая охлаждение пара и эффект термокомпрессии.

## Литература

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, 1976.
2. Булыгин В.Д., Кудрявцев Б.К. Применение инжектора в качестве конденсирующего устройства. М.: МЭИ, 1987.
3. Стернин Л.Е. Основы газодинамики двухфазных течений в соплах. М.: Машиностроение, 1974.

4. Шаманов Н.П., Дядик А.Н., Лабинский А.Ю. Двухфазные струйные аппараты. Л.: Судостроение, 1989
5. Дейч М.Е., Филиппов Г.А. Газодинамика двухфазных сред. М.: Энергоиздат, 1981.
6. Кутателадзе С.С., Стырикович М.А. Гидродинамика газожидкостных систем. М.: Энергия, 1976.

## **ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА АКВАТОРИИ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ**

**А.С. Перевалов;**

**В.В. Попов, кандидат военных наук;**

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

Показана актуальность и рассмотрены основные проблемы выбора эффективных способов повышения безопасности при чрезвычайной ситуации на акватории внутренних водоемов. Отмечена связь времени ликвидации ЧС и длительности цикла управления силами и средствами поисково-спасательных формирований (ПСФ). Приведены результаты статистического исследования основных причин и видов ЧС. Определены возможные направления обеспечения безопасности, снижающие время проведения поисково-спасательных работ.

*Ключевые слова:* поисково-спасательные формирования, система управления силами и средствами ПСФ, водный объект, катер, статистика

## **RATIONALE FOR DIRECTIONS TO THE SAFETY OF EMERGENCY IN AREAS INLAND WATERS**

A.S. Perevalov; V.V. Popov; V.P. Sugak.

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

The urgency and the main problem of selecting effective ways to improve safety in emergency situation of areas inland waters. Marked by communication time liquidation of emergency and cycle time control of the forces and means of search and rescue teams. The results of a statistical study of the basic causes and types of emergencies. Identified possible areas of security, reducing the time of the search and rescue operations.

*Key words:* search and rescue teams, the control system forces and means of the search and rescue operations, a water body, boat, statistics

В настоящее время пути повышения безопасности продолжают интенсивно разрабатываться для различных направлений деятельности. Одним из них является безопасность водного транспорта как составная часть национальной безопасности РФ [1].

Актуальной проблемой для внутреннего водного транспорта является поиск эффективных способов повышения безопасного плавания и минимизация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) [2].

Оказание помощи людям в ЧС природного и техногенного характера, ведение работ по смягчению последствий ЧС является главной задачей поисково-спасательных формирования МЧС России (ПСФ) [3]. Для успешной ликвидации ЧС, своевременного спасения людей, необходимо выполнение следующего условия:

$$T_{л} \leq T_{р},$$

где  $T_{л}$  – время ликвидации ЧС;  $T_{р}$  – располагаемое время (варьируется в зависимости от вида ЧС на воде).

Располагаемое время можно увеличить за счет того, что будет уменьшено время, отводимое на выработку управляющих воздействий на ПСФ.

Начало выполнения целевых (боевых) задач ПСФ зависит от оперативности управления, то есть определяется длительностью цикла управления. Процесс управления складывается из следующих основных этапов:

- сбора информации о состоянии акватории, сил и средств ПСФ, а также о выполняемых задачах –  $\tau_1$ ;
- обработки информации и ее обновления в банке данных –  $\tau_2$ ;
- решения расчетных задач и выработки вариантов управляющих решений по использованию сил и средств ПСФ в интересах решения целевых задач –  $\tau_3$ ;
- принятия руководителем ликвидации (РЛ) ЧС решения, подготовленного на предыдущем этапе –  $\tau_4$ ;
- формирования команд и доведения распоряжений до сил и средств ПСФ исходя из утвержденного решения –  $\tau_5$ ;
- подготовки сил и средств ПСФ к выполнению целевой задачи (сбора и выезда по тревоге команды спасателей на соответствующем спасательном судне) –  $\tau_6$ .

Завершается цикл управления непосредственным выполнением целевой (боевой) задачи - проведением поисково-спасательных работ (ПСР) –  $\tau_7$ .

Начало выполнения ПСР начинается после завершения всех этапов цикла управления, то есть выдачи управляющих воздействий силам и средствам ПСФ.

Сбор информации о состоянии акватории, силах и средствах ПСФ должен производиться в непрерывном режиме. Важным условием успешной ликвидации ЧС является возможность своевременно получить сигнал о ее возникновении. В настоящее время, как известно [4], на ПСФ не возлагается задача, связанная с патрулированием защищаемой акватории. По этой причине может оказаться несвоевременной передача сигнала о ЧС. В связи с этим необходимо предусмотреть систему наблюдения, позволяющую контролировать наиболее активные районы (пляжи, места рыбалки, плановые маршруты движения судов). Таким образом, система управления (СУ) силами и средствами ПСФ должна постоянно располагать необходимым объемом информации. Отсутствие достоверных сведений о складывающейся обстановке служит причиной возникновения в дальнейшем некорректных, необдуманных решений. По этой причине в СУ должна быть создана информационная подсистема, располагающая базой данных. При этом основными данными являются:

- карта, инфраструктура (расположение населенных пунктов);
- климатические особенности (роза ветров, балльность волнения);
- характеристики спасательных судов: характерный вид проводимых ПСР, число пассажиров, принимаемых на борт, водоизмещенность, скорость, дальность плавания;
- места сосредоточения на акватории частных плавсредств, их типовые маршруты;
- статистика о ЧС на данной акватории.

На втором этапе осуществляется обработка информации о возможных видах ЧС и причинах их возникновения. Сокращение  $\tau_2$  в реально сложившейся обстановке зависит от быстродействия устройств обработки информации. Длительность решения расчетных задач и получение возможных вариантов решений по применению сил и средств ПСФ зависит от разработанного специального математического (СПМО) и программного обеспечения системы управления.

На этапе принятия решения осуществляется выбор конкретных планов мероприятий по предупреждению либо уменьшению масштабов ЧС. Этому может способствовать учет возможных происшествий на акватории, заранее спланированных сценариев развития ЧС и

действий сил и средств ПСФ, направленных на ее ликвидацию. Поскольку основой управления силами и средствами ПСФ является решение РЛ, то особый интерес и в то же время наибольшие трудности представляет творческая сторона деятельности органов управления. Основные причины запаздывания ответных действий рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1. Причины запаздывания управляющих воздействий

Причина	Описание причин запаздывания
Инерционность системы	Необходимо время для наблюдения, обработки его результатов и передачи полученной информации РЛ. Руководителю также требуется время на выработку конкретного решения
Психологические особенности человека	Запаздывание адекватной реакции на нестандартное ЧС, вызванное малым опытом их ликвидации

В определенной степени эти трудности могут быть преодолены при помощи достижений информатики, математики, психологии и других прикладных наук, созданием на их базе системы управления силами и средствами ПСФ. Создаваемые на основе новых информационных технологий современные информатизированные системы позволяют за счет многократного проигрывания на ЭВМ большого числа разновидностей решений предъявлять РЛ несколько вариантов, из которых выбирается лучшее.

Сокращение  $\tau_5$  может осуществляться за счет использования современных средств связи при доведении команд и распоряжений.

Таким образом, совершенствование системы управления силами и средствами ПСФ является одним из направлений эффективного выполнения целевой задачи.

Время  $\tau_7$  и  $\tau_6$  зависит непосредственно от подготовки спасателей, слаженности их действий при выезде и проведении ПСР. Длительность  $\tau_7$  также может содержать существенные резервы для его снижения. Это связано с сокращением времени прибытия к месту ЧС за счет использования различных плавсредств. В табл. 2 приведены сравнительные характеристики основных плавсредств, имеющихся на вооружении подразделений Северо-Западного регионального центра (СЗРЦ). Время следования к месту ЧС можно сократить, если заранее будут решены задачи управления, связанные с расчетом района поиска, планированием и выбором мест дислокации сил и средств, с выбором маршрутов их передвижения до места возникновения происшествия. Это лишний раз показывает необходимость иметь в системе управления соответствующих моделей и алгоритмов СпМО для выработки своевременного и качественного управляющего воздействия на силы и средства ПСФ.

Грамотное и своевременно выданное управляющее воздействие (решение) не является залогом успешного выполнения целевых задач. Эффективность их выполнения зависит также от готовности сил и средств ПСФ, от характеристик плавсредств, используемых при проведении ПСР.

Для того, чтобы поддерживать силы и средства ПСФ в постоянной готовности к выполнению своих функциональных задач в зоне ЧС, необходимо составить перечень видов происшествий на акватории, выявить причины их возникновения, определить характер основных проводимых работ по ликвидации ЧС.

При определении видов ЧС на внутренней акватории, выявлении причин их возникновения и обосновании возможных направлений обеспечения безопасности было проведено статистическое исследование, основные результаты которого представлены в данной статье.

На первом этапе – массового статистического наблюдения – с помощью документального способа получены данные о всех ЧС, произошедших в период с 2007 по

2010 г. на акваториях Северо-Западного федерального округа (СЗФО) и Российской Федерации (информационные донесения за период с 2007 по 2010 г.). В соответствии с целями исследования определены группы признаков, которые позволили из всего первичного статистического материала выделить основные виды ЧС, причины их возникновения, последствия и проводимые при этом ПСР для ликвидации последствий ЧС.

Таблица 2. Характеристики основных плавсредств СЗРЦ

Наименование плавсредства	Материал корпуса	Мощность двигателя, л.с. (макс.доп.)	Запас хода, км	Скорость Максимальная/ при волнении, км/ч	Грузоподъемность кг/чел	Длина x ширина x высота борта, м	Ограничения
«Стрингер-550Р»	Пластик ПВХ	115 (130)	200	60/40	700/8 чел.	5,6x2,5x0,53	Волна 1,2м.(3 бал.) ;от -5 до +45
«Мастер-510»	Дюраль	60 (100)	100	50/40	450/6 чел.	5,1x2,1x0,9	Волна до 1м, удаление до 5 км от берега
«Кальмар»	Пластик ПВХ	2x115 (280)	100	70/40	1350/5 чел.	7,6x2,8x1,1	Волна до 1,5м, удаление до 10 км от берега
«КС-701»	Сплав АМГ	200	300	70/30	10 чел.	8,1x2,5x1,2	Волна до 2м; ветер до 20 м/с
«Охта-650»ВД	Сплав АМГ	180 (190)	400	50/30	900/6+2 чел.	7,3x2,7x0,66	Волна до 2м (4 бал.); ветер до 14-17м/с (7 бал.)

Статистический анализ позволяет определить приоритетные направления проведения ПСР, обосновать требования к силам и средствам, а также показать необходимость совершенствования системы управления силами и средствами ПСФ. В частности, одним из результатов явилось определение основных видов и причин аварий с маломерными судами за (2007–2008 гг.) (табл. 3).

Таблица 3. Виды и причины аварий с маломерными судами (2007–2008 гг.)

Виды аварий	Всего количество аварий	Число погибших при аварии	Причина			
			Алкогольное опьянение	Неукомплектовано спасательными средствами	Нарушение норм пассажировместимости	Сложные гидрометеорологические условия*
Опрокидывание	52 / 48	61 / 72	20 / 18	29 / 28	11 / 8	34 / 30
Столкновение	27 / 26	16 / 11	7 / 7	3 / 3	2 / 0	8 / 7
Затопление	16 / 15	20 / 34	1 / 2	11 / 10	7 / 6	15 / 14
Удар (навал)	15 / 13	11 / 14	1 / 1	2 / 3	1 / 0	9 / 7
Падение людей за борт	14 / 9	8 / 9	5 / 3	3 / 3	2 / 0	6 / 4
Прочее	4 / 4	2 / 7	4 / 3	3 / 3	2 / 1	4 / 4
ВСЕГО	128 / 115	118 / 147	38 / 34	51 / 50	25 / 15	76 / 66

\* плохая видимость, сильный ветер, волнение, низкая температура воды.

Материал данной таблицы позволяет выделить структуру причин и видов аварийности с маломерными судами (рис. 1 и 2).

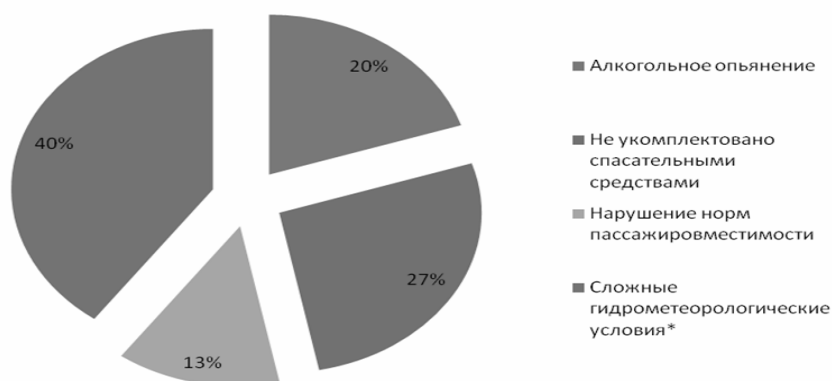


Рис. 1. Причины аварийности с маломерными судами и гибели людей

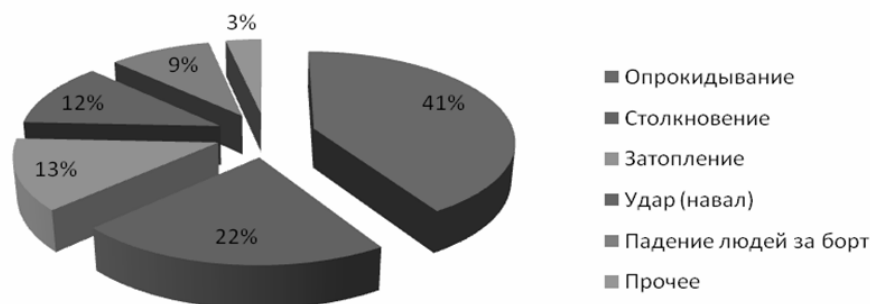


Рис. 2. Виды аварийности с маломерными судами

Основными причинами происшествий с маломерными судами являются сложные гидрометеорологические условия и алкогольное опьянение судоводителя. Именно это в большинстве случаев приводит к опрокидыванию судна либо столкновению. Статистический анализ показал, что увеличение числа происшествий и погибших на акватории происходит из-за нарушения человеком правил безопасности на воде и воздействии неблагоприятных погодных условий.

Для определения нагрузки на ПСФ в течение года было проанализировано распределение всех происшествий на данном временном интервале. Распределение количества ЧС от времени года, и как следствие от гидрометеорологических условий, представлено на диаграмме в виде коэффициента сезонности всех происшествий в СЗФО (рис. 3).

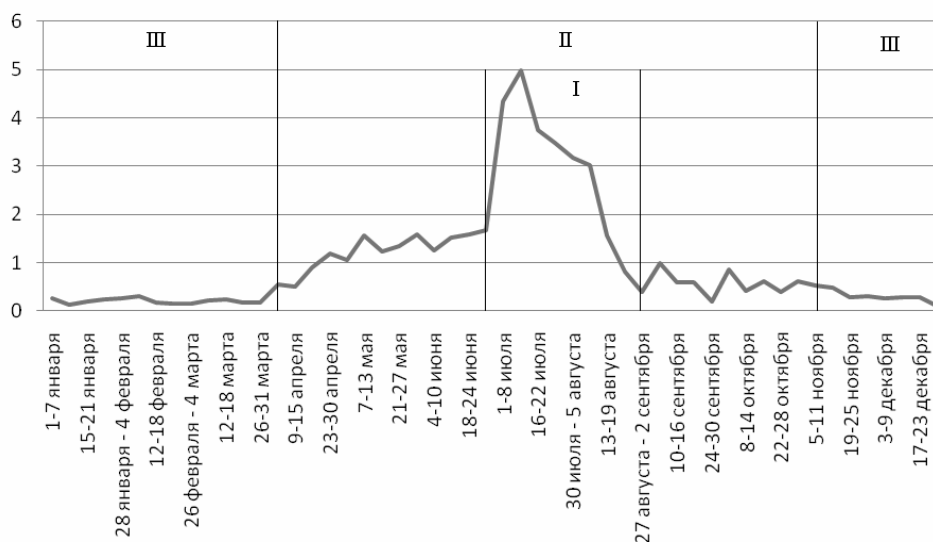


Рис. 3. Коэффициент сезонности

Из диаграммы видно, что количество происшествий на воде в течение года можно разбить на три периода:

- I купальный сезон (июль – август);
- II навигационный (апрель – ноябрь, в зависимости от региона);
- III зимний (ноябрь – апрель, в зависимости от ледяного покрова).

Данные периоды могут послужить основанием для разбиения состояния готовности сил и средств ПСФ на четыре степени: дежурный режим, режим усиления в открытую навигацию, режим усиления в купальный сезон, усиленный вариант несения службы. Режимы усиления службы характеризуют состояние и готовность подразделения к выполнению поставленной задачи за счет ввода дополнительных единиц техники, организации добровольных команд, выбора планов мероприятий по несению службы. Эти мероприятия позволят сократить время прибытия к месту ЧС и повысить эффективность проводимых ПСР.

Для обоснования требований к силам и средствам ПСФ был проведен анализ проводимых ПСР по ликвидации ЧС и выявлены группы, показанные на рис. 4.



Рис. 4. Группы поисково-спасательных работ

Содержание выполняемых ПСР дало возможность выработать предложения по оснащению ПСФ МЧС России следующими спасательными судами:

- поисково-спасательными катерами, предназначенными для поиска и спасения терпящих бедствие на воде. В их оснащение должно входить максимально возможное количество поискового оборудования – прожекторы, гидролокаторы, тепловизоры и т.д.;

- катерами обеспечения водолазных работ. Состав оборудования должен выбираться в зависимости от характеристик водоёма и включать в себя водолазное снаряжение, компрессорное оборудование, оборудование для подводной резки и сварки, подводное телевизионное оборудование, грузоподъёмное оборудование, средства обозначения места работ (буи) и т.д.;

- медицинскими катерами для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим и их транспортировки;

- катерами для борьбы с аварийными разливами нефтепродуктов – бонопостановщиками и нефтесборщиками. Данные суда должны иметь хорошие буксирные характеристики и их целесообразно оборудовать системами водяных завес.

Все спасательные суда должны быть оборудованы приспособлениями и устройствами для подъёма пострадавших на борт (специальные площадки, трапы, сетки, лебёдки, краны и т.д.).

Помимо оснащения спасательных судов, одним из условий успешного проведения ПСР является готовность подразделения к выполнению поставленной задачи. Для этого должны быть разработаны планы управления ПСФ, отработаны сценарии действий сил и средств при возникновении происшествий различной сложности: от спасения утопающего и снятия рыбаков со льдин до эвакуации пассажиров с тонущего круизного судна и ликвидации разливов нефтепродуктов. Все это позволит своевременно приступить к ликвидации ЧС. Помимо отработки сценариев и разработки планов управления, следует уделить внимание действию спасательных подразделений на основных грузопассажирских маршрутах.



Для разработки сценариев развития ЧС вариантов действий ПСФ, предполагаемых решений по ликвидации ЧС, необходимо выделить условия, которые повлияют на успех проведения ПСР. Для этого целесообразно разбить происшествия на воде на группы. Определяющим признаком при классификации должно быть выбрано время прибытия спасателей на место происшествия от момента начала ЧС. При этом возможны следующие варианты:

1. Временной показатель имеет критическое значение:
  - а) непосредственная угроза человеческой жизни;
  - б) загрязнение либо угроза загрязнения окружающей среды;
  - в) пожар на судне.
2. Временной показатель не имеет критического значения:
  - а) потеря хода судном;
  - б) потеря груза;
  - в) поиск пропавших без вести.
3. В зависимости от складывающейся ситуации:
  - а) снятие рыбаков со льдин;
  - б) посадка на мель;
  - в) эвакуация населения при наводнении.

Анализ развития ЧС и принятие оперативных решений показывает, что руководителю ликвидации ЧС обычно приходится действовать в условиях ограниченной и недостоверной информации, дефицита времени. Это может привести к принятию нерациональных и даже ошибочных решений. К сожалению, многочисленные примеры показывают, что даже достоверной и четкой информации нередко оказывается недостаточно для того, чтобы руководство немедленно отреагировало на возникающую ЧС, прибегнув к оперативным и эффективным ответным действиям. Чтобы полностью использовать имеющиеся возможности, необходимо повышать готовность руководителей к работе в условиях высокой степени неопределенности. Важным профессиональным навыком становится умение учитывать долгосрочные прогнозы, несмотря на их расплывчатость и неполноту.

Таким образом, полученные результаты исследований позволили в качестве основных направлений повышения безопасности при чрезвычайной ситуации на акватории выделить следующие:

- создание материально технической базы, определение требований к характеристикам спасательных судов для решения соответствующих задач при проведении ПСР;
- совершенствование системы управления силами и средствами поисково-спасательных формирований для различных сценариев развития чрезвычайной ситуации на акватории;
- разработка мероприятий по поддержанию сил и средств ПСФ в постоянной готовности к выполнению ПСР.

Каждое из выбранных направлений требует самостоятельного и дополнительного исследования.

### **Литература**

1. Проблемы безопасности водного транспорта при чрезвычайных ситуациях. Сер.: Сервис безопасности безопасность на водных объектах / В.С. Артамонов [и др.]. СПб., 2010.
2. О создании комплексной системы обеспечения безопасности на транспорте: Указ Президента Рос. Федерации от 31 марта 2010 г. № 403 // СЗ РФ. 2010. № 14. Ст. 1637.
3. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон Рос. Федерации от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // СЗ РФ. 1995. № 35. Ст. 3503.
4. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ // СЗ РФ. 1994. № 35. Ст. 3648.

---

---

# ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

---

---

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗРЫВА КОНДЕНСИРОВАННОГО ВЕЩЕСТВА МЕТОДАМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ

**М.В. Сильников, доктор технических наук, профессор, заслуженный  
деятель науки РФ;**

**М.В. Чернышов, кандидат физико-математических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Изложен метод численного моделирования взрыва конденсированного вещества и определения соответствующих фугасных нагрузок на основе известной в вычислительной газовой динамике схемы Ошера-Соломона. Приведены результаты численного эксперимента, сопоставленные с эмпирическими данными.

*Ключевые слова:* моделирование взрывных процессов, метод «взрывающегося объёма»

## NUMERICAL SIMULATION OF CONDENSED MATTER BLAST BY THE METHODS OF COMPUTATIONAL GAS DYNAMICS

M.V. Silnikov; M.V. Chernyshov.

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

The method for condensed matter blast numerical simulation and corresponding shock-wave loads definition based on the well-known in computational gas dynamics Osher-Solomon scheme. The results of the numerical experiments are also given and compared with the empirical data.

*Key words:* blast modeling, «blasting volume» method

Взрыв заряда конденсированного вещества в воздухе представляет собой достаточно сложный физико-химический и механический процесс. Его математическое моделирование затруднено необходимостью расчета химических реакций, резким изменением объема первоначально конденсированного вещества, переходящего в газовую фазу, а также наличием сильных ударных волн и зон разрежения газового потока.

Математическое моделирование процесса для упрощения сводится рядом исследователей (см., например, [1]) к расчету сильно сжатого и нагретого объема продуктов детонации взрывчатого вещества. В этом случае расчет взрыва конденсированного вещества – задача вычислительной газовой динамики. При постановке начальных условий предполагают, что продукты детонации представляют собой двухатомный идеальный газ, изохорно (в объеме, соответствующем первоначальному конденсированному заряду) получивший большое (равное энергии взрыва) количество внутренней энергии, что привело к значительному повышению его давления и температуры.

Допущение о постоянстве показателя адиабаты  $\gamma$  в разлетающейся «сжатой сфере» вводится даже на первых стадиях этого процесса, когда давление и температура газа очевидно слишком высока, а процесс неадиабатичен. Такое допущение часто приводит к заметным расхождениям результатов расчета и экспериментальных данных.

Описанный подход к газодинамическому моделированию взрывных явлений можно усовершенствовать, предположив, что существует первоначальная стадия расширения продуктов детонации с постоянным показателем политропы  $\gamma_2 \neq 1,4$ . Согласно [2], эта стадия первоначального расширения продолжается до достижения продуктами детонации давления  $p \leq 2000$  атм, после чего их действительно можно считать совершенным двухатомным газом. Эффективный показатель политропы на стадии первоначального расширения падает от значения  $\gamma = 3$  (газ Бехерта-Станюковича) до  $\gamma = 1,4$  (двухатомный газ); данный процесс в целом может быть охарактеризован неким усредненным значением показателя политропы. Расширение продуктов взрыва при  $p \leq 2000$  атм по-прежнему рассчитывается методами вычислительной механики в рамках модели совершенного газа.

В данной работе описаны методы численного моделирования и результаты расчетов взрыва конденсированного вещества, начиная с момента завершения первоначальной стадии расширения продуктов детонации. Проведено сравнение полученных численных результатов и экспериментальных данных, отраженных в эмпирических соотношениях.

**Метод интегрирования уравнений газовой динамики.** Система уравнений газовой динамики для одномерного (сферически симметричного) течения записывается в форме

$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{F}}{\partial r} = \vec{H}, \quad (1)$$

где  $\vec{U} = [\rho, \rho u, e]^T$  или  $\vec{U} = [\rho r, \rho u r, e r]^T$  – вектор состояния среды, описывающий состояние среды в какой-либо из ячеек разностной сетки;  $\vec{F} = [\rho u, \rho u^2 + p, (e + p)u]^T$  или  $\vec{F} = [\rho u r, (\rho u^2 + p)r, (e + p)u r]^T$  – поток консервативных переменных через границы ячеек,  $\vec{H} = -(\nu - 1)u/r [\rho, \rho u, e + p]^T$  или  $\vec{H} = [(2 - \nu)\rho u, p + (2 - \nu)\rho u^2, \rho u^3/2 + (2 - \nu)\rho u(e + p)/(\gamma - 1)]^T$  – вектор членов-источников, зависящий от вида симметрии течения ( $\nu = 1, 2, 3$  в плоском, цилиндрически и сферически симметричном случаях соответственно; в данной задаче  $\nu = 3$ ).

В системе уравнений (1) параметры течения обозначены следующим образом:  $\gamma$  – показатель адиабаты газа;  $\rho$  и  $p$  – его плотность и давление;  $u$  – скорость потока,  $e = u^2/2 + p/(\gamma - 1)$  – удельная полная энергия. Пространственная координата  $r$  представляет собой расстояние от центра симметрии течения;  $t$  – время, в данном частном случае отсчитываемое с момента начала расширения продуктов детонации.

Для уменьшения эффектов сингулярности вблизи центра симметрии течения используется вторая форма записи векторов консервативных переменных, их численных потоков и членов-источников.

Простейшая разностная схема первого порядка точности позволяет определить вектор  $\vec{U}_j(t + \Delta t)$  состояния потока в каждой ячейке  $j$ , вычислив значения численных потоков  $\vec{F}_{j-1/2}$  и  $\vec{F}_{j+1/2}$  через её границы за рассматриваемый промежуток времени  $\Delta t$ . Из дискретно-разностной формы записи системы уравнений (1) в случае, когда границы ячеек неподвижны, следует:

$$\vec{U}_j(t + \Delta t) = \vec{U}_j(t) + (\vec{F}_{j-1/2}(t) - \vec{F}_{j+1/2}(t)) \cdot \Delta t / \Delta r_j + \vec{H}_j(t) \cdot \Delta t \quad (2)$$

(здесь  $\Delta r_j$  – размер  $j$ -й ячейки конечно-разностной сетки).

Вектор членов-источников  $\vec{H}_j(t)$  определяется состоянием течения внутри ячейки  $j$  в предыдущий момент времени  $t$ , то есть вектором состояния  $\vec{U}_j(t)$ . Численные потоки  $\vec{F}_{j-1/2}$  и  $\vec{F}_{j+1/2}$  определяются векторами состояния в смежных ячейках (значениями  $\vec{U}_{j-1}(t)$  и  $\vec{U}_j(t)$ ,  $\vec{U}_j(t)$  и  $\vec{U}_{j+1}(t)$ , соответственно) путем решения задачи Римана о распаде разрыва.

Для увеличения точности интегрирования по времени вместо простейшей схемы (2) применяется схема Рунге-Кутты второго порядка аппроксимации, на первом полушаге которого вычисляются промежуточные векторы состояния течения в каждой из ячеек:

$$\vec{U}_j(t + \Delta t/2) = \vec{U}_j(t) + (\vec{F}_{j-1/2}(t) - \vec{F}_{j+1/2}(t)) \cdot \Delta t / 2\Delta r_j + \vec{H}_j(t) \cdot \Delta t / 2. \quad (3)$$

Найденный вектор состояния  $\vec{U}_j(t + \Delta t/2)$  используется для вычисления численных потоков  $\vec{F}_{j-1/2}(t + \Delta t/2)$ ,  $\vec{F}_{j+1/2}(t + \Delta t/2)$  и источников членов  $\vec{H}_j(t + \Delta t/2)$ , после чего выполняется второй полушаг интегрирования:

$$\vec{U}_j(t + \Delta t) = \vec{U}_j(t) + (\vec{F}_{j-1/2}(t + \Delta t/2) - \vec{F}_{j+1/2}(t + \Delta t/2)) \cdot \Delta t / \Delta r_j + \vec{H}_j(t + \Delta t/2) \cdot \Delta t. \quad (4)$$

Для применения схемы второго порядка (3)–(4) необходимо вычислять векторы  $\vec{F}_{j+1/2}$  численных потоков через границы ячеек на каждом из полушагов интегрирования.

**Определение численных потоков через границы ячеек.** Для определения численного потока  $\vec{F}_{j+1/2}$  через границы ячеек с параметрами течения  $\vec{U}_j(t)$  и  $\vec{U}_{j+1}(t)$  используется приближенное решение Ошера-Соломона [3] задачи Римана о распаде разрыва. Общая теория решения задачи Римана предполагает, что разрыв параметров  $\vec{U}_j(t)$  и  $\vec{U}_{j+1}(t)$  на границе ячеек сохраняется до момента времени  $t$ , когда течения газа в смежных ячейках вступают во взаимодействие. При этом происходит распад разрыва параметров потока: с границы первоначально разделенных ячеек сходят две волны, левая ( $D_1$  или  $W_1$ ) и правая ( $D_3$  или  $W_3$ ), а также контактный разрыв  $K_2$  – движущаяся граница между первоначально разделенными газами из соседних ячеек (рис. 1, а–е). В зависимости от начальных параметров задачи образующиеся волны могут быть ударными ( $D_1$  или  $D_3$ ) или изоэнтропными волнами Римана ( $R_1$  или  $R_3$ ).

После определения всех свойств образующихся волн и разрывов, а также параметров течения в областях между ними, скорости движения разрывов и волн сравниваются со скоростью  $V_{j+1/2}$  перемещения в общем случае подвижной границы ячеек. Границе ячеек приписывается вектор состояния  $\vec{U}_{j+1/2}$ , соответствующий области, внутри которой находится эта граница согласно решению задачи Римана. Вектор состояния  $\vec{U}_{j+1/2}$  течения на границе ячеек единственным образом определяет искомый поток  $\vec{F}_{j+1/2}$  консервативных переменных через эту границу.

Задача Римана о распаде разрыва параметров газового потока в своей точной постановке не имеет точного явного решения и решается итерационно. Для уменьшения времени расчетов используется приближенное решение Ошера-Соломона, согласно которому изменения давления и скорости газа на ударных волнах  $D_1$  или  $D_3$  связываются между собой соотношениями, описывающими изоэнтропные волны сжатия. В этом случае интенсивности

$J_1 = p_1/p_j$  и  $J_3 = p_3/p_{j+1}$  (соотношения давлений на левой и правой волнах) определяются в явной форме:

$$J_1 = \left[ \frac{(\gamma-1)(u_j - u_{j+1}) + 2(a_j + a_{j+1})}{2(a_j + a_{j+1}/I)} \right]^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}}, \quad J_3 = J_1 p_j / p_{j+1},$$

где  $a_j = \sqrt{\gamma p_j / \rho_j}$  – скорость звука в соответствующей ячейке,  $I = (p_{j+1} / p_j)^{(\gamma-1)/2\gamma}$ .

Скорость  $W_2$  движения контактного разрыва  $K_2$  определяется по одной из формул для изоэнтропных волн Римана, например [4]

$$W_2 = u_j + \frac{2}{\gamma-1} a_j (1 - J_1^{(\gamma-1)/2\gamma})$$

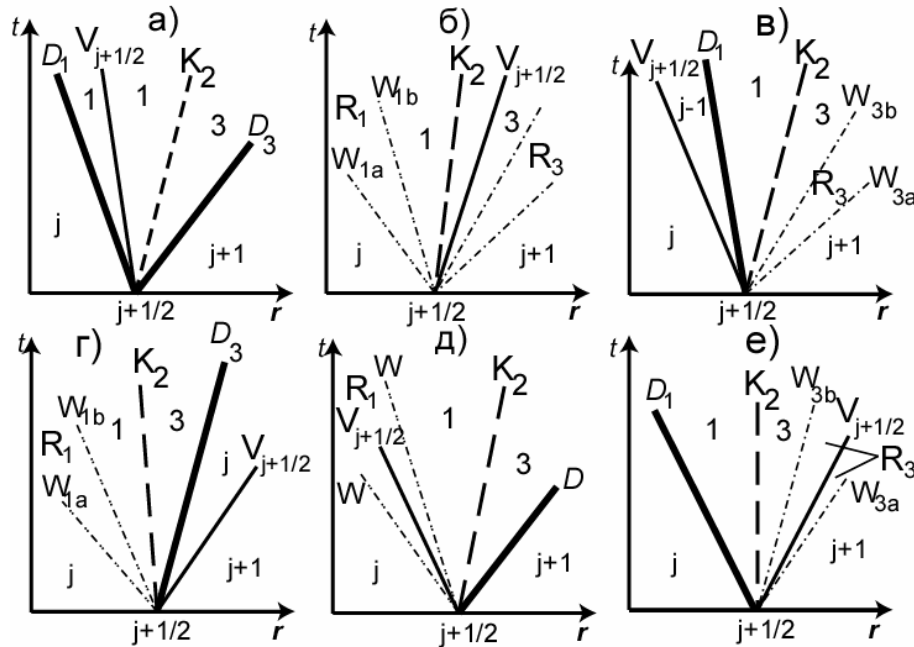


Рис. 1. Движение волн, образующихся при распаде разрыва параметров газа на границах ячеек

Давления и скорости течения в областях 1 и 3, заключенных между образующимися волнами, определяются соотношениями на контактном разрыве:

$$p_1 = p_3 = J_1 p_j = J_3 p_{j+1}, \quad u_1 = u_3 = W_2. \quad (5)$$

Способ определения плотности газа в этих промежуточных областях зависит от того, являются ли исходящие волны ударными ( $J_i > 1$ ,  $i = 1, 3$ ) или осуществляют разрежение потока ( $J_i < 1$ ). В первом случае используется адиабата Ренкина-Гюгонио, во втором – Лапласа-Пуассона:

$$\rho_1 = \rho_j \cdot (J_1 + \varepsilon) / (1 + \varepsilon J_1) \text{ при } J_1 > 1; \quad \rho_1 = \rho_j \cdot J_1^{1/\gamma} \text{ при } J_1 < 1, \quad (6)$$

$$\rho_3 = \rho_{j+1} \cdot (J_3 + \varepsilon)/(1 + \varepsilon J_3) \text{ при } J_3 > 1; \rho_3 = \rho_{j+1} \cdot J_3^{1/\gamma} \text{ при } J_3 < 1, \quad (7)$$

где  $\varepsilon = (\gamma - 1)/(\gamma + 1)$ . Скорости звука  $a_1$  и  $a_3$  в соответствующих промежуточных областях

$$a_1 = \sqrt{\mathcal{P}_1/\rho_1}, \quad a_3 = \sqrt{\mathcal{P}_3/\rho_3}.$$

В случае, когда «левая» или «правая» волна является ударной ( $J_1 > 1$  или  $J_3 > 1$  соответственно), собственная скорость  $W_1$  или  $W_3$  такой волны  $D_1$  или  $D_3$  вычисляется из соотношений

$$W_1 = u_j - a_j \sqrt{(J_1 + \varepsilon)/(1 + \varepsilon)}, \quad W_3 = u_{j+1} + a_{j+1} \sqrt{(J_3 + \varepsilon)/(1 + \varepsilon)}.$$

При  $J_1 < 1$  или  $J_3 < 1$  соответствующая изоэнтропная волна разрежения  $R_1$  ( $R_3$ ) представляется веером характеристик, расходящимся из точки распада разрыва. Граничные характеристики этого веера распространяются со скоростями  $W_{1a}$ ,  $W_{1b}$  (рис. 1,б) или  $W_{3a}$ ,  $W_{3b}$  (рис. 1,в), которые вычисляются следующим образом:

$$W_{1a} = u_j - a_j, \quad W_{1b} = u_1 - a_1, \quad W_{3a} = u_{j+1} + a_{j+1}, \quad W_{1b} = u_3 + a_3.$$

Сравнение скорости  $V_{j+1/2}$  перемещения границы ячеек со скоростями движения образующихся волн и разрывов показывает шесть возможных способов взаимного расположения границы и возникающих газодинамических объектов:

- 1) скорость движения границы ячеек – самая большая из найденных ( $V_{j+1/2} > D_3$  при  $J_3 > 1$  (рис. 1,з) или  $V_{j+1/2} > W_{3a}$  при  $J_3 < 1$ );
- 2) граница ячеек находится внутри веера характеристик правой волны разрежения ( $J_3 < 1$ ,  $W_{3b} < V_{j+1/2} < W_{3a}$ , рис. 1,е);
- 3) граница ячеек лежит в области 3 между правой волной и контактными разрывом ( $W_2 < V_{j+1/2} < D_3$  при  $J_3 > 1$  или  $W_2 < V_{j+1/2} < W_{3b}$  при  $J_3 < 1$  – последний случай отражен на рис. 1,б);
- 4) граница ячеек – в области 1 между контактными разрывом и левой волной ( $D_1 < V_{j+1/2} < K_2$  при  $J_1 > 1$ , рис. 1,а;  $W_{1b} < V_{j+1/2} < K_2$  при  $J_1 < 1$ );
- 5) отраженное на рис. 1,д положение границы внутри веера характеристик левой волны разрежения ( $J_1 < 1$ ,  $W_{1a} < V_{j+1/2} < W_{1b}$ );
- 6) скорость движения границы – наименьшая из рассматриваемых ( $V_{j+1/2} < D_1$  при  $J_1 > 1$ , рис. 1,в;  $V_{j+1/2} < W_{1a}$  при  $J_1 < 1$ ).

В первом из рассматриваемых случаев значения параметров течения на границе равны первоначальным в ячейке  $j$ :

$$\rho_{j+1/2} = \rho_j, \quad u_{j+1/2} = u_j, \quad p_{j+1/2} = p_j,$$

а в последнем (шестом) случае – соответствуют ячейке  $j + 1$ :

$$\rho_{j+1/2} = \rho_{j+1}, \quad u_{j+1/2} = u_{j+1}, \quad p_{j+1/2} = p_{j+1}.$$

В третьем и четвертом случаях граница ячейки, находящаяся в областях 3 и 1 соответственно, характеризуется параметрами течения, присущими этим областям и определенными соотношениями (5)–(7):

$$\rho_{j+1/2} = \rho_3, \quad u_{j+1/2} = u_3, \quad p_{j+1/2} = p_3$$

в третьем и в четвертом случае взаимного расположения волн, разрывом и границы ячеек:

$$\rho_{j+1/2} = \rho_1, \quad u_{j+1/2} = u_1, \quad p_{j+1/2} = p_1.$$

Для второго и пятого случаев параметры течения на границе ячеек принимаются равными параметрами на той характеристике веера волны разрежения  $R_3$  или  $R_1$ , с которой совпадает данная граница. Уравнения, описывающие течение газа в волне Римана [4], приводят к следующим соотношениям на границе ячеек: во втором случае

$$\rho_{j+1/2} = \rho_j \cdot \left[ \frac{(\gamma - 1)(V_{j+1/2} - u_{j+1}) + 2a_{j+1}}{(\gamma + 1)a_{j+1}} \right]^{\frac{2}{\gamma-1}}, \quad u_{j+1/2} = (1 - \varepsilon)(V_{j+1/2} - a_{j+1}) + \varepsilon u_{j+1},$$

$$p_{j+1/2} = p_j \cdot \left[ \frac{(\gamma - 1)(V_{j+1/2} - u_{j+1}) + 2a_{j+1}}{(\gamma + 1)a_{j+1}} \right]^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}},$$

а в пятом случае

$$\rho_{j+1/2} = \rho_j \cdot \left[ \frac{2a_j + (\gamma - 1)(u_j - V_{j+1/2})}{(\gamma + 1)a_j} \right]^{\frac{2}{\gamma-1}}, \quad u_{j+1/2} = (1 - \varepsilon)(V_{j+1/2} + a_j) + \varepsilon u_j,$$

$$p_{j+1/2} = p_j \cdot \left[ \frac{2a_j + (\gamma - 1)(u_j - V_{j+1/2})}{(\gamma + 1)a_j} \right]^{\frac{2\gamma}{\gamma-1}}.$$

Граничные случаи вырождения образующихся волн в слабые разрывы, а также совпадения скоростей движения границы ячеек и этих волн включаются в рассмотренный алгоритм решения задачи путем преобразования части приведенных здесь неравенств из строгих в нестрогие.

Найденные параметры течения на границе ячеек позволяют сформировать вектор состояния  $\vec{U}_{j+1/2}$  и определить вектор численных потоков  $\vec{F}_{j+1/2}$  через эту границу.

**Начальные и граничные условия.** Размеры сферического заряда взрывчатого вещества определяются его массой ( $m_e$ ) и плотностью ( $\rho_e$ ):

$$V_e = m_e / \rho_e, \quad r_e = (3V_e / 4\pi)^{1/3}.$$

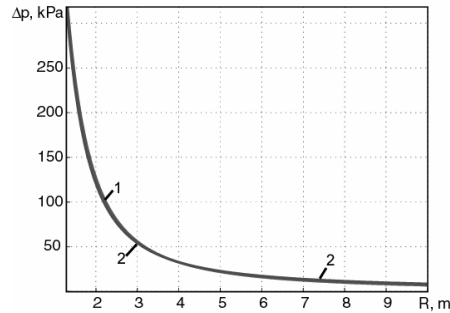
Расширение продуктов детонации от начального давления (для тринитротолуола (тротила, ТНТ)  $p_e = 1,97 \cdot 10^{10}$  Па) до давления, начиная с которого продукты детонации согласно [2], позволительно считать идеальным двухатомным газом ( $p_k = 2 \cdot 10^8$  Па), характеризуется изменением плотности:

$$\rho_k = \rho_e \cdot (p_k / p_e)^{1/\gamma_2},$$

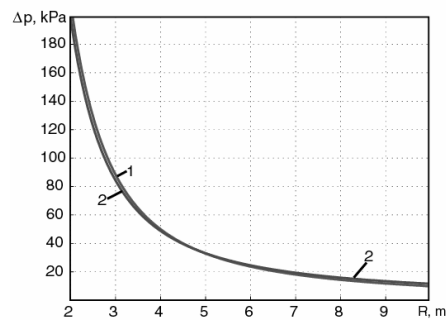
где  $\gamma_2$  – усредненный (фактически снижающийся от  $\gamma = 3$  до  $\gamma = 1,4$ ) показатель политропы продуктов детонации в рассматриваемом переходном процессе. Найденным значением плотности определяются объем  $V_k$  и радиус  $\rho_k$  облака сжатых продуктов детонации к началу рассчитываемой газодинамической стадии процесса.

Температура продуктов детонации определяется значениями давления, плотности и молярной массы ( $\mu = 20,636$  г/моль при взрыве ТНТ).

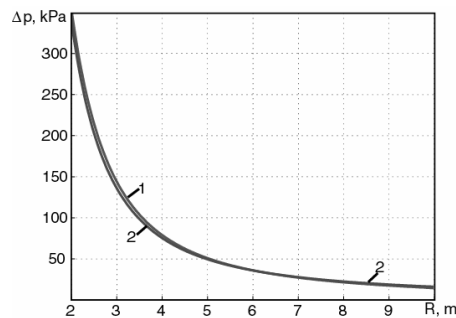
а)



б)



в)



г)

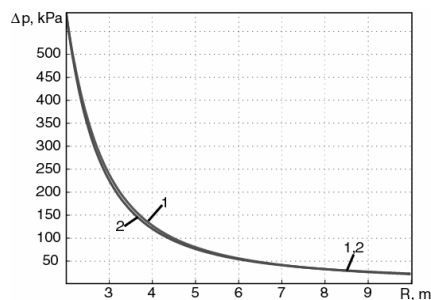


Рис. 2. Вычислительно (кривые 1) и эмпирически полученные зависимости избыточного давления ударной волны при воздушном взрыве заряда ТНТ массой:  
а – 0,5 кг; б – 1 кг; в – 2 кг; г – 4 кг



В ячейках разностной сетки, лежащих за пределами облака сжатых продуктов детонации, параметры соответствуют первоначально неподвижному воздуху при нормальных условиях.

При выбранной здесь записи векторов состояния и численных потоков для уравнений газовой динамики (1) условия в «фиктивной» ячейке, расположенной за центром симметрии течения ( $r = -\Delta r..0$ ) не имеют значения и не применяются. На правой границе расчетной области, расположенной в нескольких метрах от центра заряда, ставятся «неотражающие» граничные условия.

Максимальный шаг интегрирования при вычислениях по явной схеме (1) выбирается из условия Куранта-Фридрихса-Леви:

$$C < 1, C = dt / \max [dx_j / \max (|u_j - a_j|, |u_j + a_j|)],$$

где  $C$  – число Куранта.

**Результаты расчетов.** На рис. 2,а–г приведены зависимости максимального давления взрывной ударной волны (ВУВ) от расстояния до центра заряда ТНТ плотностью  $\rho_e = 1640$  кг/м<sup>3</sup> и массой 0,5 (рис. 2,а); 1,0 (рис. 2,б); 2,0 (рис. 2,в); 4,0 (рис. 2,г) кг. Кривые 1 получены описанными методами вычислительной газовой динамики при значении показателя политропы  $\gamma_2 = 2,1$  на стадии первоначального расширения продуктов детонации. Вычислительный эксперимент показал, что именно такое значение показателя политропы приводит к наилучшему согласованию результатов опытов и расчета.

Кривые 2 на рис. 2,а–г соответствуют значениям избыточного давления взрывной ударной волны, вычисленным по эмпирическим зависимостям [5–7]:

$$\Delta p = \frac{0,081}{R_*} + \frac{0,28}{R_*^2} + \frac{0,707}{R_*^3}, \text{ МПа},$$

для воздушного взрыва заряда конденсированного взрывчатого вещества (здесь  $R_* = r/m_e^{1/3}$ ). Расхождение между результатами вычислений и экспериментов, как правило, не превышает 5–7 %, что меньше возможной погрешности эмпирических соотношений. Это позволяет сделать вывод о высокой эффективности предложенного вычислительного подхода и рекомендовать его для решения более сложных задач по определению поля параметров взрыва конденсированных веществ.

### Литература

1. Omang M., Christensen S.O., Børve S., Trulsen J. Numerical simulations of blast waves from spherical and cylindrical charges // 18<sup>th</sup> International Shock Interaction Symposium. CORIA, Rouen, France, 2008. P. 193–196.
2. Физика взрыва / под ред. Орленко Л.П.: в 2 т. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 832 с. Т. 1.
3. Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семенов А.Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. 608 с.
4. Усков В.Н. Бегущие одномерные волны. СПб.: Изд-во БГТУ «Военмех», 2000. 224 с.
5. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Химические и физические взрывы. Параметры и контроль. СПб.: Полигон, 2003. 416 с.
6. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасное действие взрывов. СПб.: Астерион, 2007. 252 с.

7. Шушко Л.А., Каганер Ю.А. Расчет параметров поля взрыва безосколочных зарядов взрывчатых веществ. Ч. I. Расчет интенсивности ударной воздушной волны. М.: НПЦ «Квар-зар-ВВ», 1999.

## **ТЕРМООКСИЛИТЕЛЬНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВОЗРАСТА**

**А.Б. Сивенков, кандидат технических наук, доцент;**

**Н.И. Тарасов. Академия ГПС МЧС России.**

**Э.В. Пьядичев, доктор технических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский государственный аграрный университет**

Представлены результаты исследования влияния возраста лиственных и хвойных пород древесины на особенности и характер протекания процесса термоокислительной деструкции. Установлено, что изменение особенностей термоокислительного разложения древесины во многом связано с изменением ее химического состава во времени. Показано, что изменению физико-химических параметров предшествуют различные условия и воздействия, которые сопровождают древесину во время ее эксплуатации.

*Ключевые слова:* древесина, термоокислительное разложение, эксплуатационный возраст, искусственное старение, химический состав, элементный состав, энергия активации

## **TERMOOXIDATIVE DESTRUCTION OF WOOD WITH DIFFERENT OPERATING AGE**

A.B. Sivenkov; N.I. Tarasov; E.V. Pyadizev.

In clause results of research of influence of age of deciduous and coniferous breeds of wood on features and character of termooxydative destruction process are presented. It is established, that change of features of termooxydative destruction of wood in many respects is connected with change of its chemical structure in time. It is shown, that change of physical and chemical parameters is preceded with various conditions and influences which accompany with wood during its operation.

*Key words:* wood, termooxidative destruction, operating age, artificial aging, chemical composition, elemental composition, activation energy

Древесина – ценнейший природный материал, применяемый во многих отраслях промышленности и строительной индустрии. Широкое использование человечеством древесины с древних времен, в большей степени в качестве строительного материала, определяется относительно высокими физико-механическими эксплуатационными показателями этого воспроизводимого природой растительного материала.

На всем протяжении генетического развития древесной субстанции в результате эволюции происходило изменение внешнего вида, строения, свойств среди различных пород древесины. При формировании комплекса признаков отдельных древесных популяций определяющую роль имели различные биотические и абиотические факторы.

Условно исторические возрастные формы древесины можно разделить на три группы: генетический возраст, биологический возраст и эксплуатационный возраст.

Наибольшей продолжительностью обладает генетический возраст, в процессе которого происходили изменения древесной субстанции на генетическом уровне под воздействием масштабных природных географических и климатических изменений, техногенных катастроф и т.д.

Биологический возраст обусловлен временным произрастанием отдельных популяций в определенных климатогеографических условиях.

Эксплуатационный возраст характеризуется временем использования древесины в качестве ответственного элемента деревянных конструкций, отделочных и облицовочных материалов в различных температурно-влажностных условиях эксплуатации.

Полиморфные изменения в отдельной популяции свойственны в случаях произрастания древесных пород в различных географических зонах. Наиболее значительные отличия связаны с изменением элементного и химического состава, структуры и объемной массы древесного комплекса.

В настоящее время четкая взаимосвязь между условиями эксплуатации древесины с химическим и элементным составом не установлена. Имеются отдельные результаты исследований, связанные со сравнительным анализом пород древесины в зависимости от климатогеографических зон их произрастания. Использование данных результатов имеет ценное практическое значение, например, для производства материалов на основе древесины и целлюлозы.

Изменение химического и элементного состава древесины наблюдается в следующих наиболее распространенных случаях:

1. Применение различных пород древесины или древесины одного ботанического вида, но отличающихся климатогеографическими условиями произрастания.

2. Старение древесины во время ее эксплуатации в результате фотохимической, гидролитической, термической и других видов деструкций.

Исходя из этих соображений, изменение термической стабильности древесины во времени является очевидным. В мировой и отечественной практике неоднократно проводились исследования с целью установления зависимости кинетических параметров терморазложения древесины от времени ее эксплуатации. Так, в работе [1] было установлено, что процессы старения, происходящие в древесине, во многом определяют ее термическую стабильность. Полученные данные свидетельствуют о том, что наименьшая термоустойчивость древесины наблюдается в первые сто лет и через 300 лет ее эксплуатации. В данной работе авторами высказано предположение, что в указанные временные периоды древесина является наиболее пожароопасной. Установлено, что в периоды времени 150–200 лет значительно возрастают энергия активации и энтропия активации, то есть любые химические процессы, в том числе и термодеструкция [1].

Однако, как и насколько количественно изменяется характер протекания процесса термоокислительной деструкции древесины различных пород с возрастом при воздействии различных условий эксплуатации остается неопределенным.

Целью настоящей работы является выявление общих закономерностей изменения характера и особенностей термоокислительной деструкции хвойных и лиственных пород древесины в зависимости от ее эксплуатационного возраста.

В работе была принята следующая научная концепция: влияние химического и элементного состава древесины на ее пожарную опасность должно быть взаимосвязано с макрокинетическими закономерностями и механизмом термического разложения материалов, термохимией протекающих при горении процессов, а также с условиями теплового воздействия, которые влияют на процесс тепло- и массопереноса при горении древесных материалов. Для изучения влияния вышеуказанных факторов на термоокислительную способность и пожароопасность древесины последующие исследования должны быть проведены в соответствии с принятой научной концепцией.

### **Объекты и методы исследования**

В качестве объекта исследования в работе была взята древесина хвойных (ель, сосна) и лиственных разновидностей (дуб, береза) умеренного континентального климатического пояса, состаренная в естественных или искусственных условиях до определенного возраста.

В работе были выбраны следующие условия искусственного старения древесины: кондиционирование образцов проводилось при температуре  $t = 45\text{--}65\text{ }^{\circ}\text{C}$  продолжительностью семь суток до постоянной влажности. Далее осуществляли их прогрев в течение 10 часов при  $t = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$  и после этого вымачивание в 10-процентном водном растворе пероксида водорода продолжительностью 12–14 часов.

Оценка химического состава древесины различных пород проводилась с использованием известных методик: целлюлозы – методом Кюршнера и Хоффера без поправки на осадочные пентозаны; лигнина – методом Комарова [2].

Для исследования особенностей термоокислительной деструкции различных пород древесины, а также углистого остатка использовалась автоматизированная модульная термоаналитическая система TGA/DSC1. Для определения кинетических закономерностей разложения древесины при тепловом воздействии образцы готовили в виде навесок, высушенных до постоянного веса. Навеска образцов изменялась в пределах 1,0–8,5 мг. Термические исследования на термовесах проводились в атмосфере воздуха при скоростях нагрева 5, 10, 20  $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . Оценка энергии активации  $E_a$  в зависимости от степени превращения  $\alpha$  проводилась с помощью программного модуля «Advanced Model Free Kinetics».

### Результаты исследования и обсуждение

В области химии древесины различаются три основные схемы суммарного анализа компонентов [3]:

1. Экстрактивные вещества; холоцеллюлоза; лигнин (зола).
2. Экстрактивные вещества; лигнин; альфа-целлюлоза; гемицеллюлоза; ацетильные группы (зола).
3. Экстрактивные вещества; лигнин; глюкан (включая целлюлозу); маннан; галактан; ксилан; арабинан; уроновый ангидрид; ацетильные группы (зола).

В настоящей работе при определении химического состава исследуемых пород древесины была использована упрощенная схема, включающая определение содержания целлюлозы и лигнина. Остаток представлял собой смесь нецеллюлозных полисахаридов и части экстрагируемых веществ. Более точные результаты имеет место в случае, если после определения экстрактивных веществ все последующие анализы проводят на «обесмоленной» древесине.

Результаты оценки химического состава древесины различных пород представлены в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав древесины различных пород

Порода древесины	Лигнин, %	Целлюлоза, %	Лигнин <sup>с</sup> , %	Целлюлоза <sup>с</sup> , %	% влажности
Дуб	29,6	41,0	26,98	32,4	10
Сосна	27,5	43,3	36,37	30,3	12
Ель	28,6	44,2	36,1	29,8	12
Береза	21,0	41,0	21,22	29,7	11

Примечание: \* индекс «с» означает, что древесина является искусственно состаренной.

Результаты, представленные в табл. 1, свидетельствуют об изменении химического состава древесины при ее искусственном старении. Особенно это отражается на изменении содержания высокомолекулярной составляющей древесины – целлюлозы и ароматической составляющей – лигнина.

В результате полученных данных по старению древесины были выявлены наиболее стойкие породы к воздействию возрастного фактора. Было установлено, что наименьшей степенью подверженности процессам старения обладают лиственные разновидности древе-

сины. Условия проведения старения, использованные в работе, позволили искусственно состарить древесину хвойных пород ориентировочно до 100–150 лет, а лиственных пород до 50–80 лет.

В исследовательских целях при искусственном старении древесины, как правило, придерживаются определенного воздействия температуры и окислителей на древесный материал. Так, например [4], известным способом искусственного старения древесины является выдерживание деревянной заготовки (древесина ели) при температурах 110–190 °С, которое осуществляют в течение 10–48 часов, а затем дополнительно обрабатывают заготовку раствором перекиси водорода при концентрации 10–15 % в течение 12–15 часов. Установлено, что указанные условия позволяют получить искусственно состаренную древесину ели, датированную возрастом 250 лет.

Многочисленные попытки применить различные условия для искусственного старения древесины позволили получить массив данных по основным показателям, характеризующих существенные изменения, происходящие в древесине. Несмотря на это, условия естественного старения древесины могут значительно отличаться от условий искусственного старения, поскольку указанные эксплуатационные условия применения древесины имеют большое многообразие вариативных комбинаций. Поэтому при использовании различных условий старения древесины необходимы их четкая фиксация и подробное описание (температурно-влажностные условия, геометрические размеры образцов, тип приборов и оборудования и т.д.).

Термоокислительное разложение древесины является весьма сложным физико-химическим процессом, включающим как химические реакции дегидратации, деполимеризации, карбонизации древесной субстанции в конденсированной фазе, так и физические процессы тепло- и массопередачи.

В настоящей работе был проведен подробный термоокислительный анализ исследуемых пород древесины, а также определены кинетические параметры процесса их термоокислительного разложения.

На рис. 1 представлены результаты термоокислительного анализа различных пород древесины (березы, сосны, дуба и ели) в окислительной среде кислорода воздуха и скорости нагрева 20 °С/мин.

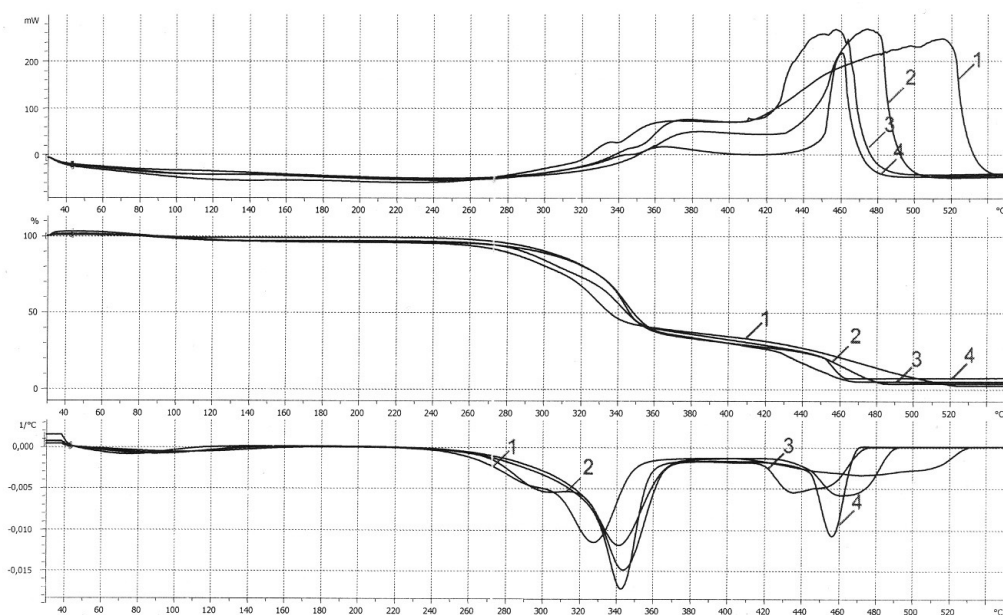


Рис. 1. Результаты разложения (кривые ДСК, ТГ, ДТГ, соответственно) древесины различных пород (1 – дуб; 2 – береза; 3 – ель; 4 – сосна) в окислительной среде кислорода воздуха и скорости нагрева 20 °С/мин

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что хвойные породы древесины (сосна и ель) в области температур 320–360 °С имеют более высокие значения скорости разложения древесины по сравнению с лиственными разновидностями. При этом значения максимальной скорости потери массы для хвойных пород (дуб, береза) (кривые ДТГ) проявляются при более высоких температурах, чем для лиственных пород. Так, для древесины ели данная температура составляет 345 °С, а для лиственной породы древесины дуба – 328 °С.

Стадия окислительного процесса углистого слоя (кривые ДСК) для лиственных пород древесины наступает позднее, чем для хвойных пород. При этом продолжительность окислительного процесса и тепловой эффект окисления угля березы и дуба значительно выше, чем у сосны и ели, что говорит об их большей теплотворной способности.

Обращает на себя внимание наличие у древесины лиственных пород скрытого ДТГ пика. Это может служить указанием на то, что в реакциях разложения на начальной стадии принимают участие наименее термостабильные химические компоненты древесины. Причиной появления данного пика может быть различный состав экстрагентов или принципиальное различие в составе гемицеллюлоз для хвойных и лиственных разновидностей древесины.

В результате естественного и искусственного старения древесины происходит существенное изменение термоокислительной стабильности древесины. Кроме этого, особенности образования углистого слоя, его свойства (окислительные, сорбционные и др.) при термоокислительном разложении древесины во многом будут зависеть от ее химического состава, условий нагревания, а также эксплуатационного возраста древесного материала.

На рис. 2 представлены сравнительные результаты разложения (кривые ТГ, ДТГ, ДСК) древесины дуба различного возраста (естественное и искусственное старение) в окислительной среде кислорода воздуха и скорости нагрева 20 °С/мин.

