



**МЧС РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

# **Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации**

## **Часть 1**

**Сборник материалов Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием,  
посвященной 75-летию Победы  
в Великой Отечественной войне**

**(3–7 июня 2020 г.)**

Екатеринбург  
2020

Редакционная коллегия:

Акулов А. Ю., начальник адъюнктуры Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Корнилов А. А., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Демченко О. Ю., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России, канд. психол. наук, доцент.

Беззапонная О. В., ведущий научный сотрудник адъюнктуры Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Контбойцева М. Г., ученый секретарь Уральского института ГПС МЧС России, канд. пед. наук, доцент.

Шавалеев М. Р., старший преподаватель кафедры пожаротушения и аварийно-спасательных работ Уральского института ГПС МЧС России, канд. хим. наук

Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации : сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (3–7 июня 2020 г.) в 2-х ч. / ред. колл. А. Ю. Акулов [и др.]. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020.

Ч. 1. – 2020. – 162 с.

ISBN 978-5-91774-089-8 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91774-087-4

В сборник включены материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации», состоявшейся 3–7 июня в рамках Дней науки на базе ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России».

Сборник предназначен для научных работников, аспирантов, студентов, курсантов, практических работников и специалистов в области пожарной безопасности.

ISBN 978-5-91774-089-8 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91774-087-4

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2020

## Оглавление

<i>Алехин Р. А.</i> Оценка показателей сейсмических рисков на территории Республики Алтай .....	6
<i>Антонченко В. В., Мальцев С. В.</i> Государственный пожарный надзор в современных условиях .....	10
<i>Барбин Н. М., Кобелев А. М., Терентьев Д. И., Зубарев И. А., Титов С. А.</i> Переработка радиоактивного графита газогенераторным способом .....	15
<i>Боровиков А. С., Бутузов С. Ю.</i> Модель поддержки антикризисного управления при чрезвычайных ситуациях природного характера .....	20
<i>Веселов С. Н.</i> Устройство безопасной подачи огнетушащих веществ для тушения пожаров в коллекторах и инженерных коммуникациях .....	23
<i>Власова И. В., Власова Т. В.</i> Роль гуманитарных технологий в контексте безопасности России .....	28
<i>Власова Т. В.</i> Экономическая безопасность сложных производственных систем в национальной системе безопасности России .....	32
<i>Еникеев М. В., Сытдыков М. Р.</i> Оценка выполнения производственных программ по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники в гарнизонах ГПС МЧС России .....	35
<i>Иванова Т. В., Ловягина К. А., Церфус Д. Н.</i> Оценка психологической готовности к профессиональной деятельности выпускников Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России .....	40
<i>Ивахнюк Г. К., Борисова В. А., Давиденко А. С., Королев А. А.</i> Исследование стабильности полимерных композитов на основе эпоксидной матрицы и астраленов при воздействии повышенных температур .....	45
<i>Кайбичев И. А.</i> Прогнозирование количества погибших при пожарах в Российской Федерации с использованием линейного нейрона .....	50
<i>Кайбичев И. А.</i> Прогнозирование количества травмированных при пожарах в Российской Федерации с использованием линейного нейрона .....	54
<i>Кайбичев И. А.</i> Эмпирическая функция плотности распределения количества пожаров в Российской Федерации .....	58
<i>Каменецакая Н. В., Медведева О. М., Голубчикова А. А.</i> Оптимизация процессов оперативного реагирования сил и средств МЧС России на чрезвычайные ситуации с применением метода последовательного анализа .....	62
<i>Карпиевич В. А.</i> Виктимизация и личностные качества курсантов .....	66

<b>Контбойцева М. Г.</b> Исследовательские подходы к рассмотрению понятия коррупции .....	70
<b>Копейкин Н. Н., Савосько С. В.</b> Проблемный обзор по теме проведения эвакуации из подземных сооружений метрополитена .....	76
<b>Корнилов А. А., Бородин А. А., Булатова В. В., Шнайдер А. В.</b> Экспериментальная оценка инерционности спринклерных оросителей с температурой срабатывания 68 °С .....	80
<b>Корнилов А. А., Бородин А. А., Маскалев В. В.</b> Вероятностное обоснование необходимости совершенствования методики категорирования по взрывопожарной опасности .....	82
<b>Корнилов А. А., Бородин А. А., Маскалев В. В.</b> Результаты сравнительного моделирования аварии аппарата с горючей жидкостью при категорировании помещений по взрывопожарной опасности .....	85
<b>Корнилов А. А., Бородин А. А., Маскалев В. В.</b> Статистическое обоснование необходимости совершенствования методики категорирования по взрывопожарной опасности .....	88
<b>Коткова Е. А., Матвеев А. В.</b> Имитационное моделирование эвакуации при пожаре с использованием технологий виртуальной реальности .....	94
<b>Мансуров Т. Х., Беззапонная О. В., Головина Е. В., Пазникова С. Н.</b> Испытательная установка для огневого воздействия на фрагменты кабельных изделий при температурном режиме стандартного пожара ...	97
<b>Масалева М. В.</b> Применение метода стресс-тестирования при планировании расходов региональных подразделений федеральной противопожарной службы .....	103
<b>Меженев В. А., Ольховский И. А.</b> Многофункциональное средство пожаротушения с автономно-адаптивной системой управления .....	106
<b>Меженев В. А., Халиков Р. В., Ольховский И. А., Ливенцов Е. Г.</b> Тушение пожаров в ангарных комплексах аэропортов роботизированной ствольной техникой с применением вероятностной модели горения в замкнутом объеме .....	110
<b>Некрасов А. С., Крылов Д. А.</b> Способ и установка определения коэффициента теплопроводности строительных материалов .....	114
<b>Пермяков А. А., Зиненко А. С.</b> Актуальность экспертного анализа причин повреждения газопроводов для предупреждения возникновения пожара .....	118
<b>Петриева О. В., Трофимец Е. Н.</b> Методика оценки показателей помехоустойчивости каналов радиосвязи и ее достоверности в условиях ЧС .....	123
<b>Пустовалов И. А., Давиденко А. С., Тоцкий Д. В.</b> Обзор компонентов в составе современных вспучивающихся огнезащитных покрытий .....	128

<b>Ракович В. В.</b> Роль эмоционального интеллекта в воспитании культуры безопасности .....	131
<b>Самсоник А. Р., Попко Е. Р.</b> Повышение уровня диагностики профессиональной подготовки спасателя-пожарного .....	135
<b>Сергеев И. Ю.</b> Анализ требований к комплексным системам безопасности и систем контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации .....	138
<b>Смирнова Н. С., Федосенко Е. В.</b> Особенности личности курсантов МЧС России: сравнительный анализ .....	142
<b>Терёхин С. Н., Легенький Д. Ю., Вострых А. В.</b> Разработка информационной системы оценки уровня противопожарной защиты поднадзорных объектов .....	147
<b>Халиков Р. В., Таныгина А. А.</b> Применение вероятностной модели горения в замкнутых объемах при расследовании пожаров органами государственного пожарного надзора .....	152
<b>Черкасов Е. Ю., Савосько С. В., Копейкин Н. Н.</b> О температуре нагрева конструкции при остановке испытания огнезащитного покрытия на огнезащитную эффективность (проблемы применения результатов испытаний при определении пределов огнестойкости стальных конструкций с огнезащитным покрытием расчетно-аналитическим методом) .....	156
<b>Шамукова Н. В., Радьков Н. И.</b> Разработка мобильного приложения для оптимизации борьбы с лесными пожарами .....	160

**Алехин Р. А.**

*Главное управление МЧС России по Республике Алтай,  
Горно-Алтайск*

### ***Оценка показателей сейсмических рисков на территории Республики Алтай***

Проанализирована статистика землетрясений и показателей сейсмического риска на территории Республика Алтай. Исследованы системы мониторинга и прогнозирования землетрясений. Предложены мероприятия для снижения наступления негативных последствий от землетрясений при возникновении чрезвычайной ситуации.

*Ключевые слова:* статистика, анализ, сейсмический риск, землетрясения, чрезвычайная ситуация, негативные последствия.

**Alyokhin R. A.**

*Department of the Ministry of emergency  
situations of Russia in the Republic of Altai,  
Gorno-Altaiisk*

### ***Assessment of seismic risk indicators on the territory of the Republic of Altai***

The article analyzes the statistics of earthquakes and seismic risk indicators in the territory of the Altai Republic. Earthquake monitoring and forecasting systems have been studied. Measures are proposed to reduce the occurrence of negative consequences from earthquakes in the event of an emergency.

*Keywords:* statistics, analysis, seismic risk, earthquake, emergency, negative consequences

По экспертным оценкам территория Горного Алтая имеет достаточно высокий индекс сейсмического риска, и является одним из наиболее сейсмически опасных регионов России. Причинами возникновения землетрясений являются не только тектонические процессы, но результат техногенной деятельности промышленности на территории региона.

Анализ оперативной обстановки в Республике Алтай, показывает что безопасность территории региона с точки зрения уязвимости, вызываемых природными угрозами характеризуются частотой землетрясений, наводнений, оползней, грязевых потоков, селей лавины, сильных штормовых ветров и экстремальных перепадов температур.

На рис. 1 представлен список сейсмологических районов региона, с указанием фоновой сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 (для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет)

Наименование субъектов РФ и населенных пунктов	Карты ОСР-2015			Наименование субъектов РФ и населенных пунктов	Карты ОСР-2015			Наименование субъектов РФ и населенных пунктов	Карты ОСР-2015		
	А	В	С		А	В	С		А	В	С
Акташ	9	9	10	Каракокша	8	8	9	Тондошка	7	8	9
Актел	8	9	10	Катанда	8	9	10	Уймень	8	8	9
Амур	8	8	9	Козуль	8	8	9	Улусчерга	8	9	10
Анос	8	9	10	Кокоря	9	9	10	Усть-Кан	8	8	9
Артыбаш	8	8	9	Кош-Агач	9	9	10	Усть-Кокса	8	9	10
Барагаш	8	9	10	Кулада	8	9	10	Усть-Кумир	8	8	9
Балыктуоль	9	9	10	Купчегень	8	9	10	Усть-Муны	8	9	10
Балыкча	8	9	10	Курай	9	9	10	Усть-Мута	8	9	10
Белый Ануй	8	9	10	Курмач-Байгол	7	8	9	Усть-Улаган	9	9	10
Бельтир	9	9	10	Куюс	8	9	10	Хабаровка	8	9	10
Беляши	9	9	10	Кызылозек	8	8	9	Чаган-Узун	9	9	10
Бешозек	8	9	10	Кырлык	8	8	9	Чемал	8	9	10
Бешпельтир	8	9	10	Мал. Черга	8	9	10	Чендек	8	9	10
Бийка	8	8	9	Ниж.Талда	8	9	10	Черга	8	9	10
Бирюля	8	8	9	Огневка	8	8	9	Черный Ануй	8	9	10
Верхняя Апшуяхта	8	9	10	Озеро-Куресво	7	7	8	Чибиля	9	9	10
Верх. Уймон	8	9	10	Онгулай	8	9	10	Чибит	9	9	10
Горбуново	8	9	10	Ортолык	9	9	10	Чоя	8	8	9
Горно-Алтайск	8	8	9	Сейка	8	8	9	Шишикман	8	9	10
Дмитриевка	7	7	8	Союзга	8	8	9	Шебалино	8	9	10
Дзектиек	8	9	10	Талда	8	9	10	Ынырга	8	8	9
Ело	8	9	10	Тебелер	9	9	10	Элекмонар	8	9	10
Иня	8	9	10	Теленгит-Сортогой	9	9	10	Ябоган	8	9	10
Карагай	8	8	9	Теньга	8	9	10	Яконур	8	9	10

Рис. 1. Карта сейсмоопасных районов Республики Алтай

Сейсмическая уязвимость элементов территории, определяемая, исходя из экономических, экологических и социальных потерь, вызываемых землетрясением [2,3].