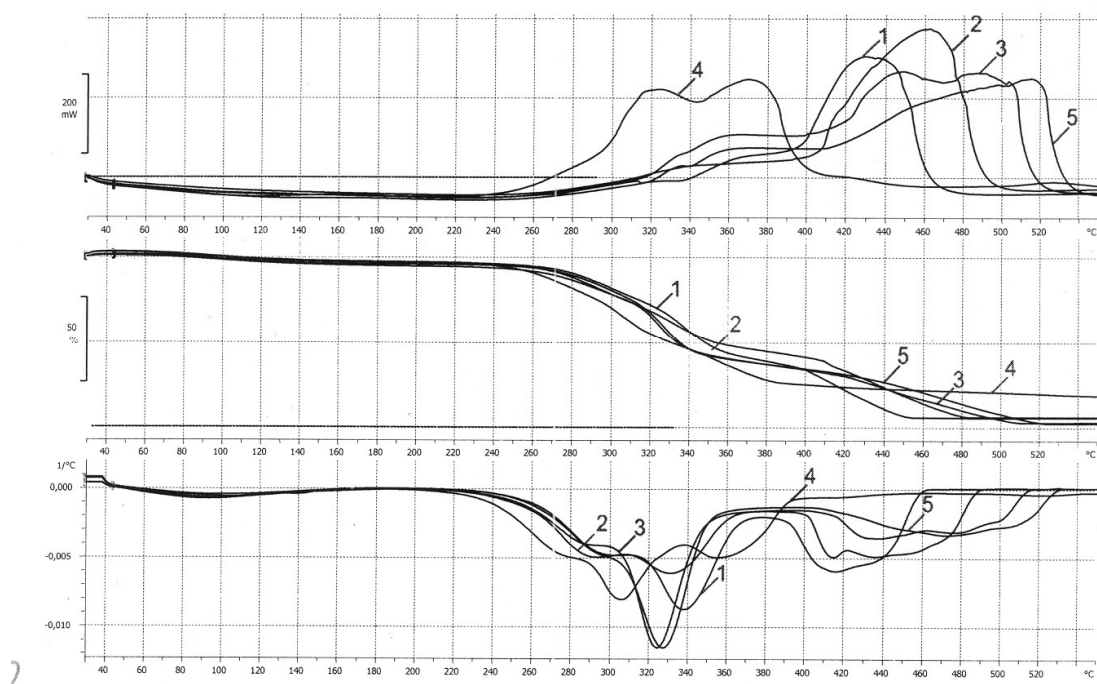


Рис. 2. Результаты термоокислительного разложения (кривые ДСК, ТГ, ДТГ, соответственно) древесины дуба:

1 – дуб, 1650 г. (Свято-Троицкая Сергиева Лавра); 2 – дуб, 1901 г.; 3 – дуб, 50-80 лет; 4 – дуб, 1540 г. (Свято-Троицкая Сергиева Лавра); 5 – дуб (современная древесина) в окислительной среде кислорода воздуха и скорости нагрева 20 °С/мин

Результаты, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что наиболее значительные изменения термоокислительной стабильности древесины дуба произошли в резуль-

тате ее естественного старения. При этом установлено, что чем больше эксплуатационный возраст древесины, тем изменения происходят значительнее. Важной особенностью термоокислительного процесса возрастной древесины является то, что при увеличении возраста происходит облегчение условий протекания процесса окисления углистого слоя. Активное выделение тепла при температурах выше 300–350 °С, по всей видимости, связано с увеличением содержания высокоэнергетической ароматической составляющей лигнина при длительной эксплуатации древесины.

Кроме этого, особенности термоокислительного разложения древесины существенно зависят от динамической скорости нагревания. Результаты термического анализа показывают, что при увеличении скорости нагрева с 5 до 20 °С/мин происходит смещение кривых ТГ и ДТГ в сторону высокой температуры, при этом увеличивается максимальная скорость разложения исследуемых образцов древесины.

Типичные ТГ и ДТГ кривые образцов лиственной породы древесины дуба и хвойной породы древесины ели в атмосфере воздуха со скоростями 5, 10, 20 °С /мин представлены на рис. 3 и 4.

При рассмотрении особенностей термоокислительного разложения искусственно состаренной древесины можно отметить общие с современной древесиной закономерности термораспада в зависимости от величины скорости нагрева (рис. 5 и 6).

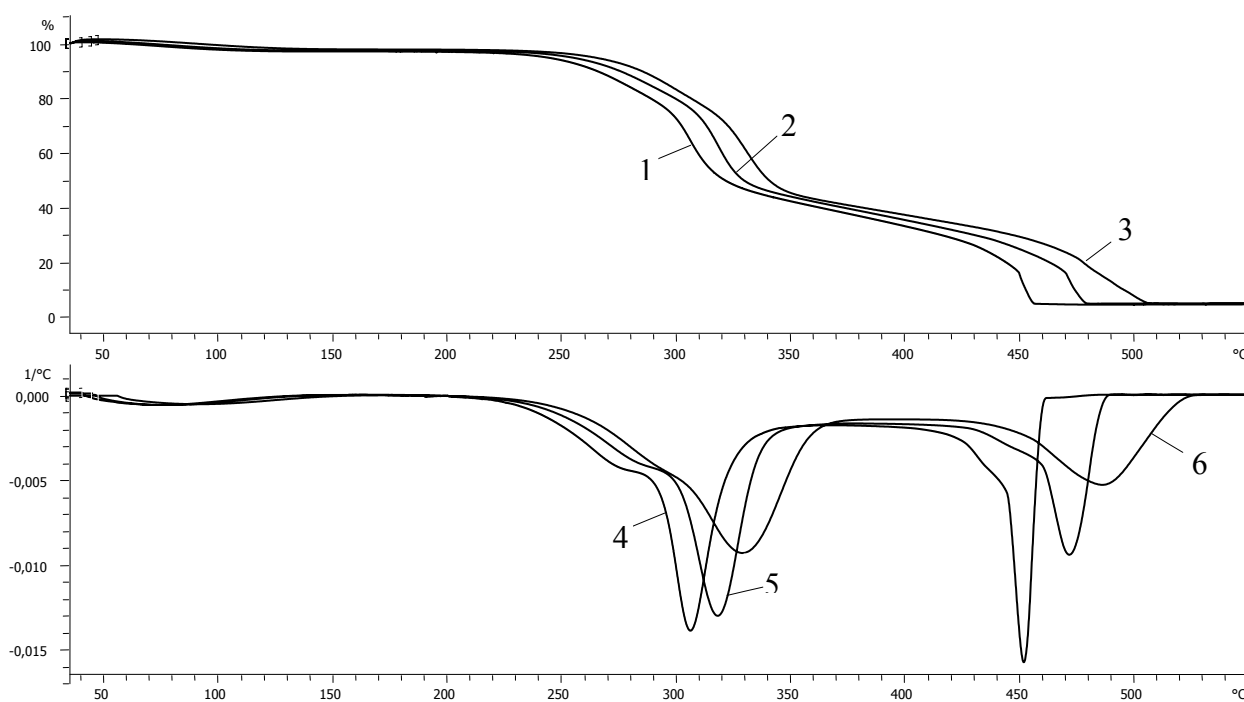


Рис. 3. ТГ (1, 2, 3) и ДТГ (4, 5, 6) кривые образцов древесины дуба в атмосфере воздуха:  
1, 4 – скорость нагревания 5 °С /мин; 2, 5 – скорость нагревания 10 °С /мин; 3, 6 – скорость  
нагревания 20 °С /мин

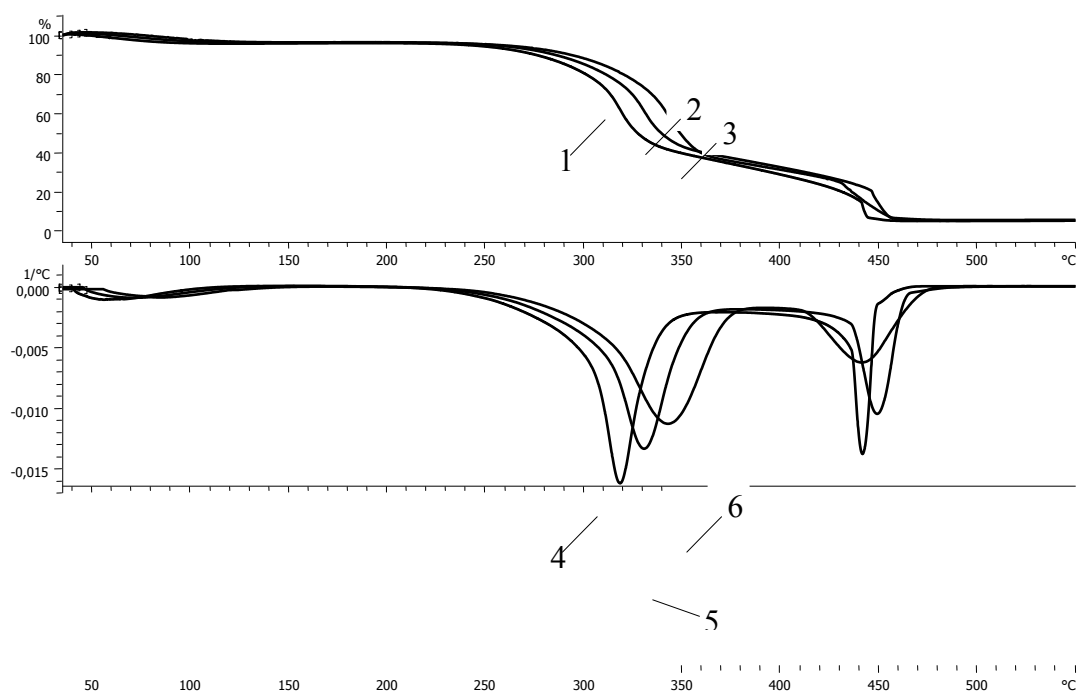


Рис. 4. ТГ (1, 2, 3) и ДТГ (4, 5, 6) кривые образцов древесины ели в атмосфере воздуха:  
1, 4 – скорость нагрева 5 °С /мин; 2, 5 – скорость нагрева 10 °С /мин; 3, 6 – скорость на-  
грева 20 °С /мин

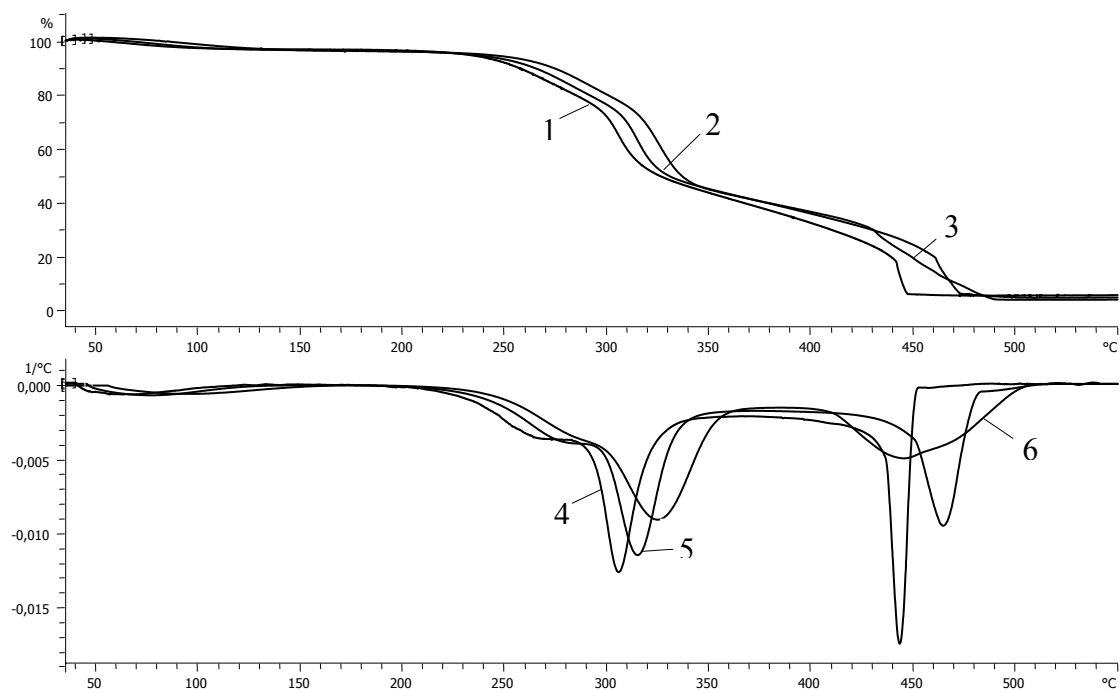


Рис. 5. ТГ (1, 2, 3) и ДТГ (4, 5, 6) кривые образцов древесины дуба (возраст 50-80 лет)  
в атмосфере воздуха:

1, 4 – скорость нагрева 5 °С /мин; 2, 5 – скорость нагрева 10 °С /мин;  
3, 6 – скорость нагрева 20 °С /мин



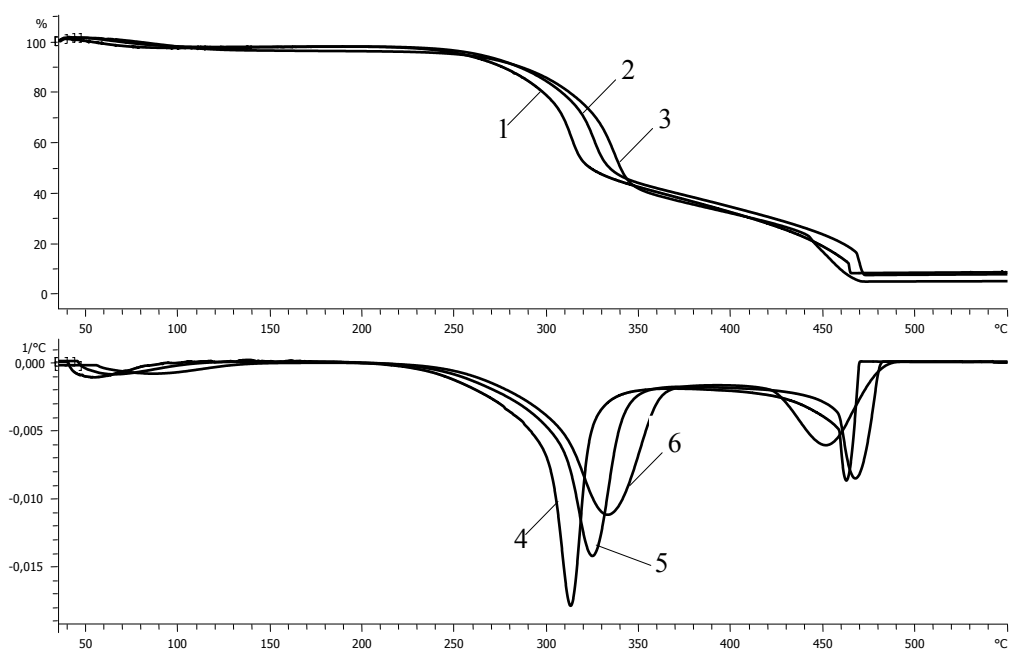


Рис. 6. ТГ (1, 2, 3) и ДТГ (4, 5, 6) кривые образцов древесины ели (возраст 100–150 лет) в атмосфере воздуха:

1, 4 – скорость нагревания 5 °С /мин; 2, 5 – скорость нагревания 10 °С /мин; 3, 6 – скорость нагревания 20 °С /мин

Максимальная скорость потери массы (кривые ДТГ) для состаренной древесины незначительно смещается в область более низких температур по сравнению с исходной древесиной. Наиболее значительные изменения в характере кривых ТГ и ДТГ наблюдаются в области температур 400–500 °С. В этой области происходит активное протекание окислительного процесса углистого слоя древесных пород.

Полученные данные термоокислительного распада древесных пород подчеркивают значимость рассмотрения окислительных процессов углистого слоя. Соответственно наиболее важными стадиями термоокислительного разложения древесины, лимитирующими особенности ее горения, являются основная стадия разложения, стадия образования и окисления углистого слоя. В этой связи особенно показательными являются кинетические параметры процесса термодеструкции древесины, в частности изменение энергии активации на вышеуказанных участках. Изменение физико-химических параметров древесины в результате ее старения оказывает существенное влияние на кинетику термоокислительной стабильности.

На рис. 7 и 8 представлены зависимости энергии активации от степени превращения на основной стадии термоокислительного разложения древесины дуба и ели соответственно.

В результате определения кинетических параметров было установлено, что на основной стадии термоокислительного разложения исследуемых пород древесины наблюдаются незначительные изменения энергии активации на всем протяжении рассматриваемого участка как для древесины современной, так и для искусственно состаренной. Это свидетельствует, прежде всего, о суммарном вкладе на данном участке полисахаридной составляющей, подобии характера и механизма протекания процесса термоокислительного распада указанных компонентов древесины.

Для лиственных и хвойных разновидностей древесины значения энергии активации на участке степеней превращения до 80 % идентичны. На участке степеней превращения от 80 до 100 % значение энергии активации для древесины дуба становится значительно выше, чем для хвойной разновидности древесины ели, что определяется начальной энергетикой процесса окисления углистого слоя. Необходимо учитывать, что древесина относится к классу материалов, способных обугливаться при ее разложении. Количество и качество образующегося обугленного слоя оказывают значительное влияние на характер протекания пламенного и

тлеющего горения древесных материалов. В этой связи важнейшим участком, определяющим энергетику процесса горения древесной субстанции, является участок, характеризующийся окислительными процессами древесного угля.

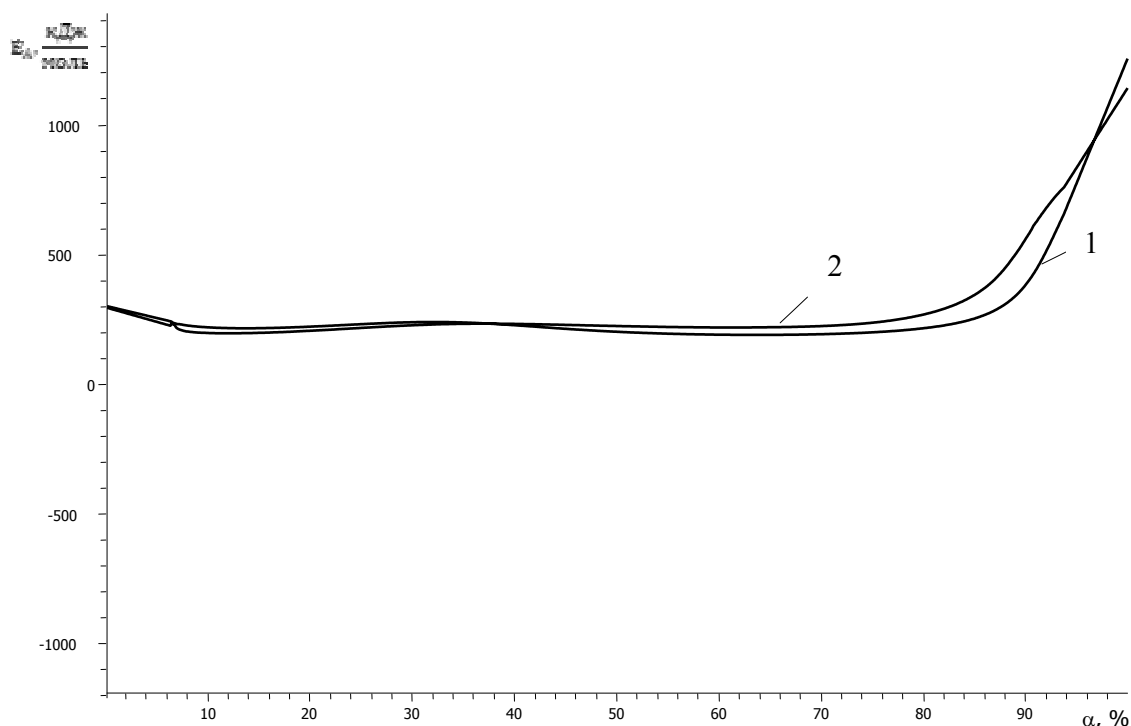


Рис. 7. Зависимость энергии активации  $E_A$  процесса термоокислительного разложения древесины дуба 1 и искусственно состаренного дуба (возраст 50–80 лет) 2 в зависимости от степени превращения  $\alpha$  на основной стадии процесса термоокислительного разложения

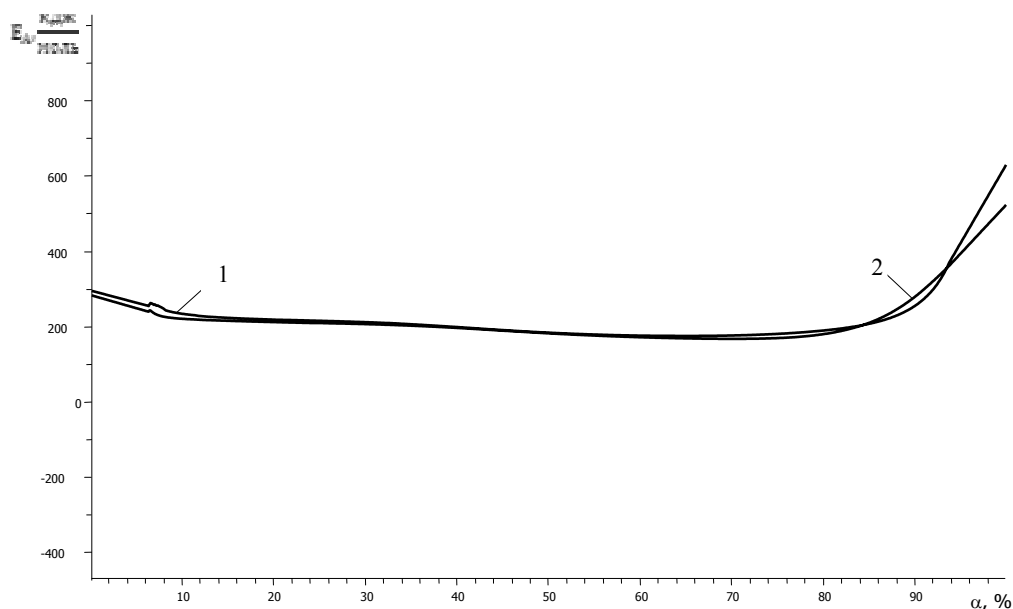


Рис. 8. Зависимость энергии активации  $E_A$  процесса термоокислительного разложения древесины ели 1 и искусственно состаренной ели (возраст 100–150 лет) 2 в зависимости от степени превращения  $\alpha$  на основной стадии процесса термоокислительного разложения

На рис. 9 и 10 представлены зависимости энергии активации окислительного процесса углистого слоя древесины дуба и ели, а также искусственно состаренной древесины дуба и ели в зависимости от степени превращения на стадии процесса окисления древесного угля.

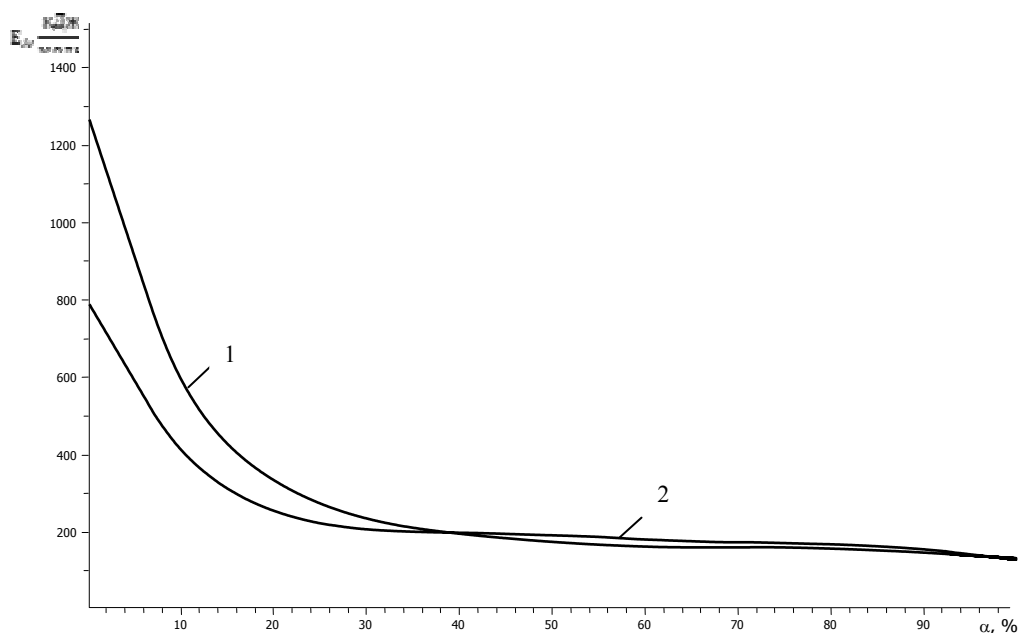


Рис. 9. Зависимость энергии активации  $E_A$  окислительного процесса углистого слоя древесины дуба 1 и искусственно состаренного дуба (возраст 50–80 лет) 2 в зависимости от степени превращения  $\alpha$  на стадии процесса окисления угля

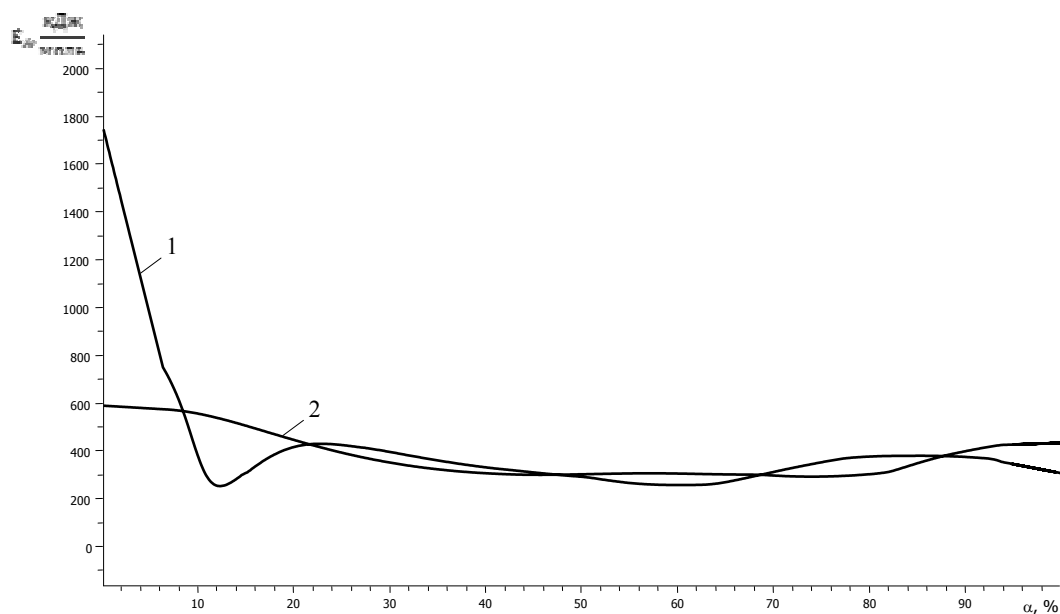


Рис.10. Зависимость энергии активации  $E_A$  окислительного процесса углистого слоя древесины ели 1 и искусственно состаренной ели (возраст 100–150 лет) 2 в зависимости от степени превращения  $\alpha$  на стадии процесса окисления угля

В результате исследования было установлено, что основные изменения энергии активации окисления угля характерны для участка степеней превращения от 0 до 20 %. На участке степеней превращения от 20 до 100 % энергия активации практически не имеет расхождений для углей древесины одной породы различного возраста. Интересно отметить, что наибольшее расхождение значений энергии активации современной и искусственно состаренной древесины наблюдается у лиственной древесины березы (рис. 11).

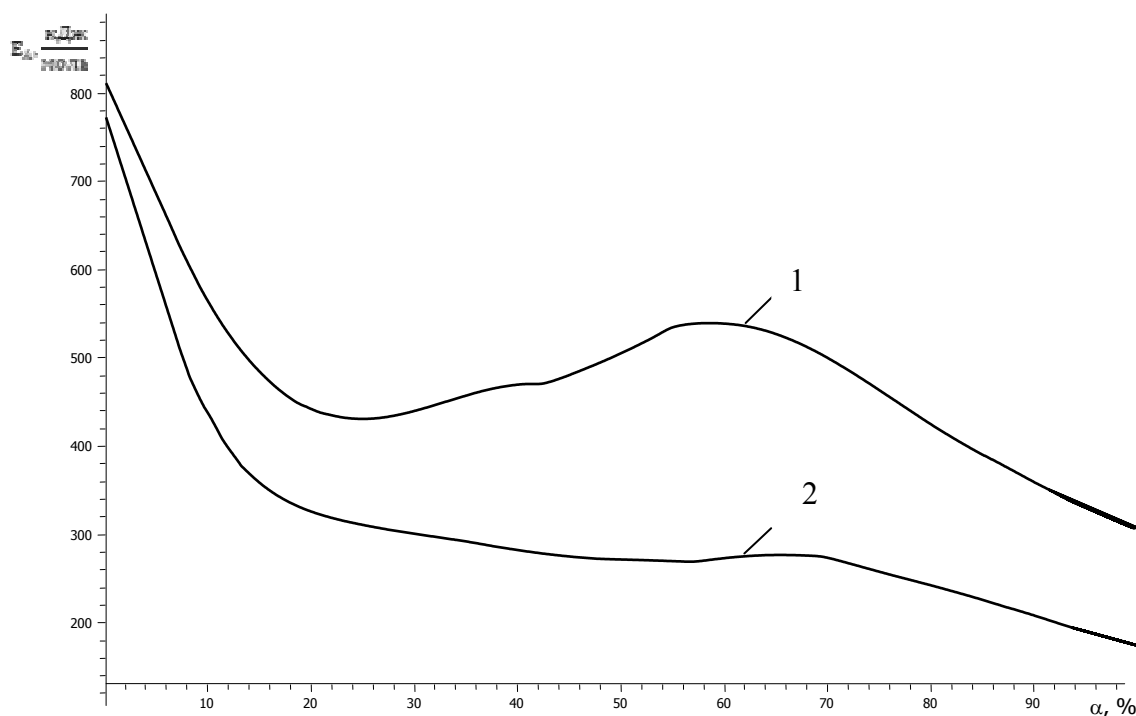


Рис.11. Зависимость энергии активации  $E_A$  окислительного процесса углистого слоя древесины березы 1 и искусственно состаренной березы (возраст 50–80 лет) 2 в зависимости от степени превращения  $\alpha$  на стадии процесса окисления угля

Выявлено, что максимальное значение энергии активации (540 кДж/моль) у современной древесины березы проявляется при степени превращения угля 60 %, тогда как у искусственно состаренной древесины энергия активации снижается до значения 290 кДж/моль при той же степени превращения. Для угля древесины березы, подвергнутой искусственному старению, энергетический барьер для осуществления окислительных процессов значительно меньше, чем для современной древесины березы.

Таким образом, по результатам исследования сделан важный вывод о том, что углестый слой естественно или искусственно состаренной до определенного возраста (от 50 до 150 лет) древесины хвойных и лиственных пород способен при меньших энергетических затратах к выделению тепла по сравнению с углем современной древесины.

#### Выводы

В работе методами термического анализа (ТГ, ДТГ, ДСК) проведены исследования термоокислительной деструкции древесины лиственных и хвойных разновидностей древесины в зависимости от их эксплуатационного возраста, а также энергетической способности образующегося древесного угля.

В результате проведения искусственного старения древесины было установлено, что наиболее стойкими древесными породами к воздействию возрастного фактора являются лиственные породы древесины. В результате температурно-окислительного воздействия существенно изменяется термоокислительная стабильность древесины, а также энергетика обра-

зующегося углистого слоя. Многочисленные деструктивные воздействия, сопровождающие эксплуатацию древесины, определяют физико-химические превращения, происходящие в древесном материале, и определяют характер и механизм термоокислительного распада древесины.

Расчет кинетических параметров, в частности энергии активации, термоокислительного разложения образцов древесины, показал, что с увеличением степени превращения различных пород древесины наблюдается увеличение значений энергии активации. Для хвойных пород древесины значения энергии активации ниже по сравнению с лиственными породами. Наблюдаемое увеличение энергии активации, при больших степенях разложения древесины лиственных пород, отражает вклад энергетики окисления углистого остатка.

Важной особенностью окислительного процесса углистого слоя состаренной до определенного возраста (от 50 до 150 лет) древесины является его способность при меньших энергетических затратах, по сравнению с современной древесиной, к возникновению и протеканию окислительного процесса, имеющего экзотермический характер.

### **Литература**

1. Покровская Е.Н. Химико-физические основы увеличения долговечности древесины. Сохранение памятников деревянного зодчества с помощью элементоорганических соединений: монография. М.: Изд-во АСВ, 2003. 104 с.
2. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы // М.; Л.: Академия наук СССР, 1962. 720 с.
3. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы М.: Изд-во «Экология», 1991. 318 с.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МНОГОФАКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗА ВРЕМЕНИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА**

**В.Е. Бахметов. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.  
В.В. Пусь, доктор технических наук, профессор.**

Рассмотрена задача прогнозирования важной оперативной характеристики при тушении пожара – времени его ликвидации. Построены модели прогноза линейного, показательного и степенного типов, основанные на двух и трех факторах. Вычислены и обсуждены их относительные погрешности.

*Ключевые слова:* оперативные характеристики времени тушения пожара, метод наименьших квадратов, линейные, показательные, степенные многофакторные модели

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF PREDICTION MULTIFACTOR MODELS OF TIME OF ELIMINATING THE FIRE**

V.E. Bahmetov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.  
V.V. Pus'.

The challenge of forecasting important operational characteristic when extinguishing fire – time of it eliminating – has been considered. Linear, exponential and power type prediction models based on two or three factors have been constructed. Their relative errors have been calculated and have been discussed.

*Key words:* operational characteristics of fire extinguishing time, least squares method, linear, exponential, power multifactor models

Важный показатель эффективности действия пожарной охраны – время оперативного реагирования (с момента сообщения о пожаре до его локализации и ликвидации). Изучение взаимосвязи отдельных временных характеристик оперативной обстановки и их влияние на результирующий показатель – время ликвидации пожара – является существенным элементом анализа и управления процессом тушения пожара.

Исследование зависимости времени ликвидации пожара  $z$ , как функции времени прибытия ( $x$ ), времени подачи первого ствола  $y$ , времени локализации  $t$ , производилось на основе экспериментальных показателей деятельности оперативных подразделений ГПС по Санкт-Петербургу [1], при этом использовались двух- и трехфакторные линейные, показательные и степенные модели обработки статистических данных.

Цель задачи – выяснить, можно ли повысить точность прогноза времени ликвидации пожара переходом от двухфакторной к трехфакторной модели прогнозирования и какой тип обработки при этом предпочтительнее.

Для этого по экспериментальным данным (табл. 1)

$$x_1, y_1, t_1, z_1; x_2, y_2, t_2, z_2; \dots; x_n, y_n, t_n, z_n; \quad (1)$$

определялись функциональные зависимости  $z = f(u, v)$  и  $z = f(x, y, t)$  между результирующим признаком  $z$  и 1) двумя факторными признаками  $u$  и  $v$  (здесь под  $u$  и  $v$  подразумеваются пары  $x$  и  $y$ ;  $x$  и  $t$ ;  $y$  и  $t$ ), 2) тремя факторными признаками  $x$ ,  $y$ , и  $t$ . Затем по вычисленным значениям  $z_{n+1} = f(u_{n+1}, v_{n+1})$  и  $z_{n+1} = f(x_{n+1}, y_{n+1}, t_{n+1})$  в точках прогноза  $(u_{n+1}, v_{n+1})$  и  $(x_{n+1}, y_{n+1}, t_{n+1})$  оценивалась точность прогноза для различных моделей.

Объем выборки –  $n = 17$  (строки 1–17 в табл.1), в качестве точки контроля использовались данные для Фрунзенского района (строка 18 в табл.1), не задействованные в общих вычислениях, а именно,  $x_{18} = 15,08$ ;  $y_{18} = 18,77$ ;  $t_{18} = 36,85$ ;  $z_{18} = 62,38$ .

Таблица 1. Статистические данные временных характеристик деятельности подразделений ГПС по Санкт-Петербургу [1]

№ п/п	Район	Прибытие $x$	Подача 1-го ствола $y$	Локализация $t$	Ликвидация $z$
1	Василеостровский	9,42	14,67	34,17	46,08
2	Выборгский	11,77	16,46	52,31	63,54
3	Центральный	10,00	15,31	38,85	54,15
4	Приморский	13,54	17,54	34,92	55,15
5	Калининский	12,62	17,23	33,77	51,23
6	Кировский	11,08	15,23	33,23	33,08
7	Колпинский	11,15	16,08	37,77	56,15
8	Красногвардейский	13,23	18,77	39,46	60,38
9	Красносельский	12,62	16,92	44,00	63,92
10	Кронштадский	6,08	9,85	24,85	39,54
11	Адмиралтейский	8,00	13,00	27,62	49,38
12	Московский	14,08	17,08	45,85	60,46
13	Невский	11,38	16,38	35,15	53,54
14	Петроградский	9,85	14,54	43,08	50,23
15	Петродворцовый	11,23	15,00	51,38	76,69
16	Пушкинский	11,85	16,38	44,00	82,92
17	Курортный	11,77	14,46	55,08	89,38
18	Фрунзенский	15,08	18,77	36,85	62,38

Изучались следующие двухфакторные и трехфакторные модели:  
линейные –

$$z = \alpha + \beta u + \gamma v, \quad (2)$$

$$z = \alpha + \beta x + \gamma y + \delta t; \quad (3)$$

показательные –

$$z = \alpha \cdot \beta^u \cdot \gamma^v, \quad (4)$$

$$z = \alpha \cdot \beta^x \cdot \gamma^y \cdot \delta^t; \quad (5)$$

степенные –

$$z = \alpha \cdot u^\beta \cdot v^\gamma, \quad (6)$$

$$z = \alpha \cdot x^\beta \cdot y^\gamma \cdot t^\delta. \quad (7)$$

Неизвестные параметры  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\delta$  определялись решением системы нормальных уравнений, полученных методом наименьших квадратов, при этом показательные и степенные зависимости (4)–(7) предварительно приводились логарифмированием к линейному виду:

$$\ln z = \ln \alpha + u \ln \beta + v \ln \gamma, \quad (8)$$

$$\ln z = \ln \alpha + x \ln \beta + y \ln \gamma + t \ln \delta, \quad (9)$$

$$\ln z = \ln \alpha + \beta \ln u + \gamma \ln v, \quad (10)$$

$$\ln z = \ln \alpha + \beta \ln x + \gamma \ln y + \delta \ln t. \quad (11)$$

Системы соответствующих нормальных уравнений для зависимостей (2), (3), (8), (10) имеют вид:

$$1 \cdot \alpha + \bar{x} \beta + \bar{y} \gamma = \bar{z}$$

$$\bar{x} \alpha + \overline{x^2} \beta + \overline{yx} \gamma = \overline{zx}$$

$$\bar{y} \alpha + \overline{xy} \beta + \overline{y^2} \gamma = \overline{zy}, \quad (12)$$

$$1 \cdot \alpha + \bar{x} \beta + \bar{y} \gamma + \bar{t} \delta = \bar{z}$$

$$\bar{x} \alpha + \overline{x^2} \beta + \overline{yx} \gamma + \overline{tx} \delta = \overline{zx}$$

$$\bar{y} \alpha + \overline{xy} \beta + \overline{y^2} \gamma + \overline{ty} \delta = \overline{zy},$$

$$\bar{t} \alpha + \overline{xt} \beta + \overline{yt} \gamma + \overline{t^2} \delta = \overline{zt}, \quad (13)$$

$$1 \ln \alpha + \bar{x} \ln \beta + \bar{y} \ln \gamma = \overline{\ln z}$$

$$\overline{x} \ln \alpha + \overline{x^2} \ln \beta + \overline{yx} \ln \gamma = \overline{x \ln z}$$

$$\overline{y} \ln \alpha + \overline{xy} \ln \beta + \overline{y^2} \ln \gamma = \overline{y \ln z}, \quad (14)$$

$$1 \ln \alpha + \overline{\ln x} \beta + \overline{\ln y} \gamma = \overline{\ln z}$$

$$\overline{\ln x} \ln \alpha + (\overline{\ln x})^2 \beta + \overline{\ln x \ln y} \gamma = \overline{\ln x \ln z}$$

$$\overline{\ln y} \ln \alpha + \overline{\ln x \ln y} \beta + (\overline{\ln y})^2 \gamma = \overline{\ln y \ln z}, \quad (15)$$

Системы нормальных уравнений для зависимостей (9) и (11) записываются по аналогии с (13)–(15) и здесь не приводятся.

В (12)–(15) черта над переменными означает осреднение по  $n$  значениям, например,  $\overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j y_j$ ,  $\overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j^2$ ,  $\overline{\ln x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln x_j$  и т.д.

Системы нормальных уравнений (12)–(15), а также для зависимостей (9), (11), решены с помощью определителей, по формулам Г. Крамера [2] (детали для двухфакторной модели см. в [3]).

После вычисления параметров  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и  $\delta$  получены следующие функции, моделирующие зависимости (2)–(7):

линейные –

$$z(x, y) = 53,2 + 8,30x - 5,63y, \quad (16)$$

$$z(x, t) = 2,56 + 0,072x + 1,37t, \quad (17)$$

$$z(y, t) = 4,40 - 0,12y + 1,39t, \quad (18)$$

$$z(x, y, t) = 9,60 + 1,29x - 1,21y + 1,33t, \quad (19)$$

показательные –

$$z(x, y) = 42,59 \cdot 1,13^x \cdot 0,93^y, \quad (20)$$

$$z(x, t) = 21,04 \cdot 1,0084^x \cdot 1,023^t, \quad (21)$$

$$z(y, t) = 20,09 \cdot 1,0081^y \cdot 1,023^t, \quad (22)$$

$$z(x, y, t) = 20,19 \cdot 1,0012^x \cdot 1,0071^y \cdot 1,0023^t, \quad (23)$$

степенные –

$$z(x, y) = 66,90 \cdot x^{1,47} \cdot y^{-1,35}, \quad (24)$$

$$z(x, t) = 2,10 \cdot x^{-0,027} \cdot t^{0,92}, \quad (25)$$

$$z(y, t) = 2,26 \cdot y^{-0,052} \cdot t^{0,92}, \quad (26)$$

$$z(x, y, t) = 2,61 \cdot x^{0,88} \cdot y^{-0,16} \cdot t^{0,90}. \quad (27)$$



Погрешности прогноза оценивались отношениями  $\Delta z(u, v) = |z_{\text{ист}}(u_{18}, v_{18}) - z(u_{18}, v_{18})| / z_{\text{ист}}(u_{18}, v_{18})$ ,  $\Delta z(x, y, t) = |z_{\text{ист}}(x_{18}, y_{18}, t_{18}) - z(x_{18}, y_{18}, t_{18})| / z_{\text{ист}}(u_{18}, v_{18})$ , где  $z_{\text{ист}}(u_{18}, v_{18})$ ,  $z_{\text{ист}}(x_{18}, y_{18}, t_{18})$  и  $z(u_{18}, v_{18})$ ,  $z(x_{18}, y_{18}, t_{18})$  – соответственно истинные (строка 18 из табл.1) и прогнозируемые показатели (время) ликвидации пожара в точке  $(x_{18}, y_{18}, t_{18})$ , вычисленные на основе того или иного уравнения (16)–(27) для двух- или трехфакторной модели.

Результаты вычисления погрешностей прогноза для двухфакторной (3 варианта) и трехфакторной моделей линейного, показательного и степенного типа приведены в табл. 2 (где  $\Delta z(x, y)$  – погрешность двухфакторной модели, в которой использовались данные  $x$  – время прибытия,  $y$  – время подачи первого ствола и т.д.).

Таблица 2. Относительная погрешность прогноза для двухфакторной и трехфакторной моделей линейного, показательного и степенного типов

Модель	$\Delta z(x, y)$	$\Delta z(x, t)$	$\Delta z(y, t)$	$\Delta z(x, y, t)$
Линейная	0,164	0,129	0,141	0,113
Показательная	0,166	0,125	0,132	0,131
Степенная	0,111	0,148	0,149	0,142

Правильность вычисления результирующих показателей (времен ликвидации пожара) для двухфакторных моделей (16)–(18) контролировалась вычислением этих же величин (скажем  $z(x, y)$ ) по формуле [4, (7.15.17)]

$$z(x, y) = \bar{z} + (\xi - \bar{x}) \frac{s_z}{s_x} [(r_{xz} - r_{xy} r_{yz}) / (1 - r_{xy}^2)] + (\eta - \bar{y}) \frac{s_z}{s_y} [(r_{yz} - r_{xy} r_{xz}) / (1 - r_{xy}^2)], \quad (28)$$

где  $s_z$  – выборочное стандартное отклонение для  $Z$  (времени ликвидации пожара);  $r_{xz}$  – выборочный коэффициент корреляции между  $X$  и  $Z$  (временем прибытия и ликвидацией пожара) и т.д.

Полагая в (28)  $\xi = 15,08$  и  $\eta = 18,77$  (значения контрольных точек для  $x$  и  $y$  (см. строка 18 табл. 1)) и вычислив остальные величины, получим  $z(x, y) = 72,58$ . Такое же значение  $z(x, y)$  дают вычисления непосредственно по формуле (16). Вычислив  $\Delta z(x, y) = |72,58 - 62,38| / 62,38 = 0,164$ , получим относительную погрешность линейной модели для двух факторов,  $x$  и  $y$  (см. табл. 2).

Для контроля вычислений по формулам (20)–(22), точнее вычислений логарифмов этих формул (например,  $\ln z(x, y)$  для формулы (20)), использовалась модификация формулы (28):

$$\ln z(x, y) = \overline{\ln z} + (\xi - \bar{x}) \frac{s_{\ln z}}{s_x} \left[ \frac{r_{x \ln z} - r_{xy} r_{y \ln z}}{1 - r_{xy}^2} \right] + (\eta - \bar{y}) \frac{s_{\ln z}}{s_y} \left[ \frac{r_{y \ln z} - r_{xy} r_{x \ln z}}{1 - r_{xy}^2} \right], \quad (29)$$

а для контроля логарифмов формул (24) – (26), скажем логарифма формулы (24) – модификация:

$$\begin{aligned} \ln z(x, y) = \overline{\ln z} + (\ln \xi - \overline{\ln x}) \frac{s_{\ln z}}{s_{\ln x}} \left[ \frac{r_{\ln x \ln z} - r_{\ln x \ln y} r_{\ln y \ln z}}{1 - r_{\ln x \ln y}^2} \right] + \\ + (\ln \eta - \overline{\ln y}) \frac{s_{\ln z}}{s_{\ln y}} \left[ \frac{r_{\ln y \ln z} - r_{\ln x \ln y} r_{\ln x \ln z}}{1 - r_{\ln x \ln y}^2} \right], \end{aligned} \quad (30)$$

где  $s_{\ln z}$ ,  $r_{x \ln z}$  – соответственно выборочное стандартное отклонение для  $\ln Z$ , выборочный коэффициент корреляции между  $X$  и  $\ln Z$  и т.д.

Правильность вычислений по трехфакторным моделям (формуле (19) и линейно-преобразованным (прологарифмированным) формулам (23) и (27)) на табличном процессоре Excel, на котором выполнены все расчеты, контролировалась решением задачи, результат которой известен и получен другим путем (использованием программы «Microstat») [5, с. 230–231].

Анализ погрешностей прогноза (данных в табл.2) показывает, что среди трехфакторных моделей наименьшую погрешность обеспечивает линейная модель. Среди двухфакторных моделей хорошие показатели демонстрируют показательная модель  $z(x, t)$  (прогноз по времени прибытия и локализации) и степенная модель  $z(x, y)$  (прогноз по времени прибытия и подачи первого ствола), тогда как переход показательного и степенного типов моделей к трехфакторным моделям сопровождается увеличением погрешности прогноза. В то же время переход от двухфакторной линейной модели к трехфакторной сопровождается повышением точности прогноза времени ликвидации пожара, что отвечает логике и физике процесса тушения пожара – учет всех трех временных факторов (прибытия, подачи первого ствола и локализации) одинаково важен для достижения конечного результата и должен сопровождаться повышением точности прогноза. Кроме того, в линейной модели погрешности экспериментальных данных аддитивны, что, в предположении их нормальности, позволяет сделать более глубокие статистические выводы (скажем, построить доверительные интервалы). В то время как для показательных и степенных моделей аддитивными будут только логарифмы погрешностей, что затрудняет статистический анализ.

#### *Выводы*

При прогнозировании времени ликвидации пожара предпочтительнее опираться на линейную трехфакторную модель прогноза, учитывающую время прибытия, подачи первого ствола и время локализации, как обеспечивающую наибольшую точность прогноза, так и допускающую более ясную статистическую интерпретацию результатов наблюдения.

#### **Литература**

1. Бречалов С.Л. Моделирование процессов управления боевыми действиями подразделений пожарной охраны на основе теории массового обслуживания: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2005. 27 с.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. М.: Наука, 1980. 976 с.
3. Пусь В.В., Вахонев Е.А., Мартышевская А.В. Прогнозирование преступности с использованием множественной регрессии // Проблемы управления рисками в техносфере. 2007. № 1. С. 91–96.
4. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. М.: ГИФМЛ, 1962. 352 с.
5. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики. М.: Финансы и статистика, 1996. 368 с.



---

---

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

---

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИНВЕСТИЦИЙ В ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Мир-Гусейн Мир-Шамиль-оглы Мирфатуллаев, кандидат технических наук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрена задача оценки целесообразной величины инвестиций в пожарную безопасность предприятия, расположенного в нескольких рядом стоящих зданиях. Задача сводится к разработке метода оценки математического ожидания ущерба от пожаров за заданный период времени при принятом варианте обеспечения пожарной безопасности. Рекомендуется рассмотреть несколько таких вариантов и в качестве начальной оценки величины инвестиций в пожарную безопасность взять стоимость лучшего варианта.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность предприятия, метод оценки, математическое ожидание ущерба от пожаров, целесообразная величина инвестиций

## THE TASK SOLUTION OF EXPEDIENT VALUE INVESTMENT ESTIMATE TO FIRE SAFETY OF ENTERPRISE

Mirfatullaev Mir-Guseyn Mir-Shamil'-ogly

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

The task of expedient value investment estimate to fire safety of enterprise which is disposed into some neighboured building, is considered. Task is boiled down to approach development of loss expectation estimate from fire during the fixed time by adopted variant of fire safety ensuring. The same variants, where the value of investment to fire safety is initial assessment, are recommended to consider. The mode with best cost is adopted.

*Key words:* fire safety of enterprise, estimate approach, loss expectation estimate from fire, expedient value of investment

По мнению отечественных специалистов, механизм стратегического управления предприятиями находится в России на стадии становления.

Важнейшей компонентой стратегического управления предприятием является его инвестиционная стратегия, формирующая систему финансовых мер для достижения долгосрочных стратегических целей бизнеса. Отсюда возникает объективная необходимость поиска и внедрения в практику новых методов и инструментов разработки инвестиционной стратегии. Новым словом в разработке инвестиционной стратегии становится математическое моделирование. Формальные математические модели позволяют определить перспективные направления бизнеса, оценить целесообразные объемы инвестируемых средств, распределить эти объемы между перспективными направлениями.

В настоящее время долгосрочное и устойчивое развитие предприятия невозможно без эффективной системы пожарной безопасности. Поэтому инвестиции в пожарную безопасность являются составной частью инвестиционной стратегии предприятия. Начальным этапом формирования инвестиционной стратегии предприятия в области пожарной безопасности является оценка величины ущерба от будущих пожаров при анализируемом варианте обеспечения пожарной безопасности.

Важнейшим условием снижения ущерба от нарушений пожарной безопасности является выполнение предприятием норм пожарной безопасности. Предприятие соответствует нормам пожарной безопасности, если выполнены все требования технического регламента [1] и пожарный риск не превышает допустимых значений. При этом собственник имеет право самостоятельно выбирать вариант обеспечения противопожарной безопасности. Важно, чтобы этот вариант обеспечивал нормативные значения показателей пожарного риска для производственных объектов.

Собственник может рассматривать пожарную безопасность как рыночную категорию. В этом случае его интересует вопрос, насколько выгодно с экономической точки зрения вкладывать деньги в инвестиции дополнительных средств в обеспечение пожарной безопасности сверх тех, которые необходимы для выполнения требований технического регламента. Увеличивать затраты на противопожарную безопасность целесообразно до тех пор, пока ожидаемый ущерб от пожаров за период планирования превышает затраты на пожарную безопасность за этот же период,

$$W_{\Pi} > C_{\Pi},$$

где  $W_{\Pi}$  – математическое ожидание ущерба от пожаров за период;  $C_{\Pi}$  – затраты на пожарную безопасность за период.

Таким образом, одной из важных задач в деле определения рационального уровня пожарной безопасности является задача оценки величины затрат на анализируемый вариант обеспечения пожарной безопасности и оценки величины ожидаемого ущерба при этом варианте. Задача оценки величины затрат и задача оценки величины ущерба для отдельного здания решены, например в [2] и [3, 4] соответственно. Однако большая часть современных предприятий является территориально распределенными, располагаются в нескольких зданиях. В настоящей работе предложен метод решения задачи оценки математического ожидания величины ущерба от пожаров за период для предприятия, расположенного в трех отдельно стоящих зданиях. Этот метод может быть обобщен для любого другого предприятия.

Рассмотрим три варианта возникновения и развития пожара: пожар начался в первом цехе, пожар начался во втором цехе, пожар начался в третьем цехе.

Пусть, используя методику, изложенную в [5], мы нашли вероятность возникновения пожара в течение года  $Ps_1, Ps_2, Ps_3$  и ожидаемую величину ущерба от пожара в каждом здании при данном уровне затрат на пожарную безопасность  $W_1, W_2, W_3$ . Будем считать, что пожар не может начаться одновременно в двух и более зданиях. Кроме того, допустим, что пожар, начавшийся в  $i$ -м здании, может быть потушен до того, как он перебросится на остальные цеха, а может с вероятностью  $Pr_{i,j}$ , переброситься в  $j$ -е здание. Следовательно, вероятность пожара в каждом здании выше, чем вероятность его возникновения в этом здании, рассчитанная с помощью методики [5].

Пусть пожар произошел в  $i$ -м здании. В этом случае ущерб от пожара в  $i$ -м здании равен  $W_i$ . Тогда ожидаемый ущерб на протяжении года, при условии, что в за год произойдет не более одного пожара, будет равен  $W_i \times Ps_i$ . Вероятность того, что пожар перебросится в  $j$ -е здание равна  $Pr_{i,j}$ . Следовательно, вероятность того, что пожар, начнется в  $i$ -м здании и перебросится в  $j$ -е здание, равна  $Ps_i \times Pr_{i,j}$ , а ожидаемый годовой ущерб в  $j$ -м здании при условии, что пожар начался в  $i$ -м здании –  $W_j \times Ps_i \times Pr_{i,j}$ . Отсюда получим, что общий ожидаемый годовой ущерб по предприятию, при условии, что пожар начинается в  $i$ -м здании, вычисляется по формуле:

$$W_1(i) = Ps_i \times W_i + Ps_i \times \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^3 Pr_{i,j} \times W_j . \quad (1)$$

С учетом того, что  $Pr_{i,i}=1$ , упростим формулу (1). Получим:

$$W_1(i) = Ps_i \times \sum_{j=1}^3 Pr_{i,j} \times W_j . \quad (2)$$

Для упрощения выкладок обозначим  $\sum_{j=1}^3 Pr_{i,j} \times W_j = L_i$ . Тогда формула (2) запишется

в виде:

$$W_1(i) = Ps_i \times L_i . \quad (3)$$

Поскольку вероятность того, что пожар в  $i$ -м цехе в течение года произойдет  $n$  раз, будет равна  $Pr_i^n$ , годовой ожидаемый ущерб от пожаров, начинавшихся в  $i$ -м цехе вычисляется по формуле:

$$W_{\Pi}(i) = Ps_i \times L_i + 2 \times Ps_i^2 \times L_i + 3 \times Ps_i^3 + \dots . \quad (4)$$

Упростим формулу (4):

$$\begin{aligned} W_{\Pi}(i) &= Ps_i \times L_i \times (1 + 2 \times Ps_i \times L_i + 3 \times Ps_i^2 + 4 \times Ps_i^3 + \dots) = \\ &= Ps_i \times L_i \times [(Ps_i + Ps_i^2 + Ps_i^3 + \dots) + Ps_i \times (1 + Ps_i + Ps_i^2 + \dots) + \\ &\quad + Ps_i^2 \times (1 + Ps_i + Ps_i^2 + \dots) + \dots] = \frac{Ps_i \times L_i}{(1 - Ps_i)^2} . \end{aligned}$$

В последнем преобразовании учитывались свойства геометрической прогрессии. Переходя к прежним обозначениям получим, что ожидаемая величина годового ущерба, связанная с возгораниями в  $i$ -м цехе, определяется по формуле:

$$W_{\Pi}(i) = \frac{Ps_i}{(1 - Ps_i^2)} \times \sum_{j=1}^3 Pr_{i,j} \times W_j . \quad (5)$$

Но тогда ожидаемая величина годового ущерба от пожара, при условии, что пожар может начаться в любом цехе, определяется по формуле:

$$W_{\Pi} = \sum_{i=1}^3 W_{\Gamma}(i) = \sum_{i=1}^3 \frac{Ps_i}{(1 - Ps_i^2)} \times \sum_{j=1}^3 Pr_{i,j} \times W_j . \quad (6)$$

Формула (6) позволяет найти ожидаемую величину годового ущерба от пожара по вероятности возникновения пожара в течение года в каждом из зданий предприятия и по вероятности того, что пожар, возникший в одном из зданий, перебросится в другие здания.

Таким образом, по методике, изложенной в [2] мы можем рассчитать стоимость выбранного перечня мероприятий пожарной безопасности –  $C_{\Pi}$ , по методикам, изложенным в приложениях 3 и 4 к [5], – вероятности возникновения пожаров в каждом из отдельно стоящих зданий  $Ps_i$  и ожидаемую величину ущерба от этих пожаров  $W_i$ . Задача определения

вероятности  $Pr_{ij}$  может быть решена при наличии репрезентативной статистики по пожарам на территориально разнесенных предприятиях. Зная все перечисленные величины, мы можем по формуле (6) вычислить величину ожидаемого годового ущерба от пожара  $W_{\Pi}$ , и, сравнив ее с  $C_{\Pi}$ , оценить целесообразность анализируемого варианта обеспечения пожарной безопасности.

Проанализируем несколько наиболее перспективных вариантов и выберем среди них лучший. Стоимость этого варианта может быть принята в качестве начальной оценки величины инвестиций в пожарную безопасность.

#### **Литература:**

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. Закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г. М.: ВНИИПО, 2008. 157 с.
2. Микеев А.К. Пожар. Социальные, экономические и экологические проблемы. М.: Пожнаука, 1994. 386 с.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: утв. приказом МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382.
4. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: утв. приказом МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404.
5. ГОСТ 12.1.004-91. Государственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. М., 1992.

## **ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ОБУЧЕНИЯ ОПЕРАТОРОВ НА ОБЪЕКТАХ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ**

**Л.А. Белякова, кандидат технических наук доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены принципы реализации непосредственного детерминированного управления надёжностью сложных систем на основе применения программного комплекса автоматизированной системы моделирования в ходе эксплуатации и при обучении операторов на объектах гражданской обороны.

*Ключевые слова:* автоматизированное рабочее место, техническая система, оператор, объект, моделирование, программный комплекс, функция

## **THE IS LIKELIHOOD-DETERMINED MODELLING OF DIFFICULT SYSTEMS ON THE BASIS OF THE PROGRAM COMPLEX OF AUTOMATED SYSTEM MODYLIROVANIJA DURING OPERATION AND TRAINING OF OPERATORS ON OBJECTS OF CIVIL DEFENCE**

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

Principles of realization of the direct determined management by reliability of difficult systems on the basis of application of a program complex of the automated system of modeling are considered during

operation and at training of operators on objects of civil defense.

*Key words:* the automated workplace, technical system, the operator, object, modeling, program complex, function

В практике эксплуатации технических систем объектов гражданской обороны (ГО) все более актуальными становятся вопросы разработки методов и программных средств непосредственного, оперативного (вплоть до реального масштаба времени) оценивания параметров оборудования и остаточного ресурса устройств на основе применения автоматизированных рабочих мест (АРМ), включая систему моделирования сложных систем.

Вероятностно-детерминированное моделирование должно осуществляться в темпе изменения текущего состояния изделий, условий обстановки в процессе повседневной эксплуатации и при ЧС в целях непрерывного оперативного и непосредственного противодействия переходу систем в предопасные и опасные состояния.

Основными задачами такого моделирования являются:

- оценка и обоснование мероприятий по обеспечению высокой готовности к функционированию с учетом текущего (конкретного, фактического) состояния системы;
- прогнозирование развития и последствий свершившихся (или ожидаемых) отказов и поражений элементов системы;
- оценка остаточного ресурса элементов систем до наступления отказа;
- контроль и управление действиями операторов, определяющими процессы ликвидации последствий отказов и поражений элементов системы;
- обучение операторов правильным действиям в процессе повседневной эксплуатации сложных систем и при ЧС (в режиме АРМ – «тренажер»).

Решение задач моделирования основывается на оперативном автоматическом построении текущих вероятностных и детерминированных структурно-логических моделях нахождения системы в нескольких группах состояний, например, безопасных, предопасных и аварийных. Одновременно, на основе анализа выделенных логических функций переходов из текущего состояния можно реализовать непосредственное детерминированное управление надёжностью систем [1].

Оно выражается, например, в точном определении (на текущий момент времени) наиболее важных элементов системы, отказы или поражения которых сразу приводят к поражению объекта.