На основании приведённых исследований, следует сделать вывод, что наибольшее количество землетрясений в мире происходит с амплитудой 5–5.9 баллов (рис. 2-5 ) [3].

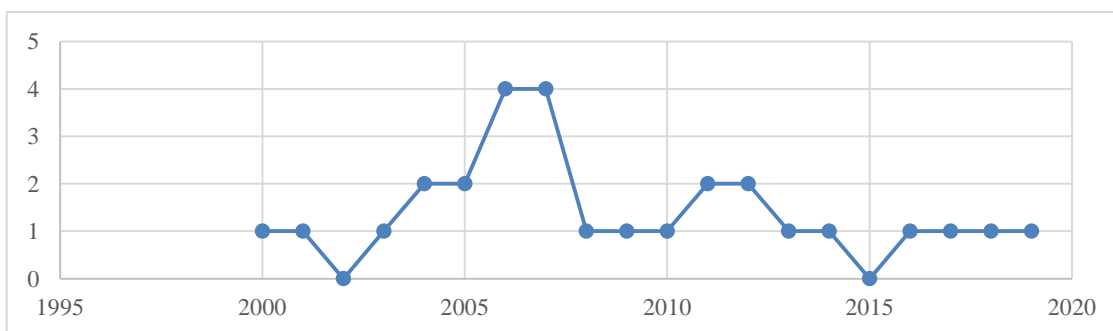


Рис. 2. Диаграмма количества землетрясений в мире за последние 20 лет с величиной амплитуды 8+

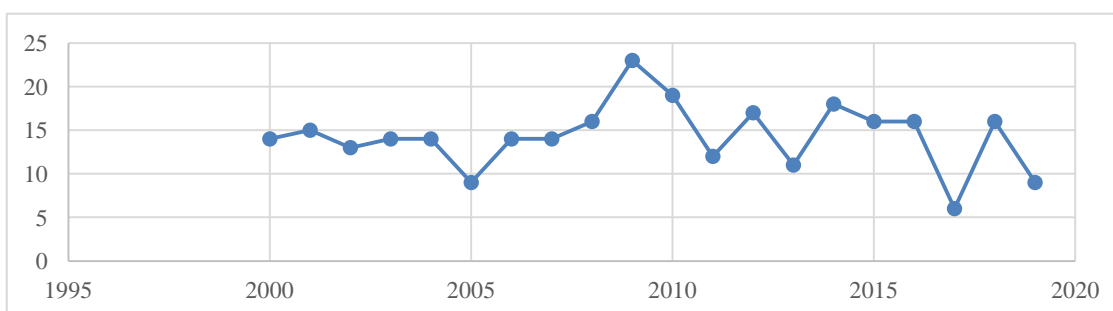


Рис. 3. Диаграмма количества землетрясений в мире за последние 20 лет с величиной амплитуды 7-7,9

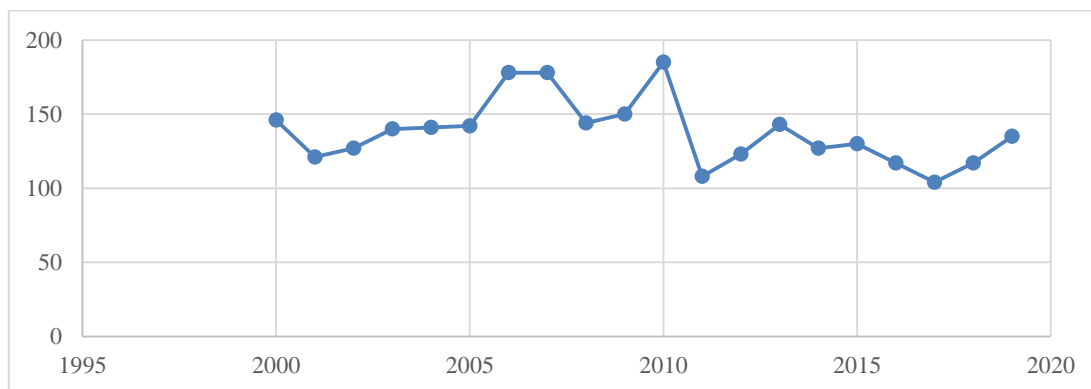


Рис. 4. Диаграмма количества землетрясений в мире за последние 20 лет с величиной амплитуды 6-6,9

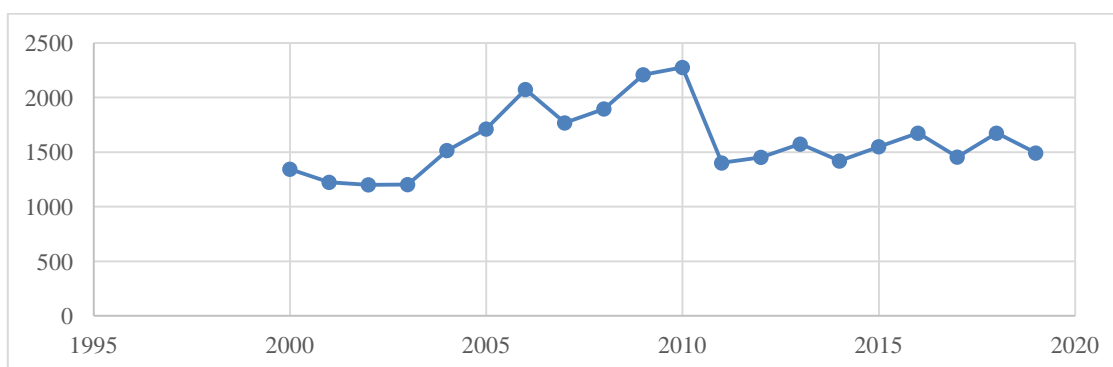


Рис. 5. Диаграмма количества землетрясений в мире за последние 20 лет с величиной амплитуды 5-5,9

На рис. 6 представлена информация о сильных землетрясениях, произошедших на территории Республики Алтай.

№	Год	Широта	Долгота	Магнитуда	
1	1761	47,5	91,8	8,3	Монгольское
3	1877	43,0	104,5	6,5	Номгонское
5	1902	50,7	91,3	6,6	Цаган-Шибетинское
7	1903	43,4	104,4	7,5	Унэгэтинское
16	1915	44,8	101,5	6,5	Богабогдинское 2
<b>19</b>	<b>1923</b>	<b>49,8</b>	<b>87,7</b>	<b>6,0</b>	<b>Чуйское 1</b>
20	1931	46,9	90,0	8,0	Монголо-Алтайское
25	1938	49,5	90,3	6,6	Ачитнурское
28	1957	45,1	99,4	8,1	Гоби-Алтайское
31	1958	45,1	98,4	6,9	Баян-Цаганское
33	1970	50,2	91,3	7,0	Урегнурское
34	1974	45,0	94,2	6,9	Тахийншарское
35	1975	46,8	91,5	6,0	Булганское
<b>38</b>	<b>2003</b>	<b>50,0</b>	<b>88,0</b>	<b>7,3</b>	<b>Чуйское 2</b>

Рис. 6. Сильные землетрясения в Республике Алтай

Высокий уровень сейсмического риска на территории Республики определяется недостаточной сейсмостойкостью, т.е. в значительной степени уязвимостью жилых, социальных, промышленных и



гидротехнических зданий и сооружений: примерно от 60 до 80%. Так, большинство существующих зданий, сооружений и коммуникаций региона имеют значительный дефицит сейсмостойкости в 2 - 3 балла.

Для решения задачи мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций в Республике Алтай используется различное техническое, программное и информационное обеспечение. Основу технического обеспечения задачи мониторинга составляет оборудование различных станций, система наблюдения, компьютерное и сетевое оборудование, линии связи и т.д.

Существующее решение задач мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, несмотря на недостатки, довольно эффективно. Одним из основных требований к разрабатываемой автоматизированной системе мониторинга и прогнозирования ЧС являются минимальные изменения в существующей системе и отсутствие необходимости приостановки ее функционирования.

Необходимость обеспечения комплексной сейсмической безопасности, направлена на сохранность систем жизнеобеспечения, жизни и здоровья людей, предотвращения прямого и косвенного ущерба экономике региона, а также экологии окружающей среды.

Проблема комплексной сейсмической безопасности Республики Алтай требует совместных решений многоуровневых задач федеральными ведомствами, входящих в единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее - РСЧС) и органами исполнительной власти региона. Основным методом решения указанных задач является программно-целевой метод.

Предлагается провести мероприятия, направленные на создание методик уточнения характеристик сейсмической опасности, расчёта сейсмического риска с учётом географического положения территории Республики Алтай. Также, с учётом показателей сейсмического риска региона необходимо: усилить конструкции существующих несейсмостойких зданий и сооружений, а также учитывать при проектировании новых; сформировать и внедрить методы повышения уровня сейсмической безопасности населения и снижения сейсмического риска путём страхования и продолжить развитие системы информационного обеспечения комплексных программных мероприятий и научно-исследовательских и конструкторских работ по обеспечению сейсмотехнической безопасности территории.

#### Литература

1. Абакаров А. Д., Курбанов И. Б. К оценке сейсмического риска территорий // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2014. № 1.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-otsenke-seysmicheskogo-riska-territoriy>.

2. Клячко М. А. Состояние и проблемы методологии и техники анализа и контроля сейсмического риска на урбанизированных территориях // Сейсмостойкое строительство. – 1999. – № 2. – С. 15–18. Шахрамьян М. А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений.

3. Полтавцев С. И. и др. Сейсмическое районирование и сейсмостойкое строительство. М. : ГУП ЦПП, 1998. – 259 с. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. №1 (32), 2014 77 5.

4. Научно-исследовательский отчет геологической службы United States Geological Survey. URL: [https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/20-largest-earthquakes-world?qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/20-largest-earthquakes-world?qt-science_center_objects).

УДК 354.1

*malcev@igps.ru*

***Антонченко В. В., Мальцев С. В.***

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия –  
филиал ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС,  
Владивосток*

### ***Государственный пожарный надзор в современных условиях***

Статья посвящена анализу деятельности правоохранительных органов при проведении контрольных и надзорных мероприятий в сфере пожарной безопасности. Устранение государства в лице органов Государственного пожарного надзора от деятельности в сфере пожарно-профилактической работы недопустимо, поскольку подобная политика ослабляет состояние защищённости государства от пожаров, как эффективного механизма реализации государственной политики в области укрепления национальной безопасности страны.

*Ключевые слова:* пожар, пожарная безопасность, профилактика пожаров, пожарный надзор, противопожарные мероприятия.

***Antonchenko V. V., Maltsev S. V.***

*Far Eastern Fire and Rescue Academy –  
branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher  
Education St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry  
of Emergency Situations,  
Vladivostok*

### ***State fire surveillance in modern conditions***

The article is devoted to the analysis of the activities of law enforcement agencies during the control and supervisory measures in the field of fire safety. The removal of the state in the person of the State Fire Supervision Authorities from activities in the field of fire prevention work is unacceptable, since such a policy weakens the state's protection from fires as an effective mechanism for implementing state policy in the field of strengthening the country's national security.

*Keywords:* fire, fire safety, fire prevention, fire control, fire prevention measures.

Мировой опыт свидетельствует о том, что от уровня обеспечения пожарной безопасности зависит, в первую очередь, зависит национальная безопасность страны, её независимость, стабильность общества и уровень его благосостояния.

Пожары наносят громадный материальный ущерб и нередко влекут за собой гибель людей. Поэтому защита от пожаров является важнейшей общегосударственной задачей. Совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера образуют систему обеспечения пожарной безопасности. В основе обеспечения пожарной безопасности лежат меры пожарной профилактики как комплекса мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Пожарная профилактика имеет своей целью реализацию наиболее эффективных, экономически и технически обоснованных способов, и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом.