Также оперативно, в реальном масштабе времени, могут прогнозироваться последствия планируемых решений или действий операторов и исключаться те из них, которые необоснованно увеличивают или непосредственно приводят к снижению надёжности объекта.

Указанная система моделирования должна входить в программный комплекс автоматизированного рабочего места инженера по эксплуатации объекта.

В общем случае АРМ должно состоять из набора программных модулей, использующих общую базу данных диагностической информации, а именно:

- модуля управления СУБД;
- сбора измеренных данных от переносных диагностических устройств;
- ручного ввода данных;
- обработки и визуализации диагностической информации отдельных приборов;
- обработки и визуализации диагностической информации пультов управления клапанами и присоединенных к ним клапанов;
- вероятностно-детерминированного моделирования (Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем (ПК АСМ 2001);
- расчета значений вероятностных характеристик остаточного ресурса и реальной эффективности исследуемой системы.

Система управления базой данных параметров системы должна строиться, исходя из следующих предположений и допущений:

- структура системы является жесткой, то есть количество, состав и схема соединений приборов неизменны во времени;
- каждый прибор имеет свой уникальный системный номер;
- в базе хранятся параметры приборов, привязанные к их системным номерам. Физические номера приборов значения не имеют и фиксируются только в качестве служебной информации.

При замене прибора его системный номер не изменяется.

Каждый прибор может находиться в одном из следующих состояний:

- *исправен* (прибор на схеме обозначается зеленым цветом);
- *неисправен* (прибор обозначается красным цветом);
- *один из параметров находится в зоне 20 % приближения к максимальному или минимальному допустимому значению* (в карточке прибора поле параметра окрашивается в желтый цвет);
- *в резерве* (прибор обозначается голубым цветом);
- *на регламенте* (прибор обозначается желтым цветом).

Прогноз состояния прибора строится исходя из установившейся тенденции изменения параметра по данным трех последних измерений (или специальным критериям, выявленным в ходе многолетней эксплуатации изделий).

Прибор считается находящимся на границе выхода из строя, если хотя бы один из его параметров по прогнозу может достигнуть границы зоны 20 % приближения к максимальному или минимальному допустимому значению.

Прибор считается вышедшим из строя, если хотя бы один из его параметров по прогнозу может достигнуть максимального или минимального допустимого значения.

Для расчета значений вероятностных характеристик остаточного ресурса и реальной эффективности исследуемой системы в составе АРМ следует использовать логико-вероятностный метод системного анализа [2].

Эту задачу позволяет решить Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем. Программа зарегистрирована в РОСПАТЕНТ РФ №2003611099 (Автор разработки и держатель патента – профессор А.С. Можаяев) [3].

ПК АСМ 2001 предназначен для оперативного многовариантного анализа сложных систем различного назначения. ПК АСМ позволяет задавать любую структуру, любые вероятностные параметры элементов и множество различных критериев (режимов) функционирования исследуемой системы. ПК АСМ автоматически строит соответствующие логические и вероятностные модели всех заданных режимов работы сложной системы. На основе построенных моделей выполняются расчеты значений вероятностных характеристик остаточного ресурса и реальной эффективности исследуемой системы, значимостей и вкладов всех ее элементов для каждого отдельного режима функционирования и заданной их совокупности (суммы).

Теоретической базой ПК АСМ является «Общий логико-вероятностный метод». Базой знаний пакета является логическая структурная «Схема функциональной целостности» (СФЦ) исследуемой системы. Логическая модель аналогична функциональной, но более проста и строится из элементов, показывающих лишь факт наличия причинно-следственной связи между отдельными блоками, без отражения собственно функциональной зависимости между входными и выходными сигналами. При этом обязательно учитывается направленность связей. Графически такие связи (и логическую модель в целом) представляют в виде ориентированного графа, вершины которого выражают сигналы, а дуги – связи между вершинами. Направление дуги указывает движение от причины к следствию (например, от входа к выходу). Автоматизированное структурно-логическое моделирование предоставляет пользователю качественно новые возможности решения таких системных задач, которые раньше из-за сложности и



громоздкости просто не могли быть поставлены. Результаты анализа функционирования систем с помощью ПК АСМ могут применяться для оценки остаточного ресурса оборудования и обоснования решений по параметрическому, организационному и структурному преобразованию систем в процессе эксплуатации.

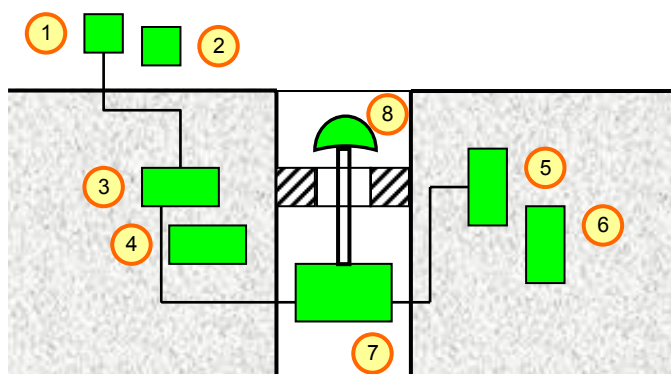
**Пример расчета показателей системы защитной автоматики (СЗА) объекта ГО с использованием ПК АСМ 2001**

Общая часть постановки задачи:

Функциональная схема исследуемой системы защитной автоматики (СЗА) изображена на рис. 1. На этой схеме номерами отмечены 8 элементов и показаны связи между ними.

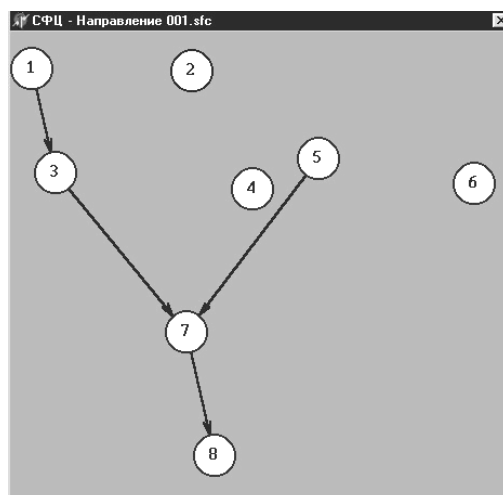
Элементы СЗА:

- 1 – датчик МЗ 1;
- 2 – датчик МЗ 2 (резервный);
- 3 – пульт ПАЗ 1;
- 4 – пульт ПАЗ 2.2 (резервный);
- 5 – блок БСС 1;
- 6 – блок БСС 2.х (резервный);
- 7 – пульт ПДУ 2М;
- 8 – клапан АПУ 140/1000 1-ЗК1.



**Рис. 1. Функциональная схема исследуемой системы**

На рис. 2 изображена схема функциональной целостности исследуемой системы. Номера вершин в СФЦ однозначно совпадают с номерами элементов системы на рис. 1. Каждая вершина данной СФЦ представляет бинарное событие безотказного функционирования соответствующего элемента системы.



**Рис. 2. Схема функциональной целостности исследуемой системы**

Вариант логического критерия функционирования СЗА:

$Y_c = y_8$  собственная безотказность направления 001.

Функции элементов направления 001:

–  $y_8$  – функция своевременного срабатывания защитного устройства. Как следует из функциональной схемы на рис. 1, эта функция реализуется при условии безотказной работы собственно защитного устройства 8 и реализации выходной функции соответствующим устройством 7;

–  $y_7$  – функция устройства 7. Условиями реализации этой функций являются – безотказная работа собственно устройства 7, а также обеспечение его работы функциями хотя бы одного из устройств (3 или 5);

–  $y_5$  – выходная функция устройства 5. Реализация этой функции определяется только надежностью (безотказностью, готовностью) устройства 5.

–  $y_3$  – функция согласующего устройства 4, которая реализуется при его безотказной работе и наличии выходной функции от датчика 1;

–  $y_1$  – выходная функция датчика, регистрирующего возникновение поражающих факторов. Реализация этой функции определяется только надежностью (безотказностью, готовностью) датчика.

В данном примере рассматривается вариант логического критерия функционирования системы

$$Y_c = y_8.$$

Файл gb.dat представления схемы функциональной целостности СЗА, изображенной на рис. 2.

1	1	0	0	0	0	0
3	1	0	1	1	0	0
4	1	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0
7	1	0	5	1	3	1
8	1	0	7	1	0	0
2	1	0	0	0	0	0

Файл harel.dat хранения значений вероятностных параметров элементов:

1	0	0.131	1.5	0	0	-1	Датчик МЗ 1
3	0	0.057	1.5	0	0	-1	Пульт ПАЗ 1
4	0	0.057	1.5	0	0	-1	Пульт ПАЗ 2.2
5	0	0.04	1.4	0	0	-1	Блок БСС 90
6	0	0.04	1.4	0	0	-1	Блок БСС 2.x
7	0	0.072	0.83	0	0	-1	Пульт ПДУ 2М
8	0	0.187	3.06	0	0	-1	Клапан АПУ 140/1000 1-ЗК1
2	0	0.131	1.5	0	0	-1	Датчик МЗ 2

Кроме указанных двух файлов исходных данных при моделировании и расчете показателей надежности СЗА используются логический критерий функционирования системы по варианту:  $Y_c = y_8$ .

Разработанный план и режим автоматизированных исследований используется при подготовке ПК АСМ к автоматизированному моделированию и расчетам показателей надежности исследуемой системы защиты объекта.

Из файла harel.dat видно, что в состав действующей части системы входят только

восстанавливаемые элементы. Следовательно, общим показателем безотказности такой системы является коэффициент готовности восстанавливаемой системы  $KG_c(t)$ . Расчеты на ПК АСМ, выполненные по полученной на ЭВМ вероятностной функции с заданными исходными параметрами, дали следующие результаты.

$KG_c(8760) = 0.999927860716818$  – коэффициент готовности восстанавливаемой системы.

Показатели значимости и вкладов элементов (для  $t = 8760$  часов) и их графики приведены в таблице.

Таблица. Показатели значимости и вкладов элементов системы

Номер элемента	КГ[П] элемента	Значимость элемента	Вклад "-" $0 \leftarrow p$	Вклад "+" $p \rightarrow 1$
1	0.99997757	0.00000639	-0.00000639	0.00000000
3	0.99999024	0.00000639	-0.00000639	0.00000000
4	0.99999024	0.00000000	-0.00000000	0.00000000
5	0.99999361	0.00003219	-0.00003219	0.00000000
6	0.99999361	0.00000000	-0.00000000	0.00000000
7	0.99999318	0.99993468	-0.99992786	0.00000682
8	0.99993468	0.99999318	-0.99992786	0.00006532
2	0.99997757	0.00000000	-0.00000000	0.00000000

Соответствующие графики значимостей и вкладов элементов СЗА по показателю коэффициента готовности системы изображены на рис. 3.

Все приведенные данные соответствуют листингу распечатки результатов автоматизированного моделирования задачи, находящемуся в файле rezasm.lst.

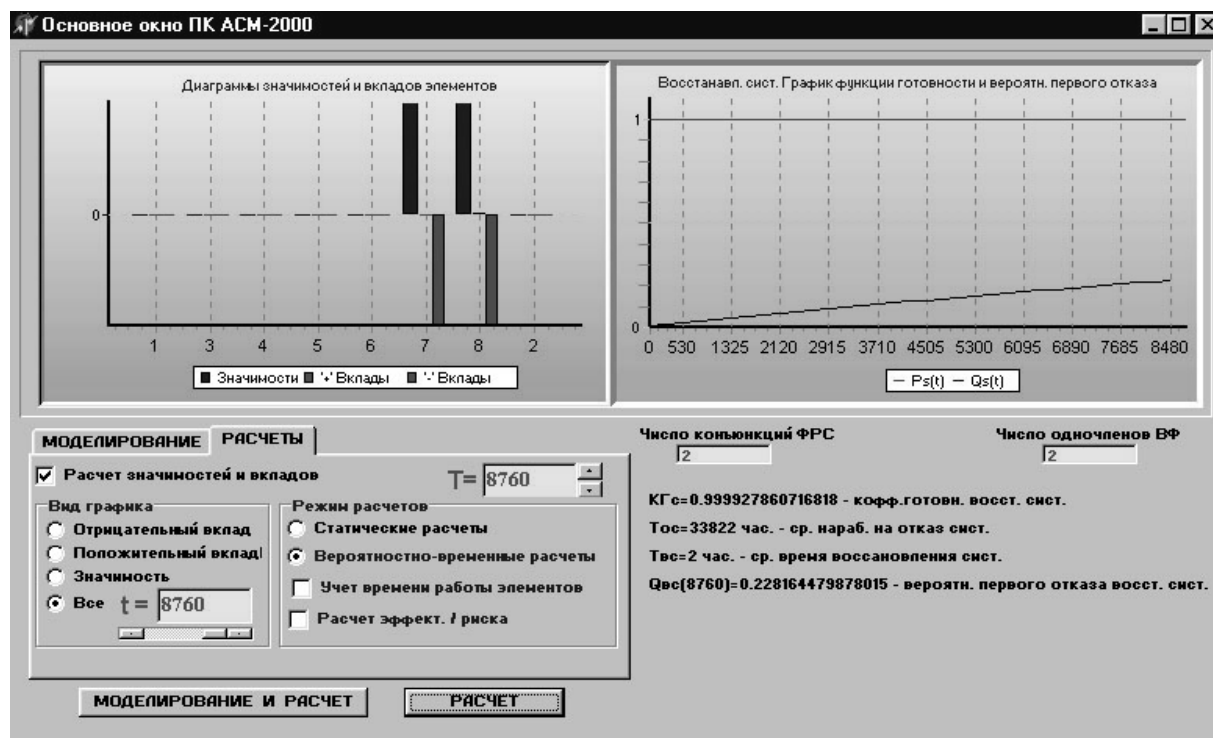


Рис.3. Графики значимостей и вкладов элементов СЗА по показателю коэффициента готовности системы

Таким образом, включение в состав АРМ системы автоматизированного логико-вероятностного моделирования, реализованной в ПК АСМ, дает возможность выполнять оценку параметров и определять остаточный ресурс устройств любой структуры и организации функционирования как в ходе эксплуатации, так и при обучении операторов на объектах ГО.

### **Литература**

1. Можаяев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем: учеб. пособ. Л.: ВМА, 1988. 68 с.
2. Можаяев А.С., Громов В.Н. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем. СПб.: ВИТУ, 2000. 144 с.
3. Можаяев А.С. Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем (ПК АСМ 2001) // Труды Междунар. науч. школы «Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах» (МА БРК–2001). СПб.: Изд-во ООО «НПО «Омега», 2001. С. 56–61.

## **ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ СЛИЯНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПОТОКОВ СИГНАЛОВ**

**П.А. Манин;**

**А.А. Таранцев, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**А.Л. Холостов, кандидат технических наук, доцент.**

**Академия ГПС МЧС России**

На основе компьютерного моделирования процесса слияния пуассоновского (экспоненциального) потока сигналов с интервальным и регулярным потоками получены и обобщены основные характеристики суммарного потока.

*Ключевые слова:* моделирование, потоки сигналов (сообщений, вызовов)

## **ABOUT ONE PROBLEM MERGERS OF RANDOM STREAMS OF SIGNALS**

P.A. Manin; A.A. Tarantsev.

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

A.L Kholostov.

Fire fighting service of State academy of EMERCOM of Russia

Based on computer modeling of process mergers of poisson (exponential) streams of signals with an interval and a regular streams obtained and summarized the main characteristics of total stream.

*Key words:* modeling, streams of signals

Функционирование сложных систем, связанных с информационными потоками (диспетчерские службы, автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности, системы комплексной безопасности [1, 2] и др.), требует изучения закономерностей во взаимодействии таких потоков [3]. При этом одной из характерных задач является исследование процесса слияния случайных потоков сигналов (сообщений, вызовов) с образованием суммарного потока, поступающего в единый узел обработки [4]. Типичными

потоками сигналов во многих случаях являются пуассоновские (например, для пожарной охраны [5]), хотя часто имеют место и другие виды потоков – регулярные, эрланговские [6] и др.

### Проблема

Задача построения результирующего закона плотности распределения  $\varphi_0(t)$  промежутков времени  $t$  между моментами поступления сигналов в суммарном потоке, полученном при слиянии двух потоков с законами плотности распределения промежутков времени между сигналами соответственно  $\varphi_1(t)$  и  $\varphi_2(t)$ , является достаточно сложной с точки зрения применения аналитических методов.

Аналитическая зависимость результирующего закона  $\varphi_0(t)$  получена для простейших (пуассоновских) потоков, когда плотность распределения времени между поступлением сигналов имеет вид:

$$\varphi_i(t) = \lambda_i e^{-\lambda_i t},$$

где  $\lambda_i$  – параметр (частота поступления сигналов)  $i$ -го потока.

Тогда величина  $\varphi_0(t)$  принимает вид [6]:

$$\varphi_0(t) = \Lambda e^{-\Lambda t}, \quad (1)$$

где  $\Lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n$  – обобщенный параметр суммарного потока;  $n$  – число сливающихся потоков.

Однако задача слияния простейшего потока с потоками Пальма представляет значительный интерес. В частности, когда в диспетчерский пункт экстренной службы поступает как простейший поток с частотой  $\lambda_1$ , так и регулярный поток или поток сигналов, время между которыми распределено равномерно на промежутке времени от  $a$  до  $b$ .

При слиянии потоков Пальма имеет место соотношение:

$$t_0^{-1} = t_1^{-1} + t_2^{-1} + \dots + t_n^{-1},$$

где  $t_i$  – средний интервал времени между сигналами в  $i$ -м потоке ( $i \in [1, n]$ ).

Применительно к простейшим потокам, когда  $t_i = \lambda_i^{-1}$  результирующий закон принимает вид, описываемый выражением (1).

В общем же случае для получения результирующего закона  $\varphi_0(t)$  можно использовать методы имитационного моделирования [7, 8].

### Моделирование узла суммирования случайных потоков

Для решения данной проблемы была создана специальная компьютерная программа, моделирующая на основе метода Монте-Карло [7, 8] узел суммирования экспоненциального и интервального потоков, в котором образуется результирующий случайный поток с законом  $\varphi_0(t)$  распределения случайных промежутков времени между сигналами от обоих потоков.

Было проведено тестирование программы и определен необходимый объем выборки числа сигналов в потоках.

Проведённые исследования позволяют утверждать, что точность получаемых результатов фактически определяется точностью используемых датчиков случайных чисел CVR3R и CVR3UR [9], используемых в программе.

При компьютерном моделировании слияния экспоненциального и интервального потоков с использованием разработанной программы результирующие законы  $\varphi_0(t)$  получались в виде гистограмм (рис.1), что не мешало находить основные закономерности. В

частности, в ходе тестирования программы было также смоделировано слияние двух вариантов указанных потоков, законы которых  $\varphi_1(t)$  и  $\varphi_2(t)$  отличались лишь пропорциями, и получены соответствующие результирующие законы  $\varphi_0(t)$  (рис. 1), которые имели аналогичные пропорции. Это позволило широко использовать нормировку относительно интенсивности  $\lambda$ , благодаря чему перейти от абсолютных значений параметров законов к приведенным (нормированным) и таким образом снизить трудоемкость исследований.

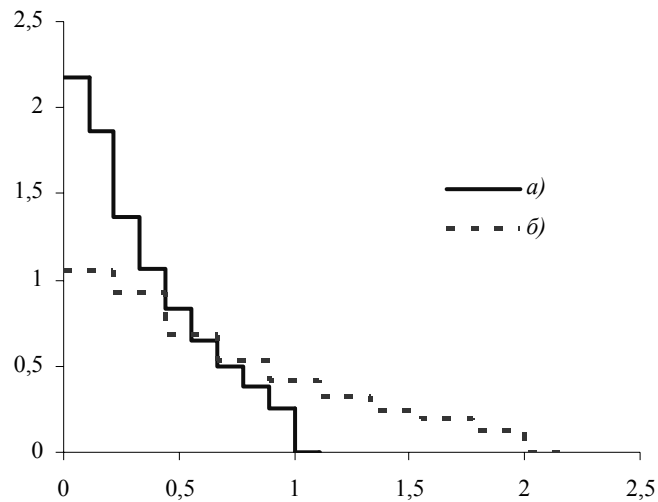


Рис. 1. Результирующие законы распределения (в виде гистограмм) промежутков времени между сигналами в суммарном потоке:  
 $a - \lambda = 1; a = 0; b = 1; б - \lambda = 0,5; a = 0; b = 2$

### Результаты моделирования

В ходе серии компьютерных экспериментов исследовалось влияние приведенного математического ожидания потоков (параметр  $\lambda t_2$ ) и относительной «ширины»  $\Delta_2/t_2$  ( $\Delta_2 = b - a$ ,  $t_2 = (b + a) / 2$ ) интервального потока на вид результирующего закона  $\varphi_0(t)$ . На рис. 2 представлены полученные результирующие законы при различных соотношениях  $\Delta_2/t_2$ , на рис. 3 – при различных величинах параметра  $\lambda t_2$  (слияние экспоненциального и регулярного потоков), в результате чего выявлен общий характер результирующего закона (рис. 4) и установлено, что он имеет выраженную правую границу, совпадающую с правой границей  $b$  интервального потока (рис. 4-а) или периодом  $t_2$  следования сигналов в регулярном потоке (рис. 4-б).

Поскольку результирующие законы  $\varphi_0(t)$  получались в виде гистограмм, что не всегда удобно для анализа, было решено перейти к обобщенным характеристикам – приведенному математическому ожиданию  $\lambda t_0$  и коэффициентам вариации  $K_v$ , асимметрии  $As$  и эксцесса  $Ex$  [6], что позволило результаты моделирования представить в виде обобщающих зависимостей (рис. 5). Из полученных результатов, в частности, следует, что приведенное математическое ожидание закона  $\varphi_0(t)$  не зависит от относительной ширины интервального потока, а определяется только параметром  $\lambda t_2$  (рис. 5,а). При этом может быть использовано аппроксимирующее выражение:

$$t_0 = \frac{t_2}{1 + \lambda t_2}, \quad (2)$$

отражающее эффект суммирования интенсивностей при слиянии потоков.

Коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса суммарного потока зависят как от параметра  $\lambda t_2$ , так и от соотношения  $\Delta_2/t_2$  (рис. 5,б-г), но из анализа всех характеристик

следует, что при больших значениях параметра  $\lambda t_2$  ( $>10$ ) проявляется эффект поглощения интервального потока экспоненциальным, поскольку сигналы интервального потока перестают быть статистически различимыми на фоне более частых сигналов экспоненциального потока, то есть  $t_0 \rightarrow \lambda$ ,  $Kv \rightarrow 1$ ,  $As \rightarrow 2$ ,  $Ex \rightarrow 6$ . Наоборот, при малых значениях параметра  $\lambda t_2$  ( $< 0,1$ ) и  $\Delta_2 > 0$  проявляется эффект поглощения экспоненциального потока интервальным – согласно (2),  $t_0 \rightarrow t_2$ ,  $As \rightarrow 0$ ,  $Ex \rightarrow -1,2$ . Коэффициент вариации результирующего закона при этих условиях стремится к отношению

$$Kv \rightarrow \frac{b-a}{\sqrt{3}(b+a)},$$

что соответствует закону равномерной плотности [6].

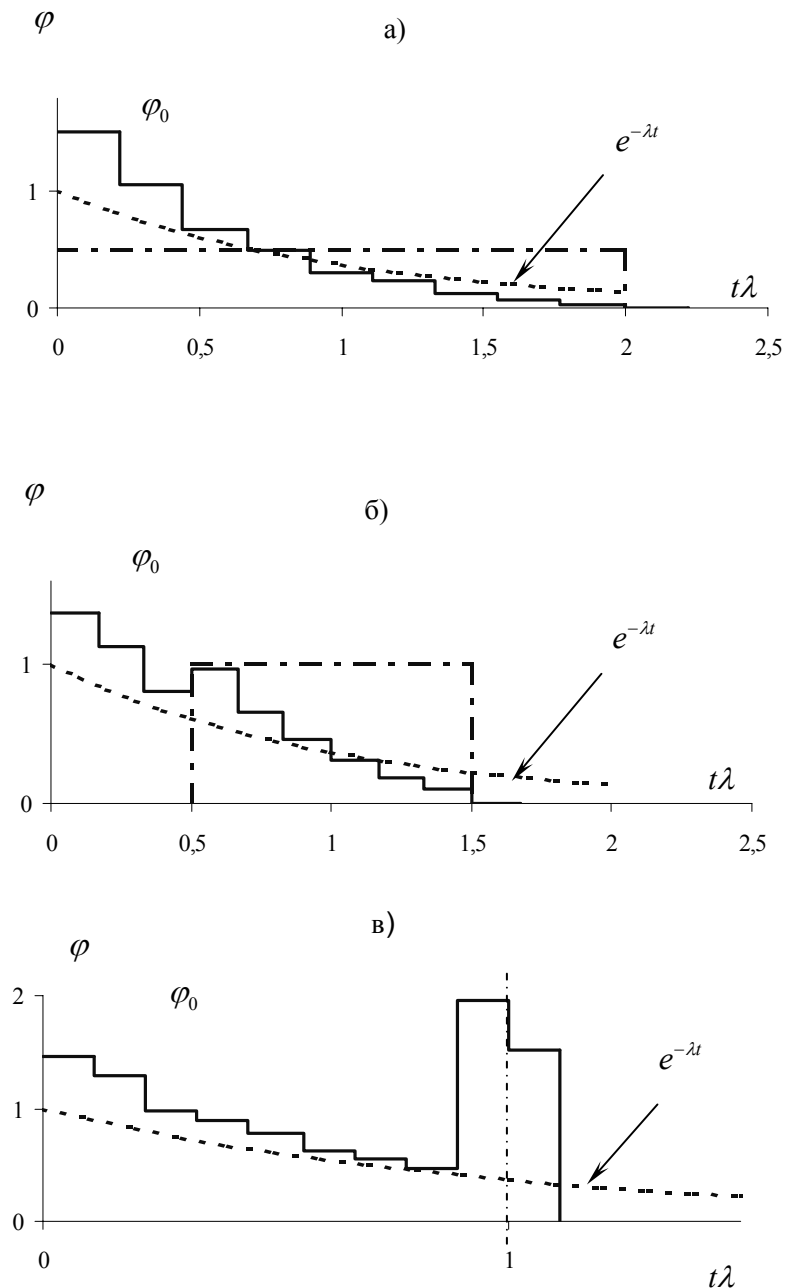


Рис.2. Результирующие законы при слиянии экспоненциального потока с интервальными (а, б) и регулярным (в) потоками:

$$a - \lambda = 1; a = 0; b = 2; б - \lambda = 1; a = 0,5; b = 1,5; в - \lambda = 1; a = b = 1$$

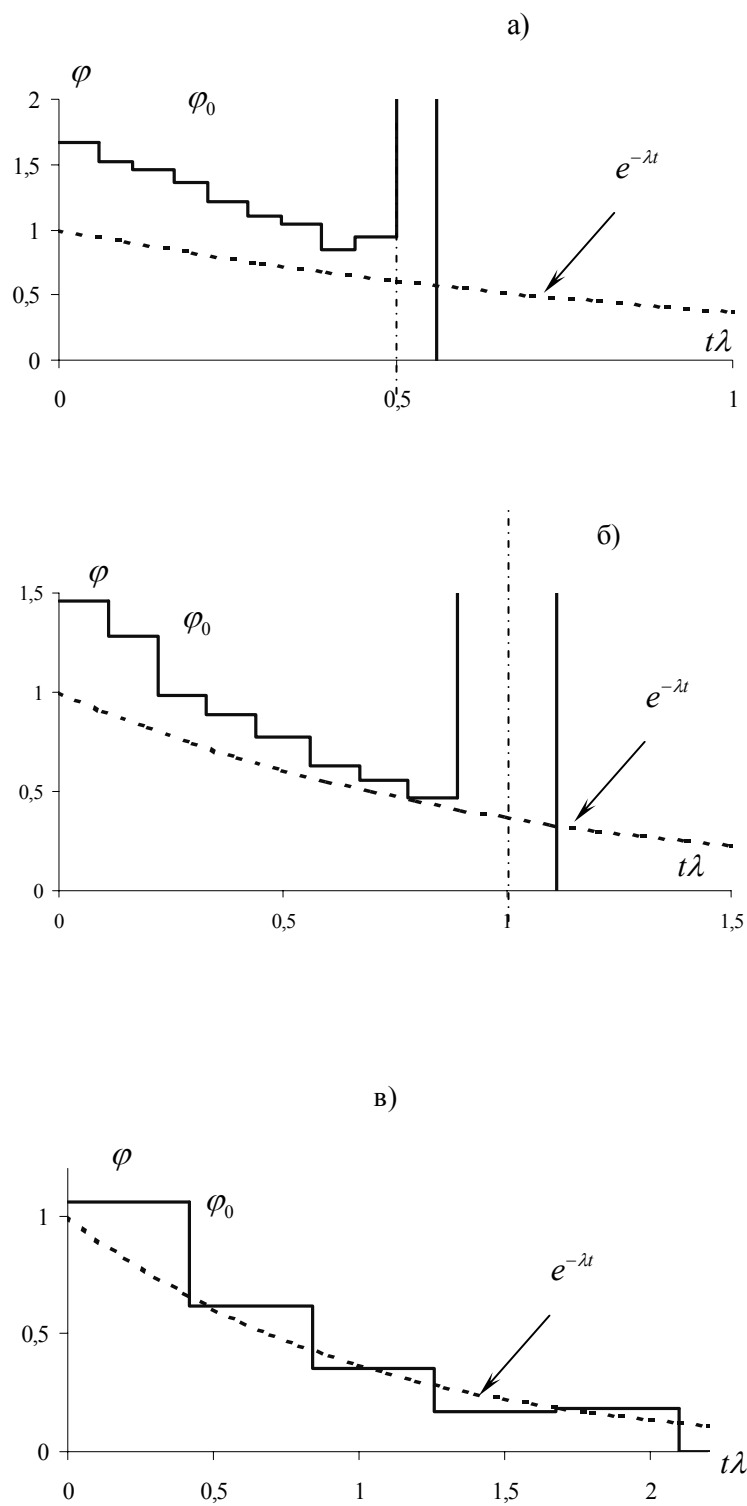
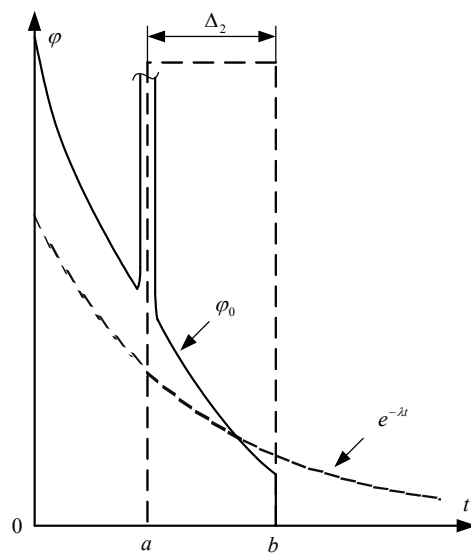


Рис.3. Результирующие законы при слиянии экспоненциального и регулярного потоков  
 $a - \lambda = 1; a = b = 0,5$ ; б)  $-\lambda = 1; a = b = 1$ ; в)  $-\lambda = 1; a = b = 2$



a)



б)

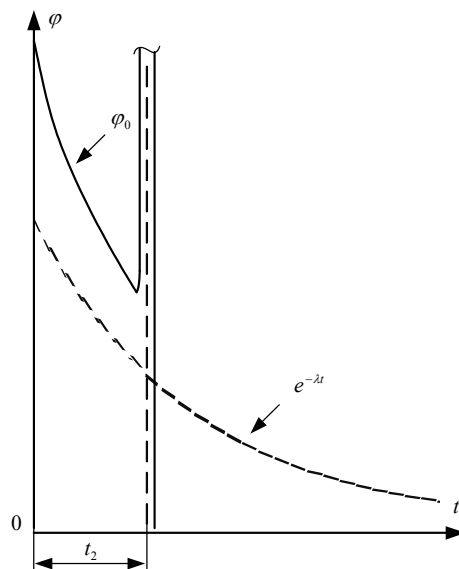


Рис. 4. Характерный вид результирующего закона при слиянии экспоненциального потока с интервальным (а) и регулярным (б) потоками

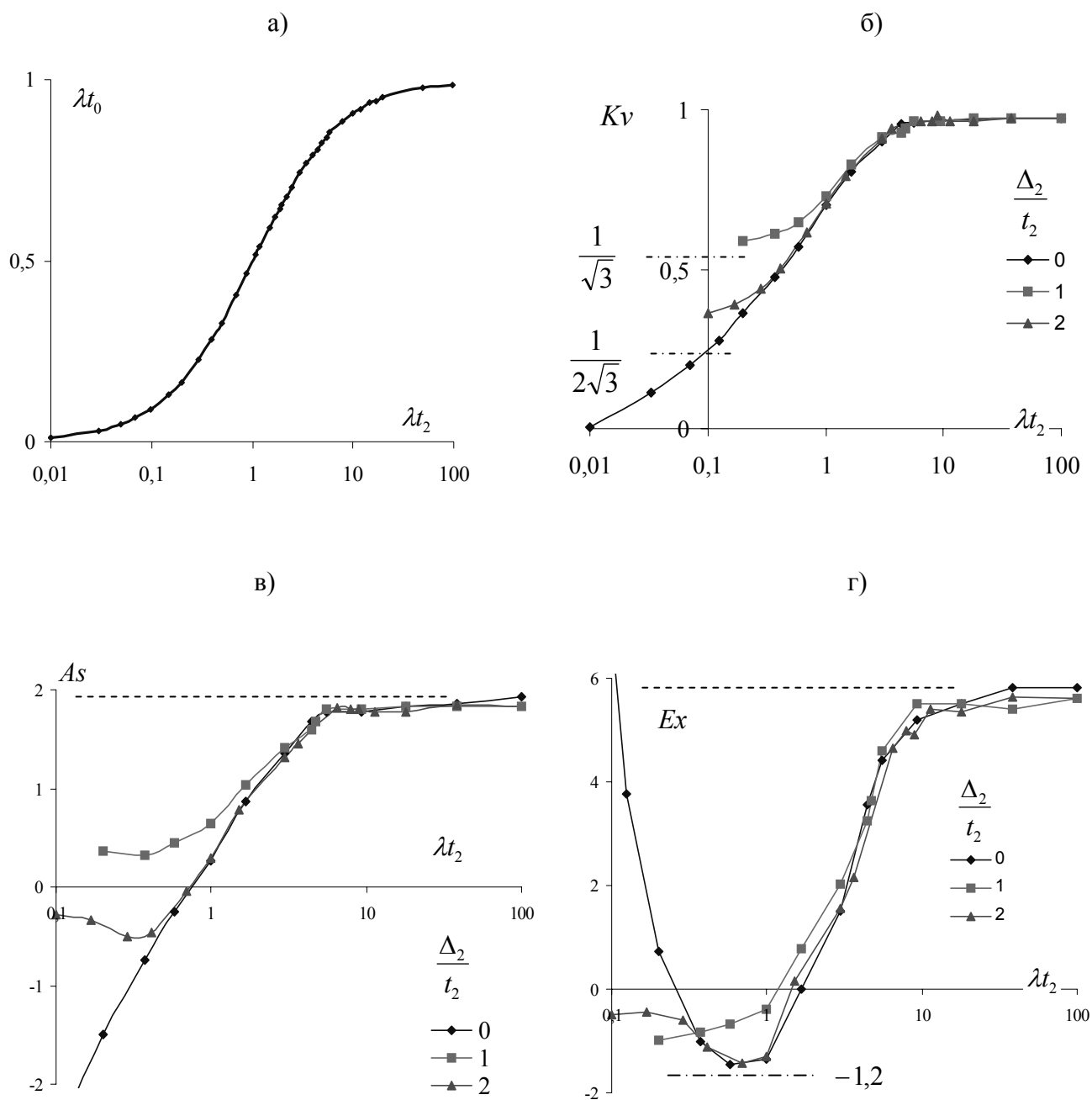


Рис. 5. Основные характеристики результирующих законов  $\varphi_0(t)$  в зависимости от соотношения математических ожиданий суммируемых потоков (параметра  $\lambda t_2$ ) при различных значениях приведенного интервала  $\Delta_2/t_2$ :  
 $a$  – приведенное математическое ожидание;  $b, в, г$  – коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса

### *Выводы*

На основе анализа результатов компьютерного моделирования слияния экспоненциального и интервального потоков можно утверждать следующее:

а) математическое ожидание результирующего потока не зависит от «ширины»  $\Delta_2$  интервального потока, а обуславливается только математическими ожиданиями обоих потоков (*эффект суммирования интенсивностей*);

б) на коэффициенты вариации, асимметрии и эксцесса результирующего закона  $\varphi_0(t)$  влияют соотношение математических ожиданий (параметр  $\lambda t_2$ ) и относительная «ширина»  $\Delta_2/t_2$  интервального потока, что позволяет уйти от использования соответствующих абсолютных значений (*правило относительности*) и несколько упростить анализ;

в) при значительной разнице в соотношениях математических ожиданий суммируемых потоков ( $\lambda t_2 > 10$  или  $\lambda t_2 < 0,1$ ) проявляется *эффект поглощения* потока с редким следованием сигналов потоком с более частыми сигналами;

г) правая граница результирующего закона  $\varphi_0(t)$  соответствует наименьшей правой границе  $b$  интервального потока (*эффект «отрезания»*).

Таким образом, становится возможным находить результирующий закон распределения времени между поступлением сигналов, например в диспетчерские службы, для объективной оценки параметров их функционирования.

### **Литература**

1. ГОСТ Р 53704 – 2009. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования. М., 2009.
2. Топольский Н.Г. Основы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов. М.: МИПБ МВД России, 1997. 164 с.
3. Риордан Дж. Вероятностные системы массового обслуживания. М.: Связь, 1966.
4. Таранцев А.А. Инженерные методы теории массового обслуживания. 2-е изд. перераб. и доп. СПб.: Наука, 2007. 175 с.
5. Брушлинский Н.Н. Системный анализ деятельности Государственной противопожарной службы. М.: МИПБ МВД России, 1998.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. 5-е изд., стереотип. М.: Высш. шк., 1998.
7. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) / Н.П. Бусленко [и др.]. М.: Физматгиз, 1962.
8. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. М.: Наука, 1985.
9. Давидович М.И., Петрович М.Л. Прикладная статистика. Статистическое оценивание // Программное обеспечение ЭВМ / АН БССР, Ин-т математики. 1987. Вып. 4.

## **МОДЕЛЬ ВЫБОРА ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**В.А. Гадышев, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ;**

**Мир-Гусейн Мир-Шамиль-оглы Мирфатуллаев, кандидат технических наук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Одним из важнейших противоречий современности является противоречие между необходимостью экономического развития и необходимостью обеспечения безопасности человека и среды его обитания. Это противоречие порождает глобальную проблему выбора рационального соотношения между темпами экономического развития и обеспечением безопасности человека,

среды его обитания от аварий и катастроф. В данной работе намечены пути решения проблемы выбора рационального соотношения между темпами экономического развития региона и обеспечением его пожарной безопасности. Авторами предложена модель выбора инвестиционной стратегии в области пожарной безопасности субъекта РФ. Предложены два варианта решения инвестиционной стратегии в области пожарной безопасности субъекта РФ.

*Ключевые слова:* выбор рационального соотношения, темп экономического развития субъекта РФ, обеспечение пожарной безопасности, инвестиционная стратегия

## THE CHOICE MODEL OF INVESTMENT STRATEGY IN THE FIRE SAFETY AREA OF RUSSIAN FEDERATION SUBJECT

V.A. Gadyshhev; Mir-Gusseyn Mir-Shamil'-ogly. Mirfatullaev.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The one of major modern age contradiction is a conflict between economic development necessity and necessity of ensuring human safety and his environment. This conflict generates to global problem of rational relation between rates of economic development and human securing, his environment from accidents and catastrophes. In this paper a way of solution on the problem of rational relation choice between rates of region economical development and ensuring of his fire safety are planed. Authors are proposed the choice model of investment strategy in the fire safety area of Russian Federation subject. Two variants of investment strategy solution in the fire safety area of Russian Federation subject are suggested.

*Key words:* selection of rational relation, rate of Russian Federation region economical development, ensuring of fire safety, investment strategy

В последней трети XX в. человечество вступило в новую фазу своего развития – общество риска [1]. Важнейшее отличие общества риска от предшествующего ему индустриального общества заключается в том, что если для индустриального общества характерно распределение благ, то для общества риска на первый план выходит распределение опасностей и обусловленных ими рисков. При этом задача распределения благ остается актуальной. Таким образом, одним из важнейших противоречий современности является противоречие между необходимостью экономического развития и необходимостью обеспечения безопасности человека и среды его обитания [2]. Это противоречие порождает *глобальную проблему* выбора рационального соотношения между темпами экономического развития и обеспечением безопасности человека, среды его обитания от аварий и катастроф.

Эта проблема делится на ряд частных проблем выбора рационального соотношения между темпами экономического развития и обеспечением пожарной безопасности среды обитания человека по регионам, отраслям и предприятиям, а также рационального соотношения между темпами экономического развития региона и обеспечением его пожарной безопасности.

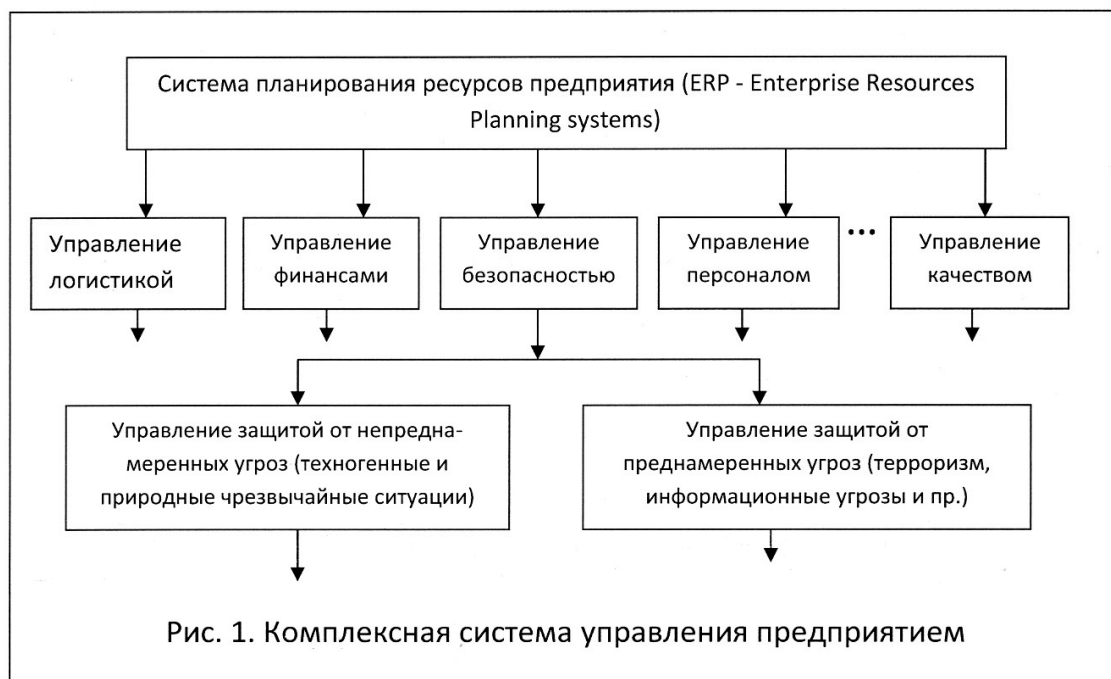
Уровень экономического развития региона определяется уровнем развития находящихся на его территории предприятий. Поэтому проблема выбора рационального соотношения между темпами развития региона и обеспечением его пожарной безопасности складывается из частных проблем выбора рационального соотношения между темпами развития каждого находящегося на его территории предприятия и обеспечением пожарной безопасности этого предприятия. Под пожарной безопасностью предприятия будем понимать не только пожарную безопасность самого предприятия, но и пожарную безопасность окружающей среды.

Мировой опыт показывает, что успеха достигают те предприятия, которые учитывают возможные риски и при этом используют ERP (Enterprise Resource Planning) стандарты в качестве базовой бизнес модели. Однако в ERP стандартах отсутствуют механизмы учета

рисков, и их приходится учитывать автономно. Для повышения адекватности модели предприятия, функционирующего в условиях риска (в том числе и пожарного), целесообразно дополнить ERP модель подсистемой управления пожарной безопасностью, (рис. 1).

Цикл функционирования предприятия по модели (рис. 1) представлен на рис. 2. Суть этого цикла заключается в следующем.

Затраты, которые может позволить себе предприятие на планируемый период, складываются из капитала ( $K$ ) и обязательств ( $O$ ) – заемных средств. Эти затраты распределяются между затратами на факторы производства ( $C_{ФП}$ ), затратами на защиту от преднамеренных ( $C_{ПУ}$ ) и непреднамеренных ( $C_{НУ}$ ) угроз, затратами на маркетинг, инновации ( $C_M$ ) и рекламу ( $C_P$ ). Затраты на защиту от непреднамеренных угроз (затраты на экологическую, промышленную и пожарную безопасность) определяют величину ожидаемого ущерба производству, размер страховых взносов и штрафов за нарушения экологической, промышленной и пожарной безопасности, размер платы за плановые выбросы экологически вредных веществ в воздух, в воду и в почву. Затраты на защиту от преднамеренных угроз определяют величину ожидаемого ущерба от террористических актов и их угроз, от нарушений информационной пожарной безопасности. Суммарный ожидаемый ущерб обозначим  $U_{ОЖ}$ .



Затраты на производственные факторы определяют потенциальный объем производства ( $O_P$ ) – объем, который может быть достигнут при отсутствии непреднамеренных и преднамеренных аварий и катастроф. На практике этот объем снижается за счет ущерба от аварий и катастроф до реального объема производства ( $O_P$ ).

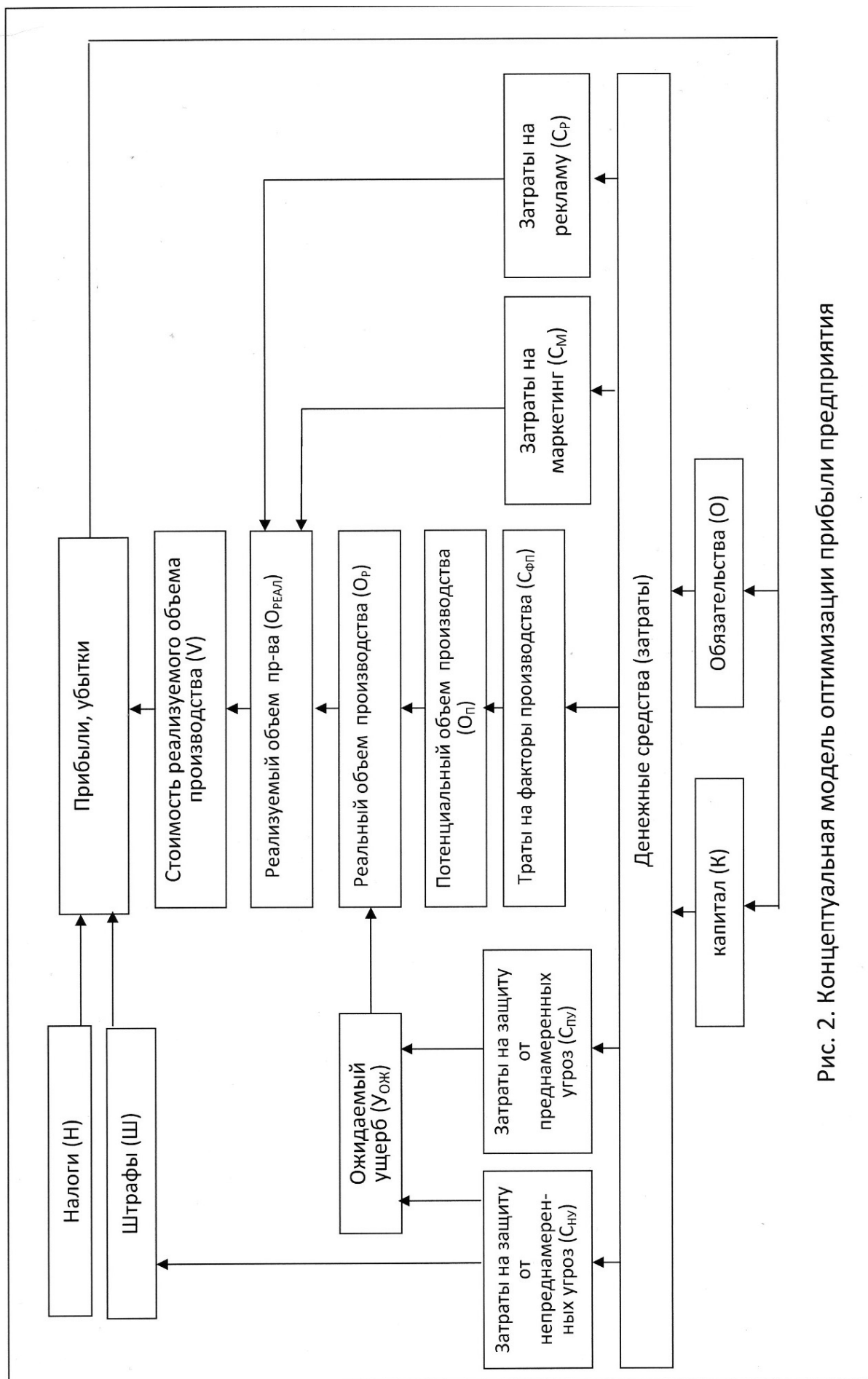


Рис. 2. Концептуальная модель оптимизации прибыли предприятия

Затраты на маркетинг ( $C_M$ ) определяют, насколько соответствует продукция предприятия нуждам потенциальных покупателей. Затраты на рекламу ( $C_P$ ) определяют, насколько потенциальные покупатели осведомлены о продукции предприятия. Затраты на маркетинг и на рекламу, цена продукции определяют, какая часть реального объема производства будет реализована на рынке ( $O_{\text{РЕАЛ}}$ ).

Объем реализованной продукции помноженный на цену единицы товара ( $w$ ) определяют выручку предприятия – суммарная стоимость реализованной продукции ( $V$ ). Выручка предприятия минус штрафы ( $\Pi$ ) и налоги ( $H$ ) равна величине прибыли ( $\Pi$ ) предприятия (или величине убытков). Прибыль предприятия делится на три части: на увеличение капитала фирмы, на уплату по обязательствам (кредиты и пр.), на личные нужды владельцев. Капитал плюс новые обязательства образуют денежные средства, идущие на покупку факторов производства, маркетинг, инновации, рекламу, обеспечение пожарной безопасности и т.д.

Задача владельца – обеспечить максимальную прибыль за период. Прибыль за период равна прибыли с оборота помноженной на число оборотов капитала за период. Если допустить, что оборот капитала - величина постоянная, то оптимизация возможна за счет увеличения прибыли с оборота. Для увеличения прибыли с оборота необходимо правильно распределять денежные средства между факторами производства, маркетингом, инновациями, рекламой и защитой от преднамеренных и непреднамеренных угроз. С учетом введенных обозначений, задача увеличения прибыли предприятия в условиях риска записывается следующим образом:

$$\Pi = V - H - \Pi \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$V = w \times O_{\text{РЕАЛ}}, H = F_1(O_P), \Pi = F_2(C_{\text{НУ}}), \quad (2)$$

$$O_{\text{РЕАЛ}} = F_4(O_P, C_M, C_P), O_P = O_{\Pi} - Y_{\text{ОЖ}}, \quad (3)$$

$$O_{\Pi} = F_3(C_{\text{ФП}}), Y_{\text{ОЖ}} = F_5(C_{\text{НУ}}, C_{\text{ПУ}}), \quad (4)$$

$$C_P + C_M + C_{\text{НУ}} + C_{\text{ПУ}} + C_{\text{ФП}} \leq K + O. \quad (5)$$

Переменными в этой задаче являются  $C_P, C_M, C_{\text{НУ}}, C_{\text{ПУ}}$  и  $C_{\text{ФП}}$ .

Приведенная выше формальная постановка задачи имеет методический характер вследствие сложности формализации производственной функции  $O_{\Pi} = F_3(C_{\text{ФП}})$ , функции спроса  $O_{\text{РЕАЛ}} = F_4(O_P, C_M, C_P)$  и зависимостей  $H = F_1(O_P)$ ,  $\Pi = F_2(C_{\text{НУ}})$ ,  $Y_{\text{ОЖ}} = F_5(C_{\text{НУ}}, C_{\text{ПУ}})$ . Однако она позволяет выявить взаимное влияние различных видов затрат на эффективность функционирования предприятия в условиях преднамеренных и непреднамеренных угроз. Уяснив это влияние можно переходить к обоснованию каждого вида затрат, что в конечном итоге позволит получить рациональный вариант их распределения [3], в том числе и на обеспечение пожарной безопасности.

Решив задачу (1)–(5) для всех предприятий субъекта РФ, мы можем определить уровень его пожарной безопасности в целом. В случае, если этот уровень окажется недостаточным, органы федеральной власти должны разработать дополнительную инвестиционную стратегию в области пожарной безопасности субъекта РФ. В этой стратегии необходимо ранжировать возможные опасности по степени риска, разработать способы предотвращения и ликвидации последствий соответствующих пожаров, аварий и катастроф и оценить затраты на реализацию этих способов. Далее возможны два варианта.

Первый вариант – программно-целевой с обеспечением финансирования программных мероприятий данной стратегии в заявленных объемах, позволяющий достичь цели и выполнить задачи стратегии. При этом варианте реализация Инвестиционной стратегии в области пожарной безопасности субъекта РФ сопряжена с макроэкономическими рисками, связанными с возможностью снижения темпов роста экономики и уровня

инвестиционной активности, возникновения бюджетного дефицита, изменения конъюнктуры в соответствующем сегменте рынка, а также с рисками, связанными с влиянием природных факторов.

Второй вариант – реализация стратегии с заданным объемом финансирования, меньшим заявленного. В этом случае предполагается сконцентрировать выделяемые ресурсы на наиболее важных направлениях и мероприятиях. При этом варианте сохраняются риски, указанные в первом варианте. Кроме того, без полного финансирования не представляется возможным в полной мере достичь целей и решить задачи стратегии. Целевые показатели и индикаторы не будут выполнены в прогнозируемом объеме.

Применение программно-целевого метода позволит обеспечить комплексное урегулирование наиболее острых и проблемных вопросов, а также и системное развитие инфраструктуры обеспечения пожарной безопасности субъекта РФ на основе:

- определения целей, задач, состава и структуры мероприятий и запланированных результатов;
- концентрации ресурсов по реализации мероприятий, соответствующих приоритетным целям и задачам в сфере обеспечения пожарной безопасности субъекта РФ.

### **Литература**

1. Beck U. Risk Society. Towards a New Modernity. London, 1992.
- 2.. Стратегические риски России / Ю.Л. Воробьев [и др.]. М.: Деловой экспресс, 2005.
3. Таха Х. Введение в исследование операций. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005.

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ИХ ИНФОРМАЦИОННОГО БАЗИСА**

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

**В.Н. Скребов, доктор физико-математических наук, профессор;**

**Е.В. Алексеева.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены существующие системы поддержки принятия решений с точки зрения применения их в условиях чрезвычайных ситуаций. Проведен анализ формирования информационного базиса для систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

*Ключевые слова:* система поддержки принятия решений, математические методы, информационный базис, база данных, обмен информацией

## **ANALYSIS OF EXISTING DECISION SUPPORT SYSTEMS AND INFORMATION BASIS**

A.Y. Ivanov; V.N. Skrebov; E.V. Alekseeva.

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

We consider the existing decision support systems in terms of their use in emergency situations. The analysis of the Information basis for decision support in emergency situations.

*Key words:* decision support system, mathematical methods, data base, database, information-sharing



Система поддержки принятия решений (СППР) (*Decision Support System, DSS*) – компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. СППР возникла в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

Для анализа и выработок предложений в СППР используются разные методы. Это могут быть: информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др.

Современные системы поддержки принятия решения представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решения (ЛПР). С помощью СППР может производиться выбор решений некоторых неструктурированных и слабоструктурированных задач, в том числе и многокритериальных.

СППР, как правило, являются результатом мультидисциплинарного исследования, включающего теории баз данных, искусственного интеллекта, интерактивных компьютерных систем, методов имитационного моделирования.

Они позволяют:

- оперировать с неструктурированными или слабоструктурированными задачами, в отличие от задач, с которыми имеет дело исследование операций;
- реализовать интерактивные автоматизированные (то есть на базе компьютера) системы;
- разделить данные и модели.

Таким образом, СППР – совокупность процедур по обработке данных и суждений, помогающих руководителю в принятии решений, основанная на использовании моделей. СППР – это интерактивные автоматизированные системы, помогающие лицу, принимающему решения, использовать данные и модели для решения слабоструктурированных проблем. СППР – это система, которая обеспечивает пользователям доступ к данным и/или моделям, так что они могут принимать лучшие решения. СППР, в большинстве случаев, это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю (ЛПР) использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений. Система должна обладать возможностью работать с интерактивными запросами с достаточно простым для изучения языком запросов.

СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

- 1) использует и данные, и модели;
- 2) предназначена для помощи руководителям в принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;
- 3) поддерживает, а не заменяют, выработку решений руководителями;
- 4) цель СППР – улучшение эффективности решений [1].

Принятие управленческого решения при чрезвычайной ситуации (ЧС) происходит на основе информации об объектах, попавших в зону ЧС. К сожалению, существующей информации оказывается, как правило, недостаточно. Это вызывает запаздывание решения на начало ЧС, с целью ее предотвращения. Для оперативного решения задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в условиях неопределенности и жесткого лимита времени необходимо создание автоматизированных систем поддержки принятия решений. Они используются для анализа информации об окружающей среде и других данных с целью прогнозирования вариантов развития ЧС, оценки их последствий и выдачи рекомендаций для принятия решений по предупреждению и ликвидации последствий ЧС.

Процесс принятия решений является важнейшей составной частью процесса управления. Эффективная разработка теоретических проблем, решение практических задач,

связанных с организацией государственной системы управления в условиях ЧС, невозможны без всестороннего анализа опыта, достигнутого в этой области в наиболее развитых странах мира.

Ниже представлены результаты сопоставительного анализа принципов формирования и функционирования государственной системы предупреждения и действий в ЧС с рядом зарубежных аналогов.

В настоящее время общественность и правительства многих стран озабочены все возрастающими последствиями от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В связи с этим в ряде ведущих стран (Франции, Японии, США, Китае и др.) созданы или создаются системы управления в ЧС. При этом национальные системы построены, естественно, с учетом местных особенностей.

Особое место занимают системы, созданные на межгосударственном уровне. Но они выполняют в настоящее время в основном информационно-справочные функции или играют роль «оболочек» при подготовке управленческих решений.

Например, в рамках программы оценки окружающей среды, создана межгосударственная информационная система – глобальная информационная система (GISNH) стихийных бедствий, создаваемая ООН в Женеве.

Примерами автоматизированных систем принятия управленческих решений в ЧС являются системы RODOS, PPS и др. Система RODOS является результатом разработки более 20 европейских институтов и служит для поддержки принятия решений в реальном масштабе времени в условиях ЧС, связанных с радиационной опасностью в Европе. RODOS состоит из подсистем анализа ASY, оценки ситуации ESY и выбора системы рекомендуемых эффективных контрмер CSY. Эти подсистемы вместе с базой данных и подсистемой пользовательского интерфейса работают под управлением операционной системы OSY.

Система PPS выполняет функции, аналогичные реализуемым в рамках системы RODOS, в условиях ЧС, связанных не только с радиационной опасностью, но и с землетрясениями, наводнениями, пожарами, взрывами, бурями и т.д. Система внедрена в ряде скандинавских стран.

Системы RISKWIT, ATMOSPHERE CARIS предназначены для информационной поддержки принятия решений при химических загрязнениях. Наиболее перспективной системой представляется RISKWIT, так как она имеет широкие возможности моделирования выбросов токсических веществ и прогноза путей и последствий их распространения при различных внешних условиях. RISKWIT обеспечивает возможность моделирования мгновенных и безостановочных утечек из емкостей хранения и трубопроводов; газообразных, жидких и двухфазовых выбросов; турбулентного газового потока и двухфазового потока в вертикальном или горизонтальном направлениях; испарения из емкостей с жидкостью; мгновенных и безостановочных выбросов; ограниченных и неограниченных выбросов внутри помещения и т.д., а также оценки последствий индивидуального риска химических загрязнений в атмосфере и в помещении для человека и коллективов.

Перспективными являются системы поддержки принятия решений для обеспечения заданного уровня и минимизации промышленного загрязнения окружающей среды. Примером такой системы является система DSS/IPS, разработанная на средства всемирного банка и предназначенная для поддержки руководителей государственного и регионального уровня при разработке и принятии стратегических решений по контролю за промышленным загрязнением окружающей среды. DSS/IPS обеспечивает сбор и организацию информации, необходимой для проведения анализа эффективности потерь и затрат на обеспечение минимального или определенного уровня загрязнений, оценки наиболее значимых факторов загрязнения [3].

Информационные СППР работают достаточно успешно в различных областях человеческой деятельности. Хорошо известна система PROSPECTOR интерпретирующая данные геологической разведки; система медицинской диагностики MYKIN,

диагностирующая бактериальные инфекции; PUFF, диагностирующая легочные заболевания, интерпретируя данные измерения функций легких; в военном деле ADEPT, которая оценивает ситуации, интерпретируя разведданные; RTS – классифицирующая корабли, интерпретируя радарные изображения. Данные системы преобразуют количественную и качественную информацию и выдают лицу, принимающему решения, рекомендации по выбору того или иного решения. Для анализа количественной и качественной информации в данных системах традиционно применяются различные математические методы.