Основными элементами системы обеспечения пожарной профилактики и защиты являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, предприятия и граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Ответственность за нарушение требований пожарной безопасности в соответствии с действующим законодательством несут: собственники имущества; лица, в установленном порядке назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности; должностные лица в пределах их компетенции. Перечисленные выше лица и иные граждане за нарушение правил пожарной безопасности, а также за иные правонарушения в области пожарной безопасности могут быть привлечены к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности в соответствии с действующим законодательством [1].

Пожарно – профилактическую работу можно рассматривать на двух ее уровнях: организации (осуществления) мер по защите от пожаров и контроля (надзора) за выполнением этих мер.

Первый (и основной) уровень – это организация (самоорганизация), осуществляемая на предприятиях, в учреждениях, а также по месту жительства людей. Должное функционирование противопожарного механизма на этом уровне было обеспечено в условиях отраслевой системы управления народным хозяйством, примером которой была советская экономика [2]. В учреждениях и организациях директивными указаниями руководящих министерств и ведомств формировались (и «насаждались») правила пожарной безопасности, создавались финансовые, материально – технические и организационные условия для их выполнения. Выполнение этих правил жестко контролировалось в командно – административном порядке, а их нарушение немедленно каралось. Если организация противопожарных мероприятий и контроль за ними были недостаточно эффективными, то это происходило вследствие недобросовестности конкретных исполнителей, а не порочности системы.

Второй уровень пожарно – профилактической работы – это территориальный контроль органами Государственного пожарного надзора (ГПН) за результатами работы на первом уровне. Должностные лица органов управления и подразделений ГПС при осуществлении пожарного

надзора обладают правами, которые определены действующим законодательством и нормативно-правовыми актами. При осуществлении надзорных мероприятий должностные лица ГПС в целях обеспечения безопасности людей вправе частично или полностью приостанавливать эксплуатацию зданий, сооружений, помещений, находящихся в пожароугрожаемом состоянии.

Органы ГПН призваны поддерживать высокий уровень пожарной безопасности в стране путём проведения проверок противопожарного состояния населённых пунктов, предприятий и организаций, однако сегодня ГПН МЧС России – это достаточно дорогостоящая, но не всегда эффективная система предупреждения и профилактики пожаров, реализации эффективных мер по защите населения и материальных ценностей от огня.

В основном работа на этом уровне сводится к проведению плановых и внеплановых проверок. Предметом проверки является соблюдение на объекте защиты, используемом (эксплуатируемом) организацией в процессе осуществления своей деятельности требований пожарной безопасности.

Общие правила деятельности надзорно-контрольных органов при проведении контрольных и надзорных мероприятий установлены Федеральным законом «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [3].

С разрушением системы отраслевого управления народным хозяйством, возникновением предприятий разных форм собственности, не подчиняющихся каким-либо вышестоящим (государственным) органам управления, первый уровень пожарно – профилактической работы перестал существовать. Предприятия и учреждения стали организовывать пожарно – профилактическую работу в соответствии со своими представлениями о ее необходимости и своими возможностями: финансовыми, организационными и т.д. Зачастую предприниматели не видят целесообразности в выполнении требований пожарной безопасности, технической эффективности от применения дорогостоящих мер (правила ПБ требуют одно – горит от другого); тем более предприниматель не видит экономической эффективности от навязываемых ему, как он считает, правил ПБ. В подавляющем большинстве случаев это привело к полному прекращению этой работы. По наблюдению сотрудников ГПН, организацией противопожарных мероприятий на своем предприятии занимается, как правило, лишь тот предприниматель, который ранее «уже горел». Указанное характерно, прежде всего, в отношении предприятий малого и среднего бизнеса.

Органы ГПН продолжают проверять соблюдение требований пожарной безопасности, однако сегодня эти проверки носят, в основном, формальный характер. При отсутствии у предпринимателей заинтересованности и, соответственно, отсутствии реальной и эффективной пожарно – профилактической работы на предприятии, в

указанной сфере сложился некий консенсус: государственный пожарный инспектор (посторонний на предприятии человек) проверяет соответствие объекта требованиям законодательства в сфере пожарной безопасности; предприниматель, в свою очередь, по возможности скрывает недостатки. Как правило, все заканчивается актом с перечнем недостатков, которые должны быть устранены, и штрафом, величина которого напрямую зависит от того, как предприниматель справился со своей «задачей», т.е. как он скрыл недостатки либо «договорился» с инспектором.

Иными словами, сейчас предприниматели борются не с пожарами и их причинами, а с пожарными инспекторами и их предписаниями.

С другой стороны, даже выполнив все предписания государственного инспектора, предприниматель получает ложное чувство защищенности, утрачивая при этом мотив к дополнительным мерам (и затратам) по совершенствованию пожарной безопасности на предприятии.

Результатом сложившейся ситуации является существенное ухудшение противопожарной защиты государства и общества в целом.

Есть и еще одна проблема, связанная с тем, что государство, борясь с коррупцией и, в частности, с взятками пожарным инспекторам, а также следуя некой общей идее «либерализации» законодательства, последовательно ограничивает органы и должностных лиц подразделений ГПН в правах и, как следствие, в возможностях осуществлять надзор.

Механизм контроля и надзора за пожарной безопасностью действует в соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4]. Одним из элементов этого механизма является независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности), которую могут осуществлять организации, аккредитованные при МЧС.

В случае установления соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, установленным федеральными законами о технических регламентах и нормативными документами по пожарной безопасности, путём независимой оценки пожарного риска, собственник получает Заключение о независимой оценке пожарного риска на срок не более 3 лет.

Автором был проведен эксперимент, в ходе которого он, представившись по телефону предпринимателем, обратился в несколько компаний, предоставляющих услуги по проведению пожарного аудита в одном из крупных краевых центров. Во всех случаях представитель компании заверил, что за умеренную плату «фирма» готова найти способ решения любого вопроса, связанного с несоответствием предприятия требованиям противопожарного законодательства, иными словами - обойти требования закона. Например, при необходимости оборудования отсутствующего пожарного эвакуационного выхода компания готова сделать «специальный расчет пожарных рисков», который обоснует, что помещение не нуждается в таком выходе. Компания выдаст документ, пожарный выход станет ненужным, и предприниматель сам в это поверит! По мнению автора, эта практика изначально и неустранимо порочна.