В числе математических методов, применяемых для формализации качественной и количественной информации, можно назвать теорию игр, теорию массового обслуживания, методы вероятностной оценки и другие. Нечисловые экспертные оценки также формализуют с помощью математической теории нечетких множеств. Для системного анализа множества факторов, влияющих на принятие решения, широко применяют метод анализа иерархий, предложенный Томасом Саати, который позволяет формировать интегральные критерии эффективности принимаемых решений на основе метода анализа иерархий (МАИ), состоящие из частных критериев.

Метод Саати получил широкое распространение и активно применяется по сей день, особенно в США. Главное достоинство метода состоит в использовании парных сравнений значимости, что позволяет связать воедино самые разнородные ценности. Другой плюс – возможность детализации ценностей и последующая свертка всех конкретных оценок в интегральный показатель. Но в этом же, при всех математических обоснованиях Саати, содержится и минус, поэтому корректнее и надежнее использовать парные сравнения для получения только качественных заключений, типа: «критерий K1 важнее критерия K2», не уточняя насколько важнее. Отсюда и общий вывод: метод Саати рекомендуется использовать с целью получить грубую оценку функции полезности, не придавая ей смысла «истины в последней инстанции» [4].

Из программ, реализующих метод Саати, можно выделить:

– Expert Choice 11. Имеет англоязычный интерфейс, огромную библиотеку стандартных решений и массу визуальных возможностей для сравнения значимости показателей. В перечне уже зарегистрированных клиентов – IBM, General Electric, NASA, Военно-морской флот США и т.п.

– СППР «Выбор» – визуальных возможностей меньше, чем у Expert Choice, но по аналитическим возможностям ей не уступает. Аналитическая система, основанная на методе анализа иерархий, является простым и удобным средством, которое поможет структурировать проблему, построить набор альтернатив, выделить характеризующие их факторы, задать значимость этих факторов, оценить альтернативы по каждому из факторов, найти неточности и противоречия в суждениях ЛПР, определить альтернативы, провести анализ решения и обосновать полученные результаты.

Практическое преодоление трудностей, связанных с принятием решения, состоит во включении ЛПР в процесс построения моделей и принятия решений на их основе. Для этого предназначены человеко-машинные (имитационные) системы. Одним из классов таких систем являются СППР, в рамках которых опыт и неформализованные знания ЛПР сочетаются с математическим исследованием. СППР «Выбор» на основе метода анализа иерархий может использоваться при решении следующих типовых задач:

- оценка качества организационных, проектных и конструкторских решений;
- определение политики инвестиций в различных областях;
- задачи размещения (выбор места расположения вредных и опасных производств, пунктов обслуживания);
- распределение ресурсов;
- проведение анализа проблемы по методу «стоимость–эффективность»;
- стратегическое планирование;
- проектирование и выбор оборудования, товаров;

– выбор профессии, места работы, подбор кадров.

СППР MIZAR решает задачу выбора между двумя альтернативами. Есть несколько примеров решения типовых задач. Доступны 2 вида оценок – прямая и с попарным сравнением. Особенностью этой программы является то, что она рассчитана на совместную работу нескольких экспертов, ставящих оценки по одному и тому же набору критериев. Программа позволяет посмотреть результаты оценок по каждому из экспертов и итоговые оценки по всему ансамблю экспертов. Можно установить, позиции каких экспертов близки друг другу, кто выпадает из ансамбля (их можно на время исключать из общей оценки).

Когда вместо прямой оценки значимости факторов используются попарные сравнения, то программа позволяет оценить и качество работы эксперта. Для корпоративных пользователей, очевидно, предпочтительна СППР «Выбор» – она не уступает по возможностям Expert Choice, но имеет русский интерфейс.

Для персонального использования – вполне достаточен MIZAR, причем он хорош для выработки групповых оценок [5].

СППР WinExp+ – это инструментальное средство для построения систем экспертных оценок. Предлагаемая система является важным компонентом при создании СППР. В основе её также лежит МАИ.

Основным этапом процесса принятия решений является выбор наилучшего (оптимального) варианта. Наиболее приемлемый для ЛПР вариант действий (продукт, прогноз, класс неких объектов и т.п.) может быть выбран на основе единоличного решения путём поиска оптимума целевой функции с помощью ЭВМ, либо путём обработки мнений группы экспертов данной прикладной области. Последний способ наиболее часто применим на практике и, как правило, даёт наиболее адекватные решения. Субъективное мнение эксперта-прикладника зачастую более верно с точки зрения конечного результата управления, чем решение, полученное путём строгого вычисления оптимума целевой функции. Мнение же группы экспертов обладает некой объективностью.

Особенностью МАИ является возможность получения оценок вариантов решений на основе субъективных мнений экспертов.

Результатом применения метода является определение наиболее предпочтительного варианта, а также конкретное обоснование выбора и сравнительная оценка всех вариантов, что позволяет подробно исследовать задачу в целом.

Система WinExp+ реализует метод анализа иерархий, который включает в себя процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения приемлемых альтернатив. Пользователем системы может быть любой специалист заданной проблемной области, решающий задачу выбора одной из альтернатив и таким образом принимающий решение [6].

СППР «Микросреда» – предоставляет пользователю экспертную систему, включающую средства создания, заполнения и корректировки баз экспертной системы, блок логического вывода, блок объяснений, диалоговые средства связи пользователя с компонентами экспертной системы. Работая с экспертной системой, пользователь, путем заполнения ее баз информацией о своей проблемной области, может получить специализированную систему для решения только своих задач. Следует отметить, что, меняя информацию в базах экспертной системы, можно настроить ее на решение задач любой предметной области. Таким образом, такая экспертная система представляет собой инструментальный, позволяющий получить прикладные системы, использующие знания ведущих специалистов любой предметной области для решения задач, стоящих перед пользователем. Для формализации знаний экспертов в экспертной системе применяется продукционная модель знаний. В состав экспертной системы входят блок логического вывода, блок объяснений и базы.

При решении любой задачи экспертная система, построенная с использованием соответствующих программных средств системы «Микросреда», объясняет свои действия, отвечая на специальные вопросы пользователя – «КАК?» и «ПОЧЕМУ?» [7].

СППР «Precedent». Данная система является универсальным средством для построения экспертных систем, предназначенных для выбора, распознавания и классификации ситуаций, образов, объектов по методу сравнения с прототипом. Это наиболее простой и чаще всего применяемый на практике метод распознавания по аналогии. Для распознавания неизвестного объекта система находит ближайший к нему прототип и включает объект в тот же класс, к которому уже принадлежит прототип. В качестве меры близости используется расстояние Хэмминга, которое в данном случае равно квадрату евклидова расстояния. При этом решающее правило классификации объектов эквивалентно линейной решающей функции.

Система «Император» позволяет решить важнейшие проблемы: выбор наиболее приоритетного решения и распределение ресурсов. В основу СППР «Император» положен МАИ, имеющий четкие математические и психологические обоснования и многочисленные приложения. Данная методология соответствует естественному ходу человеческого мышления и обобщает подход, реализующийся в наиболее распространенных экспертных системах, основанных на логическом выводе.

СППР DecisionPro. Конечный результат представляется в виде дерева решения, таблиц, диаграмм и графиков. По полученному дереву решения пользователь может отследить ход решения, отсеченные ветви и при необходимости внести коррективы и провести анализ заново, для достижения наилучшего результата. DecisionPro поддерживает прогнозирование по группам, автоматический расчет некоторых параметров из области управления запасами (EOQ и ROL), а также планирование оптимального запаса. Интегрированный пакет, поддерживающий прогнозирование, деревья классификации, моделирование методом Монте-Карло, анализ Маркова и моделирование

СППР PrecisionTree – производит анализ решений в Microsoft Excel, используя деревья решений и схемы влияния. Деревья решений позволяют визуально представить план комплексного, организованного последовательно, многослойного решения. Это помогает выявлять все возможные альтернативные варианты и выбирать лучшие из них.

СППР PrecisionTree может создать график рисков (Risk Profile graph), по которому можно будет сравнить результаты и риски альтернативных опций. Он отображает диаграммы вероятности и сводные результаты, с помощью которых можно оценить все возможности.

Всестороннее изучение процессов принятия решения при ЧС, которое осуществляется в условиях неопределенности, почти никогда не сводится к достижению какой-либо одной цели. При решении задач прогнозирования, оценки и ликвидации последствий ЧС одновременно преследуется ряд целей, которые могут противоречить друг другу. При выборе решений необходима оценка реальной обстановки и поиск возможностей снятия или частичного преодоления неопределенности за счет получения дополнительной информации, так как решение, принятое без комплексного учета прямых или косвенных данных о фактической обстановке, не может считаться объективным и обоснованным. Также все решения, вырабатываемые или принимаемые в ходе обнаружения и ликвидации ЧС, должны являться оптимальными или рациональными.

Механизм рационального выбора в ситуации ЧС требует привлечения математического аппарата для сравнения альтернатив.

Отсюда следует, что в условиях неопределенности, многокритериальности и дефицита времени, для решения задачи выбора оптимального решения, которое учитывает интересы различных лиц, необходимо создание подсистемы поддержки принятия решений в рамках автоматизированной информационной управляющей системы РСЧС.

Эта подсистема должна обеспечить реализацию принятия решений как в ситуациях, когда необходим анализ информации в режиме реального времени, так и в случаях, допускающих строгую формализацию проблемы [8].

Информационным базисом для принятия управленческого решения при возникновении ЧС являются сведения о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера и их последствиях, о радиационной,

химической, медико-биологической, взрывной, пожарной и экологической безопасности на соответствующих территориях, а также сведения о деятельности предприятий, учреждений и организаций независимо от форм собственности, органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и федеральных органов исполнительной власти в этой области.

Сбор и обмен информацией осуществляются организациями, органами местного самоуправления, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и федеральными органами исполнительной власти в целях принятия мер по предупреждению и ликвидации ЧС природного и техногенного характера, а также своевременного оповещения населения о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях.

Органы местного самоуправления и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации осуществляют сбор и обмен информацией, как правило, через постоянно действующие органы управления, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Организации представляют информацию в орган местного самоуправления, а также в федеральный орган исполнительной власти, к сфере деятельности которого относится организация.

Органы местного самоуправления осуществляют сбор, обработку и обмен информацией на соответствующих территориях и представляют информацию в органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации осуществляют сбор, обработку и обмен информацией на соответствующих территориях и представляют информацию в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Федеральные органы исполнительной власти осуществляют сбор, обработку и обмен информацией в своей сфере деятельности и представляют информацию в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Кроме того, федеральные органы исполнительной власти, которые осуществляют наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях, доводят информацию о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях до органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

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

- координирует работу по сбору и обмену информацией;
- осуществляет сбор и обработку информации, представляемой федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации;
- представляет в Правительство Российской Федерации информацию о трансграничных, федеральных, региональных и территориальных чрезвычайных ситуациях и принимаемых мерах по их ликвидации, а также ежегодный государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- ведет учет чрезвычайных ситуаций.

Обмен информацией с зарубежными государствами осуществляется в соответствии с международными договорами.

В зависимости от содержания информация подразделяется на оперативную и текущую.

Оперативная информация представляется при ее соответствии показателям характера чрезвычайных ситуаций и критериям информации о возникающих авариях, катастрофах, стихийных и иных бедствиях, установленным приказами МЧС России и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

К оперативной информации относится информация, предназначенная для оповещения населения об угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций, оценки вероятных последствий и принятия мер по ее ликвидации. Оперативную информацию составляют сведения о факте (угрозе) и основных параметрах чрезвычайной ситуации, о первоочередных мерах по защите населения и территорий, ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ, о силах и средствах, задействованных для ее ликвидации.

Оперативная информация представляется устно немедленно с последующим письменным подтверждением в сроки, установленные Табелем срочных донесений МЧС России.

Текущей информацией является информация, предназначенная для обеспечения повседневной деятельности органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Текущую информацию составляют сведения о радиационной, химической, медико-биологической, взрывной, пожарной и экологической безопасности на соответствующих территориях и потенциально опасных объектах, о проводимых мероприятиях по предупреждению чрезвычайных ситуаций и поддержанию в готовности органов управления ГОЧС, сил и средств, предназначенных для их ликвидации.

Текущая информация передается в неформализованном виде.

Обмен информацией между органами управления территориальной подсистемы Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) осуществляется как по вертикальным (сверху вниз, снизу вверх), так и по горизонтальным связям.

Информация о чрезвычайной ситуации, при резком изменении обстановки в условиях угрозы чрезвычайной ситуации, передается немедленно по любому из имеющихся каналов средств связи через оперативные и диспетчерские службы с последующим письменным подтверждением.

Систему информационного обмена образуют:

- субъекты информационного обмена, в роли которых выступают постоянно действующие органы управления РСЧС на федеральном, межрегиональном, региональном, муниципальном и объектовом уровнях;
- информационно-телекоммуникационная инфраструктура РСЧС;
- совокупность информационных ресурсов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Информационные ресурсы в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций подразделяются на оперативную и плановую информации.

К оперативной информации относятся сведения о прогнозируемых и (или) возникших чрезвычайных ситуациях природного, техногенного, биолого-социального характера и их последствиях, сведения о силах и средствах РСЧС постоянной готовности, привлекаемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также об их деятельности, направленной на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

К плановой информации относятся сведения об административно-территориальных образованиях, об организациях и их деятельности, необходимые для заблаговременного планирования мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. В плановую информацию в обязательном порядке включаются данные о численности населения административно-территориальных образований и работников организаций.

Ответственными за сбор, обработку и передачу оперативной и плановой информации являются органы повседневного управления РСЧС.

При сборе, обработке и обмене информацией обязательным условием является соблюдение требований конфиденциальности и защиты информации в соответствии с законодательством Российской Федерации о государственной тайне.

В целях ведения автоматизированного учета оперативной информации Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и

ликвидации последствий стихийных бедствий организует разработку программного обеспечения для сбора, обработки и хранения оперативной информации и электронные формы документов, являющиеся обязательными для заполнения при обмене оперативной информацией.

Для сбора плановой информации федеральные органы исполнительной власти и уполномоченные организации, имеющие функциональные подсистемы РСЧС, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и организации на основе собранной и обработанной информации формируют базы данных (БД) в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в своей сфере деятельности, осуществляют их актуализацию и представляют информацию о структуре баз данных и их формате в БД МЧС России.

Для учета имеющейся плановой информации федеральные органы исполнительной власти и уполномоченные организации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и организации формируют базы данных и представляют их в МЧС России.

По решению органа местного самоуправления и согласованию с соответствующим территориальным органом МЧС России базы данных организаций, находящихся на территории органа местного самоуправления, включаются в базы данных этого органа местного самоуправления.

Базы данных в обязательном порядке включаются в каталог, который создается соответствующим органом (уполномоченной организацией).

В каталоге отражается по каждой базе данных перечень информационных показателей, период их обновления, формат данных, а также используемые классификаторы (справочники).

Федеральные органы исполнительной власти и уполномоченные организации согласуют каталоги с МЧС России.

С целью соблюдения единства принципов построения баз данных органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации согласуют каталоги с региональными центрами по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а органы местного самоуправления – с главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации.

При угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных ситуаций, а также для планирования мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций МЧС России и его территориальные органы имеют право запрашивать информацию из баз данных, представленных в каталогах, необходимую для принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, федеральные органы исполнительной власти и уполномоченные организации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и организации могут осуществлять обмен информацией по запросу заинтересованной стороны. Предоставление информации, при наличии таковой, осуществляется между органами повседневного управления РСЧС.

В целях совершенствования системы обмена оперативной и плановой информацией МЧС России и его территориальные органы, федеральные органы исполнительной власти и уполномоченные организации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации заключают дополнительные двусторонние соглашения, в которых определяют органы управления, на которые возлагается ведение информационного обмена, с указанием реквизитов сторон (телефоны/факсы, адреса электронной почты и т.д.), и регламент информационного обмена для организации информационного взаимодействия.

В целях единого статистического учета чрезвычайных ситуаций МЧС России устанавливает критерии информации о чрезвычайных ситуациях и направляет их через свои территориальные органы субъектам информационного обмена.

Базы данных федеральных органов исполнительной власти и уполномоченных



организаций, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций ведутся с использованием автоматизированных информационных систем.

МЧС России разрабатывает общие требования к созданию автоматизированных информационных систем для ведения баз данных, доводит их до федеральных органов исполнительной власти и уполномоченных организаций, а также направляет в свои территориальные органы для доведения их до органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций.

МЧС России формирует и ведет каталог баз данных в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций по каталогам баз данных, представляемых федеральными органами исполнительной власти и уполномоченными организациями, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями [9].

Несмотря на большое количество примеров использования баз данных в МЧС России, в настоящее время недостаточно разработаны принципы и технологии проектирования и ведения баз данных, способные к информационному сервису систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

### **Литература**

1. Материалы сайта <http://ru.wikipedia.org>.
2. Материалы официального сайта МЧС России: [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru).
3. Кривошенок В.В. Информационная система подготовки и принятия решений по управлению подразделениями государственного пожарного надзора МЧС России (на примере Северо-Западного федерального округа). СПб., 2006.
4. Материалы сайта <http://www.gorskiy.ru>.
5. Материалы сайта <http://content.mail.ru/arch/12497/1120781.html?print>.
6. Материалы сайта [http://www.e-joe.ru/sod/00/3\\_00/st231.html](http://www.e-joe.ru/sod/00/3_00/st231.html).
7. Материалы сайта <http://teleformis.ru/pages/0002/0006/0001/0003.html>.
8. Малых С.В. Информационная система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера субъекта Российской Федерации. СПб., 2005.
9. О порядке сбора и обмена информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства Российской Федерации от 24 марта 1997 г. № 334.



---

---

# ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

---

---

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВВЕДЕНИЯ НАЛОГА НА НЕДВИЖИМОСТЬ В РОССИИ

**З.П. Кузнецова, кандидат экономических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики**

Введение налогообложения недвижимости в России направлено на изменение межбюджетных отношений в субъектах Российской Федерации. Данная налоговая новация акцентирует роль налогообложения недвижимости как основной перспективной составляющей доходной части местных бюджетов, направляемых на совершенствование местной инфраструктуры. Излагаются проблема упрощения налогообложения единых, имеющих одинаковые по своей юридической сущности признаки, объектов, а также методические вопросы определения налоговой базы в целях исчисления налога на недвижимость, установления налоговых ставок и льгот по нему.

*Ключевые слова:* налог на недвижимость, функции налога на недвижимость, кадастр недвижимости, методы оценки недвижимости, налог на имущество физических лиц, земельный налог

## PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF PROPERTY TAX

Z.P. Kuznetsova.

Saint-Petersburg state university of service and economics

Imposing property taxation in Russian Federation is for intergovernmental fiscal relations modification. This tax innovation stresses the role of property taxation as most promising component of the local budget revenue, which will be directed to the development of local infrastructure. The article outlines the problem of simplify the taxation of similar legal attributes of objects, issues methodology for calculating the tax base, the establishment of tax rates and tax exemptions.

*Key words:* property tax, property tax functions, cadastre of property, real estate cadastre, method of valuation, property tax of an individual, land-tax

Проблему введения местного налога на недвижимость российские законодатели обсуждали еще в середине 90-х гг. прошлого века. В условиях недавнего экономического кризиса в России региональные, местные и муниципальные бюджеты оказались в ряде случаев дефицитными в связи с незначительными пополнениями доходной части бюджетов в основном за счет доли налога на прибыль и подоходного налога. Налог на имущество, платежи по которому перечислялись также в местные бюджеты, до настоящего времени составлял незначительную величину, менее 10 % доходной части бюджета [1]. Иные ранее установленные российским законодательством в 90-е гг. предыдущего столетия налоговые платежи, перечисляемые в региональные и местные бюджеты, к настоящему времени оказались отмененными.

В развитых странах, где имущественные налоги на недвижимость представлены на всех уровнях власти, как правило, к общегосударственным налогам относятся налог на со-

стояние и налоги на наследство и дарение, к местным – налог на недвижимость. При этом в некоторых странах недвижимость облагается единым налогом вне зависимости от того, идет речь о земле или строениях, производственных или жилых объектах; в других странах действуют несколько самостоятельных налогов. Так, в Великобритании существует два налога – на производственную и жилую недвижимость. В Канаде единый налог на недвижимость применяется по-разному в отношении юридических и физических лиц [2].

Во многих странах налогоплательщиками недвижимого имущества являются собственники недвижимости, однако в некоторых странах (во Франции, Великобритании, Швеции, Нидерландах, Польше) к плательщикам этого налога относятся также арендаторы и (или) пользователи имущества.

Состав объектов обложения налогом на недвижимость существенно различается как по отдельным странам, так и по регионам одной и той же страны. Как правило, это земля и расположенные на ней строения, к которым относятся здания и сооружения. Однако в ряде стран (Швеции, Канаде) к недвижимости отнесены машины и оборудование, а в некоторых штатах США, кроме того, устройства связи и автомобили [3].

За рубежом различны и способы определения налоговой базы: один из них основывается на годовой арендной плате, то есть доходе, полученном владельцем недвижимости от ее использования (во Франции, некоторых штатах Австралии, Великобритании (для нежилого имущества), Бельгии, бывших колониях Великобритании и Франции). Второй предусматривает в своей основе капитальную стоимость объекта недвижимости, которая в зависимости от установленной системы оценки может определяться как по рыночной, так и по оценочной стоимости объекта (в Дании, Японии, США, Австралии, Швейцарии). Иногда налоговая база составляет лишь часть рыночной (арендной) стоимости недвижимого имущества. Так, например, в Швеции налоговая база составляет 3/4 рыночной стоимости, во Франции – 50 % кадастровой арендной стоимости по земельному налогу со строений и 80 % кадастровой стоимости по земельному налогу на незастроенные участки [2].

Налоговые ставки по налогу на недвижимость в зарубежных странах устанавливаются как на общегосударственном, региональном, так и местном уровнях, при этом широко распространена практика самостоятельного установления ставок местными органами власти. В последнее время в зарубежных странах местные органы власти все чаще стали принимать во внимание платежеспособность налогоплательщика и устанавливать прогрессивные ставки, широко использовать налоговые льготы. При этом их основной перечень устанавливается централизованно, местные власти могут по своему усмотрению только расширять этот список.

Первой попыткой апробации налога на недвижимость в России стал Закон от 20 июля 1997 г. № 110-ФЗ «О проведении эксперимента по налогообложению недвижимости в городах Великом Новгороде и Твери» [4]. Эксперимент в соответствии со ст. 13 данного Закона завершился в 2005 г. В конце января 2006 г. результаты эксперимента получили положительную оценку на выездном заседании Совета Федерации РФ в Великом Новгороде. Однако до настоящего времени законодательный проект, предусматривающий введение местного налога на недвижимое имущество, не получил своего подтверждения в Государственной думе Федерального собрания РФ.

Между тем в Правительстве РФ не оставляют попыток дополнить Налоговый кодекс РФ (НК РФ) налогом на недвижимость. Необходимость принятия главы НК РФ, регулирующей взимание налога на жилую недвижимость граждан, была подчеркнута в Бюджетном послании Президента РФ Федеральному собранию «О бюджетной политике в 2008 – 2010 годах» [5]. После этого введение налога на недвижимость было обозначено в качестве приоритета в «Основных направлениях налоговой политики Российской Федерации на 2009 год и на плановый период 2010 и 2011 годов», разработанных Министерством финансов РФ и одобренных Правительством РФ 26 мая 2008 г. [6]. В разд. 5 ч. II «Основных направлений налоговой политики Российской Федерации на 2010 год и на плановый период 2011 и 2012 годов» также присутствует тезис о необходимости введения налога на недвижимость [7].

В целях реализации положений Бюджетного послания Президента РФ Федеральному собранию Российской Федерации «О бюджетной политике в 2009–2011 годах», предусматривалось выполнить ряд мероприятий, к которым относились:

- разработка и принятие нормативных правовых актов в связи с вступлением в силу Федерального закона от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» (2008–2012 гг.);

- разработка нормативных правовых актов в целях реализации положений Федерального закона от 29 июля 1998 г. № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» и других законодательных актов Российской Федерации» (2008–2009 гг.);

- информационное наполнение кадастра объектов недвижимости, в том числе перенос сведений из Государственного земельного кадастра и данных бюро технической инвентаризации (2008–2012 гг.);

- определение эффективной налоговой ставки и налоговых льгот для исчисления местного налога на недвижимость. [9].

Также были разработаны и утверждены:

- федеральный стандарт оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО № 2)», которым введено понятие кадастровой стоимости объекта недвижимости, раскрывается цель оценки, предполагаемое использование результата оценки;

- методические рекомендации по определению кадастровой стоимости объектов недвижимости жилого и нежилого фондов для целей налогообложения.

В Бюджетном послании Президента РФ Федеральному собранию Российской Федерации на 2010–2012 гг. указывалось на необходимость скорейшего создания условий для введения местного налога на недвижимость, прежде всего, завершение формирования кадастра объектов недвижимости. Президентом РФ рекомендовано также разработать систему, позволяющую взимать данный налог, исходя из рыночной стоимости облагаемого имущества с необлагаемым минимумом для семей с низкими доходами [10].

В «Основных направлениях налоговой политики Российской Федерации на 2011 год и на плановый период 2012 и 2013 годов» в качестве мер, позволяющих обеспечить внедрение налога на недвижимость, предлагается рассмотреть:

- организацию процесса формирования кадастра объектов недвижимости в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости»;

- установление общих принципов проведения кадастровой оценки объектов недвижимости, а также определение порядка утверждения результатов кадастровой оценки объектов недвижимости ;

- разработку методик оценки кадастровой стоимости объектов недвижимости, обеспечивающих гибкий механизм оценки налоговой базы;

- определение размеров налоговых ставок и налоговых вычетов, применение которых при исчислении налога на недвижимое имущество не должно привести к увеличению налогового бремени для малообеспеченных граждан [11].

Обозначено также, что в целях введения налога на недвижимость необходимо завершить к 2012 г. работы, направленные на:

- формирование методики проведения кадастровой оценки объектов недвижимости;

- определение порядка проведения работ по кадастровой (массовой) оценке недвижимости для целей налогообложения;

- формирование сведений об объектах капитального строительства для целей кадастровой (массовой) оценки недвижимости;

- определение объектов и субъектов налогообложения налогом на недвижимость;

- определение порядка предоставления сведений о ценах сделок на недвижимое имущество для целей кадастровой (массовой) оценки прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

Переход к новому налогу на недвижимость приведет к изменению межбюджетных отношений в субъектах Российской Федерации. В наибольшей степени в такой налоговой новации заинтересованы субъекты Российской Федерации и муниципальные образования, в бюджеты которых могут быть направлены доходы от налога на недвижимость.

Налог на недвижимость будет способствовать упрощению налогообложения объектов, имеющих одинаковые по своей юридической сущности признаки, и предполагает также упрощение механизма налогового контроля, что в целом является позитивным явлением. Введение налога на недвижимость призвано активизировать повышение темпов строительства объектов недвижимости, вовлечение их в гражданский оборот.

В преддверии введения налога на недвижимость в России до настоящего времени не установлен единый правовой режим для учета и администрирования налогообложения различных объектов недвижимости как единого комплекса взаимосвязанных элементов, в частности, земли и недвижимого имущества на ней. Земельные участки и расположенные на них строения могут считаться единым сформированным объектом недвижимости только в том случае, если право собственности на них определено и не обременено юридической разобщенностью земельного участка и здания.

Также не определен тип прогнозируемого налога на недвижимость, не утверждена методика определения налогооблагаемой базы, не установлен ответственный за уплату налога.

В мировой практике различают следующие типы налогов на недвижимые объекты: периодические и непериодические. Периодические налоги – это налоги, начисляемые периодически за определенный промежуток времени, обычно раз в год. При этом могут быть предусмотрены более частые налоговые выплаты; основной целью системы периодических налогов на недвижимость является создание потока налоговых поступлений. Периодическими налогами ежегодно облагаются владельцы и пользователи недвижимого имущества. Основой для налогообложения являются стоимость или размеры объекта недвижимости.

К непериодическим налогам на недвижимое имущество относятся налоги на трансферты (продажу, наследование, дарение) и прирост стоимости. Налоги на трансферты включают государственные пошлины. Налоги на прирост стоимости недвижимости включают налоги на увеличение капитала или стоимости земельной собственности.

От выбора варианта налогообложения недвижимости зависит методика определения налогооблагаемой базы, дифференцированных коэффициентов, а также ставки налога. Например, по рекомендации профессора Л.Г. Ходова при избрании оценочной стоимости объекта в качестве признака, принятого за основу систематизации, вариантом обложения налогом на недвижимость может быть стоимостная основа – на основе годовой арендной стоимости или капитальной стоимости объектов недвижимости. Для налогообложения недвижимости по стоимости необходимо принять два принципиальных решения в области налоговой политики: исчислять налог на основе годовой арендной стоимости либо на основе капитальной стоимости объекта недвижимости [3].

Годовая арендная стоимость исчисляется на основе среднегодового валового дохода от аренды для каждого объекта недвижимости при условии, что владелец оплачивает расходы по эксплуатации, осуществляет страховые и налоговые выплаты. Однако применяемые на практике авансовые платежи за аренду и субаренду могут затруднить процесс определения текущей стоимости объектов недвижимости

Для определения капитальной стоимости обычно требуется оценка рыночной стоимости, которая служит справедливой и объективной базой налога на недвижимость по ее стоимости и является лучшим показателем платежеспособности собственника и полученной прибыли [12].

Одним из преимуществ системы налогообложения недвижимости по рыночной стоимости является восприятие ее в качестве объективной и социально справедливой. Для этого налогоплательщикам предоставляется законодательно закрепленное право проверять и оспаривать результаты налоговой оценки.

Нестоимостная оценка объекта налогообложения недвижимости может осуществляться, например, в зависимости от размера (площади) объекта недвижимости. Такие налоги не зависят от рыночных колебаний цен, и их расчет может быть проведен объективно. Однако к существенным недостаткам относится то, что нестоимостная база не обладает гибкостью, присущей налогообложению недвижимости на основе стоимости, и дает законодателям возможность повышать налоговые ставки в зависимости от собственных финансовых потребностей. Кроме того, такая база в целом и налоговые оценки отдельных объектов имеют мало общего с реальной платежеспособностью и уровнем доходов налогоплательщиков [3].

При определении базы поимущественного налогообложения возможны такие варианты налогообложения недвижимости, как недвижимость и движимое имущество – телевизионное, компьютерное, охранное оборудование, домофоны и т.д.

При установлении ставок возможны следующие варианты: номинальная ставка, фиксированные ставки, переменные ставки. *Фиксированная ставка* налога устанавливается непосредственно федеральным правительством или местным законодательным органом.

*Переменные ставки* налога являются результатом определения местным законодательным органом суммы планируемых расходов и доходов на следующий год с учетом возможных поступлений из других источников. Налоговый сбор представляет собой остаточную сумму на покрытие бюджетных расходов. Переменная ставка налога определяется путем деления указанного налогового сбора на суммарную налогооблагаемую базу в данной юрисдикции.

Полномочия местных органов по установлению ставок налога варьируются в широких пределах для определения уровня доходов в соответствии с местными потребностями. Однако местные власти могут повышать доходную часть бюджета исключительно путем повышения ставки местного налога, и это может привести к несправедливому налогообложению, а также создавать серьезные административные и социальные проблемы. Значительная дифференциация ставок по субъектам страны может привести к территориальным различиям в размерах инвестиций в жилищное хозяйство.

Не определен также и налогоплательщик налога на недвижимость – либо это владелец объекта недвижимости, если он зафиксирован в кадастровой системе учета, либо пользователь объекта обложения налогом на недвижимость.

Налогом на недвижимость облагается только недвижимое имущество, в то время как при исчислении налога на имущество организаций в налогооблагаемую базу включаются машины, оборудование, то есть весь производственный комплекс. Изменение структуры объектов налогообложения будет стимулировать инвестиции в техническое перевооружение производства.

При существующей системе дифференциация налогов незначительна, поскольку не учитывается рыночная стоимость объектов налогообложения. Взимание большей суммы налога за более ценную и выгодно расположенную жилую недвижимость позволит распределить налоговое бремя более справедливым образом и подтвердить суть социальной функции налога на недвижимость [13].

Однако введение налога на недвижимость предусматривает наличие функции устойчивого развития территорий, так как налог на недвижимость составляет основную часть местных бюджетов, расходы которых предусматривают совершенствование местной инфраструктуры (в том числе энергосбережения, улучшения экологии городов и поселений и т.д.), а это в свою очередь приводит к повышению рыночной стоимости недвижимости и, соответственно, к повышению налога и бюджета.

Кроме того, данный налог оказывает регулирующее влияние в целом на рынок недвижимости, так как местные власти имеют возможность регулировать ставки налога к определенному базису – кадастровой стоимости недвижимости, приближенной к ее рыночной стоимости [1].

Таким образом, налог на недвижимость представляет собой обязательный, индивидуально безвозмездный платеж, взимаемый с организаций и физических лиц, владеющих на

праве собственности объектом недвижимости, в форме отчуждения принадлежащих им денежных средств в целях финансового обеспечения деятельности органов местного самоуправления.

### Литература

1. Коростелев С.П. Кадастровая оценка недвижимости с позиции профессионального оценщика / саморегулируемая организация оценщиков «Сибирь» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.soosibir.ru/news.htm?action=zoom&id=162&page=8> (дата обращения: 30.05.2011).
2. Медведева О. Практика налогообложения недвижимого имущества за рубежом // Финансовая газета. Региональный выпуск. 2010. № 28.
3. Ходов Л.Г. Налоги на недвижимость: зарубежный опыт, российские проблемы // Горячая линия бухгалтера. 2009. № 2.
4. О проведении эксперимента по налогообложению недвижимости в городах Великом Новгороде и Твери: Закон Рос. Федерации от 20 июля 1997 г. № 110-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. собр. Рос. Федерации 11 июня 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru>. (дата обращения: 28.05.2004).
5. О бюджетной политике в 2008–2010 годах: Бюджетное послание Президента РФ Федер. собр. от 9 марта 2007 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
6. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2009 год и на плановый период 2010 и 2011 годов: одобр. Постановлением Правительства Рос. Федерации от 26 мая 2008 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.05.2011).
7. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2010 год и на плановый период 2011 и 2012 годов: одобр. Постановлением Правительства Рос. Федерации от 25 мая 2009 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.05.2011).
8. О государственном кадастре недвижимости: Закон Рос. Федерации от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. собр. Рос. Федерации 4 июля 2007 г. (ред. от 27 декабря 2009 г., с изм. и доп. от 1 марта 2010 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.05.2011).
9. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: Закон Рос. Федерации от 6 окт. 2003 г. № 131-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 16 сентября 2003 г. (с изм. и доп. от 1 янв. 2011 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.05.2011).
10. О бюджетной политике в 2009–2011 годах: Бюджетное послание Президента РФ Федер. собр. от 23 июня 2008 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
11. Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2011 год и на плановый период 2012 и 2013 годов: одобр. Постановлением Правительства Рос. Федерации от 20 мая 2010 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
12. Экономика недвижимости: учебник / под ред. проф. О.С. Белокрыловой. Ростов н/Д: Феникс, 2009. 378 с.
13. Корсун Т.И. Проблемы законодательного регулирования нового налога на недвижимость // Финансовое право. 2009. № 4.



---

---

# ОХРАНА ТРУДА

---

---

## КРИТЕРИИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

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

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**В.И. Николаев. Санкт-Петербургский филиал ЗАО «Старт Телеком»**

Рассмотрены вопросы воздействия внешних факторов на резинотехнические изделия автомобильной техники, выбраны основные критерии и базовые показатели, влияющие на работоспособность резинотехнических изделий автомобильной техники.

*Ключевые слова:* резинотехнические изделия, критерии, работоспособность

## CRITERIA FOR PERFORMANCE RUBBER GOODS VEHICLES

M.A. Marchenko; V.I. Nikolaev.

We consider the impact of external factors on rezinotekhnical products vehicles, selected basic criteria and benchmarks that affect the efficiency of rubber goods vehicles.

*Key words:* rubber products, criteria, serviceability sequence

Одной из основных задач технической службы ГПС является поддержание в постоянной готовности к использованию по назначению пожарной техники. Необходимо учитывать, что готовность пожарной техники в решающей степени зависит от надежности и эффективности мероприятий по обеспечению безотказного функционирования машины, сохранению в течение продолжительного периода её эксплуатационных характеристик [1].

Одной из причин снижения показателей готовности к использованию пожарной техники является преждевременный выход из строя рукавов, манжетных уплотнений, прокладок сборочных единиц и агрегатов вследствие старения резины.

Для повышения надежности резинотехнических изделий (РТИ) автомобильной техники необходимо определить группы факторов, которые действуют на детали машины в зависимости от условий их работы. Воздействие внешних факторов делится на физическое, химическое и биологическое.

Следствием физических изменений является изменение микро- и макроструктуры, степени ориентации связей. В каучуке эти изменения могут быть вызваны длительным тепловым воздействием, диффузией неагрессивных веществ в полимерный материал, а также механическими нагрузками в сочетании с тепловыми и другими процессами. Немаловажную роль в этом играет продолжительность действия того или иного фактора, либо их совокупности. Особенно это относится к деталям, постоянно находящимся под воздействием статических и периодических знакопеременных нагрузок.

При химическом воздействии происходит изменение химического состава или строения полимерного материала. В результате взаимодействий развиваются реакции окисления, структурирования и деструкции. Скорость, направление, глубина перечисленных превращений в значительной степени определяются скоростью и амплитудой колебаний



температуры, концентрацией реагирующих компонентов и продолжительностью воздействия.

Биологическая среда также снижает надежность деталей. К биологическим факторам относятся живые организмы (микроорганизмы), воздействие которых приводит к нежелательным изменениям свойств материалов. Наибольший ущерб наносят биоповреждения, вызываемые действием на материалы микроорганизмов и, прежде всего, плесневых грибов и бактерий.

Перечисленные выше отрицательные факторы не действуют отдельно друг от друга, а воздействуют одновременно, ускоряя процесс снижения качества РТИ.

Наиболее распространенным и опасным видом атмосферного старения резин, является старение, протекающее под влиянием атмосферного озона, приводящее к растрескиванию и разрушению резин, особенно находящихся в напряженном состоянии. Действие кислорода и озона в значительной степени ускоряется солнечным излучением и некоторыми химическими соединениями, особенно солями меди и марганца. Влияние состава атмосферы определяется наличием в ней химически активных веществ (сернистого ангидрида, хлоридов и др.). Действие указанных веществ усиливает содержащаяся в воздухе влага. Исследование влияния влажности воздуха на разрушение резинотехнических изделий в атмосфере показали, что процесс старения резко активизируется при влажности более 70 %. Наиболее активные действия происходят во влажном тропическом климате, особенно при сочетании его с промышленной или морской атмосферой.

Степень воздействия вышеперечисленных факторов в значительной мере зависит от степени защищенности техники, например при хранении машин на открытых стоянках их поверхность подвергается дополнительно действию прямых солнечных лучей. Солнечный свет действует на РТИ в виде теплового эффекта и ультрафиолетового излучения, что снижает износостойкость материалов.

Выбор критерия работоспособности конкретного материала или конкретной резинотехнической детали является одним из самых главных и наиболее трудных вопросов в проблеме создания полимера, оценки его сохраняемости. Это обусловлено, прежде всего, трудностью выбора характерного показателя (свойства) или нескольких показателей, которые, с одной стороны, были бы ответственны за выход изделия из строя, а с другой, должны быть изменчивы в процессе эксплуатации материала или детали.

На практике изменение одного параметра влечет за собой изменение другого, работоспособность той или иной детали определяется комплексом свойств. Состояние РТИ характеризуется значительным комплексом физико-механических и эксплуатационных показателей. Их определение требует больших материальных и временных затрат. Поэтому наиболее рациональной является оценка состояния РТИ по нескольким функциональным показателям. Выбор и обоснование таких показателей возможны на основе системного анализа свойств РТИ, условий их работы с использованием для предварительной оценки априорного ранжирования (рисунок) и с последующим построением математических моделей их влияния на работоспособность и сохраняемость [2].

Для оценки надежности РТИ, определения их качества изготовления необходимо располагать комплексом количественных и качественных показателей условий работы РТИ и интенсивности изменения их физико-химических и эксплуатационных свойств. Качественный и количественные показатели условий работы РТИ должны обеспечивать прогноз интенсивности изменения их свойств на стадии проектирования. Они должны позволять сравнительно оценивать условия работы РТИ разных конструкций при работе в разных узлах и механизмах автомобилей.

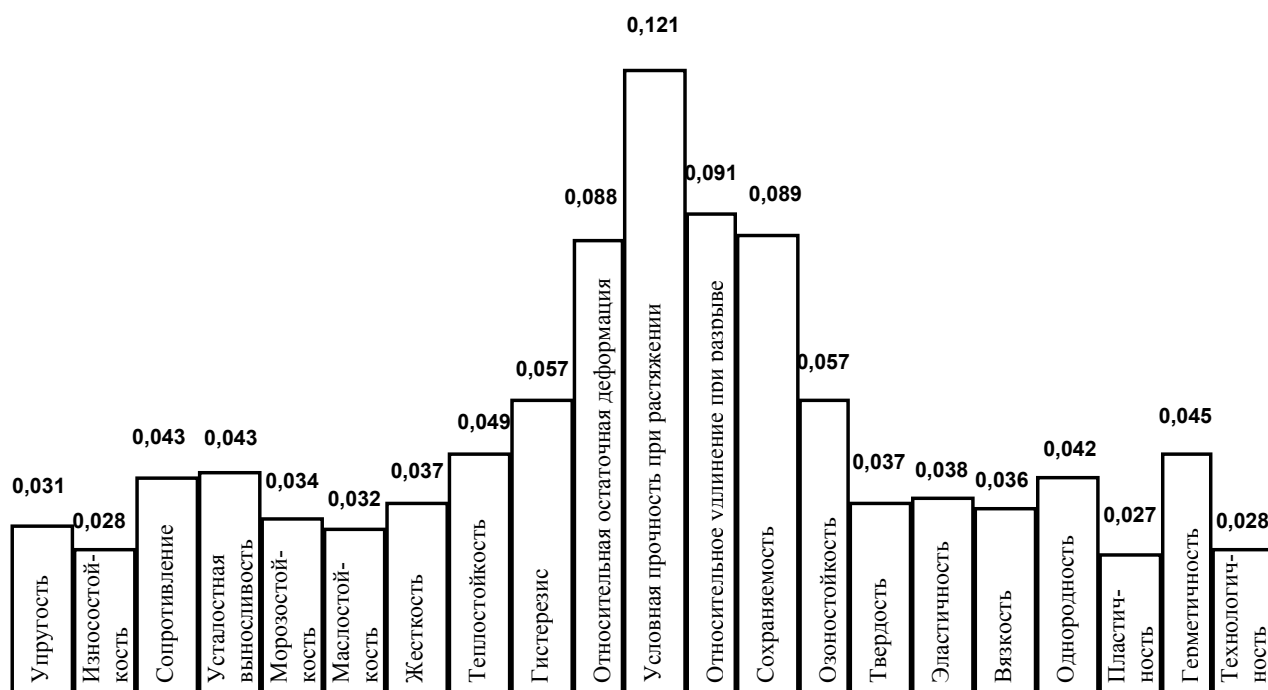


Рис. Оценка значимости показателей РТИ

По сути оценка сохраняемости РТИ – это контроль качества продукции, то есть совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением – соответствие нормативно-технической документации по геометрическим размерам, внешнему виду, физико-механическим показателям и другим свойствам резин.

Проверка соответствия показателей качества продукции установленным требованиям – это относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении совокупности базовых показателей, то есть показателей качества продукции, принятых за исходные при сравнительных оценках качества.

Практика свидетельствует о том, что прочностные свойства резины обычно вполне достаточны для обеспечения нормальной работоспособности РТИ. Действительно, опыт проведения исследований отказавших деталей, узлов и агрегатов, как правило, показывает, что разрушение РТИ является или следствием контактного разрушения их каким-либо контртелом или при бесконтактном разрушении следствием постепенного развития какого-либо внутреннего дефекта в резине. Под влиянием внутреннего напряженного состояния резины в местах концентрации напряжений, то есть по местам дефектов, развиваются трещины, приводящие к разрушению. При исследовании деталей, работоспособность которых существенно зависит от физико-механических свойств резины, такие показатели, как прочность, относительное и остаточное удлинения, определяются всегда. Твердость резины косвенно характеризует степень теплового старения деталей. Однако изменение твердости происходит при этом значительно медленнее, чем накопление остаточной деформации, определяющей работоспособность РТИ в целом.

Анализ существующих показателей определил также, что наиболее приемлемыми факторами, влияющими в первую очередь на работу РТИ, являются срок их службы (продолжительность хранения) и климатические условия использования на автомобильной технике (АТ).

Состояние РТИ в процессе функционирования на автотранспорте ухудшается. При этом характер и динамика их изменения не адекватны, что обусловлено многообразием

протекающих в каждом РТИ физико-химических процессов, вызванных механическими и термическими нагрузками, различными по интенсивности и продолжительности действия.

На основании выявленных зависимостей режимов и условий функционирования РТИ определяются критерии их работоспособности, устанавливается область работоспособного состояния РТИ из условий обеспечения технических требований к изделию, обуславливающих сроки их замены на АТ.

Критериями работоспособности РТИ определены сохраняемость (срок сохраняемости) и долговечность (срок службы) РТИ, базовыми показателями РТИ ( $\theta$ ) – прочностные свойства (условная прочность при растяжении  $f_p$ , относительное удлинение при разрыве  $\varepsilon_p$ , относительная остаточная деформация  $\varepsilon_{ост}$ ), изменение которых во времени является проявлением необратимых процессов в резинах при взаимодействии с внешней средой.

На основании априорной информации, исходя из проведенного анализа существующих показателей, разработана математическая модель зависимости относительного изменения критериев работоспособности РТИ (сохраняемости, долговечности) от прочностных характеристик РТИ, продолжительности хранения РТИ и климатических условий их использования на АТ, которая имеет вид:

$$\Delta y = \kappa \tau_{\chi}^{\alpha_1} G_{\chi}^{\alpha_2} \theta^{\alpha_3}, \quad (1)$$

где  $\Delta y = \left| 100 \frac{y - y_0}{y_0} \right|$  – относительное изменение функции отклика критериев работоспособности РТИ;  $\kappa, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – коэффициенты модели;  $\tau_{\chi}$  – продолжительность использования, лет;  $G_{\chi}$  – жесткость климата (условия хранения), усл. ед.;  $\theta$  – базовые показатели качества РТИ.

Для проведения регрессионно-корреляционного анализа трехфакторная степенная функция (1) путем логарифмирования приводится к линейному виду:

$$\lg \Delta y = \lg \kappa + \alpha_1 \lg \tau_{\chi} + \alpha_2 \lg G_{\chi} + \alpha_3 \lg \theta,$$

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3,$$

где  $Y = \lg \Delta y$ ;  $\alpha_0 = \lg \kappa$ ;  $x_1 = \lg \tau_{\chi}$ ;  $x_2 = \lg G_{\chi}$ ;  $x_3 = \lg \theta$ ;

где  $x_1, x_2, x_3$  – зарегистрированные при проведении экспериментальных исследований значения факторов.

Для решения задачи был использован набор статистических данных, полученных по результатам проведенных испытаний РТИ на автомобильной технике длительного хранения [2–5].

Коэффициенты математической модели определяются с использованием известного матричного метода комбинаторной математики [6]:

$$(X^T X)A = X^T Y, (X^T X) (X^T X)^{-1} A = X^T Y (X^T X)^{-1},$$

$$A = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

На основании выявленных зависимостей критериев работоспособности РТИ от режимов и условий их функционирования установлена область работоспособного состояния РТИ из условий обеспечения технических требований к изделию, обуславливающих сроки их замены на автомобильной технике.

Полученная область работоспособного состояния РТИ, ее границы и проекции функции отклика критериев являются исходными данными для дальнейшей оценки основных характеристик резинотехнических изделий в процессе всего жизненного цикла изделия (в рамках методики оценки сохраняемости РТИ).

### **Литература**

1. Наставление по технической службе Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел Российской Федерации: приказ МВД России от 24 янв. 1996 г. № 34.
2. Определение рецептур резиновых смесей рукавных и защитных РТИ, обеспечивающих 15-летний гарантийный срок хранения и эксплуатации: отчет о НИР / ФГУП 21 НИИИ МО РФ, инв. № 8283. 2001. 226 с.
3. Анализ технического состояния ВАТ ДХ по результатам ранее проведенных исследований. Оценка соответствия характеристик используемых рукавов требованиям к резинам по обеспечению 15-летнего гарантийного срока: отчет НИИЭМИ, инв. № 8035. 2000. 35 с.
4. Обеспечение работоспособности автомобильной техники при длительных сроках службы в войсках: отчёт войсковой части 63539, инв. № 1/2238, 1985. 62 с.
5. Оценка соответствия характеристик используемых рукавных изделий требованиям к резинам по обеспечению необходимой гарантии. Техническая справка НИИЭМИ, инв. № 8253. 2001. 56 с.
6. Тараканов В.Е. Комбинаторные задачи и  $(0,1)$  – матрицы. М.: Наука, 1995. 192 с.

## **АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОТ РИСКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ**

**А.Л. Шидловский, кандидат технических наук, доцент;**

**В.В. Сай, кандидат технических наук, доцент;**

**О.В. Кравчук.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.**

**Ю.И. Жуков, доктор технических наук, профессор.**

**Государственный морской технический университет, Санкт-Петербург**

Рассмотрены вопросы организационно-технических проблем обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники. Проанализированы принципы создания эффективно функционирующей системы обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники.

*Ключевые слова:* ресурсные ограничения, параметрические ограничения

# THE ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL PROBLEMS OF SAFETY FROM RISKS BY MANUFACTURE OF FIRE TECHNICIS

A.L. Shidlovsky; V.V.Saj; O.V.Kravchuk; Y.I. Zhukov.

Questions of organizational-technical problems of safety from risks are considered by manufacture of fire technics, principles of creation of effectively functioning system of safety from risks are analyzed by manufacture of fire technics.

*Key words:* resource restrictions, parametrical restrictions

В проведении анализа организационно-технических проблем обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники можно основываться на следующих положениях:

а) в работе [1] показано, что организационные проблемы обеспечения безопасности от рисков при производстве продукции должны решаться в рамках предприятий отрасли на основе:

- политики администраций по обеспечению эффективности и производства как за счет рационального использования отраслевых материальных, финансовых, трудовых ресурсов, так и на основе поощрения создания новых структур, отвечающих условиям рыночной экономики. В первую очередь имеются в виду малые предприятия, работающие в области пожарной безопасности, страховые общества и т.п.;

- создания специальных отраслевых структур, например, в виде информационных центров и аналитических лабораторий, центров подготовки и повышения квалификации кадров;

- проведения руководством отрасли специальной политики в сферах взаимоотношений с другими смежными отраслями России или зарубежных стран. В основе этой политики должны быть положены соглашения о научно-техническом сотрудничестве.

б) в работе [2] для больших социально-экономических систем (к их числу, безусловно, относится и система обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники) определены следующие принципы планирования (фактически – принципы создания эффективно функционирующей системы):

- четкое определение цели создания и/или конечной цели функционирования системы;
- введение системы критериев, определяющих степень достижения поставленной цели и эффективность функционирования рассматриваемой системы;
- регламентация ограничений (в том числе – на все виды ресурсов), определяющих возможность создания и/или функционирования системы.

Аналогичные положения, может быть не в столь четкой формулировке, встречаются во многих работах по системному анализу [3–6].

Здесь необходимо сделать два замечания. Во-первых, в плане тематики данной работы могут иметь место два вида ограничений: ресурсные и параметрические.

Под ресурсными ограничениями понимаются ограничения материальных, финансовых, трудовых и других ресурсов, которые может выделить система более высокого уровня иерархии для функционирования данной системы.

Под параметрическими ограничениями понимаются ограничения на значения параметров, достижение которых является целью функционирования системы. Например, такими ограничениями могут быть технические регламенты или нормы безопасности, представленные в виде «безопасных» значений определенных параметров изделий.

Во-вторых, устанавливаемые ограничения не являются постоянными величинами, а могут изменяться. Такие изменения могут происходить как вне рассматриваемой системы, так и внутри нее. Внешние ограничения в нашей системе могут регулироваться:

– законодательными актами или нормативными документами вышестоящей системы, например, органы Федеральной исполнительной власти могут изменять бюджетные ассигнования или допустимые нормы безопасности;

– форс-мажорными обстоятельствами.

в) в работах [2,7, 8] показано, что все виды операций контроля, измерений, диагностирования и оценки качества (безопасности) в различных сферах определяются допустимым риском. Под допустимым риском  $W_{\text{доп}}$  понимается вероятность недостижения поставленной цели, определяемая затратами, которыми располагает система для достижения поставленной цели.

$$W = P(\Pi < \Pi_{\text{зад}}) \text{ при } Z \leq Z_{\text{зад}}, \quad (1)$$

где  $\Pi$ ,  $\Pi_{\text{зад}}$  – количественное или качественное выражение уровня достижения и требуемого уровня решения поставленной задачи (цели);  $Z$ ,  $Z_{\text{зад}}$  – затраты (ресурсы), использованные и представленные в виде «дерева проблем» на рисунке.

Пользуясь рисунком, можно в обобщенном виде в терминах теории риска все проблемы обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники свести к трем группам:

– проблемы, связанные со снижением административных рисков за счет протекционистской политики руководства отрасли, создание специальных отраслевых структур, формирование и реализация соответствующей внешней политики;

– проблемы, связанные со снижением системных рисков, связанных с правильным определением цели системы, рациональным выбором критериев ее эффективности, оптимальным установлением ограничений и регуляторов;

– проблемы, связанные со снижением операционных рисков за счет оптимизации контрольных операций и операций в сфере отраслевого законодательства и нормативного регулирования.

Разрешение перечисленных проблем обеспечивает допустимый по реальным социально-экономическим условиям отрасли совокупный риск  $W_{\text{доп}}$  (то есть риск поступления к потребителю потенциально опасной или некачественной продукции, работ, услуг) при допустимом уровне затрат.

Для построения системной модели проблемы обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники исходим из следующих положений:

1. Представление рассматриваемой системы как большой экономической системы, основными показателями эффективности функционирования которой являются показатели, определяющие эффективность для конечного потребителя товаров, работ и услуг, объединяемые методами квалиметрии в обобщенные показатели безопасности жизни.

2. Учета такого обстоятельства, что в экономическом смысле, вопросы обеспечения безопасности решаются в условиях конфликтных ситуаций, разрешение которых (то есть эффективность принимаемых решений) определяется соответствующими рисками.

Поскольку риск является вероятностной характеристикой, то в гносеологическую модель системы обеспечения безопасности предлагается в качестве показателя эффективности ввести  $W$  – риск, как вероятность превышения параметрами (характеристиками) всех видов опасностей установленных уровней:

$$W = P[\{A_i\} > \{A_{io}\}], \quad (2)$$

где  $A_i$  – реальный уровень воздействия  $i$ -го вида;  $A_{id}$  – допустимый уровень воздействия.

3. В качестве допустимых уровней опасных воздействий в формуле (3) автор предлагает использовать данные, приведенные в соответствующих нормативных документах.

4. Для организационно-технических мероприятий по управлению в системе обеспечения безопасности товаров, работ и услуг должны использоваться законодательные акты и нормативные документы всех уровней федеральной исполнительной власти. Тогда показатели эффективности  $W$  в формуле (2) могут быть представлены через выражение соответствия документов и эффективности управления.

$$W = \varphi[\mathcal{E}(z_i, x_i, y_i), \mathcal{E}(R_{A_i}, R_{\mathcal{E}_i})], \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}(z_i, x_i, y_i)$  – эффективность (в том числе выраженная через соответствующие риски), определяемая положениями о органах Федеральной исполнительной власти;  $\mathcal{E}(R_{A_i}, R_{\mathcal{E}_i})$  – эффективность (в том числе, выраженная через определенные риски), определяемая особенностью управления системой с использованием органами управления системы административных  $A_i$  и экономических  $\mathcal{E}_i$  функций.

В показателе  $\mathcal{E}(z_i, x_i, y_i)$  риски образуются вследствие того, что между областями деятельности органов федеральной исполнительной власти, определяемыми соответствующими документами, образовались «дыры», то есть функциональные или пространственные зоны, в которых ни один из этих органов не контролирует какую-либо безопасность.

В показателе  $\mathcal{E}(R_{A_i}, R_{\mathcal{E}_i})$  риски  $R_{A_i}$  и  $R_{\mathcal{E}_i}$  образуются вследствие того, что в какой-либо функциональной или пространственной зоне административное  $A_i$  или экономическое  $\mathcal{E}_i$  управления неэффективны и не предотвращают возникновение какой-либо опасности или не компенсируют ущерб от нее.

Под функциональной зоной понимается функциональное двухкоординатное (многокоординатное) пространство, в котором каждой единице номенклатуры соответствует свой перечень видов опасности.

Под пространственной зоной понимается двух-или трехмерная пространственная область, в которой каждой единице номенклатуры соответствует свой перечень видов опасностей.

По результатам проведенного анализа законодательной, нормативной базы и практики обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники можно сделать два основных вывода:

1. Для обеспечения безопасности от рисков при производстве пожарной техники в соответствующей отрасли РФ необходимо создание специальной социально-экономической системы управления, входящей в структуру управления социальным и экономическим развитием отрасли и базирующуюся на взаимной координации и повышении эффективности функционирования органов федеральной исполнительной власти.

2. Система должна базироваться на рациональном сочетании административного и экономического управления с целью достижения таких уровней безопасности от рисков при производстве пожарной техники, которые соответствовали бы политике руководства отрасли в отношении уровня безопасности жизни.

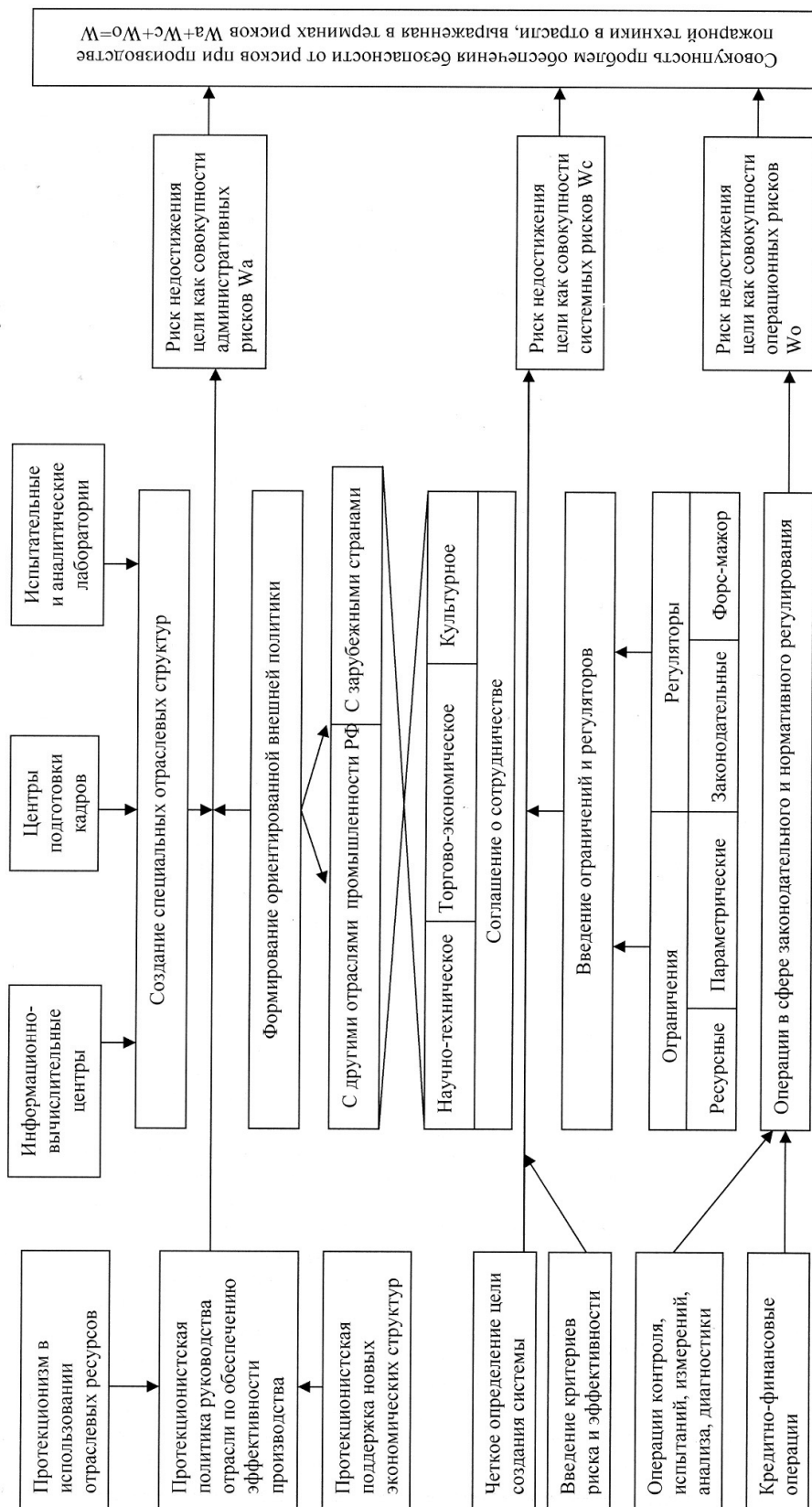


Рис. Дерево проблем, связанных с организационно-техническим обеспечением безопасности от рисков при производстве пожарной техники (в терминах рисков).



## Литература

1. Бурков В.Н., Суходаев А.А., Цыганов В.В. Совершенствование планирования и финансирования работ по новой технике в отрасли // Совершенствование планирования, разработки и внедрения новых поколений техники. М.: АНХСМ СССР, 1986.
2. Ансофф И. Стратегическое управление: пер. с англ. / науч. ред. Л.И. Евенко. М.: Экономика, 1989. 519 с.
3. Артюгина И.М., Окороков В.Р. Методы технико-экономического анализа в энергетике. Л.: Наука, 1988. 264 с.
4. Экономика и оптимизация. / Л.В. Канторович [и др.]. М.: Наука, 1990. 248 с.
5. Саенко И.Б., Обрезков А.И., Щерстюк Ю.М. Особенности построения современных корпоративных информационных систем. Итоги науки и техники: // Труды Военного ун-та связи: науч. техн. сб. СПб.: ВУС, 2001. С. 56-61. № 3.
6. Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью. М.: Университетская книга, 2004. 768 с.
7. Балабанов И.Г. Риск-менеджмент. М: Финансы и статистика, 1996.
8. Ван Хори Дж.Н. Основы управления финансами: пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 1997.



---

---

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

---

---

## АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ

**А.С. Смирнов, кандидат технических наук, доцент;  
И.М. Асеев;  
Д.Ю. Минкин, доктор технических наук.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Анализируется возможность использования и методы реализации адаптивной модели профессиональной переподготовки сотрудников Государственной противопожарной службы, уже имеющих непрофильное профессиональное образование. Приводятся фактические данные по результатам педагогического эксперимента, проведенного в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России.

*Ключевые слова:* профессиональная переподготовка, Государственная противопожарная служба, адаптивная модель, принципы формирования программ, программы переподготовки, учебно-методический комплекс, дистанционное обучение, самостоятельная работа

## ADAPTIVE MODEL OF THE PROFESSIONAL RETRAINING OF STATE FIRE SERVICE OFFICERS

A.S. Smirnov; I.M. Aseev; D.Y. Minkin.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The possibility of the application and methods of implementation of adaptive model of the professional retraining of the State fire service officers with main education are analyzed in the article. The result data of the pedagogical experiment, implemented in the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, are cited.

*Key words:* professional retraining, State fire service, adaptive model, principals of program forming, retraining program, educational and methodological complex, distance learning, self education

В условиях рыночной экономики резко возросли возможности профессиональной мобильности личности, способной быстро менять профессию, осваивать новые социальные роли и функции. Это позволяет в Государственную противопожарную службу привлекать специалистов, уже получивших высшее или среднее специальное образование, но для их эффективной работы в подразделениях ГПС необходима профессиональная переподготовка специалистов. Использование традиционных моделей обучения при профессиональной переподготовке специалистов для их дальнейшей службы в ГПС может быть ограничено существенными различиями в характере уже имеющегося образования и предыдущем опыте работы [1].

Профессиональная переподготовка сотрудников ГПС должна проводиться в управляемой системе, обеспечивающей снижение затрат, быструю перестройку, контроль за качеством. Оптимизация системы профессиональной переподготовки представляет собой сложную проблему в связи с нелинейностью зависимости затраты-качество и наличием существенных ограничений, поэтому актуальной областью исследований является системный анализ возможных моделей профессиональной переподготовки с учетом функциональных особенностей и затратности используемых траекторий обучения, что может позволить сформировать адаптивную модель, решающую проблему низкой гетерогенности аудитории переобучающихся сотрудников ГПС [2].

Анализ научной литературы по проблемам дополнительного профессионального образования, теории и практике дистанционного образования; теории и практике проектирования учебного процесса, методической системе обеспечения учебного процесса позволил подробно рассмотреть и определить уровень ее разработанности, в том числе провести исследование отдельных аспектов профессиональной переподготовки специалистов ГПС [3].

Разрешение сложившегося противоречия между возрастающей востребованностью практико-ориентированного и профессионально подготовленного корпуса специалистов ГПС и необходимостью научно-теоретического, методического, организационно-педагогического, технологического обеспечения процесса переобучения через развитие познавательной активности личности в условиях профессиональной переподготовки возможно при проведении специального исследования [3].

Установлено, что сотрудника ГПС, проходящего профессиональную переподготовку, характеризует пять основных особенностей: он осознает себя все более самостоятельной, самоуправляемой личностью; накапливает все больший запас жизненного (бытового, профессионального, социального) опыта, который становится важным источником переобучения его самого и его коллег; его готовность к профессиональной переподготовке (мотивация) определяется его стремлением при помощи учебной деятельности решить свои жизненно важные проблемы и достичь конкретные цели, в том числе и карьерного характера; он стремится к безотлагательной реализации полученных знаний, умений и навыков; его учебная деятельность в значительной мере обусловлена временными, пространственными, бытовыми, профессиональными, социальными факторами (условиями).

Адаптивная модель профессиональной переподготовки сотрудников ГПС представлена на рис. 1.

Принципы, которые лежат в основе формирования образовательных программ профессиональной переподготовки сотрудников ГПС представлены в табл. 1.

Использование активных методов переобучения в работе преподавателя вносит практическую направленность в образовательный процесс и способствует формированию практикоориентированных компетенций у слушателя программы профессиональной переподготовки.

В условиях выполнения практических упражнений с использованием активных методов переобучения происходит постановка реальных задач, решение которых происходит благодаря применению полученных теоретических знаний и приобретенных практических навыков. Одним из существенных условий применения активных методов переобучения является участие преподавателя, который кроме представления теоретической информации стимулирует слушателей к независимому обучению, оказывая слушателям методическую поддержку процесса профессиональной переподготовки сотрудников ГПС.

Совокупность критериев-требований, предъявляемых к образовательным программам профессиональной переподготовки сотрудников ГПС представлена в табл. 2.

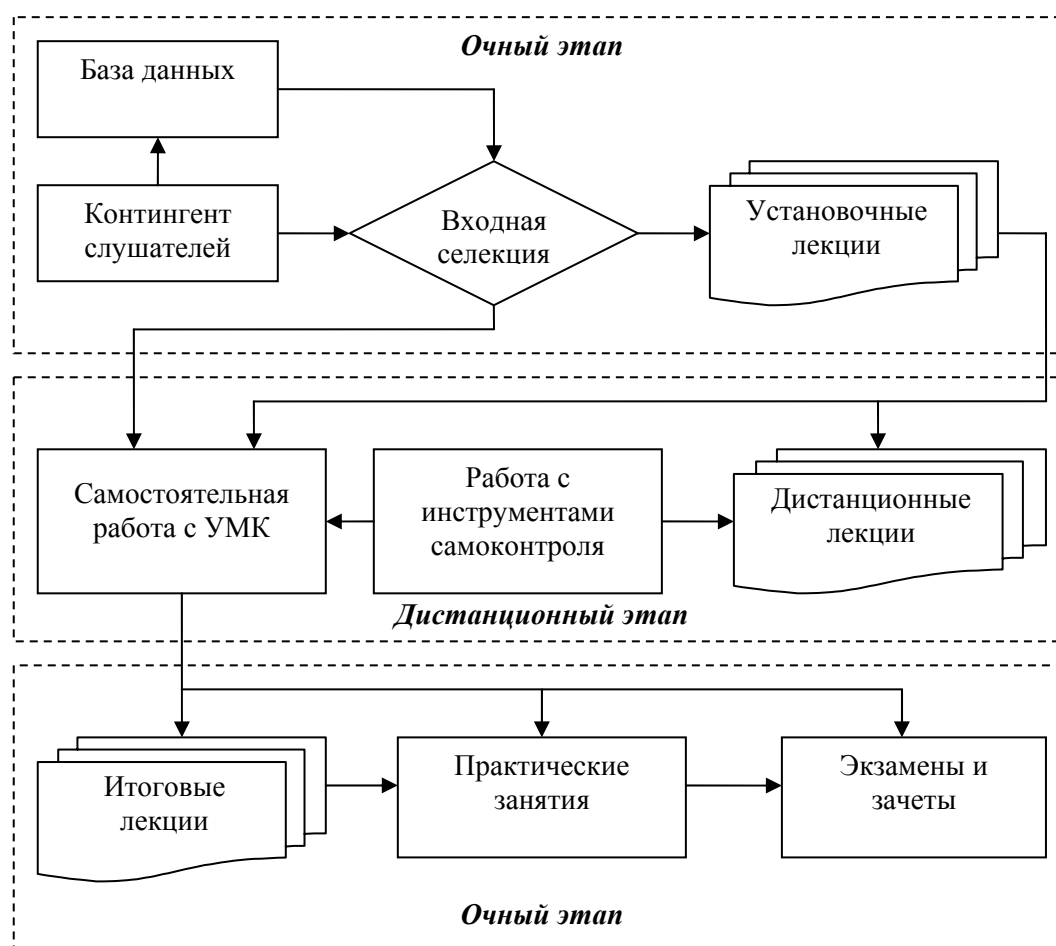


Рис. 1. Адаптивная модель профессиональной переподготовки сотрудников ГПС

Таблица 1. Принципы формирования программ переподготовки сотрудников ГПС

№	Наименование принципа	Содержание принципа
1	Соблюдение компетентностного подхода к организации образовательных программ	Необходимо иметь возможность представления в образовательном пространстве точки, в которой обучаемый находится в данный текущий момент, и области, в которую бы хотели его привести в результате выполнения программы переподготовки
2	Проектирование программ с применением инновационных технологий переобучения	Ориентирование процесса переобучения на практику – комплексная характеристика способности, готовности и необходимости специалиста ГПС применять знания, умения и навыки для обеспечения пожарной безопасности объектов, лучших практик и технологий в области информационно-аналитического сопровождения процесса профессиональной переподготовки
3	Учет инновационных критериев формирования образовательных программ	Осуществление процедуры комплексной оценки перспективных направлений активного переобучения в условиях пожарно-технической высшей школы применительно к формированию образовательных программ профессиональной переподготовки в области информационно-аналитического обеспечения деятельности подразделений ГПС

**Таблица 2. Критерии-требования, используемые при формировании программ профессиональной переподготовки сотрудников ГПС**

№	Наименование критерия	Содержание критерия
1	Инструментальные	Когнитивные способности слушателей, способность понимать и использовать идеи и соображения. Методологические способности, способность понимать и управлять окружающей средой, организовывать время, выстраивать стратегии обучения, принятия решений и разрешения проблем. Технологические умения, связанные с использованием техники, компьютерные навыки и способности информационного управления. Лингвистические умения
2	Межличностные	Индивидуальные способности, связанные с умением выражать чувства и отношения, критическим осмыслением и способностью к самокритике, а также социальные навыки, связанные с процессами социального взаимодействия и сотрудничества, умением работать в группах, принимать социальные и этические обязательства
3	Системные	Сочетание понимания, отношения и знания, позволяющее воспринимать, каким образом части целого соотносятся друг с другом и оценивать место каждого из компонентов в системе, способность планировать изменения с целью совершенствования системы и конструировать новые системы
4	Специальные профессиональные	Описаны в профессиональном стандарте специальности, на основе которого формируются программы профессиональной переподготовки, в рамках которых и происходит адаптация общих компетенций в соответствии с профилем целевой аудитории слушателей
5	Критерии, предъявляемые к ППП	Описывают состав требований к специалистам и экспертам, привлекаемым к программе профессиональной переподготовки

Сетевой, то есть дистанционный этап процесса профессиональной переподготовки сотрудников ГПС, может быть организован следующим образом:

- на основании квалификационных требований, предъявляемых нормативными документами и пожеланиями руководителями соответствующих подразделений, преподавателями института дополнительного образования вуза МЧС России разрабатываются индивидуальные программы профессиональной переподготовки сотрудника, а также система мотивации, стимулирования и критерии успешной реализации индивидуальной программы профессиональной переподготовки;

- по результатам самостоятельной работы по окончании профессиональной переподготовки сотрудника ГПС проводится контрольное мероприятие для установления факта успешной реализации индивидуальной программы профессиональной переподготовки;

– материалы доклада сотрудника, результаты предварительного контроля, результаты собеседования с руководителем подразделения ГПС используются последним для аттестации сотрудника на соответствие занимаемой должности.

Алгоритм адаптации продолжительности дистанционной фазы процесса профессиональной переподготовки сотрудников ГПС к уровню их начальной подготовки на основе двойной верификации представлен на рис. 2.

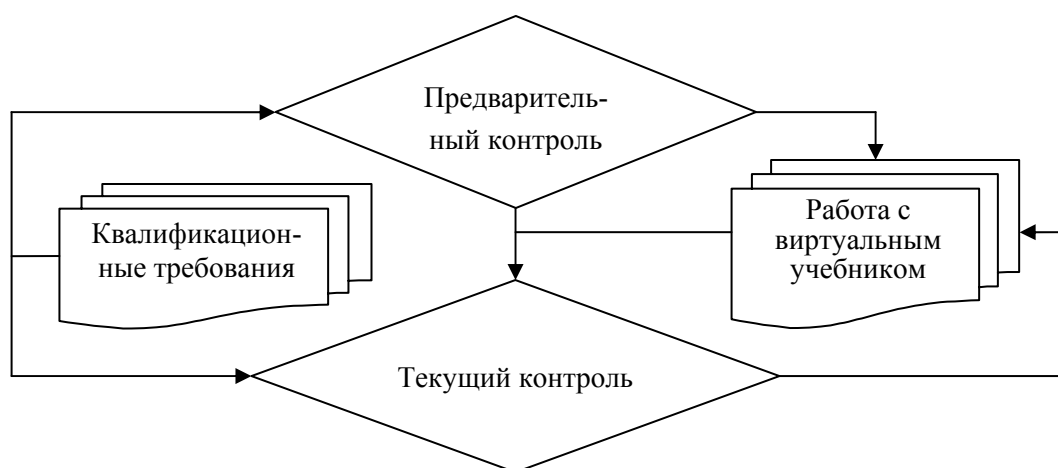


Рис. 2. Алгоритм адаптации продолжительности дистанционной фазы на основе двойной верификации

Анализ методической литературы и учебной документации, а также опрос преподавателей-экспертов, статистическая обработка результатов этого опроса позволили произвести программную проработку виртуального учебно-методического комплекса профессиональной переподготовки (ВУМКПП) сотрудников ГПС. Его функциональная схема представлена на рис. 3.

В ходе педагогического эксперимента, проведённого в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России, для определения качественного состава возможной аудитории был произведен опрос руководителей комплектующих подразделений ГПС, на основании которого определены начальные уровни профессиональной подготовки до начала этого процесса. Результаты представлены в табл. 3.

Результаты обработки опроса руководителей подразделений ГПС позволяют сделать вывод о статистической незначимости различий в уровне профессиональной подготовки сотрудников экспериментальной и контрольной групп до начала процесса профессиональной переподготовки. Это позволило выбрать в качестве основной схемы параллельную схему проведения формирующего эксперимента.

Качественный состав возможной аудитории для проведения педагогического эксперимента определял гомогенность аудитории. При опросе 23 слушателей экспериментальной группы и 25 слушателей контрольной группы установлены существенные различия в характере их базового образования, что определяет необходимость адаптации хода профессиональной переподготовки к начальному уровню профессиональной компетенции. Данные по характеру профессионального образования сотрудников ГПС, нуждающихся в профессиональной переподготовке, представлены на рис. 4.

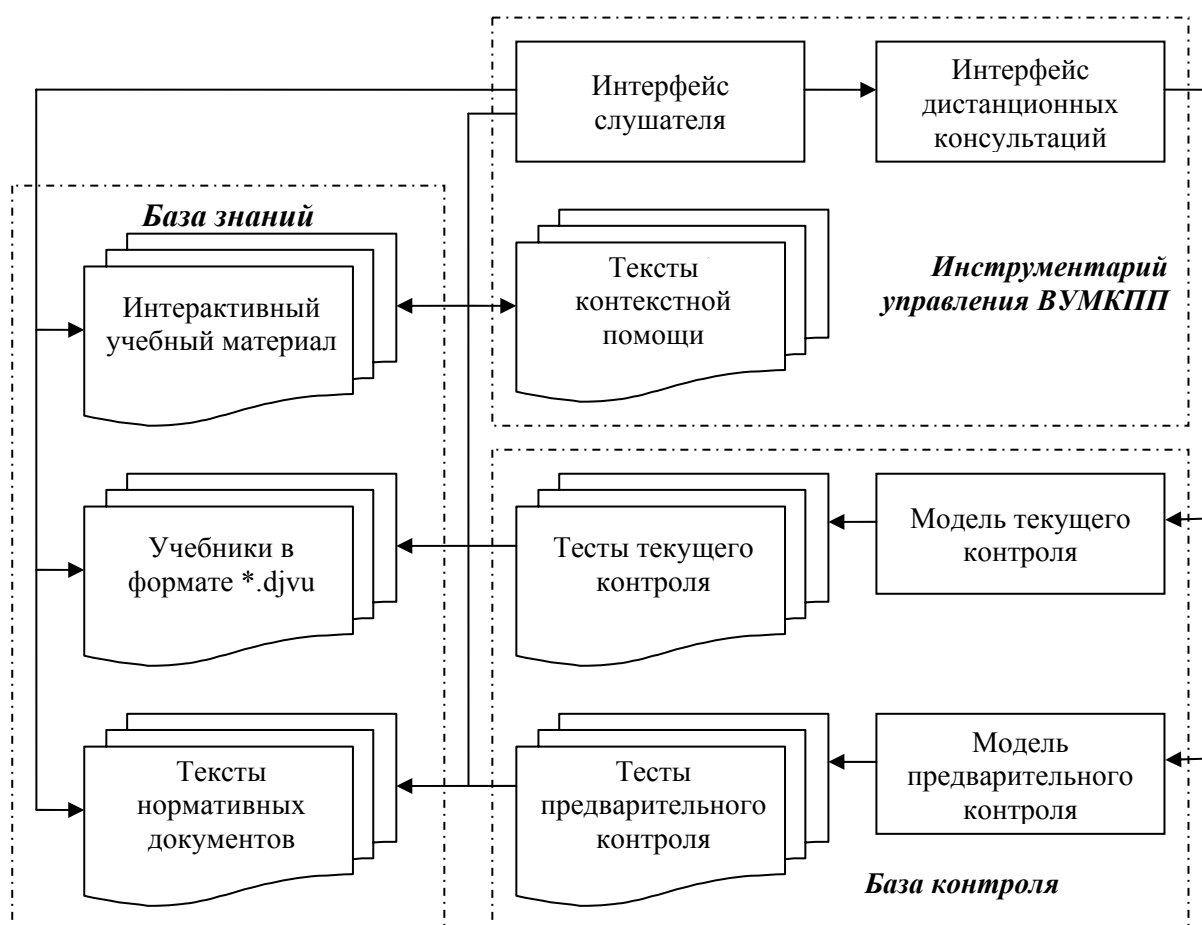
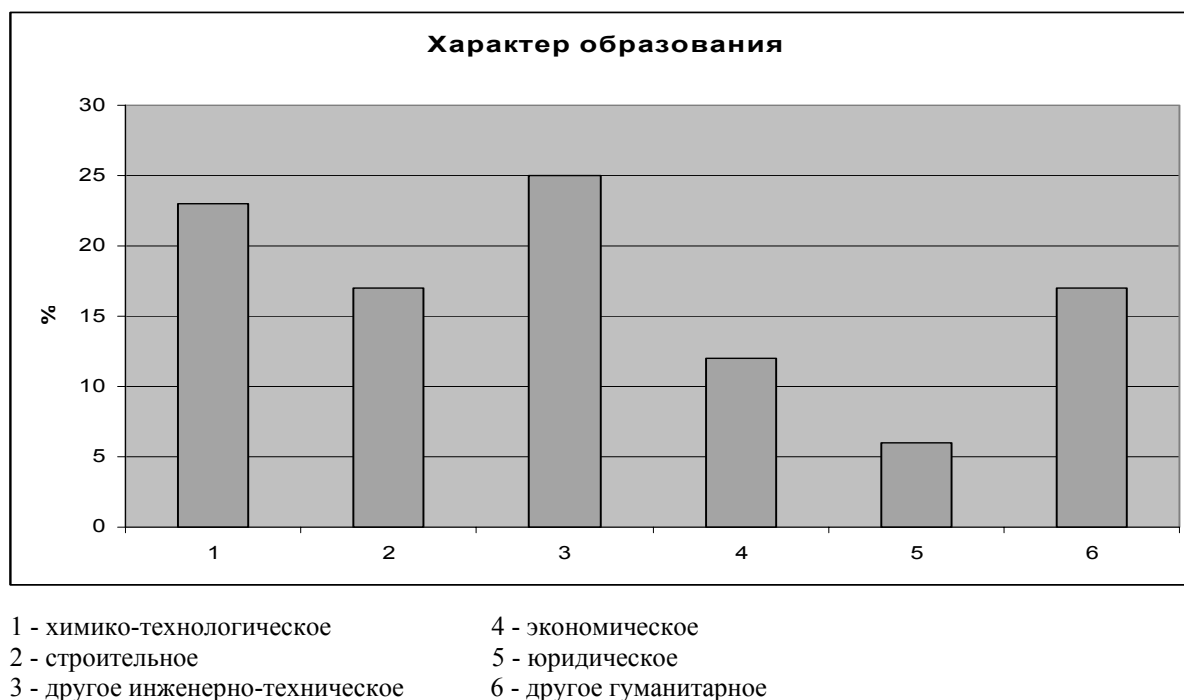


Рис. 3. Функциональная схема ВУМКПП сотрудников ГПС

Таблица 3. Уровни профессиональной подготовки сотрудников ГПС до начала эксперимента

№	Параметр		Группы	
			Эксперимент (n=23)	Контрольная (n=25)
1	Уровни работы с нормативной документацией	Узнавание	6	7
2		Воспроизведение	11	12
3		Применение	4	5
4		Синтез	2	1
5	Средняя величина		2,087	1.88
6	Среднеквадратичное отклонение		0,9	0,726
7	Средняя ошибка		0,235	
8	Коэффициент достоверности		0,88	
9	t-Студент для $P \leq 0,05$		2,014	



**Рис. 4. Характер профессионального образования сотрудников ГПС, нуждающихся в профессиональной переподготовке**

Результаты опроса слушателей показали, что для максимального участия в формирующем эксперименте и получения статистически значимых результатов в качестве основного носителя ВУМКПП необходимо использовать флэш-карты, которые также удобно использовать для фиксирования информации об обращениях слушателей к опциям комплекса на дистанционном этапе процесса профессиональной переподготовки сотрудников ГПС. Полученная информация об обращениях слушателей к опциям комплекса на дистанционном этапе процесса профессиональной переподготовки обобщена в табл. 4.

**Таблица 4. Планируемое время работы и относительная продолжительность обращений к опциям ВУМКПП на дистанционном этапе**

№	Название дисциплины	Продолжительность, ч		$\sigma \cdot 100 / X_{д.}$ %
		общая	дист. этап	
1	Основы гуманитарных и социально-экономических дисциплин	10	8	6
2	Организация осуществления ГПН	88	66	25
3	Расследование и экспертиза пожаров	82	48	21
4	Пожарная безопасность объектов и населенных пунктов	106	54	48
5	Организация пожаротушения и проведение аварийно-спасательных работ	66	54	18
6	Пожарная техника, связь и противопожарное водоснабжение	50	34	57
7	Пожарная безопасность электроустановок	32	24	66
8	Газодымозащитная служба	22	14	22
9	Пожарно-строевая подготовка	18	10	19
10	Пожарная автоматика	12	10	70
11	Безопасность жизнедеятельности	48	36	14



Анализ содержания табл. 4 показывает, что при самостоятельном изучении дисциплин № 4, 6, 7 и 10 имеется существенный разброс в продолжительности обращений к опциям ВУМКПП в зависимости от предыдущей профессиональной подготовки слушателей, что экспериментально подтверждает эффективность применения адаптивной модели профессиональной переподготовки сотрудников ГПС.

По завершению процесса профессиональной подготовки после возвращения сотрудников в комплектующие подразделения был проведен опрос руководителей этих подразделений с оценкой уровня профессиональной подготовки сотрудников. Результаты этого опроса приведены в табл. 5.

**Таблица 5. Уровни профессиональной подготовки сотрудников ГПС после окончания формирующего эксперимента**

№	Параметр		Группа	
			Эксперимент. (n=23)	Контрольная (n=25)
1	Уровни работы с нормативной документацией	Узнавание	1	4
2		Воспроизведение	5	11
3		Применение	10	7
4		Синтез	7	3
5	Средняя величина		3,0	2,36
6	Среднеквадратичное отклонение		0,853	0,907
7	Средняя ошибка		0,255	
8	Коэффициент достоверности		2,512	
9	t-Стьюдент для $P \leq 0,05$		2,013	

Результаты обработки опроса руководителей подразделений ГПС позволяют сделать вывод о статистической значимости различий в уровне профессиональной подготовки сотрудников экспериментальной и контрольной групп после окончания процесса профессиональной переподготовки.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать следующее:

1. При разработке учебных планов и программ, а также формировании групп профессиональной переподготовки необходимо учитывать возможные существенные различия в уровне предыдущей профессиональной подготовки и уже существующем опыте практической работы.

2. Организация дистанционного этапа профессиональной переподготовки может опираться на широкополосные линии доступа к ресурсам сети Internet в комплектующих подразделениях ГПС.

3. Мотивационным компонентом профессиональной переподготовки сотрудников ГПС могут быть результаты контрольных мероприятий, если их использовать при аттестации сотрудников на соответствующие должности.

### **Литература**

1. Ефимова Е.И., Орлова А.Л. Проблемы дистанционного дополнительного профессионального образования. Вып. 3. М., 2003.
2. Вербицкий А.А. Психолого-педагогические основы образования взрослых: контекстный подход // Новые знания 2001. № 1.
3. Громкова М.Т. Андрагогика: теория и практика образования взрослых: учеб. пособ. для системы доп. проф. образования; учеб. пособ. для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 495 с. Сер.: Высш. проф. образование: Педагогика.

# ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ

**Д.В. Николаев;**

**И.И. Скаковский;**

**Ю.Г. Баскин, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный  
работник высшей школы РФ.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассматриваются педагогические технологии проведения курсового проектирования и проблемы, возникающие при формировании профессиональных компетентных будущих сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России в процессе курсового проектирования. Определены уровни сформированности профессиональных компетенций в части обеспечения пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации электротехнических устройств. Анализируются результаты эксперимента по использованию компетентностно-ориентированной модели формирования профессиональной компетентности в процессе курсового проектирования.

*Ключевые слова:* компетентностно-ориентированный подход, профессиональная компетентность, профессиональные компетенции, компетентностно-ориентированные задания, курсовое проектирование, пожарная безопасность, Государственная противопожарная служба, ГПС, педагогический эксперимент

## ORGANIZATION OF THE COURSE PROJECTING IN THE HIGH EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF EMERCOM OF RUSSIA ON THE BASE OF COMPETENCY ORIENTED MODEL

D.V. Nikolayev; I.I. Skakovsky; Y.G. Baskin.

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

The article examines pedagogical techniques on the course projecting and problems emerging during the formation of professional competencies of future State fire service personnel. The levels of professional competencies development are defined for fire safety providing in designing and maintenance of electrotechnical installations. The results of application of competency oriented model of professional competencies in the process of course projecting.

*Key words:* competency oriented approach, professional competency, competency-oriented tasks, course projecting, fire safety, State fire service, educational experiment

Профессиональная компетентность сотрудников Государственной противопожарной службы (ГПС) МЧС России является существенным фактором обеспечения безопасности государства. Одной из самых эффективных форм учебной работы, решающих задачу формирования профессиональных компетенций курсантов и студентов вузов МЧС России инженерных специальностей, является курсовое проектирование.

Рассел Арчибальд, один из признанных классиков методологии руководства курсовым проектированием, сформулировал: «Курсовой проект – это комплекс усилий, предпринимаемых студентом с целью получения конкретных уникальных результатов в рамках отведенного времени и в пределах утвержденного задания». Для того чтобы курсовое проектирование было продуктивным, организация курсового проектирования не должна сковывать инициативы обучающихся, должна способствовать самостоятельной работе [1].

На современном этапе развития связи «комплектующие органы – специалист» оптимальными становятся гибкость в приобретении разносторонних знаний, умение мобильно ими пользоваться, что определяется также использованием новых активных методов обучения.

Для успешного решения накопившихся проблем, связанных с организацией курсового проектирования у курсантов и студентов вузов МЧС России инженерных специальностей, в рамках традиционной парадигмы и получения необходимого опыта, а также с целью формирования профессиональной компетенции необходимо решить следующие проблемы:

- определить пути и методы интенсификации процессов формирования профессиональной компетентности курсантов и студентов в процессе курсового проектирования;

- разработать эффективную структуру методического обеспечения, найти оптимальное соотношение между «бумажной» и виртуальной компонентами комплексами информационной поддержки процесса курсового проектирования и осуществить программную реализацию его виртуальной компоненты.

Под профессиональной компетентностью сотрудника ГПС МЧС России будем понимать единство его теоретической и практической готовности к осуществлению практической деятельности по обеспечению пожарной безопасности; личностная компетентность предопределяет возможность реализации профессиональной готовности сотрудника в его социальных действиях, проявляя наличие или отсутствие успешности действий, она позволяет соотнести социальный норматив, общественно-групповые традиции и личностные установки с уровнем его притязаний [2, 3].

Применительно к деятельности сотрудника ГПС дефиниции его компетентности представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Дефиниции, раскрывающие содержание профессиональной компетентности сотрудников ГПС МЧС России**

Дефиниции	Содержание дефиниций
Дефиниция 1	Компетентность выражает интеллектуальное соответствие сотрудника Государственной противопожарной службы тем задачам, решение которых обязательно для работающего на данной должности
Дефиниция 2	Компетентность выражается в количестве и качестве задач, сформулированных и решаемых сотрудником на службе в подразделении Государственной противопожарной службы в области основных его функций
Дефиниция 3	Компетентность является одним из основных компонентов личности сотрудника Государственной противопожарной службы или совокупностью известных свойств личности, обуславливающих успех в решении основных задач по обеспечению пожарной безопасности
Дефиниция 4	Компетентность является системой известных свойств личности сотрудника Государственной противопожарной службы, выражающейся в результативности решённых проблемных задач по обеспечению пожарной безопасности
Дефиниция 5	Компетентность является одним из свойств проявления личности сотрудника и заключается в эффективности решения проблем, встречающихся в сфере деятельности сотрудника и осуществляемых в интересах Государственной противопожарной службы

В основу показателей профессиональной компетентности будущего сотрудника ГПС могут быть положены характеристики актуальной и потенциальной деятельности специалиста, формируемые в процессе курсового проектирования (табл. 2).

**Таблица 2. Характеристики деятельности сотрудника ГПС, формируемые в процессе курсового проектирования**

Характеристика деятельности	Содержание характеристики
Актуальная квалифицированность	Необходимые и достаточные профессиональные знания, умения и навыки по обеспечению пожарной безопасности охраняемых объектов
Когнитивная готовность	Способность к успешному поиску, освоению и использованию необходимой и достаточной технической информации в традиционных источниках, способности продуктивного владения современными информационно-компьютерными технологиями
Креативность	Способность к поиску принципиально новых решений известных задач по обеспечению пожарной безопасности или постановка и решение принципиально новых задач как в профессиональной среде, так и в смежных областях
Прогностические способности	Понимание тенденций и основных направлений развития технических решений по обеспечению пожарной безопасности и безопасности техносферы в целом

В основе курсового проектирования должна стоять самостоятельная и целенаправленная деятельность курсантов и студентов. Несмотря на то, что исследование может иметь учебный характер, при его организации должны использоваться общепринятые в науке методы познания. К ним относятся аналогия, наблюдение и эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, абстрагирование, конкретизация.

Все ранее перечисленное помогло создать педагогическую модель организации курсового проектирования на основе использования компетентностно-ориентированных заданий, тематика которых согласована с комплектующими органами, сущностные характеристики модели отражены в содержательно-технологическом компоненте и функциональных связях этих компонентов с общими показателями формирования ключевых компетенций. Эта модель представлена на рис. 1.

В ходе данной работы было исследовано, как отразится использование компетентностного подхода в курсовом проектировании на эффективности формирования профессиональной компетентности специалиста. В качестве «полигона» была выбрана дисциплина «Пожарная безопасность электроустановок».

При отборе аудитории, участвующей в эксперименте, наиболее важным было определение степени аутентичности экспериментальной и контрольной групп. В качестве критериев являлись оценки по дисциплине «Электротехника и электроника».

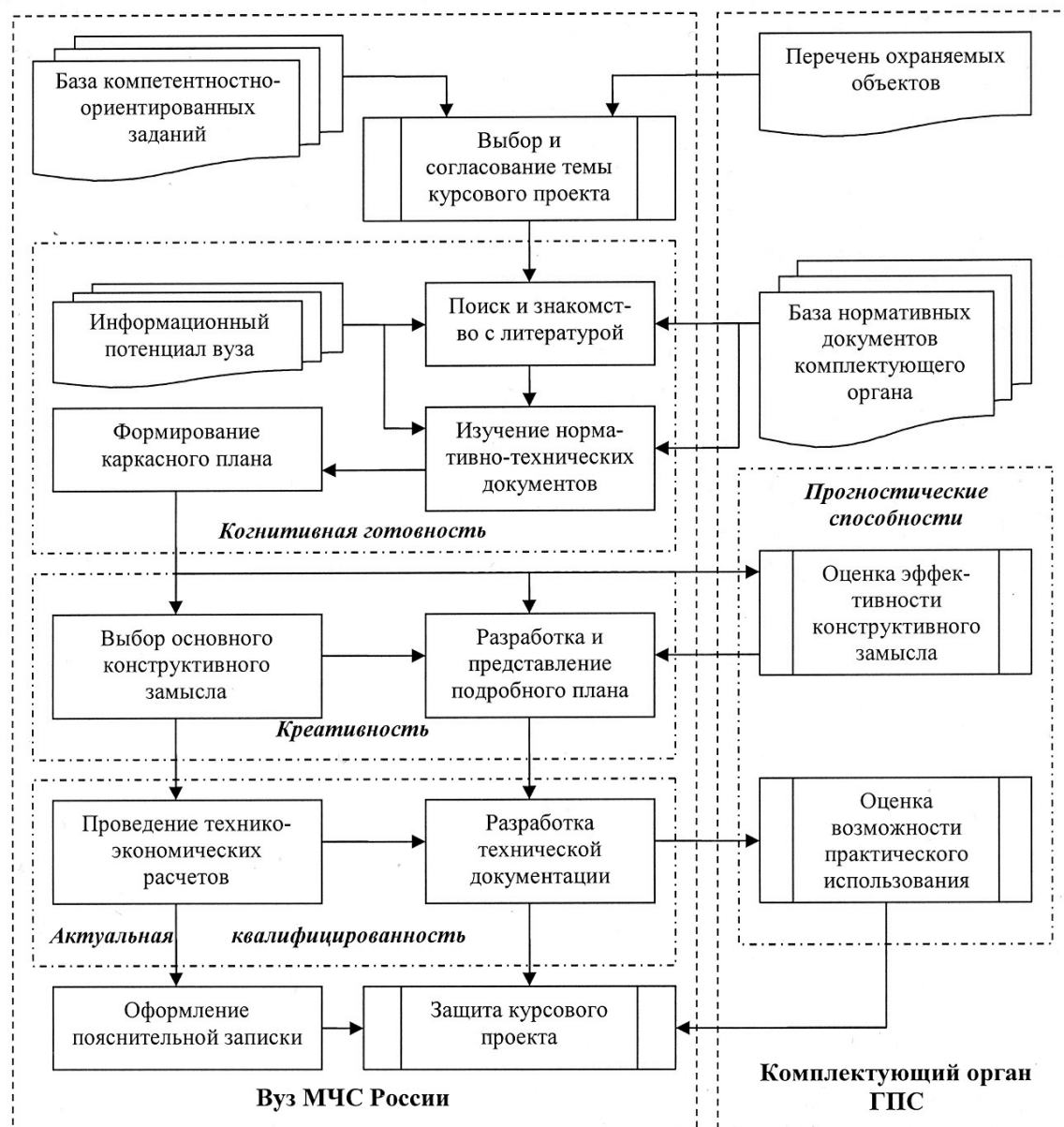


Рис. 1. Компетентностно-ориентированная модель организации курсового проектирования

Объективные сдачи семестрового экзамена по дисциплине «Электротехника и электроника» курсантов контрольной и экспериментальной групп до начала формирующего эксперимента представлены в табл. 3.

**Таблица 3. Объективные характеристики сдачи семестрового экзамена по дисциплине «Электротехника и электроника»**

Группа	Результаты сдачи экзамена				$X_m$	$\sigma$
	5	4	3	2		
Эксперимент (n=55)	10	17	23	5	3,673	0,88
Контрольная (n=57)	11	20	22	4	3,667	0,87
Средняя ошибка					0,166	
Коэффициент достоверности					0,037	
t-Студент для $P \leq 0,05$					0,001	

Учитывая значение коэффициента достоверности, результаты обработки позволяют сделать вывод об отсутствии статистической значимости в результатах сдачи семестрового экзамена по дисциплине «Электротехника и электроника» курсантов контрольной и экспериментальной групп до начала формирующего эксперимента.

Схема подготовки формирующего эксперимента по построению процесса формирования профессиональной компетентности обучающихся в вузах МЧС России в процессе курсового проектирования предполагала разработку интерфейса электронного комплекса информационной поддержки (ЭКИП) поддержки курсового проектирования. Требования к исполнению такого комплекса установлены на основании опроса 11 преподавателей-экспертов и представлены в табл. 4.

**Таблица 4. Требования к исполнению ЭКИП курсового проектирования**

Требование к ЭКИП ПКП	Содержание требований
Адекватность содержания	Соответствие государственному образовательному стандарту; полнота представления учебного материала, достаточная для освоения дисциплины (раздела дисциплины); поддержка различных форм обучения (заочной и очной, индивидуальной и коллективной); поддержка разных форм контроля знаний (промежуточного, итогового, самоконтроля); учет новейших тенденций в образовании, науке и технике
Эффективность формы представления	Простота и удобство применения; эргономичность, поддержка активности курсанта или студента; обеспечение коммуникации с преподавателем и сокурсниками; защита от разрушения; возможность дальнейшей адаптации под изменившиеся условия
Экономическая эффективность	Длительный срок эксплуатации; возможность модернизации в процессе эксплуатации; низкая себестоимость и цена; разумная конфигурация необходимых технических и общесистемных программных средств

В результате анализа ответов преподавателей-экспертов было принято решение об использовании фреймовой системы в трехоконном варианте, при котором верхнее окно используется для отображения резидентных подсказок, левое окно содержит резидентное отображение меню главных компонентов ЭКИП курсового проектирования, а главное – центральное окно отображает текущую информацию.

Структурная схема ЭКИП курсового проектирования представлена на рис. 2.

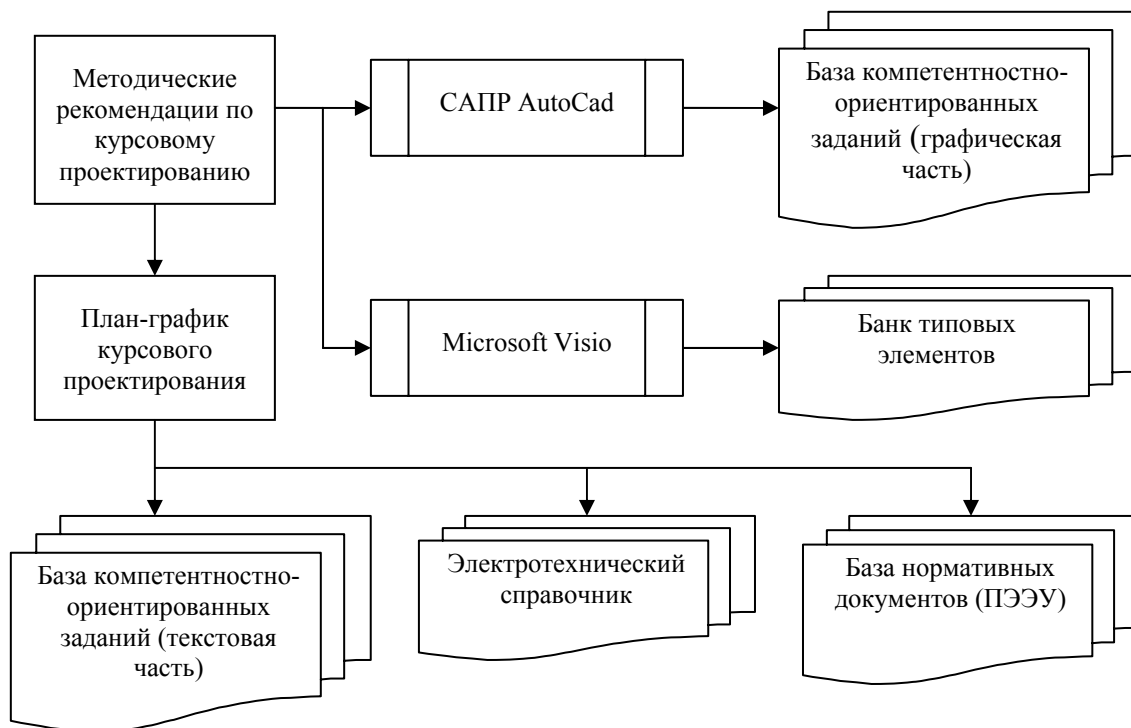


Рис. 2. Структурная схема ЭКИП процесса курсового проектирования

Результаты анкетирования курсантов в части приоритетов содержания ЭКИП курсового проектирования представлены на рис. 3.

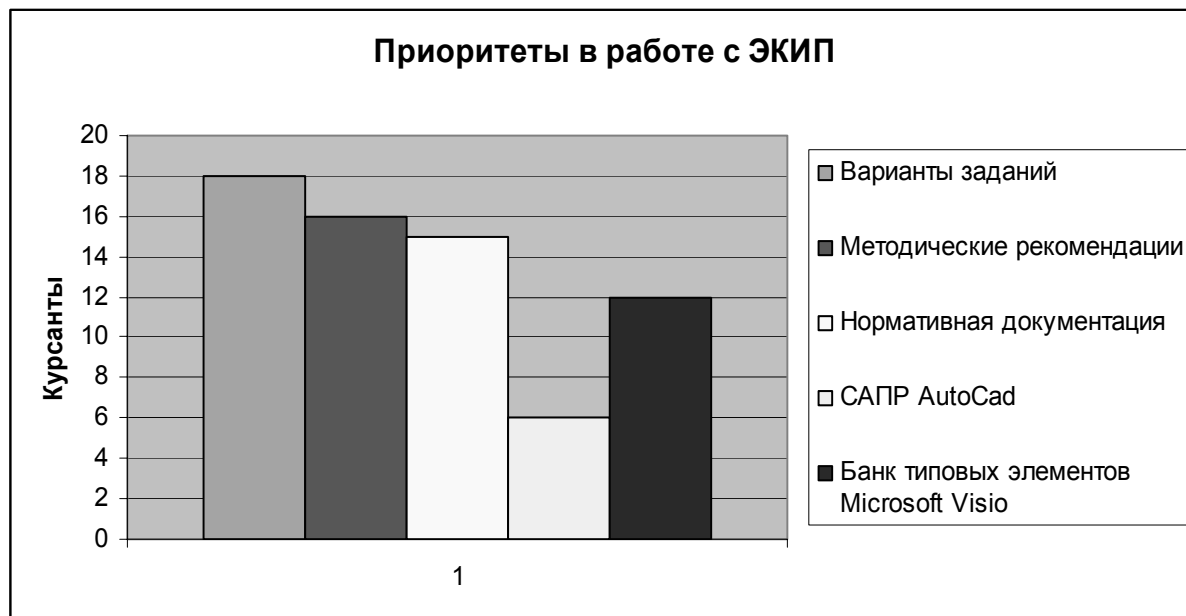


Рис. 3. Приоритеты работы курсантов экспериментальной группы с опциями ЭКИП процесса курсового проектирования

Мотивы использования ЭКИП процесса курсового проектирования и уровень самооценки готовности курсантов к работе с ПК определили характеристики распределения содержания ЭКИП, причем, как показывает анализ результатов опроса, по завершению эксперимента, распределение приоритетов практически не изменилось, что подтвердило обоснованность реализованной структурной схемы ЭКИП курсового проектирования.

Для объективной оценки результатов формирующего эксперимента непосредственно после его окончания в качестве контрольных точек использовалось: соблюдение недельного графика курсового проектирования (10 недель); результаты защиты курсовых проектов; оценки за семестровые экзамены.

Результаты выполнения графика курсового проектирования в ходе формирующего эксперимента представлены на рис. 4.

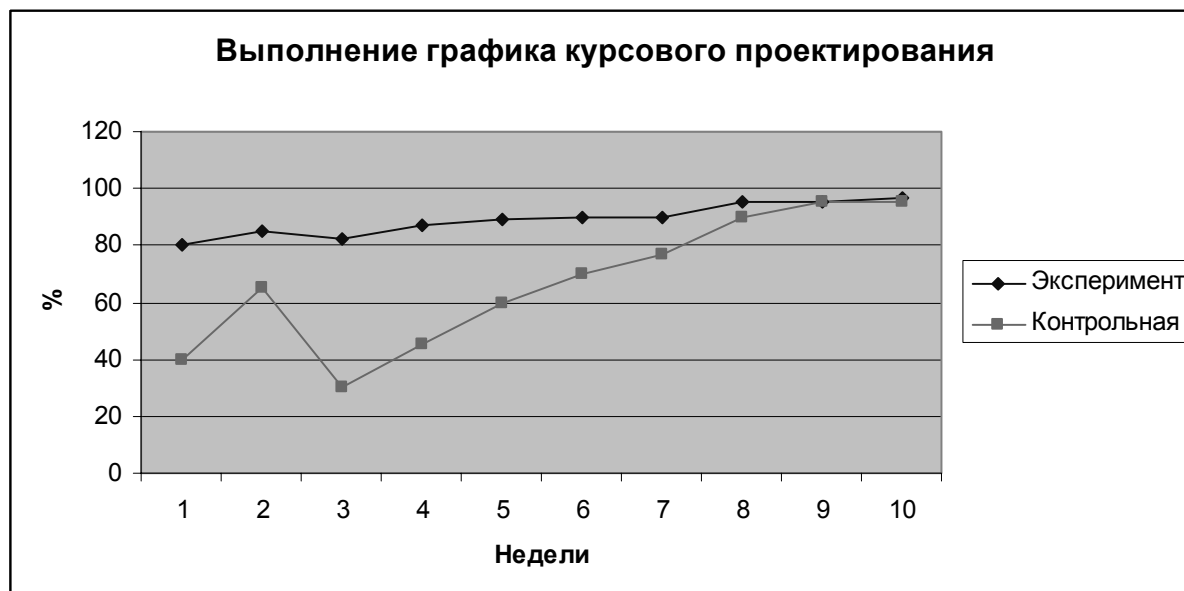


Рис. 4. Выполнение графика курсового проектирования курсантами экспериментальной и контрольной групп

При выполнении графика курсового проектирования курсантами экспериментальной группы была выявлена существенно меньшая волотильность, по сравнению с контрольной группой; при этом обработка результатов показала значение коэффициента достоверности 2,954 при величине критерия Стьюдента 2,101 для  $P \leq 0,05$ , что определило статистическую значимость полученных результатов.

Результаты защиты курсовых проектов и сдачи семестровых экзаменов представлены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты применения компетнтностно-ориентированной модели курсового проектирования после окончания формирующего эксперимента

Контрольные точки	Группа	Успеваемость, баллы				$X_m$	$\sigma$	$\Delta X_m$	$\theta$	$t-St$
		5	4	3	2					
Защита курсовых проектов	Эксперим. (n=55)	18	24	12	1	4,073	0,790	0,148	1,317	0,001
	Контрол. (n=57)	12	28	15	2	3,877	0,781			
Семестровый экзамен	Эксперим. (n=55)	13	19	20	3	3,364	0,881	0,164	0,698	0,001
	Контрол. (n=57)	10	21	22	4	3,649	0,855			

Примечание:  $X_m$  – среднее значение;  $\theta$  – коэффициент достоверности;  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение;  $\Delta X_m$  – средняя ошибка среднеарифметических;  $t-St$  –  $t$ -критерий Стьюдента для  $P \leq 0,05$ .



Статистическая значимость полученных результатов подтверждает эффективность применения компетентностно-ориентированной модели при организации курсового проектирования курсантов вузов МЧС России.

Контрольный этап педагогического эксперимента проходил через год после окончания изучения дисциплины «Пожарная безопасность электроустановок» и предполагал разработку критериев, а также оценку уровня сформированности профессиональных компетенций практическими работниками во время прохождения курсантами практики в подразделениях комплектующих органов.

Возможные градации уровней формирования профессиональных компетенций курсантов специальности «Пожарная безопасность» в ходе изучения дисциплины «Пожарная безопасность электроустановок» представлены в табл. 6.

Таблица 6. Уровни формирования профессиональных компетенций

Уровень формирования компетенций	Характеристика уровней
Репродукция	Оценка пожарной опасности и уровня противопожарной защиты электрооборудования, электрических и иных технических систем; заземление и зануление электроустановок; молниезащита и защита от статического электричества
Применение	Применение основных технических решений, обеспечивающих пожарную безопасность при эксплуатации электро-установок, воздействия молнии и статического электричества
Трансляция	Вероятностная оценка пожароопасности электротехнических устройств, классы пожаро- и взрывоопасных зон; классификация взрывоопасных смесей; взрывозащищенное электрооборудование: требования к выбору, монтажу и эксплуатации
Творчество	Обеспечение пожарной безопасности электрических сетей, электросиловых и осветительных установок: электро-двигателей, аппаратов управления на этапах проектирования, монтажа и эксплуатации

Результаты оценки уровня сформированности профессиональных компетенций практическими работниками комплектующих органов после соответствующей статистической обработки результатов этой оценки представлены в табл. 7.

Таблица 7. Уровни профессиональных компетенций курсантов экспериментальной группы на этапе контрольной проверки

Группа	Показатели профессиональной компетентности				$X_m$	$\sigma$
	Творчество	Трансляция	Применение	Репродукция		
Эксперимент. (n=55)	15	26	9	5	2,927	0,90
Контрольная (n=57)	10	27	14	6	2,719	0,88
Средняя ошибка				0,168		
Коэффициент достоверности				1,236		
t-Студент для $P \leq 0,05$				0,001		

Статистически значимые различия в уровне сформированности профессиональных компетенций у курсантов экспериментальной и контрольной групп, полученные на контрольном этапе педагогического эксперимента позволяют сделать вывод об эффективности применения компетентностно-ориентированной модели организации курсового проектирования в вузах МЧС России.

### **Литература**

1. Бордовский Г.А., Граничина О.А., Трапицын С.Ю. Модели и методы внутреннего и внешнего оценивания качества образования в вузах: науч.-метод. материалы. СПб.: ООО «Книжный Дом», 2008.
2. Горюнова Е.Р., Жуков И.В., Хачкина С.А. Формирование профессиональной компетентности. Роль междисциплинарных связей в организации содержания учебного процесса // Аккредитация в образовании. 2007. № 7. С. 76–77.
3. Кузьменко О.И. Об оценивании степени сформированности профессиональной компетентности студентов агрономических специальностей в процессе обучения математике // Научная жизнь. 2009. № 5. С. 111–113.

## **СООТНОШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ЛИЧНОСТИ И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У КУРСАНТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ГПС МЧС РОССИИ**

**С.П. Иванова, кандидат психологических наук, доцент;  
И.Н. Минина;  
Л.Г. Почебут, доктор психологических наук, профессор.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрено значение интернализации профессиональных ценностей для формирования у курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России устойчивости к развитию симптомов эмоционального выгорания в процессе профессионального обучения. Предложена методика незаконченных предложений для определения оценки актуального отношения к выбранной профессии. Представлены результаты апробации методики и корреляционный анализ соотношения её показателей с методикой диагностики уровня эмоционального выгорания В.В. Бойко.

*Ключевые слова:* профессиональные ценности, эмоциональное выгорание, курсанты МЧС, методика незаконченных предложений

## **RATIO OF PROFESSIONAL VALUES OF THE PERSON AND EMOTIONAL BURNOUT AT CADETS THE SAINT-PETERSBURG UNIVERSITY OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA**

S.P. Ivanova; I.N. Minina; L.G. Pochebut.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Importance of internalization of professional values for formation at cadets of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia of steadiness to development of symptoms of emotional burnout in the course of vocational training is considered. The technique of incomplete offers for definition of an estimation of the actual relation to the chosen profession is offered. Results of approbation of a technique and the correlation analysis of its indicators with a technique of diagnostics of level of emotional burnout of V.V. Bojko are presented.

*Key words:* professional values, emotional burning out, cadets of EMERCOM of Russia, technique of incomplete offers

С позиции психологического подхода, при изучении сложно-структурированного явления профессионализма необходимо учитывать не только эффективность выполнения должностных обязанностей, но и успешность адаптации к условиям их исполнения, которая предусматривает адекватную самооценку сотрудника и устойчивость к формированию негативного отношения к выполняемой работе. Синдром эмоционального выгорания – это выработанный личностью механизм психологической защиты в форме полного или частичного исключения эмоций в ответ на избранные психотравмирующие воздействия [1]. Факторы выгорания обычно подразделяются на личностные и организационные. Причем, последние связывают с общей неудовлетворенностью условиями профессиональной деятельности, когда реально ограничиваются самоконтроль профессионала и его возможность почувствовать успех и свою компетентность. Направленность личности, в структуру которой входят ценностные установки и особенности мотивации труда, относят к субъективным факторам развития синдрома выгорания. Отсутствие предупредительных мероприятий по своевременной коррекции физического и эмоционального состояния сотрудников приводит к снижению объективных результатов труда.

Разрабатывая стратегии повышения качества подготовки специалистов экстремального профиля деятельности, исследователи обращают внимание на эффективность аксиологического подхода к решению этой задачи. А.В. Волков указывает в качестве ключевой инновации в процессе формирования профессиональной компетентности специалистов МЧС ориентацию на формирование и развитие творческой личности, понимание ценности избранной профессии. Но общественным сознанием выработаны ценности, которые не всегда совпадают с ценностными ориентациями личности [2].

Профессиональные ценности – это ориентиры, на основе которых человек избирает, осваивает и выполняет свою профессиональную деятельность. Они характеризуются степенью доминирования, определенным знаком, степенью осознанности и степенью изменчивости. На основе доминирующей ценности человек сознательно осуществляет профессиональный выбор. Тем не менее, важно учитывать, что под влиянием профессиональной деятельности у человека могут измениться некоторые ценности и могут быть созданы новые, которых не было раньше. Если существующая профессиональная ценность со временем становится менее важной, – меняется и отношение к профессии. Для многих молодых людей характерна частая смена ценностных ориентаций, поскольку система ценностей еще только формируется. И если человек осуществляет свой выбор на основе утилитарной ценности, то его выбор может быть неустойчивым.

Из теоретического обзора выявлено, что Ганн (Gann, 1979), исследуя личностные характеристики работников социальной службы в контексте понимания выгорания, обнаружил, что оно сильнее связано с непривлекательностью работы в организации, чем с неудовлетворенностью ею [4].

В ходе исследования А.В. Волковым ценностей выбранной курсантами профессии определено, что ведущими профессиональными ценностями оказались «сохранение и спасение жизни людей в чрезвычайных ситуациях» – 97 % и «постоянная востребованность данной профессии» – 42 % опрошенных [2]. Это свидетельствует о том, что профессия спасателя прочно ассоциируется в сознании курсантов с образом помогающей профессии, не подверженной обесцениванию в социуме. Данные факты указывают на высокую степень привлекательности выбранного вида деятельности.

Проведенное исследование выраженности уровня эмоционального выгорания у курсантов 3 курса Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (n = 99) с применением методики В.В. Бойко выявило наличие сформированных фаз у 29 курсантов

(табл. 1). Причем наличие двух сформированных фаз наблюдается у семи курсантов и наличие трёх сформированных фаз у трёх курсантов.

Таблица 1. Результаты исследования эмоционального выгорания у курсантов 3 курса в 2010 г.

Наименование показателя	Курсанты-юноши		Курсанты-девушки	
	чел.	%	чел.	%
Всего обследуемых:	78	100	21	100
Из них имеют сформированные:	24	31	5	24
Фаза 1 «Напряжение»	4		-	
Фаза 2 «Резистенция»	12		1	
Фаза 3 «Истощение»	2		-	
«Напряжение» и «Резистенция»	1		-	
«Напряжение» и «Истощение»	1		-	
«Резистенция» и «Истощение»	2		3	
Фаза 1 + Фаза 2 + Фаза 3	2		1	

Использование методики В.В. Бойко для определения уровня эмоционального выгорания позволило выявить доминирующие симптомы, которыми являются «переживание психотравмирующих обстоятельств» в 1-й фазе, «неадекватное избирательное эмоциональное реагирование» во 2-й фазе; «эмоциональная отстраненность» и «эмоциональный дефицит» в 3-й фазе выгорания. Симптомы характеризуются следующими признаками:

- усиливающимся осознанием психотравмирующих факторов профессиональной деятельности, которые трудно или вовсе неустранимы. Неразрешимость ситуации приводит к развитию прочих явлений «выгорания»;
- неадекватной экономией на эмоциях, ограничением эмоциональной отдачи за счет выборочного реагирования: сочту нужным – уделю внимание партнеру, будет настроение – откликнусь на его состояния и потребности;
- ощущением невозможности эмоционального отклика на ситуации, которые должны усиливать интеллектуальную, волевую и нравственную отдачу;
- исключением эмоций из профессиональной деятельности как положительных, так и отрицательных [1].

При изучении факторов, инициирующих эмоциональное выгорание у курсантов уже на 3 курсе профессионально направленного обучения, методом интервью выявлено отсутствие у абитуриентов четкого представления о требованиях службы и особенностях межличностных уставных взаимоотношений, сопровождающих подготовку к будущей профессии. Молодых людей привлекает лишь внешняя сторона профессии, а проблемы и трудности, которые сопровождают этот этап профессионального становления, остаются за пределами их сознания. Данные обстоятельства способствуют последующему состоянию стартового кризиса профессиональной карьеры, что может привести к отказу от выполняемого вида деятельности. Ведь профессиональная мотивация формируется в процессе освоения специалистом своей деятельности и претерпевает изменения в связи со специфическим содержанием трудовых задач на различных этапах профессионализации. Глубокому и осмысленному решению курсантов сохранить верность профессии спасателя способствует интернализация таких профессиональных ценностей, как работа с элементами

риска, спасение людей, престижность и востребованность профессии. Результатом усвоения является их активное воспроизводство в процессе своей деятельности.

По мнению Е.В. Снеговой особенно актуальным в современных условиях становится всестороннее изучение проблемы стартового кризиса профессиональной карьеры, под которым ею обозначена пространственно-временная, когнитивная, эмоциональная и конативная, внутренне или внешне обусловленная дезинтеграция личности, вызванная противоречиями в ситуации ее профессионального самоопределения и развития. Научно выявлен устойчивый симптомокомплекс стартового кризиса профессиональной карьеры, который включает в себя следующие основные показатели: наличие остро негативной оценки настоящего жизненного периода, причина которой связывается с профессиональной сферой деятельности; наличие остро отрицательного отношения к профессиональному будущему; наличие серьезных трудностей в выборе жизненного пути; наличие высокой степени беспокойств, связанных с чувством одиночества, раскаянием по поводу прошлых решений, раздумьями о смысле жизни [3].

Наиболее информативным психологическим инструментарием признаются проективные методики, так как их применение позволяет сочетать высокую информативность и трудность фальсификации. Поэтому для целей исследования спектра отношений к ценностям выбранной профессии была модифицирована оригинальная методика Сакса-Леви и разработан тест, состоящий из 40 незаконченных предложений с включенными в него утверждениями профессиональной направленности. Данные предложения подразумевают проявление от участников эмпирического исследования положительной либо отрицательной оценки актуального отношения к выбранной ими профессии. Дополнительно учитывалось предъявление обследуемыми материальной заинтересованности, путем конкретных и косвенных указаний на это в окончании тех предложений методики, которые прямо данные формулировки не предполагают.

Актуальность разработки методики определяется необходимостью использования в процессе психологического сопровождения таких тестовых материалов, которые не вызывают со стороны обследуемых активного внутреннего неприятия. При использовании для массового исследования объемных тестов регулярно наблюдается неполное заполнение стимульного материала в связи с активным сопротивлением лишним (по мнению тестируемых) вопросам.

В модифицированный вариант методики включены предложения:

Моя профессия .....

В профессиональной деятельности мне .....

Трудности, с которыми я столкнулся, связаны с .....

Я поступил на службу в ГПС, потому что .....

Близкие меня уважают, потому что я .....

Моя работа связана с .....

Если бы я искал работу, то .....

Достигнув в ГПС права на пенсию .....

Подсчет результатов тестирования осуществлялся путем субъективной оценки эмоционально окрашенной смысловой нагрузки предложений. В критерии «Привлекательность профессии» в 1 балл оценивались ответы типа: «Моя профессия – спасатель», «Моя профессия очень важна для общества», «Моя профессия мне нравится», «Моя работа связана с риском», «Моя работа связана со спасением людей», «Я всегда хотел стать пожарным» и т.п. Ответы типа «Моя профессия – инженер пожарной безопасности», «Моя профессия нормальная», «Моя работа связана с тушением пожаров» считались как индифферентными и в расчет не принимались. В критерии «Минусы профессионального выбора» в 1 балл оценивались такие ответы, которые свидетельствуют о неосознанном либо вынужденном выборе профессии, о желании при достижении пенсии сразу уйти со службы, явном сожалении о виде своего самоопределения. Например, «Моей самой большой ошибкой было поступление в это учебное заведение», «Достигнув в ГПС права на пенсию, я непременно на неё уйду», «Я выбрал службу в ГПС, потому что так настояли родители». В качестве критерия «Общего отношения к профессии» подсчитывалась разница между

количеством утверждений, свидетельствующих о привлекательности выбранной профессии и утверждениями, указывающими на минусы профессионального выбора.