Действительно, ни один предприниматель не будет платить деньги за услугу, которую он может получить бесплатно (и более качественно) в подразделении ГПН МЧС России, следовательно, если он обращается за такой платной услугой, то никакой «частный» инспектор не напишет предпринимателю за плату такое же предписание, какое ему может бесплатно написать инспектор государственный. Платить деньги за то, что можно получить бесплатно, предприниматели будут только в том случае, когда за свои деньги они получают что-то еще, некий «бонус». В нашем случае этим бонусом является «справка», позволяющая заказчику сэкономить на мерах, которые могли бы реально повысить пожарную безопасность объекта, не принимать этих мер, на выполнять требования, которые мог бы при проверке предъявить инспектор ГПН.

Таким образом, реальный пожарный надзор сегодня подменяется его имитацией, а вместо реальной проверки состояния пожарной безопасности объектов мы получаем массовую профанацию, успокаивающую общество, но не обеспечивающую безопасность.

Основная часть пожаров, около 80% происходит в быту и разного рода жилых помещениях, на объектах жилого сектора. Только около 20 % пожаров случаются на производственных объектах и в помещениях, не относящихся к жилым. Однако именно на них приходится вся тяжесть административного давления. Представляется, что государственным органам необходимо выработать систему мер, принципы надзора за обеспечением пожарной безопасности людей в жилых домах, т.е. тех местах, где они преимущественно находятся.

Представляется, что уход государства из сферы контроля за состоянием пожарной безопасности объектов, перекладывание этого контроля на бизнес-структуры, главной целью которых является получение прибыли, серьезно ослабляет состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

#### **Литература**

1. О пожарной безопасности / Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ // Собрание законодательства РФ, 26.12.1994, № 35, ст. 3649.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности / Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ // Собрание законодательства РФ", 28.07.2008, № 30 (ч. 1), ст. 3579.
3. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля / Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ // Собрание законодательства РФ, 29.12.2008, № 52 (ч. 1), ст. 6249,
4. Жуков В.В. Опять «двойка» (о проблемах пожарной безопасности) / Право и безопасность. № 4 (37). 2010.
5. Пожар в Сбербанке Владивостока: Девять человек погибли // URL: <http://www.kp.ru/daily/23993/77429/> (дата обращения: 15.02.2017).

**Барбин Н. М., Кобелев А. М., Терентьев Д. И.  
Зубарев И. А., Титов С. А.**  
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург

### ***Переработка радиоактивного графита газогенераторным способом***

При помощи метода термодинамического моделирования определены состав и количество генераторного газа образующегося при переработке радиоактивного графита в парах воды в интервале температур от 773 до 1073 К. Установлено что основными компонентами газовой фазы являются CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, HCl. Разработаны технологическая схема и схема газогенераторной установки по переработке радиоактивного графита.

*Ключевые слова:* термодинамическое моделирование, радиоактивный графит, газогенерация, генераторный газ, графитовые блоки.

**Barbin N. M., Kobelev A. M., Terentyev D. I.,  
Zubarev I. A., Titov S. A.**  
FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg

### ***Radioactive graphite processing by gas generator method***

The composition and quantity of the generator gas generated during the processing of radioactive graphite in water vapor in the temperature range from 773 to 1073 K were determined. It is established that the main components of the gas phase are CO, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, HCl. The technological scheme and the scheme of a gas generator for the processing of radioactive graphite are developed.

*Keywords:* thermodynamic modeling, radioactive graphite, gas generation, generator gas, graphite blocks.

Среди всей массы накопленных радиоактивных отходов графит занимает особое место. После длительного облучения графит не приобретает никаких свойств, которые могли бы ему создать область полезного применения [1].

Графит используется в виде несменяемых изделий (в виде графитовых блоков) и сменяемых элементов: колец контакта между кладкой и технологическими каналами, втулок тепловыделяющих сборок, вытеснителей стержней системы управления и защиты и др. [2].

Суммарное количество облученного реакторного графита в России составляет около 60 тыс. тонн. Помимо России проблема обращения с облученным реакторным графитом актуальна для Великобритании – более 86 тыс. тонн, для США – более 55 тыс. тонн и Франции – более 23 тыс. тонн. Общее количество накопленного во всем мире облученного графита составляет около 250 тыс. тонн [2].

Обращение с облученным графитом, в том числе его кондиционирование для целей захоронения является одной из основных задач.

Решение вопроса по захоронению, усугубляется наличием в составе графитовых изделий долгоживущих радионуклидов (например, период полураспада  $^{36}\text{Cl}$  –  $0,3 \cdot 10^6$  лет и т. д.) [2]. В мире не существует окончательного принятого решения по проблеме утилизации отработанного графита.

В настоящее время наиболее перспективными способами обращения с отработавшими графитовыми материалами являются сжигание [1].

По оценке специалистов, сжигание отработанного графита даст в итоге радиоактивные отходы, готовые для длительного захоронения, объемом 1-2 % от первоначального объема графита [1].

Предлагаются разные способы сжигания графита: традиционное; в кипящем слое; с помощью плазмохимического реактора, газификация графита с помощью перегретого водяного пара (пиролиз), в расплаве карбонатов щелочных металлов в присутствии окислителя, в расплаве одного из карбонатов щелочных металлов или их смесей в присутствии оксида металла [1].

В работе рассматривается возможность переработки реакторного графита при помощи газогенераторной установки.

Цель газогенераторной переработки реакторного графита – получение искусственных горючих газов в результате неполного сгорания углеродосодержащих веществ [4]. Процесс газогенераторной переработки реакторного графита представлен на рисунке 1. Газогенераторный процесс осуществляется при температуре не ниже  $500\text{ }^\circ\text{C}$  [5].