С целью исследования силы и направления взаимосвязи декларируемых профессиональных ценностей с выраженностью симптомов уровня эмоционального выгорания был применен расчет коэффициента линейной корреляции Пирсона на выборке из 60 наблюдений. В результате статистической обработки полученных результатов выявлена обратная взаимосвязь уровня экстернализации ценностей помогающей профессии с уровнем выраженности 1-й фазы «Напряжение»  $r_s = -0,36$  ( $p \leq 0,05$ ), 3-й фазы «Истощение»  $r_s = -0,35$  ( $p \leq 0,05$ ). Данные фазы характеризуются реакцией сотрудников на внешние и внутренние факторы и состоянием их нервной системы. Фаза 2 «Резистенция» показывает используемые личностью приемы психологической защиты. Достоверных взаимосвязей между ними и результатами по шкале «Привлекательность профессии» у курсантов не выявлено.

Каждый сотрудник способен воспринимать достоинства и минусы избранной профессии. В качестве непривлекательных сторон и обстоятельств службы отражается только лично значимая информация. Количественная обработка теста «незаконченных предложений» на степень выражения осознанного отрицательного отношения к службе предусматривала подсчет таких ответов, которые свидетельствуют о неосознанном, либо вынужденном выборе профессии, о желании при достижении пенсии сразу уйти со службы, явном сожалении о виде своего профессионального самоопределения. Значимые показатели коэффициента корреляции получены между выраженностью этого показателя и уровнем сформированности этих же фаз: «Напряжение»  $r_s = 0,47$  ( $p \leq 0,001$ ), «Истощение»  $r_s = 0,51$  ( $p \leq 0,001$ ). С фазой «Резистенция» взаимосвязи также не выявлено.

При рассмотрении отдельных доминирующих симптомов эмоционального выгорания во взаимосвязи с показателем привлекательности службы в МЧС России эмпирическим путем доказано её наличие только между:

- переживанием психотравмирующих обстоятельств  $r_s = -0,28$  ( $p \leq 0,05$ );
- эмоциональным дефицитом  $r_s = -0,34$  ( $p \leq 0,01$ ).

Между показателем привлекательности профессии и доминирующими симптомами «неадекватное избирательное эмоциональное реагирование», «эмоциональная отстраненность» в результате корреляционного анализа не выявлено взаимосвязей. Напротив те симптомы выгорания, которые не получили доминирующего большинства среди обследуемых сотрудников, показали значительные отрицательные взаимосвязи с изучаемым показателем привлекательности экстремальной профессии для курсантов. Например, с этим показателем коррелируют симптомы «загнанность в клетку»  $r_s = -0,46$  ( $p \leq 0,001$ ), «психосоматические нарушения»  $r_s = -0,44$  ( $p \leq 0,001$ ). Все значения линейной корреляции между симптомокомплексом выгорания и показателями модифицированной методики для определения актуального отношения к профессии приведены в таб. 2:

В результате статистического анализа установлена высокая степень связи методики «незаконченных предложений» для определения актуального отношения к профессии с методикой диагностики уровня эмоционального выгорания В.В. Бойко. Во всех расчётах критерий «Актуальное отношение к профессии» показал взаимосвязь с высокой степенью статистической значимости по всем показателям симптомокомплекса эмоционального выгорания. Он превышает все корреляционные значения критерия «Привлекательность профессии», в связи с чем, подсчет данных значений представляется важным показателем статистической обработки теста «незаконченных предложений» для дальнейшего исследования факторов, определяющих эмоциональную устойчивость сотрудников ГПС МЧС России к формированию негативного отношения к выполняемым обязанностям.

При одинаковых условиях службы у сотрудников ГПС по-разному формируются дальнейшие профессиональные намерения. Это означает, что в процессе службы не у всех курсантов удовлетворяются значимые для них потребности, объектами которых стали личностные ценности, послужившие основанием для принятия добровольного решения о профессиональном самоопределении.

**Таблица 2. Коэффициенты корреляции между показателями симптомов эмоционального выгорания и характеристиками отношения к профессии**

Симптомы эмоционального выгорания	Привлекательность профессии	Минусы профессионального выбора	Актуальное отношение к профессии
Переживание психотравмирующих обстоятельств	-0,2802*	0,327*	-0,3462**
Неудовлетворенность собой	-0,2711*	0,3904**	-0,3727**
Загнанность в клетку	-0,4644***	0,557***	-0,5814***
Тревога и депрессия	-0,1418	0,2407	-0,2135
Фаза 1 «Напряжение»	-0,3625**	0,4731***	-0,4734***
Неадекватное эмоциональное избирательное реагирование	-0,1265	0,1471	-0,1561
Эмоционально-нравственная дезориентация	-0,1925	0,3497**	-0,3017*
Расширение сферы экономии эмоций	-0,3005*	0,4224***	-0,4079**
Редукция профессиональных обязанностей	-0,024	0,1708	-0,1025
Фаза 2 «Резистенция»	-0,2153	0,3673**	-0,3252**
Эмоциональный дефицит	-0,335**	0,4237***	-0,4306***
Эмоциональная отстраненность	-0,2397	0,4712***	-0,3938**
Личностная отстраненность	-0,0939	0,1535	-0,1384
Психосоматические нарушения	-0,4376***	0,5504***	-0,5609***
Фаза 3 «Истощение»	-0,3499**	0,5067***	-0,4824***
Синдром эмоционального выгорания	-0,3497**	0,5065***	-0,4823***

*Примечание:* значимость линейного коэффициента корреляции \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ ; критические значения выборочного коэффициента корреляции  $r_s$  при  $N = 60$ : 0,254 для  $p = 0,05$ ; 0,33 для  $p = 0,01$ ; 0,414 для  $p = 0,001$ .

В процессе апробации методики для определения актуального отношения к профессии выявлены наименее информативные незаконченные предложения, которые в новой модификации, состоящей из 33 вопросов, исключены или заменены. По результатам исследования получены статистически значимые результаты, позволившие внести коррективы в разрабатываемый психологический инструментальный и показавшие актуальность продолжения изучения профессиональных ценностей личности сотрудников территориальных подразделений ГПС МЧС России с использованием данной методики.

### **Литература**

1. Бойко В.В. Психоэнергетика. СПб.: Питер, 2008. 416 с. Сер.: Краткий справочник.
2. Волков А.В. Аксиологический подход к формированию профессиональной компетенции курсантов вузов МЧС России // Научные проблемы гуманитарных исследований. 2010. Вып. 7., С. 95–99.
3. Снегова Е.В. Особенности стартового кризиса профессиональной карьеры. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.psychology.spb.ru/conf2008/atezis\\_sbornik.php](http://www.psychology.spb.ru/conf2008/atezis_sbornik.php) (дата обращения: 01.12.2010).
4. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика. 2-е изд. СПб.: Питер, 2008. 336 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ГПС МЧС РОССИИ С УЧЕТОМ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ОБУЧАЮЩИХСЯ В НАЧАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОБУЧЕНИЯ**

**В.О. Солнцев, доктор педагогических наук, доцент;**

**Д.Н. Церфус, кандидат медицинских наук;**

**Ю.Ю. Стрельникова, кандидат психологических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проанализированы особенности адаптации обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России в начальном периоде обучения. Произведена оценка функционального состояния организма обучающихся с учетом особенностей проявления, выраженности и сочетания различных характеристик обучающихся в группах психофизиологического сопровождения, что позволило дифференцированно определить потребность в проведении различных мероприятий психологического сопровождения.

*Ключевые слова:* адаптация, функциональное состояние организма, психофизиологическое сопровождение, нервно-психическая устойчивость, функциональные нагрузочные пробы, «группы психофизиологического сопровождения»

## **OPTIMIZATION OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL SUPPORT IN THE COURSE OF VOCATIONAL TRAINING OF EMPLOYEES OF STATE FIRE SERVICE OF EMERCOM OF RUSSIA TAKING INTO ACCOUNT THE ESTIMATION OF THE FUNCTIONAL CONDITION OF THE ORGANISM TRAINED IN THE TRAINING INITIAL OF TEACHING**

V.O. Solntsev; D.N. Tserfus; J.J. Strelnikova.

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

In article features of adaptation of trained in Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia in initial stage of training are analyzed. The estimation of functional condition of organisms of trained in Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia is made. The account of features of display, expressiveness and combination of various characteristics trained in groups of psychophysiological support allows to define differentially requirement for carrying out of various actions of psychological support.



*Key words:* Adaptation, functional state of organism, psychophysiological support, Psychological stability, functional loading tests, «groups of psychophysiological support»

Основной целью системы обучения и воспитания в вузе является подготовка квалифицированного специалиста с достаточным уровнем развития навыков и умений, способного быстро принимать правильные решения и адаптироваться в новых условиях. Это в полной мере относится и к вузам, осуществляющим профессиональную подготовку сотрудников ГПС МЧС России.

Особенности организации учебного процесса, интенсивность информационных, эмоциональных и физических нагрузок, а также новизна социальных отношений в начальном периоде обучения обуславливают повышенное напряжение психических и физиологических регуляторных механизмов, мобилизации физиологических резервов организма обучающихся.

Комплексное социально-психологическое изучение и психофизиологическое обследование допризывной молодежи показало, что многие из них не обладают достаточными предпосылками для достижения успешной профессиональной адаптации за короткий срок [1, 2]. По данным анализа, проведенного в ВМедА, методическом центре по профессиональному психологическому отбору и сопровождению в вузах, выявлено, что до 10–15 % обучающихся в вузах различных силовых ведомств обладают низким уровнем развития психофизиологических характеристик, среди них процент отчисления из вузов в 1,5–3 раза выше [3]. Большую роль в успешной профессиональной адаптации в вузе играют физиологические показатели функционального состояния организма обучающихся.

Реформы высшего образования обуславливают все более высокое напряжение психических и физиологических регуляторных механизмов, обеспечивающих профессиональную адаптацию обучающихся, особенно в начальном периоде обучения [3].

Обучение в вузе требует не только хорошего здоровья и физической тренированности, но и хорошего функционального состояния организма, нарушение которого чаще всего возникает из-за утомления, вызывающего дезинтеграцию функциональных систем организма [3]. И, прежде всего, дезинтеграцию центральной нервной системы (ЦНС) с развитием фазовых состояний, снижающих способности ЦНС к восприятию и переработке информации и принятию адекватного решения.

О функциональных состояниях говорят, начиная с рассмотрения и анализа деятельности отдельной живой клетки и внутриклеточных структур и кончая сложными формами эмоциональных переживаний и даже характеристикой поведения на уровне коллектива, социума [4]. И все же, несмотря на большой интерес к проблеме функциональных состояний со стороны исследователей она до сих пор остается недостаточно разработанной. Не существует общепринятых определений основных понятий, которыми оперируют специалисты в области функциональных состояний [5].

Раскрытие содержания понятия «функциональное состояние организма» возможно на основе теории функциональных систем, разработанной П.К. Анохиным [5]. Согласно этой теории целостный организм представляет собой иерархию множества функциональных систем как одновременно, так и последовательно взаимодействующих.

Судаков К.В. [6], который продолжил разработку идей П.К. Анохина, считал, что функциональные системы – это динамические саморегулирующиеся организации, избирательно объединяющие различные органы и уровни нервной и гуморальной регуляции для достижения определённых полезных для организма результатов. Отечественные ученые В.С. Новиков и Н.Р. Деряпа предложили свое определение – под функциональной системой понимается совокупность физиологических и психофизиологических процессов, определяющих уровень активности функциональных систем организма, особенности жизнедеятельности, работоспособность и поведение человека [6].

Положение о функциональной системе как системной реакции развивается в ряде работ Н.Н. Данилова, В.П. Зинченко и др. [7]. При этом подчеркивается формирующий характер данной реакции в процессе деятельности. Таким образом, основу отношений функционального состояния и деятельности составляет двустороннее взаимное влияние. Описывая функциональное состояние как системную реакцию, выделяют в качестве основных элементарных структур или звеньев системы функции и процессы разного уровня: биофизического, биохимического, физиологического, психологического и поведенческого.

Функциональная система формируется в результате оперативной деятельности, в зависимости от той оперативной ситуации, обстановки, в которой находится организм. Условием развития функциональной системы является системообразующий фактор, под которым понимают полезный приспособительный результат. Благодаря достижению этого полезного приспособительного результата, используя принцип пластичности нервной системы и пластичности регуляторных механизмов, и формируется совокупность взаимодействующих органов, целенаправленная на достижение этого полезного результата [7].

В виде системообразующего фактора могут выступать:

1. Показатели внутренней среды, определяющие нормальный метаболизм тканей.
2. Результаты поведенческой активности, удовлетворяющие основные биологические потребности организма.
3. Результаты социальной деятельности.

Во многих случаях функциональное состояние рассматривается как фон, на котором идут психические процессы, например процессы приема и переработки информации, принятия решения и формирования управляющих воздействий, то есть реализуется та или иная конкретная деятельность.

Наблюдаемые реальные изменения в структуре и характере деятельности человека можно связать с изменением функционального состояния человека. Таким образом, функциональное состояние перестает быть просто фоном и становится существенной особенностью динамики реально наблюдаемых характеристик поведения и деятельности [7].

Ключевым звеном в структуре общего функционального состояния организма является функциональное состояние ЦНС, преимущественно головного мозга. Последнее рассматривается как результат взаимодействия неспецифической генерализованной активации, связанной с ретикулярной формацией, и нескольких локальных источников специфической активации [7]. Среди последних выделяют «каналы» [7], определяющие уровень произвольного внимания и восприятия (затылочные отделы правого полушария), понятийного мышления (лобно-височные отделы левого полушария), моторной активности (прецентральная зона коры), мотиваций и эмоций (гипоталамо-лимбико-ретикулярный комплекс).

Функциональное состояние в большинстве случаев раскрывается через деятельность и поведение.

Особое место при изучении функциональных состояний занимает проблема факторов, определяющих уровень и особенности функционального состояния. Н.Н. Данилова выделяет 5 групп явлений, регулирующих функциональные состояния [7].

1. Мотивация – то, ради чего выполняется конкретная деятельность. Чем интенсивнее, значимее мотивы, тем выше уровень функционального состояния.

2. Содержание самого труда, характер задания, степень его сложности. Это, по-видимому, наиболее важный регулятор функционального состояния. Сложность задания является главной детерминантой уровня активации нервной системы, на фоне которой осуществляется данная деятельность. При возрастании мотивации и заинтересованности наблюдается рост активации, что сказывается на выполнении легкого задания и совсем не влияет на эффективность служебной задачи.

3. Величина сенсорной нагрузки, которая может меняться от сенсорного перенасыщения, перегрузки до сенсорной депривации с крайним недостатком сенсорных воздействий.

4. Исходный фоновый уровень, сохраняющий след от предшествующей деятельности субъекта.

5. Индивидуальные особенности субъекта.

Принципами оценки функционального состояния организма человека является комплексный системный методический подход.

Системный методический подход, используемый при оценке функционального состояния организма человека, основывается на следующих нормативных принципах [7]:

- адекватности – предусматривающий строгое соответствие применяемых методов оценки функционального состояния организма особенностям военно-профессиональной деятельности;

- комплексности – предполагающий применение такого набора методик исследования, который позволит получить надежную информацию о функциональном состоянии организма;

- минимизации – целесообразно ограничивающий (без потери информативности и надежности итоговой оценки) количество изучаемых показателей до минимально необходимого уровня;

- конкретности – определяющий необходимость изучения в первую очередь тех систем и функций организма, которые испытывают наибольшую нагрузку в процессе деятельности;

- динамичности – предполагающий проведение периодических обследований, позволяющих уточнять и дифференцировать динамику функционального состояния в процессе деятельности;

- реактивности – предусматривающий необходимость изучения реакций организма на дополнительную нагрузку (нагрузочные, профессиональные пробы) для раннего выявления реакции организма;

- восстановимости – позволяющий изучить процесс восстановления функций организма после окончания деятельности;

- индивидуальности – обеспечивающий учет индивидуальных особенностей ответных реакций организма на деятельность.

Для оценки функциональных состояний используют три типа методов: физиологические, поведенческие и субъективные. К этим методам обычно добавляются показатели работоспособности, получаемые путем прямых профессиографических измерений либо с помощью экспертных оценок [8].

Физиологические методы рассматриваются многими исследователями в качестве базовых методов.

Проблема оценки функциональных состояний тесно связана с проблемой их прогнозирования.

Прогнозирование функционального состояния, надежности и эффективности профессиональной деятельности, как и оценка функционального состояния, о которой говорилось выше, не может быть достигнуто применением одной какой-либо методики.

Анализ рассмотренных выше положений показывает, что существует реальная возможность прогнозирования последующей деятельности по исходному функциональному состоянию. Вместе с тем при решении практических задач диагностики и прогноза функциональных состояний нельзя забывать о нелинейной природе связей между различными функциями и свойствами системы психики [6].

Функциональное состояние как объект диагностики и прогнозирования должно рассматриваться в качестве иерархической системы. К высшему уровню относится субъективный компонент, отражающий личностное отношение человека к самому себе и окружающему. На втором и третьем местах находятся соответственно интеллектуальный и

сенсомоторный компоненты, характеризующие наличный уровень способностей индивида к деятельности. Наконец, четвертое место в иерархии занимает физиологический компонент, информирующий о функциональных резервах и «цене» предстоящей деятельности [7].

О связи ухудшения функционального состояния организма в процессе адаптации к учебной деятельности и высокой учебной нагрузки, требующей дополнительного напряжения адаптационных возможностей организма, свидетельствуют многочисленные физиолого-гигиенические исследования последнего времени.

Как известно, во взаимодействии психических и физиологических компонентов приспособительных реакций формируется многоуровневая функциональная система адаптации [7].

Соотношение целей адаптации (сохранить гомеостаз и выполнить задачи деятельности) определяет вклад каждого из этих компонентов. Течение адаптационного процесса, таким образом, определяется спецификой адаптогенного фактора и величиной «психофизиологического потенциала индивида», в структуру которого входят характер, интеллект, энергетические и регуляторно-адаптационные возможности человека. В осуществлении любой профессиональной деятельности важнейшую роль играют установленные И.П. Павловым типологические особенности ВНД (4 типа). В основе физиологических концепций лежит различная выраженность процессов возбуждения и торможения в ЦНС и их соотношения.

В условиях возросших требований к адаптационным возможностям организма обучающихся вузов очевидна необходимость применения индивидуально-типологического подхода к прогностической оценке эффективности приспособительной деятельности.

В достижении устойчивой и совершенной адаптации немалую роль играют перестройка регуляторных приспособительных механизмов, мобилизация физиологических резервов, а также последовательность их включения на разных функциональных уровнях. Первоначально, как известно, включаются обычные физиологические реакции, а затем – реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма. В конечном итоге это приводит к формированию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека [6, 7].

В условиях современного научно-технического прогресса непрерывные стрессорные воздействия, связанные с учебной деятельностью, обязывают рассматривать организм человека как динамическую систему, непрерывно приспосабливающуюся путем изменения уровня функционирования и напряжения отдельных систем и регуляторных механизмов к условиям окружающей среды [6, 7].

Обучение в вузе как любая организованная деятельность связано с отчетливым представлением о задаче, цели и ожидаемом результате действия. Реализация учебной деятельности требует напряжения вегетативных регуляторных механизмов, направленного на восстановление нарушений гомеостаза при приспособлении к условиям обучения.

Снижение адаптационных возможностей организма связывают и с резким ослаблением физиологической «меры» против болезни и устойчивости организма по отношению к стрессорным воздействиям. Поэтому оценка функционального состояния организма является показателем уровня здоровья обучающегося [7].

Исследование, посвященное данной проблематике, осуществлялось среди обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России различных специальностей («Пожарная безопасность», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Управление персоналом», «Психология») в общей выборке ( $n = 87$ ).

Использованный методический аппарат включал комплекс методов оценки: успешности адаптации и обучения в вузе; физического развития и подготовленности; измеряемых и расчетных физиологических показателей функционального состояния и физиологических резервов сердечно-сосудистой, дыхательной, вегетативной нервной систем

организма; психофизиологическую оценку уровня развития познавательных психических функций; оценку индивидуально-психологических и поведенческих особенностей.

Первоначально оценивались возможности мероприятий психофизиологического сопровождения на основе учета нервно-психической устойчивости обучающихся (НПУ). Проводилась оценка и выявление особенностей функционального состояния обучающихся в «полярных» по уровню НПУ группах. Было установлено, что обучающиеся со сниженным уровнем НПУ отличались более высокими значениями ЧСС ( $p < 0,045$ ), тонического напряжения сосудов ( $p < 0,05$ ). Расчетные показатели подтвердили большее функциональное напряжение сердечно-сосудистой системы в группе «худших» по НПУ обучающихся, что выражалось в более низких значениях сократительной способности сердца ( $p < 0,09$ ), силы и объема сердечного выброса ( $p < 0,05$ ), в больших энергетических затратах и периферическом сопротивлении сосудов ( $p < 0,015$ ). Наиболее показательной была разница в уровне обменно-энергетических процессов и снабжении кислородом миокарда, определяемых индексом Робинсона ( $p < 0,024$ ).

У обучающихся со сниженным уровнем НПУ чаще возникали стрессовые реакции, отмечалось преобладание симпатических влияний вегетативной нервной системы по индексу Кердо ( $p < 0,004$ ) и повышенный уровень мобилизации функциональных резервов организма по функциональным нагрузочным пробам Руфье, Штанге, Генча.

При изучении динамики адаптации было отмечено, что количество обучающихся с трудностями адаптации в середине первого семестра обучения достигало 42 %, что значительно превышало количество обучающихся только со сниженной НПУ или только с низким уровнем интеллектуального развития, но было значительно меньше их суммарного количества.

Далее, вся выборка обучающихся первого курса была разделена на четыре «группы психофизиологического сопровождения» со следующей структурой, которая представлена в таблице, определялась динамика профессиональной подготовки, проводилась оценка функционального состояния обучающихся и структуры групп сопровождения.

**Таблица Количественная структура «групп психофизиологического сопровождения» обучающихся в Санкт-Петербургском университета ГПС МЧС России (абс. и %,  $n=87$ )**

Группа психофизиологического сопровождения	Категории профессиональной пригодности			
	НПУ	ОИР	абс.	%
1 группа	I-II «лучшие»	I-II «лучшие»	47	54
2 группа	I-II «лучшие»	III «худшие»	15	17
3 группа	III «худшие»	I-II «лучшие»	13	15
4 группа	III «худшие»	III «худшие»	12	14
Итого	-	-	87	100

Самой многочисленной была 1-я группа сопровождения, которую составили 47 обучающихся (54 % всей выборки). Состав остальных групп был практически равномерным: от 12 до 15 человек, что в процентном отношении составляет 14–17 %. Следовательно, наиболее оптимальное формирование групп сопровождения обучающихся достигается при комбинированном подходе, когда в равной степени учитываются значения показателей и НПУ, и интеллектуального развития в различных сочетаниях.

В ходе дальнейших исследований выявлялись особенности функционального состояния обучающихся сформированных групп сопровождения с учетом проявлений физиологического, интеллектуально-познавательного, индивидуально-психологического, поведенческого факторов, отражающих различные уровни регуляции организма и влияющих на успешность профессиональной адаптации обучающихся и обучения в вузе.

Анализ результатов оценки *физиологических показателей функционального состояния* обучающихся выявил ряд достоверных различий физиологических показателей между обучающимися в парах 1–3-й, и 1–4-й группами.

Нами была выявлена закономерность к увеличению ЧСС ( $p < 0,02$  –  $p < 0,0001$ ) и ЧД ( $p < 0,02$ ) у курсантов в 3-й и 4-й группах; в 3-й группе по сравнению с 1-й выше показатели диастолического артериального давления ( $p < 0,046$ ), пульсового давления ( $p < 0,007$ ), периферического сопротивления току крови ( $p < 0,015$ ) и ниже ударный объем ( $p < 0,018$ ). Выявлена разница в уровне обменно-энергетических процессов и снабжении кислородом миокарда (ИР). Этот показатель был достоверно выше в 4-й группе ( $p < 0,05$ ).

Наибольший интерес представляли выраженные различия многих измеряемых и расчетных физиологических показателей, выявленные между 3-й и 4-й группами, обучающиеся в которых в равной степени являлись «худшими» по НПУ, но отличались «полярными» показателями интеллектуального развития. Статистически значимые различия между группами выявлены по показателям тонического напряжения сосудов, пульсовому давлению, ударному объему, вегетативному индексу, пробе Руфье и показателю сердечной деятельности. В 3-й группе были выше: тоническое напряжение сосудов ( $p < 0,06$ ).

В 4-й группе выше показатели пульсового давления ( $p < 0,04$ ), ударного объема ( $p < 0,036$ ), периферического сопротивления току крови ( $p < 0,015$ ), тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Следует отметить, что уровень вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы имел в группах сопровождения линейную зависимость увеличения тонуса ее симпатического отдела от 4-й группы к 1-й группе. 4-я группа оказалась наиболее подверженной стрессовым влияниям и характеризовалась выраженным напряжением адаптационных механизмов.

Изучение параметров *интеллектуально-познавательного фактора* в группах показало, что сходными по количественным параметрам интеллектуальной активности являлись 1-я и 3-я группы, практически все характеристики которых (производительность, точность и надежность интеллектуальной деятельности) оказались статистически значимо выше. Структура типологических познавательно-стилевых характеристик, отражавшая качественную сторону интеллектуальной деятельности у обучающихся, также имела свои особенности в группах.

При изучении *индивидуально-психологических особенностей* наиболее сбалансированный личностный профиль определялся в 1-й и 2-й группах обучающихся («лучших» по НПУ). Тогда как в группах со сниженным уровнем НПУ (3-й и 4-й) определялись акцентуированные черты. Интерес представляет тот факт, что индивидуально-психологические профили обучающихся 3-й группы отражали невротическую направленность акцентуаций, для обучающихся 4-й группы была характерна склонность к формированию акцентуаций психопатической направленности.

Изучение *поведенческих особенностей обучающихся* выявило достоверные различия между группами. Более высокий риск возникновения делинквентного и аддиктивного поведения был выявлен у обучающихся 4-й группы.

Проведенные исследования подтвердили правомерность выделения «групп психофизиологического сопровождения» обучающихся в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России. Оно позволяет конкретизировать различные направления, содержание, методическое обеспечение и организацию психофизиологического сопровождения обучающихся с учетом индивидуально-психологических особенностей, когнитивного стиля интеллектуальной деятельности, показателей физиологической регуляции и функционального состояния организма.

Учет особенностей проявления, выраженности и сочетания различных характеристик обучающихся в группах психофизиологического сопровождения позволяет дифференцированно определить потребность в проведении различных мероприятий психофизиологического сопровождения обучающихся в остром периоде адаптации.

## **Литература**

1. Сысоев В.Н., Булка А.П. Методологические подходы к прогнозированию успешности профессиональной деятельности // Вестник Балтийской педагогической академии. СПб., 2009. Вып. 40. № 4. С. 96–103.
2. Боченков А.А. Психофизиологическое сопровождение подготовки частей и подразделений к боевым действиям // Актуальные проблемы психофизиологической коррекции функционального состояния военнослужащих: Материалы Всеармейской науч.-практ. конф. СПб.: ГВМУ, ВМедА, 178 НПЦ ГШ ВС РФ, 2000. С. 24–25
3. Городецкий Б.И., Комаров А.И. Изучение уровня и структуры военно-профессиональной адаптации курсантов вузов Министерства обороны РФ // Актуальные проблемы психофизиологического обеспечения учебно-боевой деятельности личного состава Вооруженных Сил. М., 2005. С. 64–65.
4. Казин Э.М., Литвинова Н.А., Коробецкая О.Н. Оценка показателей психофизиологического, биоритмологического и гормонально-метаболического статуса при адаптации людей к операторскому труду // Физиология человека. 2007. Т. 15. № 1. С. 167–170.
5. Апчел В.Я., Цыган В.Н. Стресс и стрессустойчивость человека. СПб., 1999. 86 с
6. Судаков К.В. Основные принципы общей теории функциональных систем // Функциональные системы организма. Руководство. М.: Медицина, 1987. С. 26–48.
8. Данилова Н.Н. Функциональные состояния, механизмы и диагностика. М.: МГУ. 2008. 287 с.

## **ТЕОРЕТИКО-ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ФЕНОМЕНА ОТНОШЕНИЙ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ И ПРОФЕССИИ «ПСИХОЛОГ МЧС РОССИИ» И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗИ С ЛИЧНОСТНЫМИ КАЧЕСТВАМИ**

**С.П. Иванова, кандидат психологических наук, доцент;  
Г.К. Артамонова, доктор юридических наук, профессор.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обоснованы теоретические разработки опросников для диагностики отношения к профессиональной ответственности и к профессии «Психолог МЧС России», описан процесс их формирования, рассмотрена значимость изучения психологических феноменов в процессе профессиональной подготовки будущих психологов.

*Ключевые слова:* отношение, профессиональная ответственность, когнитивный, аффективный и регулятивный факторы, межличностный уровень, личностный уровень

## **TEORETIKO-EMPIRICAL STUDYING OF A PSYCHOLOGICAL PHENOMENON OF ATTITUDE TOWARD THE PROFESSIONAL RESPONSIBILITY AND THE «PSYCHOLOGIST OF THE MINISTRY OF EMERGENCY MEASURES» OCCUPATION AND ITS INTERRELATION WITH PERSONAL QUALITIES**

S.P. Ivanova; G.K. Artamonova.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Article substantiates theoretical bases of development of questionnaires for diagnostics of the attitude toward the professional responsibility and toward the «Psychologist of EMERCOM of Russia» occupation. Article describes the process of their formation, the importance of studying of the specified psychological phenomena in the course of professional training of the future psychologists.

*Key words:* attitude, professional responsibility, cognitive, affective and regulative factors, interpersonal level, personal level

В процессе профессиональной подготовки будущих психологов МЧС России особую роль играет умение использовать механизмы саморегуляции личности, общие закономерности которой реализуются в индивидуальной форме, зависящей от конкретных условий, а также от характеристик нервной деятельности, отличных качеств субъекта и его привычек в организации своих действий, что формируется в процессе обучения и воспитания. Поэтому разработка проблем, связанных с формированием индивидуально-психологических свойств личности, является, на наш взгляд, чрезвычайно актуальной [1–3].

Психическая активность человека по своей природе носит общественный характер, осуществляется в социуме, являющимся целостной реальной действительностью, характеризующейся общей закономерностью и с которой личность состоит в специфических взаимоотношениях. Система отношений детерминирует характер переживаний личности, особенности восприятия действительности, характер поведенческих реакций на внешнее воздействие, то есть участвует в формировании уникальных индивидуальных особенностей личности.

Анализ научной литературы показал, во-первых, научно-практические задачи, поставленные с целью обеспечения психологических условий подготовки психологов, не нашли достаточного отражения в исследованиях. Во-вторых, для формирования адекватного психологического отношения к профессиональной ответственности в образе «Я-психолог» у студентов необходимы наличие научно обоснованных и эффективных методик, способствующих успешному овладению профессией и становлению специалиста, и организация системы психологического сопровождения обучающихся в вузе.

С целью всестороннего рассмотрения феномена отношений к ответственности в ракурсе профессиональной ответственности и к профессии «Психолог МЧС России» в нашем исследовании были использованы междисциплинарный, сравнительный и личностный подходы, авторские опросники «Отношение к профессиональной ответственности» и «Отношение к профессии «Психолог МЧС России», разработанные по алгоритму О.С. Дейнека в комплексе с другими методиками.

Первоначальный этап исследования был посвящен сбору и обработке информации о представлении студентов-психологов о своей будущей профессии «Психолог». В качестве первоначального шага исследовательской работы со всеми студентами-первокурсниками были проведены и предложено написать эссе, опираясь на ряд вопросов, характеризующих отношение к профессии психолога: «Как я представляю свою будущую профессию «Психолог МЧС России?», «Что мне нравится в этой профессии?», «Какими личностными качествами должен обладать психолог МЧС России?», «Что мне даст эта профессия?», «Какие мои личные качества помогут быть хорошим специалистом?», «Почему я хочу стать психологом?». В исследовании участвовали 76 студентов-психологов.

Анализ анкетных интервью показал, что студенты в большей степени при выборе профессии опирались на мнения окружающих (родителей, СМИ, психологов в школе, друзей), и только 17 % из опрошенных высказали, что решение обучаться по этой специальности приняли самостоятельно.

Из всех мотиваций поступления в вуз, названных студентами, значительно выделялось стремление угодить родителям, требующих неперемennого продолжения образования. В высказываниях чаще всего присутствовали пафосные, аффективные характеристики профессии (чаще всего повторялись следующие: «профессия очень нужная людям», «модная», «идет на пользу обществу»). Почти у всех респондентов (76 %)



отсутствовало представление о своем будущем как специалиста по окончании вуза (причины: неясна материальная обеспеченность, нет примера работы психолога в близком окружении, неуверенность в собственных силах). Примерно четверть студентов (23 %) считала, что возможно перейдут в другой вуз, если здесь не понравится (в основном предполагаемая причина перехода: сложность психологии как науки – «Я не знаю, справлюсь ли»). Перечисленные факты можно интерпретировать, как недостаточная осознанность студентами будущей профессиональной деятельности и целесообразности обучения в институте по этой специальности.

Аналогично были проведены беседы и предложено написать эссе работающим психологам МЧС России и кризисного центра. Анализируя ответы, предъявленные специалистами со стажем работы, и сравнивая их со студенческими, было установлено, что у взрослых людей четко проявляется осознанность в выборе профессии («Мне нравится моя работа», «Оставлю ее только в крайнем случае»); только 12 % опрошенных высказались, что случайно попали на эту работу («Так сложилась судьба»). Взрослые люди характеризуют свою деятельность, прежде всего, с позиции сложности межличностных производственных зависимостей и отношений («взаимоотношения с начальством, сотрудниками»). Они меньше настроены видеть в своей деятельности пафосного, и больше – желания помочь конкретному человеку (64 %). Обращает на себя внимание, что у специалистов со стажем нет четкого представления процесса самой деятельности психолога по причинам обилия руководящих материалов (44 %), длительности оформления отчетов, за которыми теряется объект действия (72 %). В интервью респонденты показали, что не всегда четко понимают свои задачи (42 %), не всегда у них есть в наличии необходимые документы (37 %), а в некоторых практических ситуациях они не представляют как надо себя вести (причины: отсутствие алгоритма, повышенное требование к себе), ссылаясь на свой незначительный опыт (29 %).

На основании анализа анкетных данных и эссе были составлены многофакторные опросники «Отношение к профессиональной ответственности» и «Отношение к профессии «Психолог МЧС России» в три этапа. Первый этап – концептуальная подготовка. На основании теоретического изучения рассматриваемой проблемы подбирались основные позиции, связанные с реальностью изучаемых отношений, в частности, по нашему исследованию – это были отношения к ответственности и к профессии психолога МЧС России. Использовались компоненты отношения к ответственности и профессии психолог, различные критерии для классификации по общенаучной базе, принятой в психологии (пространство, время, энергия, информация); триада: когнитивный, аффективный и регулятивный.

На втором этапе сначала проводилось интервью респондентов, формировались первичных суждений и затем предлагались испытуемым оформить ответы в виде эссе. Далее осуществлялась обработка полученных результатов и конструирование самих утверждений в соответствии с тем, как это принято в интервью, чтобы они все были просты, понятны, однозначны, все в едином ключе [4].

На третьем этапе для исследования личностного отношения так формулировались суждения, чтобы первая часть содержала утверждения, в которых присутствовали когнитивный, аффективный и регулятивный компоненты: «Я считаю...», «Мне нравится... не нравится...», «Я готов (действовать)...». Затем суждения располагались в случайном порядке.

Была выбрана 7-балльная шкала, статистически более удачная, чем 5-, 10-балльные шкалы или предлагаемые ответы «да»/«нет». Шкала оформлена как цифровая. Чтобы работоспособность испытуемых была равной, опросники содержали по 44 утверждения, размещенные на двух страницах. Для обработки полученных данных были использованы непараметрические критерии, так как исследовались сложные реальности и компактные выборки.

Надежность теста – это характеристика точности его как измерительного инструмента, устойчивости его к действию помех (состояния испытуемых, их отношения к

процедуре тестирования и т.д.) [5]. Как указывает В.А. Ядов понятие надежности правомерно относить к инструменту, с помощью которого производится измерение. В отношении полученных данных позволительно говорить, что они достоверны, потому что фиксированы надежным инструментом [4].

На обеспечение надежности опросника направлены принципы его построения: однородность утверждений, насколько они воспринимаются человеком как равные, однородные, недвусмысленные, не вызывают ли дискомфорта при заполнении. Важно правильно подбирать слова, располагать их в определенном порядке. Были привлечены несколько оценщиков, экспертов – преподаватели психологических дисциплин и адъюнкты. Поскольку опросник является многофакторным, объединение в один фактор утверждений, приблизительно связанных с одной и той же сущностью, позволяет делать определенные выводы. Корреляционные связи рассматривались внутри факторного анализа, что усиливает валидность опросника.

Опросник «Отношение к профессиональной ответственности» направлен на выявление особенностей отношения к профессиональной ответственности на личностном уровне (микросоциальном уровне) и на уровне социума (макроуровне), включает следующие компоненты: оценка отношения к ответственности перед обществом, социумом, самим собой за общее дело достижения общей цели, правильности использования знаний, умений, средств труда, творческого подхода, межличностных отношений; переживания по поводу нарушения правил вынужденно или по собственному решению человека; оценка соотношения выгоды и готовности нарушить правила и инструкции; связь поколений, приверженность традициям; готовность человека нарушить правила или нет; осознание общности единой цели перед всеми.

Для усиления надежности исследования утверждения касались всех аспектов отношений: когнитивный, аффективный и регулятивный, что отражено в начальных формулировках утверждений. С одной стороны, на этот процесс формирования отношений могут существенно повлиять переживания, связанные соответственно с требованиями и возможностями, их несправедливостью, отсутствием обеспечения реальных возможностей, защиты интересов человека со стороны коллектива сотрудников, что субъективно воспринимается личностью как нарушение социумом общественного договора. На этой основе появление обиды и, возможно, желания отомстить, например, несоблюдением правил, что может представлять угрозу для общества или коллектива. С другой стороны, для обеспечения безопасности и защищенности человеку выгодно, чтобы правила, требования соблюдались. На формирование установок, побуждающих к адекватному поведению, может повлиять и связь поколений, традиции. Для общества это желаемый вариант, так как создает основу для общественного договора.

На межличностном уровне представлялось интересным выяснить отношение личности к ответственности как результату социализации (знание, осмысление, соотнесения с традициями социального слоя, семьи, культуры, соблюдать правила или нарушать их, – нравственно или безнравственно, выгодно или невыгодно); как аффективному фактору (наличие или отсутствия боязни, обиды по отношению к социуму); как индивидуальному поведению (действию): в том числе «нарушать - не нарушать», оправданно нарушение или нет, престижно ли соблюдать предписанные правила, ощущается ли опасность при нарушении.

Опросник «Отношение к профессии «Психолог МЧС России» направлен на выявление особенностей отношения к профессии на личностном микросоциальном и на макросоциальном уровнях.

На личностном уровне опросник включал в себя утверждения, касающиеся отношения личности на микросоциальном к профессиональным обязательствам: как результату специализации (знание, осмысление, соотнесения с традициями социального слоя, семьи, культуры – нравственно или безнравственно); как аффективному фактору (степень обременения профессиональными требованиями); как индивидуальному поведению (действию). На макросоциальном уровне опросник включал в себя утверждения, касающиеся отношения личности к профессии психолога вообще. Утверждения также касались таких аспектов отношений как когнитивный, аффективный и регулятивный, что отражено в начальных формулировках утверждений. Испытуемым предлагалось, пользуясь шкалой, определить степень согласия с предложенными утверждениями.

Таким образом, в результате проведенной работы были разработаны инструменты для выявления отношений к профессиональной ответственности и профессии «Психолог МЧС России», проведены экспертные оценки у преподавателей психологических дисциплин и группы адъюнктов университета, что способствовало исключению ошибок и достижения гомогенности опросников.

Результаты факторного анализа опроса студентов первого курса по опроснику «Отношение к профессиональной ответственности» показали тесные высокосignимые корреляционные взаимосвязи компонентов в плеаде между всеми признаками данного фактора – каждый пункт связан со всеми. В этот фактор с наибольшей нагрузкой вошли признаки, связанные с аффективным аспектом, с боязнью нарушить правило на уровне личности и возможным наказанием за это, с неприятными эмоциями, возникавшими в случае некорректного поведения родителей.

Кроме того, в данный фактор вошли по одному признаку из регулятивного «Мне легче сделать то, что должен(а), чем не выполнять это» и когнитивного «Я считаю, что лучше «спокойно спать...» блоков опросника. Такое соотношение признаков в самом весомом факторе свидетельствует о значимости аффективного аспекта для формирования отношения личности к ответственности. Этот факт можно объяснить тем, что учащиеся первого курса не прошли еще стадию формирования ответственного отношения к делу, к профессиональным обязанностям, поэтому регулятивный и когнитивный аспекты здесь существенно не проявляются. На важность воздействия на эмоции как одного из инструментов воздействия на личность указывает Г.С. Мельник [6].

Таким образом, выявлены корреляционные связи между личностными особенностями и отношением к ответственности выполнения профессиональных обязанностей, которые дают очень значимую с практической точки зрения информацию об отношении к ответственности, применимую для выработки рекомендаций для психологического обеспечения профессиональной подготовки будущих психологов МЧС России.

## **Литература**

1. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности: учеб. пособ. для вузов. М., 2001.
2. Зеер Э.Ф. Психология профессий: учеб. пособ. 2-е изд. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999.
3. Иванова Е.М. Профориентационная профессиография. М., 2005.
4. Ядов В.А. Внутрличностные образования. Социологическое исследование: методология, программа, методы. Самара.: Изд-во «Самарский университет», 1995. С. 332.
5. Гайда В.К., Захаров В.П. Психологическое тестирование: учеб. пособ. Л., 1982. С. 101.

6. Мельник Г.С. Mass Media: Психологические процессы и эффекты. СПб.: Изд-во С.-Петерб. гос. ун-та, 1996. 160 с.

## **ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ХОДЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ**

**А.А. Грешных, доктор педагогических наук, профессор;**

**Е.Э. Отинова-Ордина.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены проблемные вопросы применения системного подхода к управлению образовательным процессом в учебном центре федеральной противопожарной службы МЧС России через оценку качества образовательных услуг со стороны внешней среды (потребителей образовательных услуг) и внутреннюю оценку качества со стороны субъектов образовательного процесса учебного центра.

*Ключевые слова:* качество образования, методы оценки, внутренний мониторинг качества, продуктивное управление

## **EXTERNAL AND INTERNAL SYSTEM OF THE ESTIMATION OF QUALITY OF EDUCATIONAL PROCESS IN SYSTEM OF ADDITIONAL VOCATIONAL TRAINING OF EMERCOM OF RUSSIA**

A.A. Greshnih; E.E.Otinova-Ordina.

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

Problem questions of application of the system approach to management of educational process in educational center federation fire service of EMERCOM of Russia through an estimation of its quality are considered from environment (an estimation of consumers of educational services) and internal estimations of quality from subjects of educational process of the educational center.

*Key words:* quality of formation, estimation methods, internal monitoring of quality, productive management

В последние годы проблема профессиональной мобильности специалистов приобрела исключительную актуальность. Происходящие в мире множественные природные, техногенные, экологические и социальные катаклизмы заставили общественность многих стран по-новому взглянуть на эту проблему.

В дореформенный период зачастую оперативные службы, направляемые к месту происшествий, оказывались не готовыми эффективно действовать в нестандартных экстремальных условиях, что приводило к чрезмерным материальным потерям. Связано это было во многом с устаревшей и малоэффективной системой подготовки кадров. Ошибочно считалось, что если специалист умеет эффективно действовать в обычных условиях, то автоматически это проявится и в экстремальных. Однако практика доказала необходимость организации практических занятий, направленных на формирование и дальнейшее развитие специальных личностно-значимых качеств, позволяющих выполнять работы в особо опасной среде и при повышенных физических нагрузках [1].

В системе профессиональной переподготовки спасателей-пожарных МЧС России в условиях учебных центров федеральной противопожарной службы (ФПС) МЧС России требуется реализация целого комплекса мероприятий научно-методического моделирования

процесса переподготовки, включающего структурирование, переработку учебно-методического комплекса, педагогических технологий, а также внедрение системного подхода в процесс обучения специалистов на всех уровнях. При этом приоритетной задачей профессиональной подготовки личного состава ФПС должно стать формирование личности высококвалифицированного специалиста-профессионала, с учетом его индивидуальных особенностей и способностей к дальнейшему саморазвитию и расширению профессиональной мобильности [2].

Подготовка многопрофильных специалистов давно осуществляется в мировом образовательном пространстве, это детерминировано консолидацией спасательных сил и средств на международном уровне. Все чаще российские пожарные и спасатели принимают участие в международных профессиональных соревнованиях, привлекаются к совместным действиям по ликвидации последствий катастроф различного характера на территории России и за рубежом.

По данным статистики, в России на каждом из 12 500 пожаров в зданиях погибает один пожарный [2]. Нередко причинами являются нарушение сотрудниками правил техники безопасности, недостаток морально-психологической, физической и специальной подготовки, что доказывает важность рассматриваемых проблемных вопросов, в том числе повышения качества профессиональной подготовки личного состава подразделений ФПС МЧС России, участвующего в тушении пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Программа перехода на современную образовательную модель требует от педагогического коллектива образовательного учреждения комплексного решения управленческих, методических, организационно-стратегических задач, связанных с пересмотром, переосмыслением концептуальных положений организации управления образовательным процессом внутри учреждения дополнительного профессионального образования (УДПО).

В последнее время специалистами в области оценки качества образования принято следующее определение: «Под качеством образования понимается характеристика системы образования, отражающая степень соответствия реальных достигаемых образовательных результатов нормативным требованиям, социальным и личностным ожиданиям» [3].

Поскольку корневое понятие «образование» распространяется и на образование как результат (образованность), и на образование как образовательный процесс, позволяющий получить необходимый результат, то и понятие «качество образования» относится и к результату, и к процессу.

Оценка качества образования (система оценок) должна быть подразделена на оценку качества образования со стороны, условно скажем, внешней среды, то есть оценку потребителей образовательных услуг, и внутреннюю оценку качества в самой системе образования [3].

Далее мы рассмотрим методы оценки качества образовательной деятельности учебного заведения (на примере учебного центра ФПС МЧС России), позволяющие также оценить качество управления образовательным процессом.

Внешняя оценка результатов деятельности образовательных учреждений является одним из стимулов для улучшения работы. К внешней экспертизе целесообразно прибегать в том случае, когда вероятность определения перспектив силами сотрудников образовательного учреждения затруднительна или невозможна или если требуется уточнение выбора приоритетов из направлений, определенных в ходе самоанализа или самооценки. Последнее актуально в условиях дефицита ресурсов в организации. Внешняя оценка имеет некоторые особенности, к числу которых можно отнести следующие:

- внешняя оценка дополняет базовую оценку, проводимую в процессе текущей работы;
- в процессе внешней экспертизы проверяются те аспекты работы образовательного учреждения, которые невозможно или очень затратно проверить в ходе внутренней оценки;

– внешняя оценка может служить основанием для последующего сравнения результатов работы образовательного учреждения с результатами деятельности других учебных заведений.

Субъекты внешней оценки:

Внутри образовательного учреждения в различных составляющих процедур внешней оценки принимают участие как представители руководства, так и преподаватели. Внешними экспертами работы образовательного учреждения могут становиться различные субъекты; причины самих экспертиз также могут быть разными. Их можно разделить на две основные группы: внешние эксперты работы учебного центра, проводящие проверки на соответствие неким заданным внутриотраслевым критериям (показателям), и внешние эксперты, приглашаемые непосредственно по инициативе самого учебного центра для исследования объектов (составляющих работы), определенных самим образовательным учреждением [4].

Учитывая существующую на сегодняшний день автономность деятельности учебных центров ФПС МЧС России, в том числе отсутствие инспектирующих научно-образовательных вышестоящих учреждений и инстанций, первая группа экспертов, как правило, ограничивается проверками комиссий соответствующего регионального центра МЧС России. Данные комиссии в основном инспектируют вопросы, связанные с дисциплинарной, финансовой, кадровой и т.п. составляющими. Вопросы организации образовательного процесса, его рентабельности, модели выпускника–специалиста эти комиссии не рассматривают. Результат таких внешних экспертиз не является существенно значимым для образовательного учреждения, так как мало связан с его реальными проблемами.

Вторую группу составляют экспертизы, организуемые по запросу непосредственно образовательного учреждения приглашенными экспертами. Объектами экспертиз данного вида становятся элементы образовательно-воспитательного процесса, управленческого процесса и др. (или их совокупность), которые актуальны для образовательного учреждения. Критерии данной экспертизы носят универсальный характер; они могут быть сопоставлены с данными о работе других учреждений. В ходе внешних экспертиз данного вида существует большая степень вероятности достижения соответствия между экспертным заключением и реальным состоянием организации; определяются проблемы и намечаются пути их решения.

Результаты внешних экспертиз, относящихся ко второй группе, при их базировании на межотраслевых критериях или внутриотраслевых, но универсальных критериях, могут служить основанием для стимулирующего сравнения полученных данных о состоянии (итогах) работы с деятельностью других организаций [5].

На рис. 1 представлены особенности взаимодействия субъекта и объекта оценки качества образовательной системы. Нами выделяется пять таких субъектов: органы власти (Министерство образования и науки РФ, Министерство социального развития РФ и др.), общество (различные ведомственные организации, осуществляющие взаимодействие на основе реализации профессиональной деятельности слушателей учебного центра), объекты профессиональной деятельности (различные структурные подразделения МЧС России), личность (потенциальный кадровый резерв из числа выпускников вузов и лиц, прошедших срочную службу в рядах Российской армии), система ведомственного образования (собственно, образование в системе МЧС России).

Анализ, проведенный на основе мониторинга существующего порядка деятельности учебного центра ФПС МЧС России и интервьюирования отдельных представителей вышеназванных субъектов оценки качества рассматриваемой здесь образовательной системы, выявил ряд проблемных вопросов, решение которых помогло бы формализовать (привести в систему) внешнюю оценку образовательной деятельности учебного учреждения. В свою очередь, это способствовало бы проведению руководителями учебных центров ФПС анализа, планирования и контроля качества образовательного процесса внутри учреждения не локально и субъективно, а системно и объективно.



Рис. 1. Внешняя оценка качества образовательной системы учебного центра ФПС МЧС России

Предлагаемая система внутренних оценок качества образовательной системы учебного центра предполагает три категории субъектов оценки: слушатели, преподаватели (рис. 2 и 3) и контролирующие ведомственные органы.



Рис. 2. Внутренняя оценка качества образовательной системы учебного центра ФПС со стороны категории слушателей



Рис. 3. Внутренняя оценка качества образовательной системы учебного центра ФПС МЧС России со стороны категории преподавателей

Нами выделены четыре категории оценки качества образовательного процесса: самооценка слушателей, оценка образовательных программ, оценка деятельности преподавателей и оценка образовательной деятельности учебного центра. Анализ данных параметров поможет руководителю учреждения выявить уровень удовлетворенности слушателей предлагаемыми образовательными услугами, что является одной из важных составляющих деятельности любого образовательного учреждения.

До последнего времени этот вопрос в педагогике вообще не поднимался. Десятилетиями развивались формы и методы контроля и оценки со стороны преподавателей, образовательного учреждения и т.д. Однако вопрос – как научить слушателей самоконтролю и самооценке своей учебной деятельности до сих пор остается открытым. Отсутствуют руководства для преподавателей, нет соответствующего методического аппарата в учебниках и другой учебной литературе. Но в условиях непрерывного образования, «образования в течение всей жизни», самоконтроль и самооценка учебной деятельности становится для человека важнейшим качеством [6]. Следовательно, проблема требует решения в виде разработки соответствующего научно-методического аппарата самооценивания слушателями достижений в своей учебной деятельности, а также научно-методического аппарата самооценки педагогических кадров и руководителей УДПО МЧС России.

Как мы видим, система внутренних оценок со стороны категории преподавателей также показывает отсутствие обратной связи (рис. 3). В данном случае это касается оценки образовательных программ, рекомендованных вышестоящими контролирующими органами, а также оценки деятельности учебного центра в целом. Анализ внутренней оценки качества образования со стороны категории преподавателей позволит руководителю учебного центра выявить не только степень удовлетворенности означенной категории своей деятельностью в рамках образовательного процесса, но и определить положительные и негативные тенденции в развитии образовательного учреждения.



Во многих странах в учебных заведениях распространен так называемый «**внутренний мониторинг качества**». Это регулярное, минимум один раз за время обучения, проведение анкетирования среди слушателей различных групп и категорий, а также преподавателей. Анкеты должны содержать различные вопросы, касающихся всех сторон жизни учебного заведения – качества преподавания каждого учебного предмета, учебников и других учебных материалов, объективности оценок, состояния учебных помещений, работы библиотеки, мастерских, столовой, спортивных сооружений, тренажеров и т.д. По каждому задаваемому вопросу слушатель проставляет соответствующую оценку (как правило, одну из трех или пяти – например, весьма удовлетворительно, удовлетворительно, неудовлетворительно, очень неудовлетворительно, ниже всяких стандартов). Эти анкеты обрабатываются на компьютере и представляются руководству учебного центра. Анализ таких анкет позволяет судить о деятельности каждого преподавателя, других работников и всех служб и своевременно принимать соответствующие меры. Аналогичный опыт постепенно начинает распространяться и в России, в большей степени пока в ряде вузов [7].

Как видно из рис. 4, процесс контроля со стороны вышестоящих ведомственных органов может осуществляться в более полной мере, чем присутствует на сегодняшний день. Образовательные программы, рекомендуемые к использованию в образовательной деятельности учебного центра, мало учитывают профессиональные и специфические особенности преподавательского состава, возможности материально-технической базы учебного центра и т.п. Научно-методическое сопровождение сводится в основном к рассылке на места методических указаний. Между тем повышение квалификации преподавателей проводится несистемно.

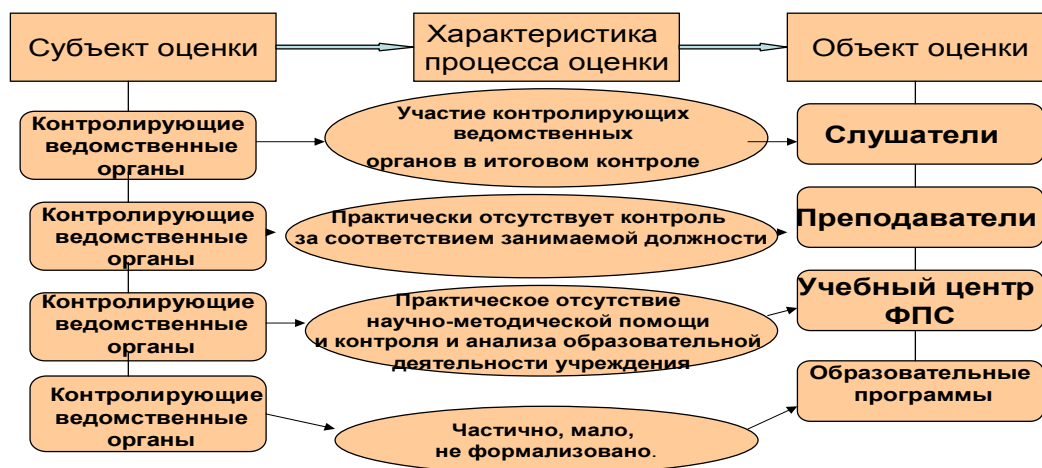


Рис. 4. Внутренняя оценка качества образовательной системы учебного центра ФПС МЧС России со стороны контролирующих ведомственных органов

В настоящее время образовательные стандарты разрабатываются на федеральном уровне с участием заинтересованных федеральных ведомств, а также ученых. На региональном, местном уровнях, уровне образовательного учреждения имеются лишь возможности вносить в содержание образования определенные изменения в соответствии с требуемой спецификой. На сегодняшний день качество образовательных программ практически не оценивается. Разрабатываемые образовательные стандарты внедряются в образовательный процесс и «работают» там до следующей итерации переработки («модернизации») как чисто ведомственные документы. [8]

#### *Выводы:*

1. К построению системы управления качеством образовательного процесса следует применять системный подход. В этом случае к компонентам внешнего окружения организации будут относиться ее «вход», «выход», связь с внешней средой и обратная связь. К подсистемам внутренней структуры организации относятся подсистема научного обоснования, целевая, обеспечивающая, управляемая и управляющая подсистемы. Сначала следует анализировать внешнее окружение организации (взгляд вовнутрь, первично), затем – внутреннюю структуру (взгляд изнутри, вторично) [9].

2. Современный этап развития системы дополнительного профессионального образования требует рассмотрения учебного центра ФПС МЧС России как целостного социально-экономического объекта и разработки на этой основе системных моделей деятельности по подготовке специалистов в новых условиях. Продуктивное управление качеством образовательного процесса невозможно без перехода от субъективных описаний педагогических явлений и процессов к строгим и объективным их оценкам, что возможно лишь в случае всестороннего анализа динамики деятельности всех субъектов образовательного процесса.

#### **Литература**

1. Грешных А.А. Теоретические основы управления образовательным процессом в вузах МЧС России: монография / под. ред. В.С. Артамонова. СПб.: С.-Петербург. ГПС МЧС России, 2003.
2. Степанов В.Я., Тимерханов Д.В. Проблемы подготовки специалистов органов управления, сил РСЧС и обучения населения действиям в ЧС // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. 1993. № 4.
3. Федотов А.В. Моделирование в управлении вузом. Л.: ЛГУ, 1991.
4. Окрепилов В.В. Управление качеством: учебник для вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: ОАО Изд-во «Экономика», 2008.
5. Управление качеством образования: Практикоориентированная монография и методическое пособие / Педагогическое общество России; под ред. М.М. Поташника. М., 2000.
6. Мишин В.И. Управление качеством: учеб. пособ. для вузов. М.: Юнити-Дана, 2006.
7. Подготовка кадров для Государственной противопожарной службы МЧС России: Проблемы, перспективы, задачи: сб. науч. трудов, посвященный 75-летию Екатеринбург. филиала ГПС МЧС России. Екатеринбург: Изд-во Екатеринбург. филиала ГПС МЧС России, 2004.
8. Лазарев В.С. Руководство педагогическим коллективом: модели и методы. М.: Центр соц. исследований, 1995.
9. Чучалин И.П. [и др.]. Модели управления учебным процессом вуза. Томск: ТГУ, 1992.

# ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ СОТРУДНИКОВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ И ПРИЧИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЕЁ НАРУШЕНИЕ

**А.В. Шленков, кандидат психологических наук, доцент;**

**В.Н. Вавилкин;**

**О.В. Щербаков, доктор технических наук, профессор.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены теоретические положения профессиональной адаптации представителей экстремального профиля деятельности, приведены основные факторы, влияющие на срыв профессиональной адаптации. Приводятся данные, раскрывающие характер заболеваемости сотрудников противопожарной службы по отношению к остальному населению. Сопоставляются данные смертности мужчин трудоспособного возраста и сотрудников противопожарной службы.

*Ключевые слова:* профессионально важные психологические качества, адаптация, профессиональная адаптация, дезадаптивные психические расстройства, факторы риска

## PROFESSIONAL ADAPTATION OF THE STATE FIRE SERVICE OFFICERS AND CAUSES OF ITS BREACH

A.V. Shlenkov; V.N. Vavilkin; O.V. Sherbakov.

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

The problem of professional adaptation of officers of the State fire Service of EMERCOM of Russia who are the specialists working in extreme conditions is examined. The reasons and factors frustrating the adaptation processes of officers carrying out firefighting are also examined in the article as well as the analysis of presence of adaptation frustrating processes after the elimination of long-term consequences of emergencies.

*Key words:* major professional psychological qualities, adaptation, professional adaptation, deadaptation mental insanity, risk factor

Существующие противоречия между требованиями, предъявляемыми к профессиональной деятельности, условиями труда и индивидуально-психологическими особенностями личности, его социально-психологическим статусом и физиологическими особенностями вызывают нарушение профессиональной адаптации.

Адаптация («*adaplio*», лат. – приспособлять) – широкий круг явлений от элементарного акта приспособления живого организма к среде до сложнейшей социальной и профессиональной адаптации человека. Адаптация является общенаучной проблемой, затрагивающей интересы всего живого, так как связана с выживанием человечества в условиях быстро меняющейся среды обитания [1–3].

Значимость указанной проблемы обусловлена и тем, что природа и психофизиологические свойства человека, формировавшиеся в течение тысячелетий, не могут изменяться с такой же скоростью и такими же темпами, как социальное окружение, техника, обучение, производство и т. д. Соответственно возникают противоречия между биологической природой человека и окружающей (в том числе социальной) средой.

Психическая адаптация представляет собой целостную, многомерную и самоуправляемую систему, которая направлена на поддержание устойчивого взаимодействия индивида с окружающей средой и его внутреннего мира [1, 4]. Можно полагать, что во время адаптации происходит приспособление человека как организма (физиологическая адаптация), как индивида (психологическая адаптация) и как субъекта труда (профессиональная адаптация).

Профессиональная адаптация – процесс приспособления, привыкания человека к требованиям обучения, профессии, усвоения им производственных и социальных норм поведения, необходимых для выполнения трудовых функций.

Профессиональная адаптация предполагает овладение ценностными ориентациями в рамках определенной профессии, осознание ее мотивов и целей, принятие на себя всех компонентов профессиональной деятельности, ее задач, предмета, способов, средств, результатов, условий труда.

Наибольшим признанием среди исследователей [1, 5] пользуется понятие «факторы риска» – системные взаимодействия, которые представляют угрозу адаптации. Это означает, что «факторы риска» – статистически связаны с болезнью, но не являются ее обязательной причиной, хотя и входят в структуру причинно-следственных отношений. В профессиональной деятельности на организм специалистов экстремальных профессий происходит комбинированное воздействие «факторов риска».



Рис. 1. Факторы риска нарушений адаптации у специалистов экстремального профиля деятельности (адаптировано по Евдокимову В.И., 2001)

На рис. 1 представлена наглядная схема «факторов риска» возникновения состояний дезадаптации личности у представителей экстремального профиля деятельности (к числу которых относятся сотрудники противопожарной службы) [6–10].

На основании особенностей биологической и психосоциальной природы человека можно утверждать, что нарушения адаптационного барьера при сохранении психогенной ситуации могут происходить на следующих уровнях (см. рис. 1):

1) психофизиологический уровень – в задачу психофизиологической системы адаптации входит оптимизация соотношений между психофизиологическими адаптационными процессами и высокими требованиями «психофизиологической стоимости» профессии сотрудников противопожарной службы. «Факторами риска» здесь являются низкий уровень развития психических процессов (внимания, памяти, сенсомоторики и др.), инертность и неуравновешенность высшей нервной деятельности, психическая ригидность и др.

2) следующий уровень составляют индивидуально-психологические особенности личности, в том числе входящие в структуру профессионально-важных качеств пожарных (ПВК). Эта адаптационная система призвана обеспечить психический гомеостаз и устойчивое целенаправленное поведение. К «факторам риска» нарушения адаптации на этом уровне относят: тревожность, эмоциональная неустойчивость, импульсивность, повышенная конфликтность, склонность к фрустрациям, перепроверке сделанного и другие качества, не способствующие реализации экстремальной профессиональной деятельности.

3) третий уровень адаптации определяют психосоциальные качества. Эта адаптационная система призвана к адекватному взаимодействию индивида с социальной средой. К «факторам риска» здесь относятся недостаточная выраженность развития активности, мотивационной сферы, коммуникативных особенностей и др;

В процессе срыва адаптации возможны различные состояния, занимающие промежуточное положение между здоровьем и болезнью. По данным литературных источников, они бывают у 40–70 % практически здорового населения. Называют эти состояния по-разному: «психологические симптомы», «повышенный риск», «нервно-психическая неустойчивость», «эмоциональные проблемы», «предболезнь», «состояние дезадаптации» и др. [5, 10–12].

По мнению некоторых авторов, психическая дезадаптация – широкая разновидность состояний, при которых нарушается нормальное функционирование психики человека, наблюдаются расстройства деятельности, неадекватность поведения, переживание сильного внутреннего напряжения и дискомфорта [6, 10].

Большинство исследователей рассматривает психическую дезадаптацию в виде переходного состояния от здоровья к болезни. Например, С.Б. Семичов [13] под психической дезадаптацией понимает состояние, при котором испытываемые трудности адаптации достигают такой степени, что возникает реальная угроза перерастания их в болезненные расстройства.

Александровский Ю.А. [1] рассматривает психическую дезадаптацию как переходное, предпатологическое состояния, характеризующееся повышенной эмоциональной чувствительностью к воздействию стресса, повышенной тревожностью, сниженной эмоциональной реактивностью, нарушением самоконтроля и саморегуляции. Определяет переход состояний дезадаптации в болезнь, «барьер психической адаптации» (по А.Ю. Александровскому), который определяется потенциальными возможностями человека.

Изучение воздействий экстремальных ситуаций, возникающих в процессе практического обучения при тушении пожаров, выявило, что у сотрудников, имеющих «факторы риска», наблюдаются различные формы дезадаптивного поведения, которые проявляются в пониженном настроении, высокой тревожности, немотивированной агрессивности, уклонении от исполнения служебных обязанностей, в снижении эффективности профессиональной деятельности, возникновении конфликтов в профессиональных коллективах, по месту проживания и др.

Данное утверждение прослеживается в работе М.В. Леви [8]. Изучение поведения сотрудников противопожарной службы (участвующих в тушении пожаров) показало, что 26 % представляют «группу риска» развития нарушений адаптации, а 6,5 % испытывают состояния, которые могут стать причиной неадекватного поведения и снижают эффективность профессиональной деятельности личного состава пожарной охраны.

По данным А.П. Самонова [2], уровень развития психической дезадаптации у спасателей и пожарных значительно превосходит возможные нарушения адаптации у лиц неэкстремального профиля деятельности (таблица). Диапазон психических нарушений пожарных отличается многообразием: от субклинических до синдромоочерченных психических нарушений, от легких кратковременных форм дезадаптивного поведения до реактивных психозов.

**Таблица. Деадаптивные психические расстройства в экстремальных условиях профессиональной деятельности**

Тип ситуации	Формы (уровни) психической деадаптации, %		
	дозонологи- ческие расстройства	невротические и психогенные расстройства	расстройства психотичес- кого уровня
Профессиональная деятельность в условиях воздействия стресс-факторов	30,0	52,0	13,5
Профессиональная деятельность без стресс-факторов	21,0	15,0	1,0

Информативными показателями напряженности труда считаются данные о здоровье работающих лиц: заболеваемость (профессиональная, общая, с временной потерей трудоспособности и др.), инвалидность и смертность. Несмотря на наличие специфических условий труда и факторов, оказывающих вредное воздействие на организм человека при тушении пожаров, официально признанных профессиональных заболеваний (специфических) у пожарных нет.

Перечень заболеваний (приказ Минздравомедпрома № 90 от 14 марта 1996 г.) включает около 150 заболеваний. В основу их классификации положен системный или этиологический принцип.

Анализ данных о заболеваемости пожарных, проведенный А.В. Матюшиным, А.А. Порошиным и Е.В. Бобриневым [14], позволил отнести к профессионально обусловленным болезням: бронхит и бронхиальную астму, артрит и остеохондроз, невроз, психоз, неврастению, язвенную болезнь желудка и 12-перстной кишки, гастрит, ишемическую болезнь сердца, гипертонию.

Заболеваемости сотрудников противопожарной службы способствуют большие перепады температур (во время тушения пожара и в процессе следования в часть зимой), воздействие продуктов горения, физические перегрузки, психоэмоциональный стресс, некачественное питание, ненормированный рабочий день, некачественное оборудование, отсутствие сменного обмундирования [14].

По официальным данным сайта МЧС России, за 2010 год произошло: 187 490 пожаров, где погибло 13 933 человека и 13 207 получили травмы. Прямой материальный ущерб составил 10 929 млн руб. Зарегистрировано выездов – 329 832.

В структуре трудопотерь основными причинами временной нетрудоспособности являются несчастные случаи, болезни сердечно-сосудистой системы, онкологические заболевания, травмы, заболевания системы пищеварения.

Отмечается тенденция уменьшения общего показателя смертности при увеличении показателя производственной смертности. Наибольшей составляющей причин смертности пожарных за исследуемый период являются: несчастные случаи ( $32 \pm 3,7$ ) %, болезни сердечно-сосудистой системы ( $20 \pm 1,3$ ) %. Структура причин смертности пожарных в 2009 г. и трудоспособных мужчин в России указана на рис. 2 и 3.

На рис. 2 и 3 видно, что у сотрудников противопожарной службы МЧС России в группе причин смертности «несчастные случаи» составляют 32 % против 27 % у лиц, трудоспособного возраста в России. В то же время у сотрудников противопожарной службы выделяются в отдельную группу профессиональные травмы – 15 %, что свидетельствует о профессиональной обусловленности данной статистики.

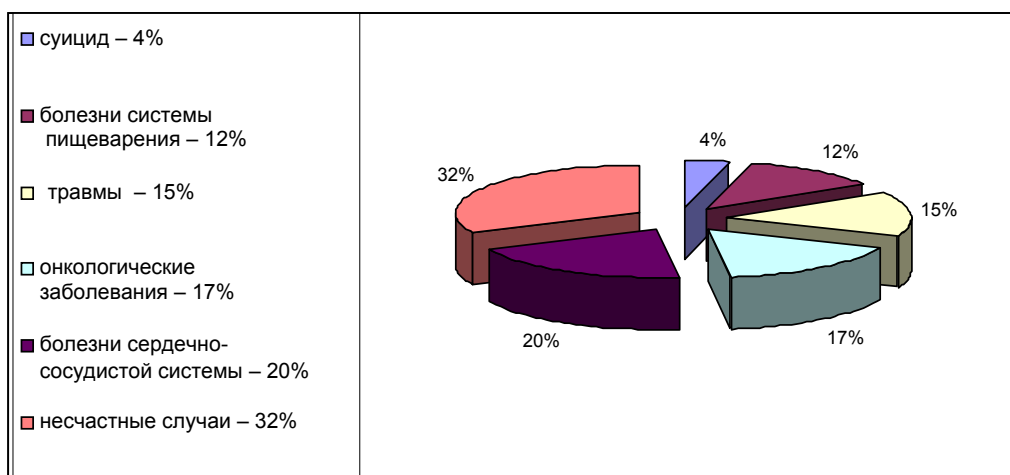


Рис. 2. Структура причин смертности сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России в 2009 г.

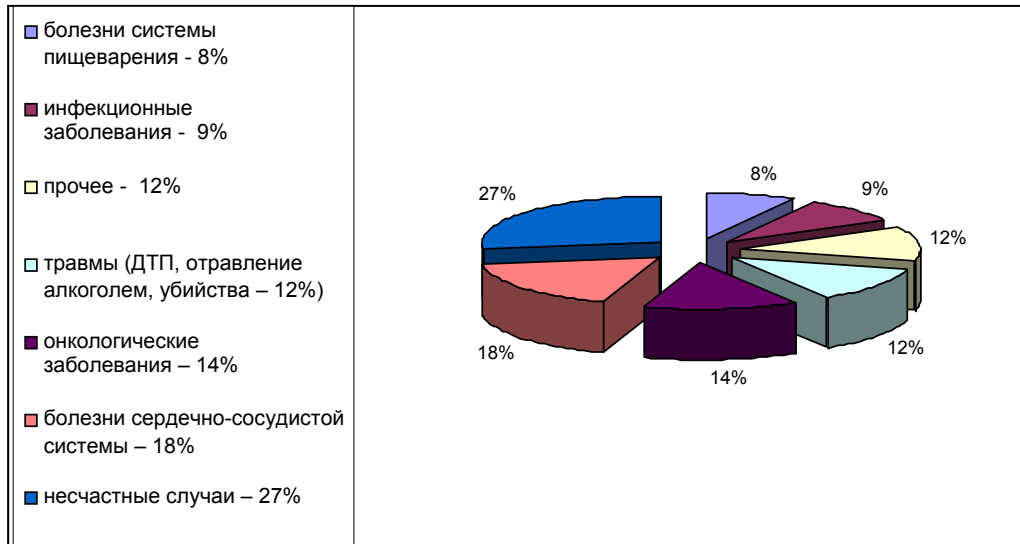


Рис. 3. Структура причин смертности мужчин трудоспособного возраста в России в 2009 г.

#### Выводы:

1. Анализ литературы и результаты проведенного исследования по рассматриваемой проблеме позволили выявить необходимость специализированной подготовки сотрудников для структурных подразделений противопожарной службы (вновь набранных на службу сотрудников) к профессиональной деятельности. Недостаточная профессиональная и

психологическая подготовка сотрудников негативно отражается на их эффективности и надежности профессиональной деятельности.

2. Наличие негативных психоэмоциональных состояний в процессе выполнения профессиональной деятельности способствует развитию дезадаптивных форм реагирования и срыву адаптации в профессиональной деятельности.

3. Анализ причин смертности среди сотрудников противопожарной службы показывает наличие высокого профессионального риска в процессе выполнения служебных обязанностей. Данная особенность говорит о необходимости проведения профессионального психологического отбора кандидатов на службу с опорой на изучение их профессионально важных качеств, психологической и физиологической устойчивости к стрессогенным факторам профессиональной среды, мониторинга актуального психоэмоционального состояния сотрудников в процессе служебной деятельности. Проведение системы специальных психологических мероприятий, направленных на выработку ПВК, позволит повысить качество профессиональной адаптации, улучшить профессиональное долголетие и уменьшить смертность сотрудников при выполнении ими профессиональных задач.

### Литература

1. Александровский Ю.А. Состояния психической дезадаптации и их компенсация М.: Наука, 1976. 272 с.
2. Самонов А.П., Вяткин Б.А. Психологическая подготовка пожарных. Пермь: Пермское кн. изд-во, 1975. 86 с.
3. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. М.: Медицина, 1960. 254 с.
4. Моторин В.Б. Профессионализм и деятельность сотрудников Государственной противопожарной службы: социальный портрет. СПб.: Ун-т МВД России, 1999. 36–45 с.
5. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. М.: ПЭРСЭ, 2001. 511 с.
6. Диагностика, профилактика и коррекция стрессовых расстройств среди сотрудников Государственной противопожарной службы МВД России: метод. рекомендации / М.И. Марьин, М.Н. Поляков, А.В. Матюшин [и др.] / Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИПО, 2001. 255 с.
7. Леви М.В. Диагностика, профилактика и коррекция стрессовых расстройств среди сотрудников Государственной противопожарной службы МВД России: метод. пособ. М.: ВНИИПО, 1999. 42 с.
8. Леви М.В. Методы выявления риска стрессовых расстройств у пожарных: автореф. дис. ... канд. психол. наук: спец. 19.00.03; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. М., 2000. 30 с.
9. Решетников М.М., Баранов М.Ю., Мухин А.П. Уфимская катастрофа: особенности состояния, поведения и деятельности людей // Психол. журн. 1990. № 11. С. 34–56.
10. Рыбников В.Ю. Психологическое прогнозирование надежности деятельности и коррекция дезадаптивных нервно-психических состояний специалистов экстремального профиля. СПб., 2000. 205 с.
11. Марьин М.И., Бобринев Е.В., Студеникина Е.И. Динамика заболеваемости пожарных нервно-психическими болезнями // Пожарная безопасность. 1999. № 4. С. 73–77.
12. Марьин М.И., Соболев Е.С. Исследование влияния условий труда на функциональное состояние пожарных // Психол. журн. 1990. Т. 11. № 1. С. 102–108.
13. Семичов С.Б. Группировка состояний психического здоровья // Предболезнь и факторы риска в психоневрологии. Л.: Ленингр. науч.-исслед. психоневрол. ин-т им. В.М. Бехтерева, 1986. 8–17 с.
14. Состояние травматизма, инвалидности и смертности сотрудников ГПС МЧС России по субъектам Российской Федерации: информ. аналит. обзор / А.В. Матюшин, А.А. Порошин, Е.В. Бобринев [и др.]. М.: ВНИИПО, 2005. 61 с.



# РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ И ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ВУЗАХ ГПС МЧС РОССИИ

**Ю.Г. Баскин, доктор педагогических наук, профессор.**

**С.М. Долгополов.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены вопросы совершенствования теории и практики адаптивного обучения и педагогического контроля в подготовке курсантов вузов ГПС МЧС России. Обоснована важная роль адаптивных дидактических тестов в процессе педагогической диагностики, педагогического контроля в вузах ГПС МЧС России.

*Ключевые слова:* адаптивное обучение, педагогический контроль, курсанты вузов ГПС МЧС России, педагогическая диагностика, дидактические тесты

## THEORY AND PRACTICE OF ADAPTIVE LEARNING AND TEACHING IN UNIVERSITIES CONTROL THE STATE FIRE SERVICE RUSSIAN EMERGENCIES MINISTRY

Y.G. Baskin; S.M. Dolgoplov.

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

The questions of improving the theory and practice of adaptive learning and pedagogical control in the preparation of students of universities of the state fire service Russia. Substantiates the importance of teaching adaptive tests in the diagnosis of teaching, teacher control in the schools of the state fire service EMERCOM of Russia.

*Key words:* adaptive learning, pedagogical control, cadets of the state fire service schools Russia, educational diagnosis, teaching tests

Реализация современных подходов и тенденций развития образования и пожарного дела, внедрение новых федеральных государственных образовательных стандартов, решение задач подготовки современных сотрудников ГПС МЧС России, внедрение современных технологий обучения в вузах ГПС МЧС России вызывает необходимость совершенствования педагогической диагностики, контроля и оценки качества подготовки курсантов в вузах ГПС МЧС России. Знание качества достигаемых результатов обучения — неременное условие успешной работы, как педагогов, так и в целом учебных заведений. Педагогическая диагностика и контроль занимают до 40 % в деятельности преподавателей и других участников учебного процесса [3, 4].

Вместе с тем, многими исследователями [3–6] отмечается наличие противоречий между традиционной организацией педагогического контроля знаний и реализацией современного компетентностного подхода в образовании.

Закон Российской Федерации «Об образовании» и другие документы, посвященные развитию отечественного образования, выделяют в качестве одного из основных его принципов адаптивность системы образования к уровням и особенностям развития обучающихся.

Адаптивность обучения предполагает и адаптивность мероприятий педагогической диагностики, педагогического контроля. При этом основными становятся показатели, отражающие динамику изменения обученности (подготовленности), например, формирование компетенций.

Традиционно результатом педагогического контроля считалась оценка успеваемости, которая определяет соответствие деятельности обучающихся требованиям педагогической системы и в целом государства и общества.

Исходя из современных подходов, адаптивность образования предполагает определение соответствия деятельности конкретной педагогической системы возможностям и образовательным потребностям обучающихся.

Следует отметить, что проблемы педагогической диагностики и педагогического контроля рассмотрены в трудах ряда отечественных (В.С. Аванесов, В.П. Беспалько, В.И. Гинецинский, З.Д. Жуковская, В.И. Михеев, В.М. Полонский, Н.Ф. Талызина и др.) и зарубежных исследователей (Б. Блум, Д. Гилфорд, К. Ингенкамп, В. Оконь, Г. Раш и др.).

В современных условиях выполнены диссертационные исследования по педагогической диагностике знаний (Е.А. Аринкин, Т.С. Веселкова, Т.И. Дормидонова, И.А. Гутник, О.Ю. Ефремов, Г.И. Кириллова, А.Б. Кузнецов, Е.А. Леонова, А.А. Мирошниченко, Е.А. Михайлычев, Е.Г. Полуаршинова, С.Р. Сакаева, И.Г. Салова, Л.А. Серебрякова, Т.А. Снигирева и др.).

В процессе обучения постоянно ощущается потребность в объективной оценке качества знаний обучающихся. Для этих целей в последнее время все чаще используются тесты, разработанные на основе параметрических методов современной теории педагогических измерений Item Response Theory (IRT), получившей широкое развитие в ряде западных стран (А. Birnbaum, М. Novick, G. Rasch, R. Hambleton, F. Lord и др.). К отечественным исследованиям последних лет в этом направлении относятся труды В.С. Аванесова, Е.Н. Лебедевой, А.Н. Майорова, А.А. Макарова, Ю.М. Неймана, А.О. Татура, В.А. Хлебникова, В.С. Черепанова, М.Б. Чельшковой и др.

Одним из перспективных направлений решения проблемы повышения качества обучения является адаптивное обучение, основанное на адаптивных тестах и компьютеризации адаптивного тестирования (С.С. Андреев, В.А. Исаев, М.Б. Чельшкова, Г.Ю. Ксензова, Т.И. Шамова, А.Г. Шмелев, Е.А. Ямбург и др.). Вопросы адаптивного тестирования исследовали зарубежные ученые (R.K. Hambleton, G.G. Kingsbury, W.A. Sands, J. Spray, R. Swets, P.H. Wainer, D.J. Weiss и др.). С начала 90-х гг. XX века компьютерное адаптивное тестирование получило признание в практике образования.

Вместе с тем анализ научной литературы показывает, что в современном образовании, и непосредственно в системе высшего образования, и в педагогике пока недостаточно разработаны теоретические и практические основы адаптивного обучения и педагогического контроля знаний курсантов вузов ГПС МЧС России с применением адаптивных тестовых заданий в контексте реализации компетентностного подхода и внедрения федеральных государственных образовательных стандартов (стандартов третьего поколения).

Указанные положения обуславливают высокую актуальность и научно-практическую значимость научной задачи исследования вопросов развития и внедрения адаптивного обучения и педагогического контроля в вузах ГПС МЧС России.

Тенденция гуманизации современного образования предполагает учет индивидуальных особенностей обучающегося, его возможностей в процессе обучения. Учет этих особенностей возможен в рамках реализации принципа индивидуализации в обучении, который означает осмысление и построение индивидуальной образовательной траектории, специфической для личности.

Одним из вариантов индивидуализации обучения является технология программированного обучения, которая представляет собой последовательную, разветвленную или адаптивную (изменение сложности по мере усвоения) программу подачи порций информации и контроль обучения. В настоящее время эта технология получила развитие в виде компьютерных автоматизированных систем обучения (автоматизированных учебных комплексов, автоматизированных учебных систем).

В этой связи исследователи [5–7] отмечают наличие тенденции к объединению обучения с автоматизированным педагогическим контролем на протяжении всего образовательного процесса. Исследования в этом направлении позволили обосновать пути перехода к такой системе педагогической диагностики в процессе обучения, которая была бы в состоянии обеспечить оптимальную адаптацию к особенностям обучающихся.

Адаптивная система обучения, как отмечает А.С. Границкая [2], возникла на основе тенденций совершенствования учебного процесса под влиянием воздействия таких психолого-педагогических теорий, как теория поэтапного формирования умственных действий П.Я. Гальперина [1] и деятельностный подход к обучению А.Н. Леонтьева [8].

В современных условиях основными причинами необходимости развития и внедрения адаптивных систем обучения и педагогического контроля в вузах ГПС МЧС России являются следующие: активное внедрение современных психолого-педагогических концепций в образовании; компьютеризация образования, разработка и внедрение современных информационно-коммуникационных технологий обучения, позволяющие использовать обучающие и контролирующие программы с целью обеспечения педагогического контроля и самостоятельного учения обучающихся; возрастание значения определения и реализации индивидуальных образовательных траекторий в подготовке курсантов вузов ГПС МЧС России в связи с переходом системы высшего образования на компетентностную модель подготовки кадров, что предполагает выбор учебных дисциплин и курсов, учебных задач, тестовых заданий, необходимых для обучения и проверки подготовленности по соответствующим требованиям федеральных государственных образовательных стандартов.

Таким образом, современный процесс учения курсантов вузов ГПС МЧС России становится преимущественно активной субъектной самостоятельной деятельностью обучающихся, управляемой посредством использования педагогического целеполагания, развивающих, контролирующих и диагностирующих мероприятий, предусматривающих учет динамики усвоения курсантами содержания образования и её корректировку, что обеспечивается, в том числе, применением технологии дидактического тестирования. Такой учебный процесс должен обладать возможностями адаптации к индивидуальным особенностям обучающихся в условиях коллективного обучения. При этом в процессе педагогического взаимодействия важно иметь инструмент для контрольного тестирования обученности, оценки усвоения курсантом, как базового минимума содержания, так и его готовности к активной творческой и профессиональной деятельности.

Анализ работ Н.П. Капустина [6], Г.Ю. Ксензовой [7], Т.И. Шамовой [9], Е.А. Ямбург [10] показывает, что адаптивная система обучения состоит из следующих взаимосвязанных компонентов: определения стандартов: обязательный уровень достижений и уровень повышенной подготовки, дифференцирующий выпускников по уровню и качеству подготовки; создания программ углубленного обучения для одаренных обучающихся; создания специальных программ дополнительного образования для обеспечения социальной и профессиональной адаптации обучающихся.

Адаптивное обучение предполагает: адаптивную модель обучения; конкретизацию целей обучения; использование модульного принципа структурирования содержания; разработка эталонов усвоения учебного материала; создание системы адаптивных тестовых измерителей качества знаний обучающихся; выделение контролируемых характеристик для осуществления обратной связи; подготовка методов коррекции, основанных на диагностических данных.

В современном образовательном процессе особый смысл приобретает модульный принцип структурирования и освоения содержания обучения. Учебное занятие перестает быть основной единицей процесса обучения. Эта функция переходит к блоку (циклу) занятий, необходимых для изучения модуля учебного материала. То есть учебный процесс складывается из модулей (блоков), каждый из которых представляет цикл обучения по образовательному модулю. При этом необходимо, чтобы изучаемый материал закреплялся посредством решения учебных (профессиональных) задач и, соответственно, эти решения оценивались (диагностировались). Условием перехода к последующему материалу является активная познавательная деятельность обучающихся. В процессе этого осуществляется дифференцированное и индивидуальное адаптивное обучение с диагностикой профессионального и личностного развития обучающихся.

В развитии и внедрении адаптивных систем обучения и педагогического контроля в вузах ГПС МЧС России особую роль играют современные информационно-коммуникационные технологии, которые оказывают существенное влияние на все этапы процесса обучения за счет моделирования обучающей среды, динамичного изменения и применения методов и форм обучения, адаптации обучения к индивидуальным характеристикам обучающихся за счет избирательности материала, учета индивидуальности, постоянного контроля и самоконтроля усвоения материала, индивидуального тестирования.

Соответственно, в связи с активным внедрением новых компьютерных технологий необходимо обосновать и реализовать диагностические аспекты использования активных методов и инновационных технологий обучения (ролевых игр, кейс-стади, имитационного моделирования, анализ ситуаций и др.). Для этого преподаватели должны суметь перенести задания ролевых игр, имитационного моделирования и других приемов обучения в тестовую форму и построить их на диагностической основе.

Таким образом, в адаптивной технологии обучения педагогический контроль нацелен на выявление, оценку и прогнозирование развития каждого обучающегося и использование полученных результатов диагностики для проектирования учебного процесса в целом и непосредственно применительно к построению и реализации индивидуальной образовательной траектории каждого обучающегося. С учётом этого получение диагностической информации и реализация обратной связи в процессе адаптивного обучения является непрерывным процессом. Для этого содержание, формы и методы педагогического контроля должны полностью соответствовать функции учебного предмета, охватывать все его цели, при этом реализация одних целей может конкретизироваться более строго с использованием количественной оценки результатов (отметок, баллов), других – менее строго с использованием качественной оценки (сформированных компетенций). Необходимо отметить, что точность контроля и его объективность не может быть одинаковой для разных учебных предметов.

Совершенствование методов объективности и эффективности педагогического контроля знаний в современных условиях в значительной степени связано с разработкой и применением дидактических тестов (тестовых заданий). Дидактическое тестирование, выполняя функцию контроля в ходе диагностирования образовательного процесса, используется одновременно как средство диагностики обученности. С помощью педагогической диагностики анализируется учебный процесс, и определяются результаты обучения. В педагогической диагностике выявляются индивидуальные данные учащегося, для того, чтобы понять его самого и приспособить дидактические методы к его индивидуальным качествам.

Анализ современной теории и практики образования показывает, что эффективность дидактического тестирования можно повысить, используя технологию компьютерного тестирования и адаптивный подход в обучении, то есть предлагать учащимся задания соответствующие их подготовленности. В этом случае обучение ведется в зависимости от уровней способностей обучающихся по различным учебным программам. Такой переход на адаптивное компьютерное тестирование при опережающей методологической разработке его

технологии позволит обеспечить учебный процесс вузов ГПС МЧС России качественным диагностическим инструментарием.

Повышение качества обучения и качества педагогического контроля подготовки специалистов обусловлено эффективностью внедрения в образовательный процесс вузов ГПС МЧС России технологий развивающего обучения, технологий дифференциации и индивидуализации обучения, основанных на сочетании возможностей адаптивного обучения и адаптивного тестового контроля с уровнями развития (подготовки) обучающихся. Смещение целей образовательного процесса вузов ГПС МЧС России с традиционного формирования знаний, умений и навыков на развитие компетенций требует изменения системы оценивания. Таким образом, необходим поиск путей повышения качества тестовых технологий на основе адаптированных тестовых измерителей, обоснование критериев оценивания компетенций и результатов учебно-познавательной деятельности курсантов вузов ГПС МЧС России.

Реализация адаптивного тестирования предполагает создание объективных индивидуальных измерителей, позволяющих автоматизировать процесс контроля, оптимизировать число заданий не в ущерб точности измерения. При адаптивном тестировании помимо количества заданий учитывается дополнительно их качество, необходимое для дифференцированной оценки тестируемого и точного определения позиции тестируемого с помощью измерения его латентных способностей. Теоретическим фундаментом для адаптивного тестирования служат теории педагогических измерений, педагогического диагностирования и тестология.

Адаптивный тест представляет собой систему тестовых заданий, формируемых применительно к особенностям подготовки обучающихся из специально подобранных заданий по трудности, дифференцирующей способности, содержательной валидности, оцениваемых корреляционным, факторным и латентно-стратегическим анализом. Задача адаптивного теста – создать условия, направленные на вхождение учащегося в другой уровень подготовленности адекватно его индивидуальным особенностям на соответствие достаточно формализуемому и адаптивному стандарту.

Разрабатываемые компьютерные программы для обработки результатов тестирования в исследованиях и экспериментах реализуют различные индивидуальные процедуры предъявления адаптивных тестовых заданий по их параметрам с переменным количеством вопросов для обучающихся. Однако отмечено, что в практике проверки содержательный анализ знаний обучающихся при таком подходе трудно осуществим. С другой стороны, как показывает практика обучения, групповое дидактическое тестирование экономично, эффективно, удобно как для текущего, так и итогового контроля, его достаточно легко организовать.

Основными проблемами создания и реализации адаптивных тестовых заданий: модульный принцип структурирования содержания изучаемого курса, выделение структурных единиц в виде дидактических единиц (дескрипторов), применение выбранной модели измерения, таксономии целей в области развития интеллектуальных способностей, повышение содержательной валидности тестовых заданий, надежности результатов тестирования обучающихся, возможности компьютерного тестирования. Недостатком адаптивного тестирования является трудность формирования банка тестовых заданий с определенными параметрами, т.к. при этом требуется эмпирическое апробирование на больших выборках обучающихся.

Вместе с тем, наиболее объективным и эффективным методом педагогического контроля качества знаний курсантов в вузах ГПС МЧС России следует признать тестовый метод, основанный на объективированных дидактических тестовых материалах и на квалитетрическом подходе к разработке и реализации адаптивного обучения.

В целом проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что имеется потребность в адаптивном построении педагогического контроля подготовки курсантов вузов ГПС МЧС России. Для повышения эффективности и качества педагогического

контроля необходимо усиление его роли и диагностической функции в технологии адаптивного обучения.

### **Литература**

1. Гальперин П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. М.: МГУ, 1985. 45 с.
2. Границкая А.С. Научить думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе. М.: Просвещение, 1991. 175 с.
3. Гутник И.Ю. Педагогическая диагностика образованности школьников: автореф. ... дис. канд. пед. наук. СПб., 1996.
4. Ефремов О.Ю. Педагогика. СПб.: Питер, 2009. 256 с.
5. Ефремов О.Ю. Теория и практика педагогической диагностики в высшей военной школе России. СПб., 2001. 400 с.
6. Капустин Н.П. Педагогические технологии адаптивной школы. М.: ИЦ Академия, 2001. 216 с.
7. Ксензова Г.Ю. Перспективные школьные технологии. М.: Педагогическое общество России. 2000. 224 с.
8. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., 1975. 251 с.
9. Шамова Т.И., Давыденко Т.М. Управление образовательным процессом в адаптивной школе. М.: Педагогический поиск, 2001. 384 с.
10. Ямбург Е.А. Теоретические основы и практическая реализация модели адаптивной школы: науч. докл. дис. ... д-ра пед. наук. М: ИЦ РАО, 1997. 50 с.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ДЕОНТОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**

**Ю.Г. Баскин, доктор педагогических наук, профессор;  
К.К. Пашаян.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Обоснована необходимость разработки и реализации в процессе подготовки в вузах МЧС России теории и практики формирования деонтологической компетентности сотрудников МЧС России.

*Ключевые слова:* сотрудники МЧС России, профессиональная подготовка сотрудников МЧС России, деонтологическая компетентность

## **FORMATION OF COMPETENCE DEONTOLOGICAL IN THE TRAINING EMERGENCY RUSSIA OFFICERS**

Y.G. Baskin;  
K.K. Pashayan.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In the article the need to develop and implement a process of preparation in high schools Russian

Emergencies Ministry of theory and practice of forming deontological competence of the Russian Emergencies Ministry.

*Key words:* officers of Russian Emergency Ministry, training officers of Russian Emergencies Ministry, deontological competence

В последнее десятилетие в подготовке сотрудников МЧС России интенсивно возникают и оформляются новые направления и специализации, внедряются новые психолого-педагогические методы и практики. В связи с ростом количества и интенсивности чрезвычайных ситуаций повышается значимость готовности сотрудника МЧС к действиям в экстремальных ситуациях не только в профессиональном плане, но и в морально-психологическом отношении [1]. Все активнее высказываются требования, что специалист, который оказывает помощь людям, должен являться не только грамотным, подготовленным, квалифицированным в своей области, но и должен обязательно знать и соблюдать этические нормы и принципы, принятые в профессии [2].

Для сотрудников МЧС России, чья деятельность предполагает оказание помощи людям, весьма важными и значимыми являются этические, деонтологические аспекты их профессиональной подготовки и деятельности, нравственного функционирования личности в условиях чрезвычайных ситуаций и в целом в профессии, формирования и реализации морально-нравственной сферы личности сотрудника МЧС России [3].

В 2011 г. была завершена работа над Кодексом этики и служебного поведения государственных служащих Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Данный Кодекс был введен в действие Приказом МЧС России от 7 июля 2011 г. № 354. В нем подчеркивается, что сотрудник МЧС России должен исходить из того, что признание, соблюдение и защита прав и свобод человека и гражданина определяют основной смысл и содержание деятельности государственных служащих МЧС России [4].

Проблемы этики в деятельности сотрудников силовых ведомств рассматривались на конференции с участием директора Центра экстренной психологической помощи МЧС России Ю.С. Шойгу и президента общественной организации «Общество психологов силовых структур», начальника кафедры психологии Военного университета А.Г. Караяни, прошедшей 6 декабря 2011 г. При этом Ю.С. Шойгу считает необходимым «...ввести некий порядок в деятельность специалистов-психологов, а в данном конкретном случае в ведомстве МЧС России» в отношении оказания специалистами помощи людям в условиях чрезвычайных ситуаций.

Все это актуализирует проблему обоснования и реализации деонтологических аспектов профессиональной подготовки и деятельности сотрудников МЧС России, научной разработки и формирования их деонтологической компетентности.

Однако проведенный анализ показывает, что деонтологические аспекты профессиональной подготовки и деятельности пожарных, спасателей, психологов, других сотрудников МЧС России не разработаны в научном плане. В то же время специалисты этих профессий, несут серьезную моральную ответственность и имеют обязательства не только перед гражданами, оказавшимися в чрезвычайной ситуации, но и перед своим профессиональным сообществом, а также перед обществом и государством в целом [5].

В практической деятельности сотрудника ГПС конкретные моральные решения всегда предоставлены личному выбору профессионала, и нравственный смысл этих решений зависит от особенностей морального сознания и моральной надежности личности специалиста. Последствия вмешательства в жизнь и внутренний мир другого человека, оказавшегося в чрезвычайной ситуации, могут быть самые различные. Часто доступными для последующего анализа результатов этого вмешательства становятся только случаи героизма, либо сугубо негативных последствий.

Проблемы, связанные с нравственными аспектами профессионального долга специалистов помогающих профессий, к которым, на наш взгляд, несомненно, относятся и сотрудники МЧС России, должны рассматриваться в контексте психолого-педагогических исследований отечественных и зарубежных ученых (А.А. Александров, Б.С. Братусь, Ф.Е. Василюк, Н.Е. Водопьянова, Л.А. Головей, Н.В. Гришина, Е.С. Калмыкова, Б.Д. Карвасарский, Л.А. Коростылева, Е.П. Кораблина, Р. Кочюнас, Г.С. Никифоров, С.Т. Посохова, Е.С. Протанская, А.М. Эткинд, С.А. Черняева, А.И. Юрьев, Дж. Бьюдженталь, А. Гюггенбюль-Крейг, Р. Мэй, И. Ялом и др).

Теоретический анализ публикаций, посвященной деонтологическим аспектам профессиональной подготовки и деятельности современных специалистов, участвующих в оказании тех или иных видов помощи людям, показал необходимость разработки указанных аспектов применительно к сотрудникам МЧС России. Важное значение при этом имеет изучение и обучение сотрудников МЧС России этическим аспектам взаимодействия «помогающий – принимающий помощь» и формирование личностных качеств, обеспечивающих надежное морально-нравственное функционирование личности сотрудника МЧС в процессе оказания помощи людям в чрезвычайных ситуациях.

В целом необходимо отметить, что деонтологические аспекты профессии традиционно рассматриваются применительно к медицинской деятельности, так как медицинская помощь – это исторически первый вид профессиональной помощи страдающему человеку [6].

Термин «деонтология» происходит от греческих слов «деон» (deon, deontos – долг, должное) и «логос» (logos – учение, наука). Этот термин был введен в обиход этики в начале XIX в. философом И. Бентамом для обозначения науки о профессиональном поведении человека. Соответственно, он применим к любой профессиональной деятельности, но в большей степени эта проблематика разработана в медицине, исходя из этого, медицинская деонтология фактически является историческим истоком в целом профессиональной деонтологии.

Медицинская деонтология, как учение о должном профессиональном поведении врача, о соблюдении всей совокупности этических норм выполнения профессиональных обязанностей, имеет длительную историю. Из опыта медицинской практики установлено, что правильное профессиональное поведение врача положительно сказывается на результатах лечения больного. Основные принципы, регламентирующие нравственный облик врача, формировались и изменялись на протяжении столетий, в зависимости от складывавшихся в обществе политического строя, социально-экономических отношений, уровня культуры, национальных и религиозных традиций. Медицинская деонтология – прикладная, нормативная часть медицинской этики. Она тесно связана с непосредственным общением с больным и ориентирована на выполнение медицинскими работниками нравственного долга и таких элементарных норм морали, как правдивость, скромность, доброта, честность, внимание, чуткость и др., которые являются основой долженствования в медицине [6].

Медицинская деонтология изучает принципы поведения медицинского персонала, направленные на максимальное повышение эффективности лечения; проблемы исключения неблагоприятных факторов в профессиональном поведении медицинских работников; систему взаимоотношений медицинского персонала и больного, а также внутри медицинского коллектива; способы устранения вредных последствий неполноценной медицинской работы. В требованиях медицинской деонтологии отражен тот факт, что врач является членом общества и должен в своих поступках руководствоваться теми же самыми принципами, что и другие члены общества. Кроме того, избирающие эту профессию обязаны выполнять нормы, возникающие благодаря специфике их функций. Выпускники медицинских вузов в большинстве стран дают присягу, обязывающую их соблюдать этические принципы профессиональной деятельности. Они должны быть всегда готовы к оказанию помощи, независимо от того, кто в ней нуждается, должны быть вежливыми,



терпимыми, уважающими достоинство каждого человека, заботливыми, социально заинтересованными. При этом оказание помощи не может зависеть от материальной выгоды.

С учётом отмеченных положений, относительно сущности деонтологии, можно провести явные параллели между трудом врачей и трудом спасателей, пожарных, также нацеленных по роду своей деятельности на всемерное оказание помощи людям. Несомненно, можно привести и многочисленные примеры высочайшей нравственности и героизма, как врачей, так и пожарных и спасателей.

Соответственно, исследование и решение вопросов формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России является необходимым и должно опираться на основополагающие принципы медицинской деонтологии, но применительно к помощи, оказываемой сотрудниками МЧС России людям в чрезвычайных ситуациях. При этом необходимо учитывать, что медицинские модели взаимоотношений «врач – пациент» в некоторых аспектах отличаются от моделей поведения сотрудников МЧС России в чрезвычайных ситуациях.

Психолого-педагогическое исследование вопросов формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России должно опираться на работы отечественных и зарубежных исследователей по проблемам нравственной зрелости личности (Л.И. Анцыферова, Б.С. Братусь, Г.Г. Бочкарева, Л.И. Божович, В.Х. Манеров, В.Е. Семенова, А.А. Хвостов, Д.И. Фельдштейн, Э. Фромм, Г. Олпорт, Л. Колберг и др.) и по проблемам системного и комплексного подходов к человеку как основы анализа нравственной зрелости личности (Б.Г. Ананьев, В.М. Аллахвердов, В.А. Ганзен, А.Н. Леонтьев, Д.А. Леонтьев, В.Н. Мясищев, В.Н. Панферов, С.Л. Рубинштейн, Г. Олпорт, Г. Айзенк и др.) [6; 7].

Развитие теории и практики формирования деонтологической компетентности сотрудника МЧС России охватывает комплекс проблем, связанных с безопасностью и эффективностью отношений «помогающий – принимающий помощь» в условиях чрезвычайных ситуаций, включает анализ связи мировоззрения сотрудника с представлениями о нравственности и совести, как основы нравственного функционирования личности сотрудника МЧС России.

Таким образом, актуальность педагогического исследования формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России определяется:

- в социальном плане: высокой социальной и личностной значимостью проблемы надежного соблюдения сотрудником МЧС этических требований к представителям помогающих профессий в процессе взаимодействия «помогающий – принимающий помощь» в целях обеспечения безопасности личности, общества, государства и эффективности оказания помощи в условиях чрезвычайных ситуаций;

- в научном плане: отсутствием исследований деонтологических аспектов профессиональной подготовки и деятельности сотрудников МЧС России;

- в практическом плане: отсутствием в организации и содержании профессиональной подготовки, переподготовки, повышения квалификации и служебной подготовки сотрудников МЧС России специальных дисциплин, курсов, разделов и тем, в рамках которых рассматривались бы проблемы этико-деонтологической регламентации деятельности сотрудников МЧС.

Проведенный анализ показывает, что этические требования к представителям помогающих профессий выше средних моральных стандартов современного общества. Данное обстоятельство может стать и становится причиной возникновения «двойного морального стандарта» у специалистов, профессионально оказывающих помощь, что может повлечь за собой их эмоциональное выгорание.

Теоретической основой педагогического исследования формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС

России являются разработки проблем философской, нормативной и профессиональной этики (Р.Г. Апресян, О.Г. Дробницкий, В.А. Разин, И.В. Силуянова, Р.С. Иванов, Е.С. Протанская, Н.Г. Карнишина, Е.Р. Ярская-Смирнова), исследования проблем нравственности личности (Л.И. Анцыферова, Б.С. Братусь, Л.И. Божович, Д.И. Фельдштейн, Г.Г. Бочкарева, И.Г. Дубов, В.В. Знаков, В.Х. Манеров, А.А. Хвостов, Э. Фромм, У. Майер, Л. Кольберг, Б. Мюнси и др.), исследования феномена совести (А.А. Столяров, И. Попов, П. Казанский, М. Хайдеггер, Э. Фромм и др.).

В целом деонтологические аспекты профессиональной подготовки и деятельности сотрудников МЧС России охватывают сферу нравственно-этической регламентации оказания помощи людям в условиях чрезвычайных ситуаций и включают: морально-нравственное поведение сотрудников МЧС России в ситуации оказания помощи; этические аспекты взаимодействия «помогающий – принимающий помощь»; психологические личностные механизмы, обеспечивающие моральную надежность сотрудника МЧС России как представителя помогающих профессий.

Наряду с этим, деонтологическая проблематика подготовки и деятельности сотрудников МЧС России охватывает и такие аспекты как: возможные вредные последствия оказания помощи; проблему вмешательства сотрудников МЧС (спасателей, пожарных, врачей, психологов) в психику и жизнь человека в чрезвычайной ситуации; возможности исполнения сотрудником МЧС России требований Кодекса этики и служебного поведения в сложных, экстремальных ситуациях; «терапевтические» факторы в деятельности сотрудника МЧС; проблема личной нравственности, моральной надежности сотрудника; причины возникновения эмоционального выгорания и профессиональных деформаций в морально-нравственной сфере личности специалиста.

Основным критерием формирования деонтологической компетентности и нравственного функционирования личности сотрудника МЧС России является его мировоззрение.

Показателями позитивности мировоззрения личности сотрудника МЧС России с точки зрения формирования деонтологической компетентности личности сотрудника являются:

- сформированность у сотрудника достаточно высокого нравственного идеала (не ниже требований естественного нравственного закона), что обеспечивает отсутствие глубоких внутренних конфликтов с совестью;
- чувствительность и готовность к ситуациям морального выбора;
- способность принятия решения с учетом веления своей совести.

Деонтологическая компетентность, как показало проведенное исследование, является профессионально важным качеством сотрудника МЧС России. Ее уровень определяется соотношением в мировоззрении сотрудника МЧС трех этических установок: универсальной этической модели социума (общечеловеческие ценности, ценности российского общества), этической модели профессиональной общности (корпоративной культуры и этики сотрудников МЧС России) и личностных этических установок на уровне индивидуального сознания сотрудника МЧС России.

Деонтологическая компетентность сотрудника МЧС России представляет собой способность и готовность сотрудника МЧС взаимодействовать с профессиональной и социальной средой в ходе решения стоящих задач на основе норм профессиональной этики. Она характеризуется наличием у сотрудника системы знаний, мировоззренческих и нравственных ценностей и определяется профессионально-нравственными идеалами и ценностями. Структура деонтологической компетентности сотрудника МЧС основывается на нравственно-этических установках, ориентирах социально-профессиональной среды деятельности сотрудников МЧС.

Педагогическими условиями формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России являются: наличие в вузе МЧС воспитательной системы, направленной на формирование у обучающихся морально-

этических ценностей, качеств и привычек поведения; ориентация образовательного процесса в вузе МЧС на субъектность личности сотрудника, способного и готового к оказанию помощи людям; включение в содержание профессиональной подготовки сотрудников МЧС деонтологической составляющей, формирующей систему знаний о деонтологии, профессиональной корпоративной культуре, этике сотрудников МЧС и умений их реализации в профессиональной деятельности.

Процесс формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России осуществляется посредством последовательного прохождения этапов (организационного, диагностического, мотивационного, реализующего, результативного и корректирующего) от постановки целей до анализа его результатов.

Практическая значимость исследования формирования деонтологической компетентности в профессиональной подготовке сотрудников МЧС России заключается в повышении эффективности решения задач этической, морально-нравственной и психологической подготовки сотрудников МЧС России как специалистов помогающих профессий.

Исследование показало, что профессиональная подготовка и деятельность сотрудников МЧС России должна включать деонтологическую доминанту, реализующуюся в глубоком понимании пожарным, спасателем, сотрудником своего социального, профессионального и человеческого долга, в высокой профессиональной и нравственно-этической ответственности за качество процесса и результата своей профессиональной деятельности. Деонтологические нормы должны являться важным регулятором деятельности сотрудников МЧС России, обеспечивая функционирование социально-профессиональной и нравственно-этической системы обеспечения безопасности личности, общества, государства.

В этой связи исследование проблемы формирования у сотрудников МЧС России деонтологической компетентности в процессе их профессиональной подготовки является, по нашему мнению, важным направлением развития педагогической науки, теории и методики профессионального образования.

Таким образом, решение проблем, касающихся вопросов профессиональной этики сотрудников МЧС России в настоящий момент является важным и актуальным. Сегодня необходимо определить точный принцип работы «как не навредить», который необходим и будет использоваться сообществом пожарных, спасателей, врачей, психологов и в целом сотрудниками МЧС России. Соответственно, проведенное исследование способствует развитию теории и практики формирования деонтологической компетентности в процессе профессиональной подготовки сотрудников МЧС России.

## **Литература**

1. Артамонов В.С., Моторин В.Б., Ткачев П.А. и др. Организация работы с кадрами Государственной противопожарной службы. СПб., 2002.
2. Артамонов В.С., Алексеик Е.Б. История пожарной охраны России. СПб.: СПбУ ГПС МЧС России, 2007.
3. Баженов О.В. Социальное воспитание личного состава МЧС России: дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2007.
4. Кодекс этики и служебного поведения государственных служащих Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ МЧС России от 7 июля 2011 г. № 354.
5. Баскин Ю.Г. Формирование социально-психологических отношений в коллективе сотрудников ГПС МЧС России. СПб.: СПбИ ГПС МЧС России, 2004.
6. Веселова Е.К. Психологическая деонтология: мировоззрение и нравственность. СПб.: Изд-во СПб. гос. ун-та, 2002. 316 с.
7. Гришина Н.В. Помогая отношения: профессиональные и экзистенциальные проблемы // Психологические проблемы самореализации личности. СПб.: Изд-во СПб. гос. ун-та, 1997. С.143–156.

# ИНТЕРАКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ В ВУЗАХ МЧС РОССИИ

**В.В. Романов, кандидат педагогических наук;**

**Л.Г. Якимова;**

**Н.В. Соболева.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены педагогические технологии проведения лабораторных работ по естественно-научным и техническим дисциплинам и проблемы, возникающие при формировании профессиональных компетенций будущих сотрудников Государственной противопожарной службы. Проанализированы результаты эксперимента по использованию интерактивного подхода при формировании профессиональной компетентности в процессе проведения виртуальных лабораторных работ по техническим и естественно-научным дисциплинам.

*Ключевые слова:* интерактивная модель, профессиональная компетентность, виртуальный эксперимент, индивидуальные задания, лабораторные занятия

## INTERACTIVE MODEL OF LESSONS ORGANIZATION IN HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS OF EMERCOM OF RUSSIA

V.V. Romanov; L.G. Yakimova; N.V. Soboleva.

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

The article is considering the pedagogical technologies of laboratory work in natural-scientific and engineering disciplines and problems which appear in the process of professional competencies formation during education of personnel of State Fire Service. The results of the experiment are analyzed in application of interactive methods in formation of professional competencies during the virtual labs in engineering and natural scientific disciplines.

*Key words:* interactive model, professional competency, virtual experiment, individual task, laboratory work

Современный период развития общества характеризуется возрастающей значимостью информатизации образования. Одним из приоритетных направлений информатизации пожарно-технического образования является применение новых компьютерных технологий при формировании конкретных профессиональных компетенций. Это определяет необходимость использования информационных технологий в обучении курсантов и студентов вузов МЧС России.

Естественно-научные и технические дисциплины занимают важное место в системе естественных наук, изучаемых будущими сотрудниками Государственной противопожарной службы (ГПС). Преподавание естественно-научных и технических дисциплин неотделимо от задачи формирования у будущего сотрудника ключевых профессиональных компетенций. Технические знания лежат в основе научного мировоззрения, формируют научную картину мира, знакомят с современными представлениями о технологиях и происходящими в них физическими процессами [2].

В условиях интенсивной компьютеризации пожарно-технического образования разработаны новые информационные технологии для поддержки естественно-научных дисциплин – электронные учебники, мультимедиа, анимации, модели и др. Развитие интерактивных технологий в обучении открывает доступ к новым источникам научного знания – интерактивным виртуальным лабораториям (ВЛ), которые существенно расширяют

и обогащают образовательную среду. Интерактивными технологиями являются такие, в которых обучающийся выступает в постоянно флуктуирующий субъектно-объективных отношениях относительно обучающей системы, периодически становясь ее автономным активным элементом [1].

В связи с этим актуальной становится задача разработки теоретических и практических основ методики их использования с целью оснащения естественно-научных и технических дисциплин новыми учебными средствами.

В настоящее время имеется ряд исследований (Н.Н. Гомулина, В.В. Лаптев, И.В. Роберт и др.), подтверждающих активизацию учебно-познавательной деятельности обучающихся при использовании интерактивных ВЛ. Вместе с тем, методические аспекты их использования в обучении естественнонаучным и техническим дисциплинам курсантов и студентов вуза МЧС России исследованы, на наш взгляд, недостаточно.

Информатизация деятельности подразделений ГПС выдвигает перед сотрудниками ряд новых профессиональных задач. Одной из наиболее значимых является использование в служебной деятельности новых информационных технологий. Будущий сотрудник ГПС должен знать не только о новых информационных технологиях, но и хорошо понимать особенности информационных потоков в современных технологических процессах, уметь использовать их возможности в процессе проведения мероприятий по обеспечении пожарной безопасности охраняемых объектов.

Таким образом, в настоящее время существуют противоречия между:

- возможной и действительной ролью обучения естественно-научным и техническим дисциплинам в профессиональной подготовке будущих сотрудников ГПС;
- существующими потребностями современного процесса обучения естественно-научных и технических дисциплин в использовании информационных технологий, ориентированных на компьютерное моделирование и недостаточной разработанностью методики их применения;
- направленностью современной образовательной системы на активизацию учебно-познавательной и учебно-профессиональной деятельности курсантов и студентов вузов МЧС России и недостаточной разработанностью методов её активизации посредством применения интерактивных ВЛ.

Реорганизация системы высшего пожарно-технического образования предполагает как стартовую основу переход к таким методам обучения, которые основаны на конструктивистском, оперативном подходе, вместо традиционного линейного. И этот парадигмальный сдвиг в системе вузовского пожарно-технического образования, подразумевающий внедрение современных педагогических технологий.

Уровень развития информационных технологий, современные концепции пожарно-технического образования заставляет выбирать из них, в первую очередь те, которые повышают эффективность и качество обучения; обеспечивают мотивы к самостоятельной познавательной деятельности в ходе обучения; способствуют углублению межпредметных связей за счет интеграции информационной и предметной подготовки.

Одной из главных особенностей современного образовательного процесса становится развитие личности обучающихся, их интеллектуальных способностей, творческого потенциала. Это одно из неперенных условий их профессиональной самореализации. В системном плане эта задача может быть решена с помощью развивающих образовательных технологий, одной из которых является проведение лабораторных работ, но при этом должны соблюдаться следующие условия: целостный подход при выборе номенклатуры лабораторных экспериментов; системность воздействия на обучающегося; индивидуальный подход и активизация их собственных познавательных возможностей; приоритет развития мышления, интеллекта.

Выделим условно три основные стадии любого лабораторного исследования: наблюдение, измерение, интерпретация. Развиваемая нами концепция виртуального учебного эксперимента предполагает реализацию всех этих трех стадий и должна

сопровождаться специально разработанными учебными материалами и моделирующими программами, адаптированным к конкретному опыту и использующими наиболее современные достижения науки при их интерпретации.

Основной особенностью, на которую следует обратить внимание при проектировании содержания, является тип ориентировочной основы действия. Различия в обобщенности, в полноте и способе получения ориентировочной основы действия служат основанием для выделения разных ее типов. Типы ориентировочной основы действия обучающихся в ходе работы с интерактивной ВЛ представлены в табл. 1.

Таблица 1. Типы ориентировочной основы действия обучающихся работе с интерактивной ВЛ

Характеристика по полноте и обобщенности	Содержание действий обучающихся
Конкретная / Неполная	Ориентиры представлены в частном виде и выделяются самим обучаемым методом проб и ошибок.
Конкретная / Полная	Наличием всех частных условий, необходимых для правильного выполнения действия, которые даются обучающемуся в готовом виде
Обобщенная / Полная	Состав ориентиров характеризуется быстротой и безошибочностью процесса формирования действия, большой устойчивостью, широтой переноса. Ориентировочная основа действия составляется обучающимся самостоятельно с помощью общего метода.
Обобщенная / Полная	Полная система ориентиров, которые даются в готовом обобщенном виде
Обобщенная / Неполная	Обучающемуся дается система ориентиров, недостаточная для правильного выполнения действия в пределах той области, границы которой определяются степенью обобщенности выделенных ориентиров
Обобщенная / Неполная	Обобщенная, но неполная ориентировочная основа не дается в готовом виде, а выделяется обучающимся самостоятельно
Конкретная / Полная	Конкретная полная ориентировочная основа выделяется обучающимся самостоятельно
Конкретная / Неполная	Частная, неполная система ориентиров дается обучающемуся в готовом виде

Виртуальная лаборатория должна являться комплексным программным обеспечением для самостоятельной работы курсантов и студентов вузов МЧС России. Следовательно, ВЛ должна: давать краткую информацию по теории, приемам решения задач, проведению лабораторных исследований; делать возможным организацию самостоятельной работы курсанта или студента; обеспечивать возможность оперативного контроля и самоконтроля качества приобретенных знаний, уровня сформированности ключевых профессиональных компетенций; прививать навыки исследовательской работы курсанта или студента; быть единым программным комплексом и отвечать всем современным требованиям построения компьютерных программ; обеспечивать безопасность, которая понимается нами как безопасность от перегрузок, чужеродной и ненужной обучающемуся информации, от давления внешнего воздействия, безопасность от неправильных ходов и путей, позволяет наиболее полно реализовать физиологические, интеллектуальные и духовные возможности военнослужащего.

В качестве среды ВЛ может применяться оболочка электронного учебника, способствующая просмотру гипертекстовой информации и имеющая следующий ряд интерфейсных возможностей: ее интерфейс наделен содержанием в виде дерева, по

которому можно передвигаться в хаотичном порядке; позволяет перемещаться постранично, как вперед, так и назад, делая закладки на необходимых страницах; позволяет перемещаться по сделанным закладкам; имеет глоссарий, состоящий из основных терминов. При этом каждый термин является ссылкой на место в тексте, где дается его определение; в местах запуска определенных модулей стоят соответствующие ссылки на них.

Опыт использования корректно сформированного программного продукта показывает, что непременным условием эффективного самостоятельного его использования является наличие системы помощи. Как правило, наиболее эффективной является система контекстной помощи, когда содержание экрана помощи зависит от контента, в котором находится программный продукт. Подобное утверждение неочевидно для программ, используемых для учебных целей, поскольку существует другой вид помощи, предполагающий самостоятельный поиск информации через систему разветвленных меню. Таким образом, сформированная интерактивная модель ВЛ представлена на рис. 1.

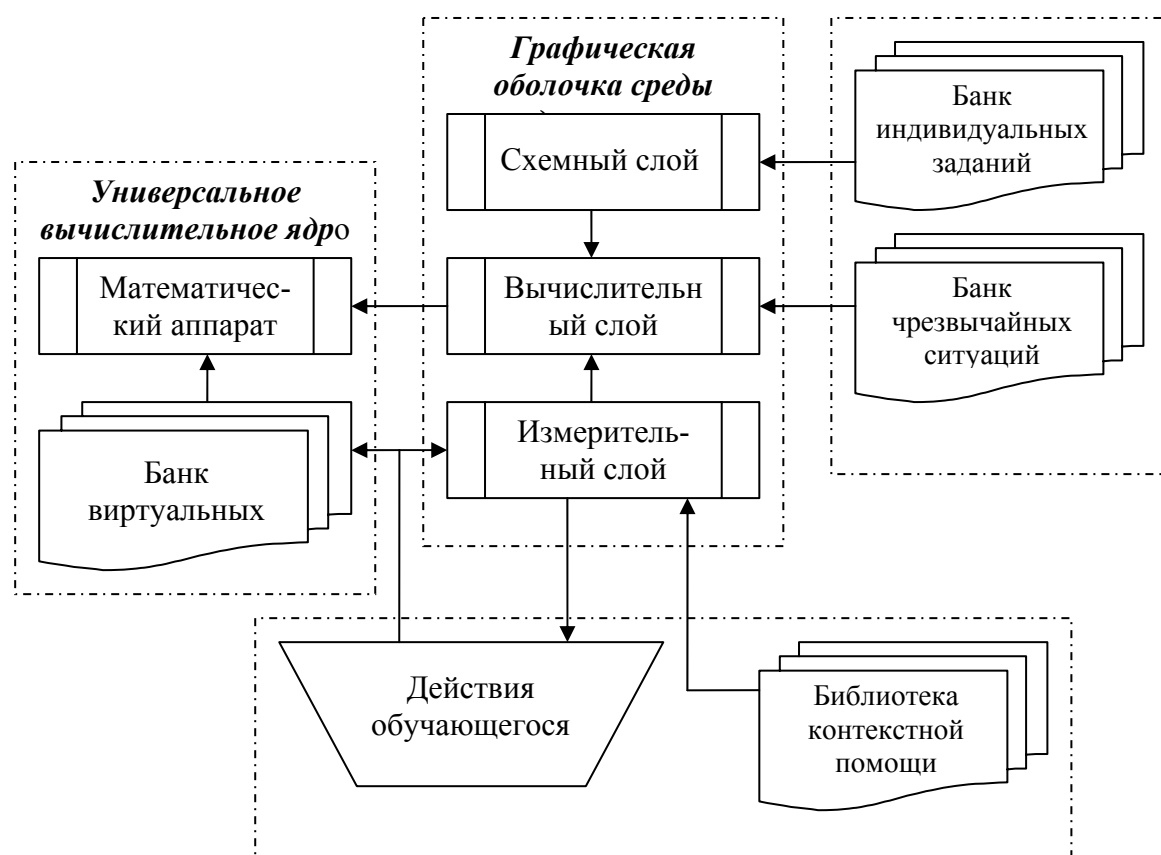


Рис. 1. Интерактивная модель ВЛ

Интерактивная модель ВЛ может быть успешно реализована при условии, что состав и тематика индивидуальных заданий на виртуальный лабораторный эксперимент должны быть спланированы с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством курсантов и студентов.

Система принципов формирования индивидуального задания на виртуальный лабораторный эксперимент представлена в табл. 2.