С учетом состава подаваемого газа в установку искусственный генерируемый газ делится на воздушный, паровоздушный, водяной и коксовый. Паровоздушный генерируемый газ по сравнению с воздушным содержит гораздо большее количество угарного горючего газа [5].

Специфическим источником сырья могут быть графитовые кладки уран-графитовых реакторов атомных электростанций [5].

В одном энергоблоке атомной электростанции РБМК содержится 1850 тонн реакторного графита. После дезинтегрирующей электрохимической переработки графитовых блоков РБМК-1000 (удаление наиболее радиоактивного внешнего слоя графитовых блоков  $\sim 1$  мм) можно произвести около  $1,5 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup> генераторного газа. Для переработки графитовой кладки одного реактора РБМК понадобится от 3 до 6 лет непрерывной работы при производительности газогенераторной установки от 20 до 50 м<sup>3</sup>/ч [4, 5].

Коэффициент разбавления остаточной удельной радиоактивности при переходе радиоактивного вещества из твердого состояния в газообразное пропорционален отношению соответствующих плотностей с учетом массовой доли радиоактивного элемента в молекуле газа (уравнение (1)):



$$K = \frac{\rho_c \cdot m_{co}}{\rho_{co} \cdot m_c} \quad (1)$$

где  $\rho_c$  – плотность реакторного графита;  $\rho_{co}$  – плотность оксида углерода;  $m_c$  – относительная атомная масса углерода;  $m_{co}$  – относительная молекулярная масса окиси углерода [4, 5].

При условии, что плотность реакторных марок графита в среднем равна 1,7 г/см<sup>3</sup>, а плотность окиси углерода при нормальных условиях равна 1,25 г/л, то коэффициент разбавления остаточной удельной радиоактивности будет равен 3170. Таким образом остаточная удельная радиоактивность генераторного газа будет в 3170 раз меньше радиоактивности сжигаемого реакторного графита. Содержание золы при этом не будет превышать  $0,2 \cdot 10^{-3}$  %, это значит, что горючий газ будет являться экологически чистым продуктом. Допустимая концентрация углерода-14 в 1 г реакторного графита составит  $7 \cdot 10^{-3}$  Ки/л. Данная активность является безопасной для окружающей среды [4, 5].

В зависимости от способа газификации углеродосодержащих материалов существуют следующие газогенераторы: прямого процесса газификации, обращенного (обратного) процесса газификации, поперечного процесса газификации, с кипящим слоем частиц, с перемешивающимся слоем частиц, с проталкивающимся слоем частиц, на основе электронагрева, с вращающимся слоем частиц, на основе циклона [5].

Состав и количество генераторного газа, образующегося при переработке реакторного графита, могут быть рассчитаны методом термодинамического моделирования, при помощи программного комплекса TERRA. Программный комплекс TERRA предназначен для расчета состава фаз, термодинамических и транспортных свойств произвольных систем с химическими и фазовыми превращениями. При помощи данной программы можно моделировать предельно равновесные состояния. Определение параметров равновесного состояния заключается в нахождении всех зависимых переменных, включая числа молей компонентов и фаз, при которых энтропия доходит до максимума. Равновесное состояние любой закрытой и изолированной термодинамической системы определяется значениями двух параметров состояния. Определено, что в качестве таких характеристик достаточно рассматривать любые две из следующих шести термодинамических величин: давление, температура, удельный объем, энтропия, полная энтальпия, полная внутренняя энергия. Диапазон изменения может быть назначен как для первого, так и для второго параметра или одновременно для обоих параметров. В программный комплекс TERRA встроена база данных, открытая для расширения [6].

Параметры равновесного состояния рассматриваемой системы «графит – водяной пар» задавались двумя параметрами: диапазон температур (773–1073 К, шаг температуры 100 К), давление (0,1 МПа). Состав начальной системы радиоактивный графит – водяной пар, загружаемой в программу TERRA: газовая фаза (водяной пар – 100 мас%), конденсированная фаза (углерод – 99,986 мас%, уран – 0,011 мас%, хлор – 0,0018 мас%, кальций – 0,0002 мас%, плутоний –  $7.19 \cdot 10^{-5}$  мас%),

бериллий –  $1.19 \cdot 10^{-5}$  мас%, никель –  $7.99 \cdot 10^{-6}$  мас%, цезий –  $3.99 \cdot 10^{-6}$  мас%, стронций –  $9.99 \cdot 10^{-6}$  мас%, америций –  $9.99 \cdot 10^{-6}$  мас%, европий –  $7.99 \cdot 10^{-6}$  мас%.

Распределение объема образуемых соединений газовой фазы системы реакторный графит – водяной пар в интервале температур от 773 до 1073 К представлено в таблице 1. В интервале температур от 773 до 1073 К основные компоненты газовой фазы: CO (~0.68 м<sup>3</sup>), Н<sub>2</sub> (~1.77 м<sup>3</sup>), СО<sub>2</sub> (~4.42 м<sup>3</sup>), СН<sub>4</sub> (~0.16 м<sup>3</sup>), Н<sub>2</sub>О (~1.08 м<sup>3</sup>), НСl (~ $9.16 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>). В области температур от 773 до 873 К увеличивается объем СО<sub>2</sub> до ~4.05 м<sup>3</sup>, Н<sub>2</sub> до ~1.58 м<sup>3</sup>, СО до ~0.48 м<sup>3</sup>, НСl до ~ $9.66 \cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup> и уменьшается объем Н<sub>2</sub>О до ~0.96 м<sup>3</sup>, СН<sub>4</sub> до ~0.23 м<sup>3</sup>. При температуре от 873 до 1073 К увеличивается объем СО<sub>2</sub> до ~5.56 м<sup>3</sup>, Н<sub>2</sub> до ~2.49 м<sup>3</sup>, СО до ~1.21 м<sup>3</sup>, Н<sub>2</sub>О до ~1.22 м<sup>3</sup>, НСl до ~ $1.18 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup> и уменьшается объем СН<sub>4</sub> до ~0.003 м<sup>3</sup>.