**Таблица 2. Принципы формирования индивидуального задания на виртуальный лабораторный эксперимент**

Способ реализации	Принципы формирования задания
Комплексный подход к объектам моделирования	Содержание индивидуального задания должно основываться на том, что курсанту или студенту предоставляется полная совокупность образовательных услуг, необходимых и достаточных для самостоятельного выполнения задания при минимальной консультационной поддержке преподавателя
Масштабное преобразование объектов моделирования	Содержание индивидуального задания предполагает, что в каждой предметной области изучаются не натурные образцы, которые могут иметь большие габариты и энергопотребление, а их виртуальные модели. При этом если в процессе масштабных преобразований не были нарушены критерии подобия, то реальные и изучаемые на виртуальных моделях процессы и объекты полностью подобны и никакого искажения процедуры изучения данной предметной области не происходит
Блочно-модульная структура виртуальной лаборатории	Содержание индивидуального задания должно позволять легко наращивать и изменять конфигурацию лаборатории в зависимости от содержания рабочей программы для данной специальности. В такой структуре каждый объект изучения или группа однородных объектов, образующих раздел учебной дисциплины, реализуется в виде типового объектного модуля. Набор таких типовых объектных модулей образует полный виртуальный комплекс по данной учебной дисциплине, который программно выполняется в виде единого программного продукта
Интеллектуализация объектных модулей виртуальной лаборатории	Содержание индивидуального задания должно предусматривать, что программная реализация каждого объектного модуля производится в виде отдельной процедуры, что обеспечивает автоматизированный выбор объекта моделирования и формирование его необходимой конфигурации в соответствии с индивидуальным заданием, настройку его параметров и режимов работы, многоканальный автоматизированный контроль входных и выходных показателей, предварительную обработку результатов экспериментального исследования и формирование расчетной части задания
Коллективный доступ курсантов к ресурсам, обеспечивающим процесс моделирования	Содержание индивидуального задания должно учитывать, что оснащение каждого интеллектуального объектного модуля программно-техническими средствами сетевого обмена данными будет позволять совместный и поочередный доступ выполняющих виртуальный эксперимент к программно-аппаратному комплексу для успешного выполнения задания непосредственно в ходе проведения лабораторного занятия

При отборе аудитории, участвующей в эксперименте, наиболее важным было определение степени аутентичности экспериментальной и контрольной группы. В качестве критерия были выбраны объективные характеристики успеваемости по базовым учебным дисциплинам курсантов экспериментальной и контрольной группы, обучающихся по специальности «Пожарная безопасность» до начала формирующего эксперимента.

Объективные характеристики успеваемости по базовым учебным дисциплинам экспериментальной и контрольной групп до начала формирующего эксперимента представлены в табл. 3.



**Таблица 3. Объективные характеристики успеваемости до начала эксперимента**

Учебная дисциплина	Группа				t-критерий Стьюдента
	эксперимент. (n=27)		контрольная (n=28)		
	$X_m$	$\sigma^2$	$X_m$	$\sigma^2$	
Информатика	3,69	0,80	3,33	0,78	3,16
Физика	3,76	0,73	3,70	0,55	2,93
Гидравлика	3.40	0.85	3.42	0.79	3.00

Значение коэффициента аутентичности групп равно 0,97. Педагогическая практика, а так же многие авторы считают, что точность оценки знаний обучаемых при традиционной схеме учебного процесса значительно больше влияния неаутентичности аудитории в формирующем эксперименте.

Одной проблем при создании структуры интерактивной ВЛ является определение характера реакции на ошибку ввода начальных условий проведения виртуального эксперимента. Для педагогического наблюдения за реакцией курсантов экспериментальной группы, участвующих в формирующем эксперименте, обеспечивалась программная реализация интерактивной реакции на возможную ошибку ввода. По результатам измерений среднего времени устранения полученной ошибки оказалось, что наиболее эффективной процедурой ввода является процедура с реакцией с указанием на ошибку по завершению ввода всех необходимых параметров виртуального моделирования. Результаты измерения приведены в табл. 4.

**Таблица 4. Среднее времени устранения ошибки ввода**

Вид реакции	Начало моделирования	Ввод всех параметров	Интерактивная реакция
Среднее время корректировки, с	16	11	7
Среднее число повторных ошибок	4	2	5

Организация учебной работы в формирующем эксперименте представлена в табл. 5.

**Таблица 5. Содержание формирующего эксперимента**

Этапы работы с учебным материалом	Группа	
	Эксперимент. (n=27)	Контрольная (n=28)
Предлабораторный коллоквиум	Тесты предлабораторного коллоквиума,	
Самоконтроль	Тесты самоконтроля	Контрольные вопросы
Задания на лабораторный эксперимент	Индивидуальные многоуровневые с моделированием ЧС	Индивидуальные традиционные
Мотивация	Преодоление когнитивного диссонаса при моделировании ЧС	Результаты рубежного контроля
Итоговый контроль знаний	Защита результатов моделирования	

В качестве критерия успешности использования интерактивной модели ВЛ в учебном процессе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России было выбрано число курсантов, подготовивших и защитивших отчет по результатам проведения виртуального моделирования непосредственно в процессе проведения данного лабораторного занятия.

Динамика числа защищенных отчетов по мере протекания формирующего эксперимента представлены на рисунке 2.

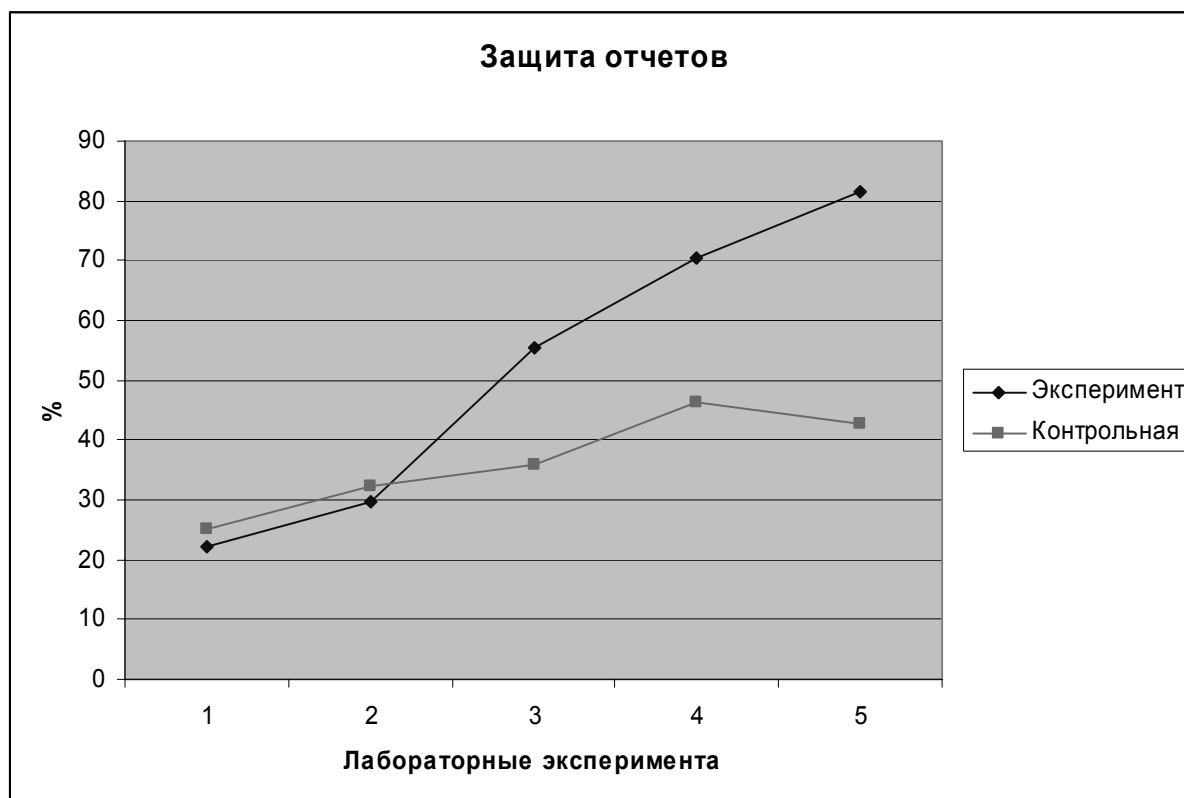


Рис. 2. Динамика числа защищенных отчетов по мере протекания формирующего эксперимента

Начиная с третьего виртуального эксперимента, наблюдаются существенные различия у курсантов экспериментальной и контрольной групп в числе защищенных отчетов непосредственно в течение данного занятия.

Итоговый контроль знаний курсантов контрольной и экспериментальной групп проводился по окончании изучения дисциплины «Теплотехника» в рамках входного контроля дисциплины «Прогнозирование опасных факторов пожара». Это было обусловлено тем, что данная дисциплина является логическим продолжением этого курса и в значительной степени базируется на ранее изученных темах дисциплины «Теплотехника». Использовалась контролирующая программа на 10 вопросов. По каждому вопросу предлагалось от 4 до 6 вариантов ответов, причем курсанты предупреждались, что возможно наличие нескольких правильных ответов, отсутствие таковых, а также наличие вариантов неточных ответов. Результаты контрольного тестирования представлены в табл. 6.

Таблица 6. Результаты итогового опроса при измерении остаточных знаний

Баллы	3	4	5	6	7	8	9	10	$X_m$	$\Delta X$
Эксперимент. (n=27)	0	0	2	3	5	6	7	4	7,93	1,49
Контрольная (n=28)	1	2	2	4	4	6	5	4	7,36	1,97
Коэффициент достоверности									1,205	
t-Студент для $P \leq 0,05$									2,018	

Статистически значимые различия в уровне остаточных знаний у курсантов экспериментальной и контрольной групп, полученные на контрольном этапе

педагогического эксперимента позволяют сделать вывод об эффективности использования интерактивной модели ВЛ в вузах МЧС России.

#### **Литература**

1. Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А.Д.Р. Физические основы математического моделирования. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 320 с.
2. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании. М.: Издательский центр «Академия», 2008. С. 71.

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОПИНГ-ПОВЕДЕНИЯ СОТРУДНИКОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РОДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Е.Н. Матыцина.**

**Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины  
им. А.М. Никифорова МЧС России, Санкт-Петербург.**

**Е.Н. Ашанина, кандидат психологических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский государственный институт  
психологии и социальной работы**

Изучены психологические особенности копинг-поведения 230 сотрудников ГПС МЧС России в зависимости от рода их профессиональной деятельности. Инспекторы ГПН по сравнению с сотрудниками пожарных частей чаще используют просоциальные и прямые модели поведения в стрессовых ситуациях. Уровень напряженности психологических защит сотрудников пожарных частей выше, чем у инспекторов ГПН. Сотрудники пожарных частей по сравнению с инспекторами ГПН демонстрируют более высокие показатели профессиональной адаптированности, более дисциплинированы в выполнении социальных требований и склонны полагаться на поддержку коллег.

*Ключевые слова:* сотрудники ГПС МЧС России, копинг-поведение, копинг-ресурсы, профессиональная адаптация

## **PSYCHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE COPING BEHAVIOR OF THE STUFF OF THE STATE FIRE SERVICE EMERCOM OF RUSSIA DEPENDING ON THE TYPE OF THEIR PROFESSIONAL ACTIVITY**

**E.N. Matytsina.**

**ARCERM EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg.**

**E.N. Ashanina.**

**Saint-Petersburg state institute of psychology and social work**

The psychological characteristics of coping behavior of 230 employees of State fire service of EMERCOM of Russia were studied, depending on the nature of their profession. The inspectors observed greater severity of the pro-social and direct behavior compared with members of fire departments. The level of intensity of psychological defenses which demonstrated the staff of fire stations is higher than that of inspectors. Staff of the fire stations compared with the inspectors showed higher level of professional adaptation, more disciplined in fulfilling social demands and tend to rely on the support of colleagues.

*Key words:* employees of State fire service of EMERCOM of Russia, coping behavior, coping resources, professional adaptation

Специалисты «опасных профессий» имеют повышенный риск развития профессиональной дезадаптации, различных нервно-психических и психосоматических расстройств и других негативных состояний, требующих психологической коррекции [1–3]. Это связано в первую очередь с воздействием большого числа стресс-факторов в их повседневной деятельности [4, 5]. Для совладания с этими факторами необходимо использование продуктивных способов копинг-поведения. В противном случае выбор неадекватных стратегий совладания может привести к снижению эффективности деятельности [6, 7]. Одними из наиболее ярких представителей данной категории профессий являются сотрудники Государственной противопожарной службы МЧС России (ГПС МЧС России). Данная служба состоит из множества подразделений со своими специфическими обязанностями, что является существенным фактором при изучении их копинг-поведения. Вышеуказанное определило цель нашего исследования - выявление психологических особенностей копинг-поведения сотрудников ГПС МЧС России в зависимости от рода их профессиональной деятельности.

Экспериментальную группу составили 230 сотрудников ГПС МЧС России. Из них 104 сотрудника пожарных частей в должности начальника караула (1 группа) и 126 инспекторов ГПН (2 группа) в возрасте 24–40 лет с высшим образованием и стажем работы по специальности от 1,5 до 10 лет. Обследование проводилось в 2010–2011 гг. в институте дополнительного профессионального образования СПб УГПС МЧС России и на базе Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России.

В ходе исследования были использованы следующие психодиагностические методики:

- 1) методика исследования стратегий преодолевающего поведения «SACS» [8];
- 2) методика исследования механизмов психологической защиты «Индекс жизненного стиля» («LSI») [9];
- 3) «Шкала профессиональной адаптированности» («ШПАД») [10];
- 4) «Шкала восприятия социальной поддержки» («MSPSS») в модификации Кобытовой Г.С. [10];
- 5) многофакторный личностный опросник Кеттелла (16- ФЛО) [11].

Для статистической обработки полученных результатов применялись: одновыборочный критерий Колмагорова-Смирнова для проверки распределений на нормальность, t-критерий Стьюдента для выявления достоверных различий между группами по заданным признакам.

На первом этапе изучения копинг-поведения сотрудников ГПС МЧС России проводилось определение их преобладающих стратегий стресс-преодолевающего поведения при помощи методики SACS. Полученные данные приведены ниже в табл. 1.

Как видно из приведенных в табл. 1 данных, статистически значимые различия в исследуемых группах обнаружены по 7 из 9 возможных вариантов стратегий преодоления (77,8%). При этом сотрудники пожарных частей (далее ПЧ) достоверно чаще используют асоциальные («агрессивные действия»,  $p < 0,001$ ) и активные («ассертивные действия»,  $p < 0,01$ ) модели копинг - поведения. Также у них достоверно выше выражена такая стратегия, как «избегание» ( $p < 0,001$ ).

У инспекторов ГПН статистически значимо более выражены просоциальные («вступление в социальный контакт»,  $p < 0,001$  и «поиск социальной поддержки»,  $p < 0,05$ ), прямые («импульсивные действия»,  $p < 0,05$ ) и пассивные («осторожные действия»,  $p < 0,001$ ) модели поведения.

Таблица 1. Результаты обследования сотрудников ГПС с помощью опросника SACS, ( $M \pm m$ )

Стратегия стресс-преодолевающего поведения			<
	1 группа	2 группа	
Ассертивные действия	22,11±0,25	20,99±0,29	,01
Вступление в социальный контакт	23,15±0,29	24,44±0,24	,001
Поиск социальной поддержки	22,63±0,35	23,54±0,29	,05
Осторожные действия	20,69±0,22	22,07±0,35	,001
Импульсивные действия	16,16±0,27	17,17±0,28	,05
Избегание	15,77±0,33	14,16±0,39	,001
Непрямые действия	18,59±0,29	18,56±0,36	
Асоциальные действия	17,11±0,33	16,47±0,39	
Агрессивные действия	14,58±0,21	13,28±0,36	,001
<i>Выявлены достоверные различия по 7 из 9 шкал (77,8%)</i>			

Полученные результаты могут объясняться различиями в характере деятельности сравниваемых групп. Инспекторы в силу своих профессиональных обязанностей более ориентированы на общение с людьми, им необходимы развитые коммуникативные навыки, гибкость в общении, ориентация на социальные нормы. У сотрудников ПЧ работа связана с постоянным воздействием разнообразных стресс-факторов, что приводит к перенапряжению и повышенному уровню агрессивности.

Поскольку копинг-поведение тесно связано с функционированием системы психологических защит личности, следующим этапом нашего исследования стало изучение выраженности различных механизмов психологических защит (МПЗ) у сотрудников ГПС.

Для этого применялся опросник LSI (Индекс жизненного стиля), который позволяет измерить основные механизмы защит личности: отрицание, подавление, регрессия, компенсация, проекция, замещение, интеллектуализация и реактивные образования. Чрезмерная выраженность какого-либо из этих механизмов может стать причиной неэффективного копинг-поведения и развития психологической дезадаптации. Полученные данные представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2 у сотрудников пожарных частей по сравнению с инспекторами ГПН достоверно выше выраженность таких механизмов защиты, как «подавление» ( $p < 0,001$ ) и «проекция» ( $p < 0,001$ ). При этом общий уровень напряженности их защит также существенно превышает таковой у инспекторов ГПН ( $p < 0,001$ ). Полученные данные свидетельствуют о более высоком уровне психоэмоционального напряжения сотрудников ПЧ по сравнению с инспекторами ГПН. Выраженность таких шкал, как «подавление» и «проекция» говорит об обусловленности восприятия пожарных окружающего мира и других людей собственными потребностями и личностными чертами, а также о непроизвольном стремлении не допускать в сознание информацию, которая может неблагоприятно повлиять на их психологическое благополучие. Таким образом, отсутствие отреагирования

негативных переживаний в силу их неосознанности может приводить к усилению психологической дезадаптации.

Таблица 2. Результаты исследования механизмов психологических защит инспекторов ГПН и сотрудников ПЧ, ( $M \pm m$ )

Механизм психологической защиты			P<
	1 группа	2 группа	
Отрицание	59,84±1,23	57,92±2,34	-
Подавление	44,22±1,54	25,36±1,17	0,001
Регрессия	19,11±2,05	20,92±1,53	-
Компенсация	34,20±1,87	30,57±2,22	-
Проекция	32,65±1,68	22,00±1,64	0,001
Замещение	19,18±1,73	18,16±1,46	-
Интеллектуализация	62,69±2,07	62,53±2,01	-
Реактивные образования	31,58±1,92	31,73±1,95	-
Общая напряженность защит	38,76±1,28	33,62±1,03	0,001
Выявлены достоверные различия по 3 из 9 шкал (33,3 %)			

Следствием использования неадекватных копинг-стратегий и МПЗ на эмоционально-поведенческом уровне часто является развитие профессиональной дезадаптации. В связи с этим следующим этапом нашего исследования явилось изучение уровня профессиональной адаптированности при помощи методики «ШПАД». Полученные результаты отражены на рис.1 и 2.

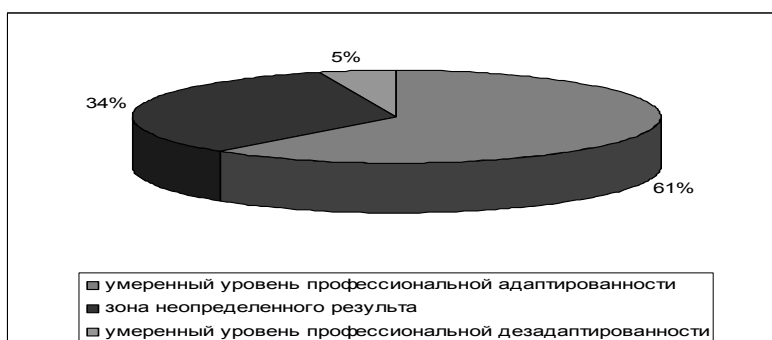


Рис. 1. Распределение инспекторов ГПН по уровню профессиональной адаптированности

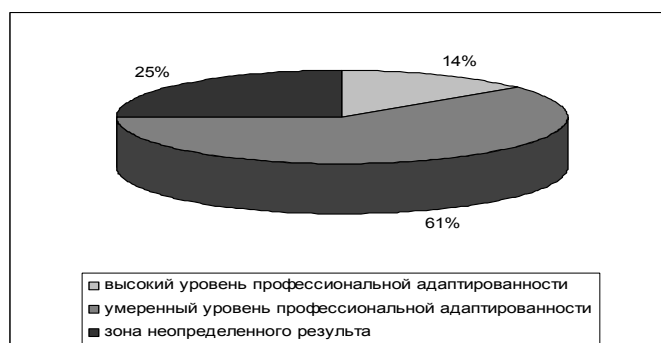


Рис. 2. Распределение сотрудников пожарных частей по уровню профессиональной адаптированности

Как видно из рис. 1 и 2, большая часть (61 %) как инспекторов ГПН, так и сотрудников ПЧ имеют умеренный уровень профессиональной адаптированности. Но при этом в группе сотрудников ПЧ наблюдается высокий уровень профессиональной адаптированности (14 %), в то время как у инспекторов он отсутствует. Инспекторы ГПН в 5 % случаев демонстрируют умеренный уровень профессиональной дезадаптированности. Все это свидетельствует о более высоких показателях профессиональной адаптации сотрудников ПЧ по сравнению с инспекторами ГПН.

Заключительным этапом исследования явилось изучение личностных и средовых копинг-ресурсов, так как они лежат в основе используемых индивидом копинг-стратегий и всего реализуемого копинг-поведения. Личностные ресурсы включают в себя множество характеристик, таких как когнитивные способности, тип эмоционального реагирования, волевые качества и многое другое. К средовым ресурсам относят то окружение, с которым человек взаимодействует в своей повседневной жизни (семья, друзья, работа, социальные институты, общественные организации, религиозные сообщества и т.д.). Оценка личностно-средовых ресурсов сотрудников ГПС проводилась при помощи методик «16-ФЛЮ» и «MSPSS».

К одним из наиболее эффективных средовых копинг-ресурсов относят социальную поддержку. Была проведена оценка субъективного восприятия социальной поддержки сотрудниками ГПС при помощи модифицированного Корытовой Г.С. варианта многомерной шкалы восприятия социальной поддержки D.Zimet («MSPSS»).

Таблица 3. Среднегрупповые показатели средовых копинг-ресурсов у сотрудников ГПС

Средовой копинг-ресурс			P <
	1 группа	2 группа	
Семейная поддержка	3,96±0,01	3,94±0,02	-
Поддержка коллег по работе	3,18±0,11	2,47±0,17	0,001
Дружеская поддержка	3,84±0,05	3,81±0,06	-
Значимые другие	3,87±0,02	3,92±0,02	-
Общественные организации	1,07±0,12	0,79±0,11	-
<i>Выявлены достоверные различия по 1 из 5 шкал (20 %)</i>			

Согласно табл. 3, значимые отличия в субъективном восприятии социальной поддержки между сотрудниками ПЧ и инспекторами ГПН наблюдаются только по одной из 5 шкал опросника – «поддержка коллег по работе» (P < 0,001). Так, сотрудники ПЧ в большей степени видят в своих сослуживцах источник возможной помощи в сложных ситуациях. Это объясняется специфическим характером их работы, которая требует высокой сплоченности коллектива и слаженности действий всей команды. При несоблюдении этого условия повышается риск для жизни и здоровья сотрудника.

Далее приведены результаты исследования личностных особенностей сотрудников ГПС при помощи методики «16-ФЛО» (табл. 4).

Таблица 4. Результаты исследования личностных особенностей сотрудников ПЧ и инспекторов ГПН по методике «16-ФЛО», ( $M \pm m$ )

Шкала опросника			P <
	1 группа	2 группа	
MD (адекватная- неадекватная самооценка)	7±0,15	6,88±0,16	-
A (открытость-замкнутость)	5,25±0,20	7,21±0,17	0,001
B (развитость-ограниченность мышления)	4,61±0,25	4,52±0,22	-
C (эмоциональная стабильность-неустойчивость)	7,09±0,13	7,42±0,12	-
E (подчиненность-доминантность)	6,47±0,18	6,18±0,16	-
F (сдержанность- экспрессивность)	7,33±0,14	7,37±0,18	-
G (сознательность-беспринципность)	5,30±0,16	5,62±0,20	-
H (смелость-застенчивость)	5,69±0,15	5,71±0,16	-
I (чувственность-реализм)	4,19±0,13	5,57±0,21	0,001
L (подозрительность-доверчивость)	5,92±0,23	6,49±0,21	-
M (мечтательность-практичность)	3,62±0,14	4,16±0,17	0,05
N (прямолинейность-проницательность)	5,27±0,16	5,03±0,17	-
O (спокойствие- тревожность)	4,84±0,22	4,53±0,25	-
Q1 (радикализм-консерватизм)	3,22±0,22	3,25±0,20	-
Q2 (самостоятельность-зависимость)	4,34±0,19	4,02±0,17	-
Q3 (самоконтроль-недостаток самоконтроля)	7,69±0,14	7,24±0,09	0,05
Q4 (внутренняя напряженность-расслабленность)	4,21±0,14	3,70±0,15	0,05
<i>Выявлены достоверные различия по 5 из 17 шкал (29,41 %)</i>			

Как следует из табл. 4, инспекторы ГПН более приветливы, открыты, уживчивы, внимательны к людям, естественны в обращении, более готовы к новым знакомствам (A:  $P < 0,001$ ). Более сентиментальны, с развитыми эстетическими потребностями, сочувствующие и ищущие сочувствия у других. Они более зависимы и сензитивны. У них чаще наблюдается склонность к ипохондрии, боязливость (I:  $P < 0,001$ ).

Инспекторы ГПН более практичны, тщательны, конвенциональны. Их жизнь в основном управляется внешними реальными обстоятельствами, а не внутренним состоянием (M:  $P < 0,05$ ).

Сотрудники ПЧ более дисциплинированы, точны в выполнении социальных требований, хорошо контролируют свои эмоции, заботятся о своей репутации (Q3:  $P < 0,05$ ).

Инспекторы ГПН чувствуют себя более расслабленными, уравновешанными по сравнению с сотрудниками ПЧ. В некоторых ситуациях это может приводить к лени и низкой результативности деятельности (Q4:  $P < 0,05$ ).

Таким образом, результаты исследования показали, что копинг-поведение сотрудников ГПС МЧС России имеет ряд отличительных особенностей в зависимости от рода их профессиональной деятельности. Так, копинг-поведение инспекторов ГПН отличается от копинг-поведения сотрудников пожарных частей рядом характерных особенностей. Копинг-поведение инспекторов ГПН характеризуется большей



выраженностью просоциальных, прямых и пассивных моделей поведения по сравнению с начальниками караула в пожарных частях, которые чаще прибегают к активным способам поведения в стрессовых ситуациях. У сотрудников пожарных частей уровень напряженности психологических защит выше, чем у инспекторов ГПН, в основном за счет большей выраженности механизмов «проекции» и «подавления».

Инспекторы ГПН демонстрируют более низкие показатели профессиональной адаптированности, не удовлетворены уровнем поддержки со стороны коллег по работе. В то же время они более открыты, естественны в обращении, практичны. Сотрудники же пожарных частей более дисциплинированы и склонны к контролю эмоций.

### **Литература**

1. Кулаков Д.В., Ашанина Е.Н. Выраженность и особенности дезадаптивных нервно-психических состояний у сотрудников ГПС МЧС России // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. 2011. № 9 (79). С. 24–28.
2. Heinrichs, M., Wagner, D., Schoch, W., Soravia, L.M., Hellhammer, D. H., & Ehler. Predicting posttraumatic stress symptoms from pretraumatic risk factors: A 2-year prospective follow-up study in firefighters // American Journal of Psychiatry/ 2005. Vol. 162. P. 2276–2286.
3. Michael J.A. Chamberlin, Heather J. Green. Stress and Coping Strategies Among Firefighters and Recruits // Journal of Loss and Trauma. 2010. Vol.15. №.6. P. 548–560.
4. Алексанин С.С. Концепция и принципы медико-психологического сопровождения профессиональной деятельности спасателей МЧС России // Вестник психотерапии. 2006. № 19 (24). С. 8–20.
5. Артамонов В.С. Актуальные проблемы пожарной безопасности / под ред. В.С. Артамонова / С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России. СПб., 2011. 240 с.
6. Кобозев И.Ю. Оценка профессионального стресса и его влияния на копинг поведение руководителей // Вестник психотерапии. 2011. № 37 (42). С. 92–100.
7. Рыбников В.Ю., Ашанина Е.Н. Психология копинг-поведения специалистов опасных профессий: монография / Всерос. центр. экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России; С.-Петербург. ин-т психологии и соц. работы. СПб.: Политехника сервис, 2011. 120 с.
8. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Стратегии и модели преодолевающего поведения // Практикум по психологии менеджмента и профессиональной деятельности / под ред. Г.С.Никифорова, М.А.Дмитриевой, В.М.Снеткова. СПб.: Речь, 2001. С. 311–322.
9. Вассерман Л.И., Ерышев О.Ф., Клубова Е.Б. Психологическая диагностика индекса жизненного стиля / С.-Петербург. науч.-исслед. психоневрол. ин-т им. В.М.Бехтерева. СПб., 2005. 50 с.
10. Коригова Г.С. Защитно-совладающее поведение в педагогической деятельности. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2006. 312 с.
11. Капустина А.Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла. СПб.: Речь, 2007. 104 с.



---

---

# ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОБЩЕСТВА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

---

---

## ИСТОРИКО-ПРАВОВОЙ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ В РОССИИ

**В.А. Зокоев, кандидат юридических наук.**  
**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведён историко-правовой анализ деятельности государственной пожарной службы в России. Определено соответствие нормативно-правовых актов по вопросам пожарной безопасности нормам международного права в соответствии с уровнем развития общества, отражающим реальное состояние дел.

*Ключевые слова:* пожар, противопожарная служба, нормативная база, Государственная противопожарная служба МЧС России, законотворчество

## HISTORICAL – THE LEGAL ANALYSIS OF ACTIVITY OF THE STATE FIRE SERVICE IN RUSSIA

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

The historical-legal analysis of activity of the state fire service in Russia is carried out. The place and a role to regulatory legal acts as corresponding not only to norms of international law, but also a level of development of a society and reflecting a real situation is defined.

*Key words:* the fire, a fire service, standard base, the State fire service of EMERCOM of Russia, lawmaking

Ни одно из существующих ныне государств невозможно представить без противопожарной службы. Наряду с полицией и медициной она относится к тем подразделениям, без которых современное общество трудно себе представить.

Пожар – явление крайне опасное, жестокое, враждебное всему живому. В древних летописях содержатся описания грандиозных пожаров, уничтоживших целые города. Пожары ежегодно уносили тысячи людских жизней, причиняли неизмеримый материальный ущерб.

С укрупнением городов, развитием и концентрацией средств производства увеличивались убытки от пожаров. Все острее становилась потребность в создании общегосударственной системы мер, направленных на предотвращение и тушение пожаров. Необходимо было изменить и отношение населения к выполнению правил обращения с огнем. Прошло немало времени, прежде чем люди, осознав всю бессмысленность действий по возмещению потерь, постоянно причиняемых пожарами, поначалу неумело и бессистемно взялись за организацию пожарного дела.

В продолжение многих веков борьба с огнем на Руси велась в форме ужесточения

наказания виновников пожаров, привлечения населения к тушению пожаров, принятия мер предупредительного характера и даже использования воинских формирований для борьбы с пожарами. Наиболее важные преобразования в этой области произошли в годы правления царя Алексея Михайловича Романова. В этот период на Руси были приняты «Соборное уложение» и «Наказ о градском благочинии». Ряд статей «Соборного уложения» регламентировали правила обращения с огнем, установив ответственность за поджоги и определив различие между неосторожным обращением с огнем и поджогом [1].

«Наказ о градском благочинии», вышедший в апреле 1649 г., не только обобщил и развил все предшествующие законодательные акты, касающиеся вопросов организации наблюдения за противопожарным состоянием в городах и борьбы с огнем, но и заложил основы профессиональной пожарной охраны. Был создан оплачиваемый штатный состав, введено постоянное дежурство в виде объезда города, предусмотрено использование при тушении механизированных водоливных труб, предоставлены объездным права наказания жителей за нарушение правил обращения с огнем. Этим наказом служба по борьбе с пожарами была введена не только в Москве, но и в других городах [2].

В период царствования императора Петра I особым вниманием пользовался флот. Царь собственноручно писал указы и распоряжения по вопросам противопожарной защиты кораблей. Все эти указы пополнялись, принимались новые распоряжения, благодаря чему пожарное дело в России продолжало развиваться [3].

24 июня 1803 г. указом императора Александра I в Санкт-Петербурге впервые была сформирована пожарная команда из солдат внутренней стражи, при этом население столицы освобождалось от выделения ночных сторожей, были решены вопросы содержания пожарных работников, а также освещения улиц. Пожарная команда насчитывала 11 пожарных частей, которые согласно «Устава пожарного» входили в состав полицейских управлений. 31 мая 1804 г. профессиональная пожарная команда создается и в Москве. В других городах их организация осуществлялась на основе «Положения о составе пожарной охраны Петербурга и Москвы» [4].

Очередным значительным шагом в развитии нормативной базы пожарной охраны было утверждение 17 марта 1853 г. «Нормальной таблицы состава пожарной части в городах». Согласно этому документу все города России, кроме столичных, были разделены на семь групп по числу жителей. Для каждой группы предусматривались штатный состав пожарных команд, количество пожарной техники и средства, отпускаемые для ее ремонта. Штатный состав команд впервые стал определяться не по «высочайшему разрешению», а в зависимости от численности населения. Проекты штатов утверждались Министерством внутренних дел [5].

Вплоть до 1873 г. пожарные команды комплектовались людьми из военного ведомства, но с 1874 г., после введения в Российской империи всеобщей воинской повинности, в пожарные команды стали принимать гражданских лиц. Лица, принятые на службу в пожарную охрану, освобождались от призыва в армию. Пожарные команды стали содержаться за счет городской казны, но руководство их действиями по-прежнему находилось в ведении полиции [6].

Первая попытка проведения единой государственной политики в области пожарной безопасности была предпринята в конце XIX века. Съездом пожарных деятелей России, который прошел в июне 1892 г. в Санкт-Петербурге, было решено образовать добровольное пожарное общество, объединяющее пожарные организации России, которое начало свою работу в 1893 г. [7].

Важную роль в предупреждении пожаров и развитии пожарной техники сыграл организованный в 1895 г. из членов главного совета добровольного пожарного общества технический комитет, в который входили видные инженеры и техники. В 1906 г. в Санкт-Петербурге с участием Общества, были открыты курсы пожарных техников. Впервые за всю историю борьбы с огнем в России появились технически подготовленные пожарные работники [8].

К концу 1927 г. в РСФСР создается единая система государственного пожарного надзора, который вместе с профессиональными городскими и общественными пожарными частями, добровольными пожарными дружинами был призван осуществлять как предупредительные, так и оборонительные меры борьбы с огнем [9].

В дальнейшем создание во всех союзных республиках СССР аппарата государственного пожарного надзора явилось закономерным этапом развития и реализации на практике основных положений декрета «Об организации государственных мер борьбы с огнем».

С увеличением количества природных и техногенных катастроф возникла необходимость создания в России мощной централизованной системы реагирования на аварии и чрезвычайные ситуации. Таковой становится пожарная охрана, на которую в соответствии с Федеральным законом «О пожарной безопасности» возлагаются задачи не только по профилактике и тушению пожаров, но и по проведению аварийно-спасательных работ, спасению людей и имущества, оказанию первой медицинской помощи [10].

1 января 2002 г. Государственная противопожарная служба Министерства внутренних дел РФ в соответствии с Указом Президента РФ преобразована в Государственную противопожарную службу (ГПС) Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, включив в ее состав входящие по состоянию на 1 октября 2001 г. в систему Государственной противопожарной службы Министерства внутренних дел РФ центральные и территориальные органы, подразделения, учреждения, предприятия, организации, состоящим на их балансе имуществом [11].

Данное событие и явилось началом формирования современной нормативной правовой базы по вопросам регулирования прохождения службы лицами рядового и начальствующего состава Государственной противопожарной службы. На сегодняшний день правовую основу государственной службы по отношению к Государственной противопожарной службе составляют: Конституция РФ; Федеральный закон «О системе государственной службы Российской Федерации» (2003 г., в ред. от 28.12.2010); Федеральный закон «О государственной гражданской службе Российской Федерации» (2004 г., в ред. от 28.12.2010); Федеральный закон «О пожарной безопасности» (1994 г., в ред. от 19.07.2011); Указ Президента Российской Федерации «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (2004 г., в ред. от 02.01.2011); Положение о службе в органах внутренних дел Российской Федерации (1992 г., в ред. от 17.12.2009); Положение о федеральной противопожарной службе (2005 г., в ред. от 29.12.2009); Постановление Правительства РФ «О государственном пожарном надзоре» (2004 г., в ред. от 02.10.2009); приказ МВД России от 14 декабря 1999 г. №1038 «Об утверждении инструкции о порядке применения положения о службе в органах внутренних дел» (1999 г., в ред. от 09.12.2008) и др.

Сегодня Государственная противопожарная служба – это мощная оперативная служба в составе МЧС России, обладающая квалифицированными кадрами, современной техникой, имеющая развитые научную и учебную базы. Подразделения ГПС ежегодно совершают около двух миллионов выездов, при этом спасают от гибели и травм на пожарах более 70 тысяч человек.

Государственная противопожарная служба является составной частью сил обеспечения безопасности личности, общества и государства и координирует деятельность других видов пожарной охраны. В нее входят [10]:

- федеральная противопожарная служба (на ней остановимся подробнее);
- противопожарная служба субъектов РФ, которая в свою очередь состоит из структурных подразделений центрального аппарата и территориальных органов соответственно.

Основными задачами ФПС МЧС России являются:

1) организация и осуществление государственного пожарного надзора на территории Российской Федерации, за исключением объектов, государственный пожарный надзор которых отнесен в соответствии с законодательством РФ к компетенции иных государственных органов;

2) организация и осуществление профилактики пожаров;

3) осуществление тушения пожаров в населенных пунктах, организация и осуществление тушения пожаров в закрытых административно-территориальных образованиях, особо важных и режимных организациях, в которых создаются специальные и воинские подразделения, в организациях, в которых создаются объектовые подразделения федеральной противопожарной службы, на объектах, охраняемых договорными подразделениями федеральной противопожарной службы, а также при проведении мероприятий федерального уровня с массовым сосредоточением людей, проведение аварийно-спасательных работ, спасение людей и имущества при пожарах;

4) координация деятельности других видов пожарной охраны в порядке, установленном законодательством РФ;

5) осуществление научно-технического обеспечения пожарной безопасности и координация научных исследований в области пожарной безопасности;

6) организация в пределах своей компетенции подготовки в образовательных учреждениях МЧС России, других образовательных учреждениях специалистов для пожарной охраны и организаций;

7) осуществление методического руководства и контроля деятельности по вопросам обучения населения в области обеспечения пожарной безопасности, а также организации подготовки в установленном порядке должностных лиц органов государственной власти в области пожарной безопасности.

Таким образом, проведя хронологический анализ становления нормативной базы ФПС МЧС России, представляется возможным сделать вывод о том, что, нормативная база пожарной охраны прошла яркий исторический путь. Но на современном этапе нормативная база прохождения службы в ФПС МЧС России разработана недостаточно, чему свидетельствует то, что на сотрудников ФПС МЧС России до сих пор распространяются требования положений государственно-служебных отношений для МВД России [11], которые были разработаны еще в далеком прошлом, когда существовали другие социально-экономические и государственно-политические отношения.

Следовательно, сегодня необходимо повысить уровень законотворчества так, чтобы в системе МЧС России деятельность сотрудников регламентировалась ведомственными нормами, а принимаемые нормативно-правовые акты соответствовали не только нормам международного права, но и уровню развития общества, и отражали реальное состояние дел.

## **Литература**

1. Россия под скипетром Романовых. СПб., 1912.
2. Свод законов Российской империи. Собр. 1. Т. I. СПб., 1832.
3. Свод законов Российской империи. Собр. 1. Т. 4. СПб., 1832.
4. Свод законов Российской империи. Собр. 1. Т. 27. СПб., 1832.
5. Противопожарная служба России. Документы и материалы. М., 2002.
6. Чехов А.П. Исторический очерк пожарного дела в России. СПб., 1892.
7. Щаблов Н.Н. Пылающая Русь / под ред. В.Н. Виноградова. СПб., 1996.
8. Белецкий С., Руткевич П. Исторический очерк образования и развития полицейских учреждений в России. СПб., 1913.
9. Сборник постановлений и распоряжений по пожарной охране / сост. И. Рыданов, К. Яичков. М.: Советское законодательство, 1931.

10. О пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ: принят Гос. Думой. Федер. Собр. Рос. Федерации 18 нояб. 1994 г.: по сост. 19 июля 2011 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 25.10.2011).

11. О совершенствовании государственного управления в области пожарной безопасности: Указ Президента Рос. Федерации от 9 нояб. 2001 г. № 1309. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 25. 10.2011).



## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексеева Евгения Вячеславовна – нач. группы отд. связи, оповещения и автоматиз. систем упр. Главного упр. МЧС России по Примор. краю (г. Владивосток, Примор. край, д.3), e-mail: a-evgeniya@mail.ru;

Артамонова Галия Калимуловна – проф. каф. теор. и ист. госуд. и права СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р юр. наук, профессор;

Асеев Игорь Михайлович – командир взвода факультета пож. безоп. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Ашанина Елена Николаевна – доц. СПб гос. института психол. и социальной работы (199178, Санкт-Петербург, 12-я линия В.О., 13а), e-mail: liola@nm.ru, канд. психол. наук;

Баскин Юрий Григорьевич – нач. каф. пож., аварийно-спасат. техн. и автомоб. хоз-ва СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р пед. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Бакуров Александр Петрович – препод. каф. защиты населения и территор. Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), тел. (495) 617-27-78;

Бахметов Валерий Евгеньевич – зам. нач. отд. орг. тушения пож. и провед. аварийно-спасат. работ УОП ГУ МЧС России по Архангельской области, адъюнкт факультета подготовки и переподг. науч. и науч.-пед. кадров СПб университета ГПС МЧС России, e-mail: bve76@yandex.ru, тел. (921) 721-78-24;

Белякова Людмила Анатольевна – доц. каф. госуд. надзора и контроля СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (921) 590-24-25, канд. техн. наук, доц.;

Вавилкин Вячеслав Николаевич – нач. курса фак-та эконо. и права СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: vavvn@mail.ru;

Вагин Александр Владимирович – зам. нач. каф. пож. безопас. зданий и автоматиз. систем пожаротуш. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-68, e-mail: alexwagin@yandex.ru, канд. техн. наук, доц.;

Гадышев Виктор Александрович – советник нач. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки РФ;

Галишев Михаил Алексеевич – проф. каф. криминал и инженерно-техн. эксп. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-86-28, e-mail: unk-ugps@mail.ru, д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Грешных Антонина Адольфовна – нач. факультета подготовки и переподг. науч. и науч.-пед. кадров СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 387-97-95, д-р пед. наук, канд. юр. наук, проф.;

Гусев Николай Николаевич – директор ООО «Науч.-произв. фирма «Лидинг», д-р техн. наук, ст. науч. сотр.;

Дементьев Федор Алексеевич – соискатель каф. криминал. и инженерно-техн. эксп. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-86-28, e-mail: unk – ugps@mail.ru;

Долгополов Сергей Михайлович – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Жуков Юрий Иванович – зав. каф. систем автомат. управл. и бортовой вычисл. техн. Гос. морского техн. университета (190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д.3), д-р техн. наук, проф.;

Зокоев Валерий Анатольевич – нач. каф. защиты населения и территор. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-26-68, канд. юр. наук;

Иванов Александр Юрьевич – проф. каф. приклад. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149) д-р техн. наук, проф.;

Иванова Светлана Петровна – зав. каф. психол. риска экстрем. и кризис. ситуаций СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, канд. психол. наук, доц.;

Кожевин Дмитрий Федорович – зам. нач. каф. физико-химич. основ прцес. горения и тушения СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Кондрашин Алексей Викторович – ст. препод. каф. защиты населения и территор. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-19-74, канд. техн. наук;

Кравченко Максим Александрович – гл. спец. отд. госуд. пож. надзора упр. надзорн. деят. Главного упр. МЧС России по Костромской обл. (156000, г. Кострома, пос. Новый, д. 3) e-mail: maksimbl4@yandex.ru;

Кравчук Ольга Валерьевна – адъюнкт СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Кузнецова Зента Петровна – зав. каф. «Налогообложение» СПб государственного университета сервиса и экономики (Санкт-Петербург, ул. Кавалергардская, д. 7, e-mail: zenta-k@yandex.ru, канд. экон. наук, проф., почет. работник высш. проф. образов. РФ;

Лабинский Александр Юрьевич – доц. каф. прикл. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-70, канд. техн. наук, доц.;

Манин Петр Андреевич – аспирант СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Марченко Михаил Анатольевич – доц. каф. госуд. надзора и контроля СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (905) 286-37-40, канд. техн. наук;

Матвеев А.В. – СПб гос. политех. университет (195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29), канд. техн. наук, доц.;

Матыцина Елена Николаевна – мед. психолог науч.-исслед. отдела Всерос. центра экстренной и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России (194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2), e-mail: nightwaterliny@list.ru;

Минина Ирина Николаевна – адъюнкт СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-97-95;

Минкин Денис Юрьевич - проф. каф. пож. безопас. зданий и автоматиз. систем пожаротуш. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, ст. науч. сотр.;

Мирфатуллаев Мир-Гусейн Мир-Шамиль-оглы – препод. каф. пож. безопас. зданий и автоматиз. систем пожаротуш. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149) канд. техн. наук;

Николаев Денис Валерьевич – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Николаев Виктор Иванович – СПб филиал ЗАО «Старт Телеком» (192102, Санкт-Петербург, Стрельбищенская, д. 17 лит. А), д-р техн. наук, проф.;

Одоевский Сергей Михайлович – проф. каф. орг. связи Военной акад. связи им. С.М. Буденного (194064, Санкт-Петербург, К-64, Тихорецкий пр., д. 3), д-р техн. наук, проф.;

Отинова-Ордина Евгения Эдуардовна – адъюнкт СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);



Пашаян Каринэ Карапетовна – СПб университет ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Перевалов Андрей Сергеевич – адъюнкт СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Поляков Александр Степанович – проф. каф. физики и теплотех. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф. засл. деят. наук РФ;

Попов Василий Владимирович – нач. каф. высш. матем. и сист. моделир. сложн. проц. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. воен. наук;

Почебут Людмила Георгиевна – рук. Центра толерантности и доверия (Санкт-Петербург), д-р психол. наук, проф.;

Пьядичев Эдуард Васильевич – проф. каф. безопас. технол. проц. и производств СПб гос. аграрн. университета (196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2), тел. (812) 451-90-80, д-р техн. наук, проф.;

Романов Владимир Владимирович – зам. нач. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук;

Сай Василий Валерьевич – доцент каф. практ. подгот. сотр. пож.-спас. формир. на базе ВНИИПО (Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), канд. техн. наук;

Седнев Владимир Анатольевич – проф. каф. защиты населения и территор. Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), тел. (495) 617-27-78, д-р техн. наук;

Сивенков Андрей Борисович – зам. нач. учебно-науч. комплекса проблем пож. безопас. в строительстве Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), канд. техн. наук, доц.;

Сильников Михаил Владимирович – зав. каф. горноспасат. дела и взрывобезопас. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 272-92-16, e-mail: director@npro-sm.ru, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ, лауреат Гос. премии РФ, премии Правительства РФ в области науки и техники, премии Президента РФ в области образования;

Скаковский Иван Иванович – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Скачков Алексей Васильевич – нач. отд. связи и сист. технологий центра автомат. задач управления СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-71, канд. техн. наук;

Скребов Валерий Николаевич – проф. каф. физики и теплотехн. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р физ.-мат. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Смирнов Алексей Сергеевич – зам. нач. СПб университета ГПС МЧС России по информ. технологиям и информ. безопас., проф. каф. «Управ. и интегрир. маркетинг. коммуникац.» (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 388-99-10, e-mail: smirnov@igps.ru, канд. техн. наук, доц.;

Соболева Наталия Владимировна – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Солнцев Владимир Олегович – нач. отдела кадров СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. пед. наук, доц.;

Спесивцев Александр Васильевич – вед. спец. ЗАО «ТЕХНОЛИНК», (190031, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д. 103, кв. 33), тел. (921) 405-75-81, e-mail: sav2050@gmail.com, канд. техн. наук, доц.;

Стрельникова Юлия Юрьевна – доц. каф. психол. риска экстрем. и кризис. ситуаций СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149) канд. психол. наук, доц.;

Сугак Владимир Петрович – проф. каф. высш. матем. и сист. моделир. сложн. проц. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р воен. наук;

Сытдыков Максим Равильевич – ст. препод. каф. пож. безопас. технологич. процессов и производств СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149);

Таранцев Александр Алексеевич – проф. каф. орг. пожаротуш. и провед. аварийно-спасат. работ СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: t\_54@mail.ru, д-р техн. наук, проф., засл. работник высш. шк. РФ;

Тарасов Н.И. – адъюнкт Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4);

Фомин Александр Викторович – проф. каф. госуд. надзора и контроля СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-69-68, канд. техн. наук, проф.;

Холостов Александр Львович – доцент Академии ГПС МЧС России (129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 4), канд. техн. наук, доц.;

Церфус Диана Николаевна – доц. каф. психол. и педагог. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), канд. мед. наук;

Чередниченко Сергей Николаевич – адъюнкт факультета подготовки и переподг. науч. и науч.-пед. кадров СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-97-95, e-mail: serg\_chered@mnail.ru;

Чернов Сергей Сергеевич – гл. спец. отд. связи, оповещения и автоматиз. систем упр. Главного упр. МЧС России по Примор. краю (г. Владивосток, Примор. край, д.3), e-mail: s.chernov7@mail.ru;

Чернышов Михаил Викторович – зам. нач. каф. горноспасат. дела и взрывобезопас. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), тел. (812) 369-25-85, e-mail: chernyshov@npo-sm.ru, канд. физ.-мат. наук, доц.;

Шидловский Александр Леонидович – нач. каф. практ. подгот. сотр. пож.-спас. формиру. на базе ВНИИПО (Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 35), канд. техн. наук, доц.;

Шленков Алексей Владимирович – нач. каф. психол. и педагог. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: 3896981@mail.ru, канд. психол. наук, доц.;

Щербаков Олег Вячеславович – проф. каф. прикл. матем. и информ. технол. СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), д-р техн. наук, проф.;

Якимова Любовь Геннадьевна – соискатель СПб университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149).



---

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

---

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – высшее учебное заведение, реализующее программы высшего профессионального образования, а также образовательные программы послевузовского профессионального образования по подготовке научных, научно-технических и научно-педагогических кадров (адъюнктура). Институт дополнительного профессионального образования (в составе университета) осуществляет переподготовку и повышение квалификации специалистов более 30 категорий сотрудников МЧС России.

Сегодня университет является высшим учебным заведением федерального подчинения, имеющим статус юридического лица и реализующим профессиональные образовательные программы высшего, среднего, послевузовского и дополнительного образования.

Основным направлением деятельности университета является подготовка специалистов в рамках направления – «безопасность жизнедеятельности», вместе с тем организована подготовка и по другим специальностям, востребованным в системе МЧС России. Это специалисты в области законодательного обеспечения и правового регулирования деятельности МЧС России, психологии риска и чрезвычайных ситуаций, бюджетного учета и аудита в организациях МЧС, пожарно-технические эксперты и дознаватели. В 2007 году в Рособрнадзоре аккредитована специализация «Проведение проверок и дознания по делам о пожарах» в рамках специальности «Юриспруденция».

Широта научных интересов, высокий профессионализм, большой опыт научно-педагогической деятельности, владение современными методами научных исследований, постоянный поиск оптимальных путей решения современных проблем позволяют коллективу университета преумножать научный и научно-педагогический потенциал вуза, обеспечивать непрерывность и преемственность образовательного процесса. Сегодня на 32 кафедрах университета свои знания и огромный опыт передают 1 академик РАН, 8 заслуженных деятелей науки РФ, 21 заслуженных работников высшей школы РФ, 3 заслуженных юриста РФ, заслуженные изобретатели РФ и СССР. Подготовку специалистов высокой квалификации в настоящее время в университете осуществляют: 3 лауреата Премии Правительства РФ в области науки и техники, 85 доктор наук, 269 кандидатов наук, 85 профессоров, 147 доцентов, 20 академиков, 15 членов-корреспондентов, 4 почетных работника высшего профессионального образования РФ, 1 почетных работник науки и техники РФ, 1 почетный работник высшей школы РФ и 1 почетный работник прокуратуры.

Начальник университета – Артамонов Владимир Сергеевич, генерал-полковник внутренней службы, доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, эксперт Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ по проблемам управления, информатики и вычислительной техники, член Аттестационной комиссии по вопросам присвоения ученых званий профессора и доцента по кафедре, лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

В состав университета входят:

- Институт дополнительного профессионального образования;
- Институт заочного и дистанционного обучения;
- Институт безопасности жизнедеятельности.

Три факультета:

- пожарной безопасности;

- экономики и права;
- подготовки и переподготовки научных и научно-педагогических кадров.

Филиал университета: Сибирский институт пожарной безопасности, г. Железногорск, Красноярский край.

Университет имеет представительства в других городах: Стрижевой (Томская обл.), Магадан, Мурманск, Алматы (Казахстан), Полярные Зори (Мурманская обл.), Махачкала, Выборг (Ленинградская обл.), Чехов (Московская обл.).

В университете созданы:

- центр организации и координации учебно-методической работы;
- центр организации и координации научных исследований;
- центр автоматизации задач управления;
- учебно-научный центр инженерно-технических экспертиз;
- центр дистанционного обучения;
- экспертный центр;
- центр организации и координации международной деятельности;
- технопарк науки и инновационных технологий.

Университет осуществляет подготовку по программам высшего и среднего профессионального образования по следующим специальностям:

Специальность	Квалификация	Направление	Специализация	Предназначение
Пожарная безопасность	Инженер (старший техник)	Безопасность жизнедеятельности	Пожаротушение, государственный пожарный надзор	Органы управления и подразделения МЧС России
Психология	Психолог	Гуманитарные науки	Безопасность при ЧС	Психологическое обеспечение деятельности МЧС России
Юриспруденция	Юрист	Гуманитарные науки	Безопасность при ЧС Проведение проверок и дознаний по делам о пожарах	Законодательное и правовое регулирование в обеспечении деятельности МЧС России
Бухгалтерский учет, анализ и аудит	Экономист	Экономика и управление	Бухгалтерский учет, анализ и контроль в бюджетных и некоммерческих организациях	Бюджетный учет и контроль в подразделениях МЧС России
Системный анализ и управление	Бакалавр техники и технологии	Автоматика и управление		Подразделения управления силами и средствами
Прикладная математика	Инженер-математик	Информатика и вычислительная техника	Информационные технологии в системе управления ГПС	Аналитические подразделения
Безопасность технологических процессов и производств	Инженер	Безопасность жизнедеятельности		Подразделения МЧС России по охране спец. объектов и объектов национального достояния
Судебная экспертиза	Судебный эксперт	Гуманитарные науки	Инженерно-технические экспертизы	Дознание по делам о пожарах, испытательные пожарные лаборатории

Специальность	Квалификация	Направление	Специализация	Предназначение
Автомобили и автомобильное хозяйство	Инженер	Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования	Техническая эксплуатация автомобилей	Автомобильное хозяйство, автопарки МЧС России
Управление персоналом	Менеджер	Экономика и управление	Управление персоналом в организациях МЧС России	Кадровой аппарат подразделения МЧС России
Государственное и муниципальное управление	Менеджер	Экономика и управление	Управление при ЧС	Организация управления в подразделениях МЧС России
Менеджмент организации	Менеджер	Экономика и управление	Менеджмент в материально-техническом обеспечении	Пожарно-технические центры, тыловые подразделения
Организация и технология защиты информации	Специалист по защите информации	Информационная безопасность	Защита информационных процессов в компьютерных системах и вычислительных сетях МЧС России	Обеспечение информационной безопасности в подразделениях МЧС России
Безопасность жизнедеятельности	Учитель безопасности жизнедеятельности	Образование и педагогика		Подготовка преподавателей учебных центров
Защита в чрезвычайных ситуациях	Инженер	Безопасность жизнедеятельности		Органы управления и подразделения МЧС России
Дополнительное образование				
На основе специальности «пожарная безопасность»	Переводчик в сфере профессиональной коммуникации	Безопасность жизнедеятельности		Органы управления и подразделения МЧС России

В университете действуют четыре диссертационных совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук по техническим, педагогическим и психологическим наукам.

При обучении специалистов в вузе широко используется передовой отечественный и зарубежный опыт. Университет поддерживает тесные связи с образовательными, научно-исследовательскими учреждениями и структурными подразделениями пожарноспасательного профиля Азербайджана, Белоруссии, Великобритании, Германии, Казахстана, Канады, Молдавии, США, Украины, Финляндии, Франции, Эстонии и других государств.

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. На базе университета совместные научные конференции и совещания проводили Правительство Ленинградской области и Федеральная

служба Российской Федерации по контролю за оборотом наркотических средств и психотропных веществ, научно-технический совет МЧС России и Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки Российской Федерации, Северо-Западный региональный центр МЧС России, Международная ассоциация пожарных и спасателей (CTIF).

Вуз является членом Международной ассоциации пожарных «Институт пожарных инженеров», объединяющей более 20 стран мира. В настоящее время университет проводит совместные научные исследования с пожарно-техническими службами США по проблемам борьбы с огнем в условиях низких температур и отдаленных территорий, сотрудничает с Учебным пожарным центром г. Куопио (Финляндия), осуществляет проект по обмену курсантами и профессорско-преподавательским составом с пожарным департаментом г. Линдесберг (Швеция). Разработана и успешно осуществляется программа совместных действий по тушению пожаров на границе России и Финляндии. В целях объединения усилий научных работников и ведущих специалистов в области гражданской защиты для создания более эффективной системы подготовки высококвалифицированных кадров пожарных и спасателей по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также повышения уровня научно-исследовательской и педагогической работы в 2004–2005 гг. учебным заведением были подписаны соглашения о сотрудничестве с Государственным институтом Гражданской Защиты Французской Республики, университетом Восточного Кентукки (США), Центром исправительных технологий Северо-Запада США, Государственной пожарной школой Гамбурга (Германия), учебными заведениями пожарно-спасательного профиля стран СНГ.

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. В 2008 г. по направлению Международной организации гражданской обороны в университете по программам повышения квалификации обучались сотрудники пожарно-спасательных служб Иордании, Бахрейна, Азербайджана, Монголии и Молдавии.

Компьютерный парк университета, составляет около 400 единиц, объединенных в локальную сеть. Компьютерные классы позволяют курсантам работать в международной компьютерной сети Интернет. С помощью сети Интернет обеспечивается выход на российские и международные информационные сайты, что позволяет значительно расширить возможности учебного, учебно-методического и научно-методического процесса. Необходимая нормативно-правовая информация находится в базе данных компьютерных классов, обеспеченных полной версией программ «Консультант-плюс», «Гарант», «Законодательство России», «Пожарная безопасность». Для информационного обеспечения образовательной деятельности в университете функционирует единая локальная сеть.

Нарастающие сложность и комплексность современных задач заметно повышают требования к организации учебного процесса. Сегодня университет реализует программы обучения с применением технологий дистанционного обучения, приобретающими статус одной из равноправных форм обучения.

В настоящее время аудитории, в которых проходят занятия, оснащены телевизорами и техникой для просмотра методических пособий на цифровых носителях, интерактивными учебными досками. Библиотека университета соответствует всем современным требованиям: каждое рабочее место читального зала оборудовано индивидуальным средством освещения, в зале установлены компьютеры с возможностью выхода в Интернет, телевизоры и видеотехника для просмотра учебных пособий, произведена полная замена мебели. Общий фонд библиотек составляет сегодня более 320 тыс. экземпляров.

Библиотека выписывает свыше 100 наименований журналов и 15 наименований газет, в том числе обязательные, в соответствии с ГОСВПО. Университет активно сотрудничает с ВНИИПО МЧС России и ВНИИ ГО и ЧС МЧС России, которые ежемесячно присылают свои издания, необходимые для учебного процесса и научной деятельности университета. В работе библиотеки используется автоматизированная библиотечная система ИРБИС, которая включена в единую локальную сеть университета.

Университет обладает современным общежитием для курсантов и студентов учебного заведения. В общежитии созданы интернет-кафе, видеозал, зал для фитнеса.

Поликлиника университета оснащена современным оборудованием, что позволяет проводить комплексное обследование и лечение сотрудников учебного заведения и учащихся.

В университете большое внимание уделяется спорту. Составленные из преподавателей, курсантов и слушателей команды по разным видам спорта – постоянные участники различных спортивных турниров, проводимых как в Санкт-Петербурге и других городах России, так и за рубежом. Слушатели и курсанты университета являются членами сборных команд МЧС России по различным видам спорта.

Курсанты и слушатели университета имеют прекрасные возможности для повышения своего культурного уровня, развития творческих способностей. Налажены связи с театрами и концертными залами города. 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 в редакцию с *резолюцией* заместителя начальника университета по научной работе и ответственного за выпуск журнала. Материал должен сопровождаться:

а) для **сотрудников** СПб УПС – *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 обычный Times New Roman 14, *интервал 1,5*, без переносов, в одну колонку, *все поля по 2 см*, нумерация страниц внизу справа);

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 текст 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, С.В. Шарапов, С.В. Тарасов, С.А. Кондратьев // Жизнь и безопасность. 2004. № 3–4. С. 134–137.

3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: пособ. для лесных пожарных. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ВНИИЛМ, 2002.

4. Грэждяну П.М., Авербух И.Ш. Вариант вероятностного метода оценки оползнеопасности территории // Современные методы прогноза 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: электронный научный журнал. 2006. № 4 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.tverlingua.by.ru/archive/005/5\\_3\\_1.htm](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 от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ // СЗ РФ. 1995. № 35. Ст. 3503.

#### **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; ученую степень, ученое звание, почетное звание; номер телефона, адрес электронной почты.

*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**  
**Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы**

**Научно-аналитический журнал**

**Проблемы управления рисками в техносфере**  
**№ 4 (20) – 2011**

**Подписной индекс № 16401 в «Каталоге российской прессы «Почта России»**  
**(ООО МАП)»**

**Свидетельство о регистрации**

**ПИ № ФС77-36404 от 20 мая 2009 г.**

Главный редактор Е.Ю. Сычева  
Компьютерная вёрстка В.Н. Виноградова

---

Подписано в печать 23.12.2011. Формат 60×86<sub>1/8</sub>.  
Усл.-печ. л. 29,25. Тираж 1000 экз.

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149