На основании результатов термодинамического моделирования системы реакторный графит – водяной пар разработана технологическая схема переработки реакторного графита которая состоит из десяти этапов.

На первом этапе в герметичных установках проходит измельчение оставшейся части (после удаления наиболее радиоактивного слоя ~ 10 мм (закладывается 10-кратный запас)) графитового блока до размеров кусков ~ 10 мм.

На втором этапе в огнеупорный тигель вставляется труба с подставкой для подачи водяного пара и сверху засыпается измельченный реакторный графит. После этого тигель помещается в окислительную камеру печи. Труба подключается к парогенератору.

На третьем этапе окислительная камера печи с помощью нагревателей разогревается до ~600 °С. После нагрева печного пространства в тигель подается водяной пар. Вместе с этим из пространства окислительной камеры печи удаляются газообразные продукты (Н<sub>2</sub>О, СО<sub>2</sub>, СО, СН<sub>4</sub>, Н<sub>2</sub>, НСl).

На четвертом этапе генерируемые газообразные продукты попадают в циклон для очистки от пыли. Образованная пыль подается обратно в тигель для дожигания.

На пятом этапе очищенная от пыли смесь газов подается в газводяной теплообменник, где происходит охлаждение генераторных газов. Образованная при этом вода удаляется через сливное устройство.

На шестом этапе газообразные продукты попадают в систему фильтров для очистки от газа НСl.

На седьмом этапе после очистки генераторный газ попадает в газгольдер, где происходит его накопление и далее в газопоршневую установку, где происходит его сжигание и выработка электрической энергии, которая идет к потребителям. После переработки рабочую камеру охлаждают до безопасной температуры.

На восьмом этапе извлекается тигель и очищается от радионуклидов.

На девятом этапе смесь радионуклидов включается в боросиликатное стекло для ее фиксации в неподвижном состоянии в нерастворимой, стабильной матрице.

На одиннадцатом этапе осуществляется подготовка к хранению радионуклидов. Для хранения радиоактивных отходов применяют контейнеры, изготовленные из железобетона, стали, свинца или полиэтилена, обогащенного бромом, которые затем, помещают в сухотарные бочки.

На двенадцатом этапе осуществляется захоронение радиоактивных отходов.

За прототип установки для газификации реакторного графита взята схема газогенератора с прямой схемой газификации сырья на основе электронагрева [5].

Газогенераторная печь состоит из корпуса, изготовленного из огнеупорного материала. В верхней части окислительной камеры печи устанавливается температурный датчик. В нижней части теплообменника установлены датчики контроля газов. Для контроля подачи водяного пара к парогенератору подключается задвижка с электроприводом. Нагрев печи осуществляется при помощи электрических нагревательных элементов, которые расположены в окислительной камере. Перечисленное выше оборудование подключается к программируемому логическому контроллеру. ПЛК подключается к персональному компьютеру, на котором установлена компьютерная программа («ГРАФИТ-ГАЗ»). Оператор с помощью компьютерной программы, управляет процессом газогенераторной переработки реакторного графита [7].

Таким образом, в работе при помощи метода термодинамического моделирования определены состав и количество генераторного газа, образующегося при переработке реакторного графита в парах воды. Основные компоненты газовой фазы в интервале температур от 773 до 1073 К:  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ . На основании результатов термодинамического моделирования и литературных данных разработана технологическая схема переработки реакторного графита. Разработана схема газогенераторной установки. В качестве прототипа установки для газификации реакторного графита взята схема газогенератора с прямой схемой газификации сырья на основе электронагрева.

### Литература

1. Цыганов А. А. и др. Проблемы утилизации реакторного графита остановленных промышленных уран-графитовых реакторов // Известия Томского политехнического университета. 2007. Т. 310. № 2. С. 94–98.
2. Кондиционирование реакторного графита выводимых из эксплуатации уран-графитовых реакторов для целей захоронения. URL: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2016/06/08/66585>.
3. Скачек М. А. Радиоактивные компоненты АЭС: обращение, переработка, локализация: учебное пособие для вузов. М., 2014. 552 с.
4. Головачев М. Г., Глазырин В. П. О газогенераторной переработке реакторного графита // Проблемы снятия с эксплуатации энергоблоков первой очереди Белоярской АЭС: сб. науч. тр. – Екатеринбург, 1994. С. 79–83.
5. Кашин Е. М. Разработка газогенераторов роторного исполнения для древесного топлива: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Ижевск, 2019. 12 с.

6. Барбин Н. М., Кобелев А. М., Терентьев Д. И., Алексеев С. Г. Термодинамическое моделирование термических процессов с участием актинидов (U, Am, Pu) при нагреве радиоактивного графита в парах воды // Радиохимия. 2017. Т.59. № 2. С. 445–448.

7. Кобелев А.М., Луговкин В.В., Барбин Н.М., Терентьев Д.И. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019667735 «Модель процесса переработки радиоактивного графита в газогенераторной печи», ФСИС, Заявка №2019666648 от 18 декабря 2019 г. Дата гос. Регистрации: 26 декабря 2019 г.

УДК 519.876.2

*andrei.borovikov@mail.ru*

***Боровиков А. С., Бутузов С. Ю.***  
*ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,*  
*Москва*

### ***Модель поддержки антикризисного управления при чрезвычайных ситуациях природного характера***

В статье описаны ключевые моменты метода моделирования развития чрезвычайных ситуаций природного характера (затопления), используемого в Главном управлении МЧС России по Хабаровскому краю. Приведены полученные результаты моделирования. Выявлена роль лица, принимающего решение, в процессе антикризисного управления.

*Ключевые слова:* управленческое решение, чрезвычайные ситуации, моделирование чрезвычайных ситуаций, модель затопления, автоматизированная информационно-управляющая система в ЧС.

***Borovikov A. S., Butuzov S. Y.***  
*FSBEI HE Academy of the State Fire Service*  
*of the Ministry of Emergency Situations of Russia,*  
*Moscow*

### ***Support model of crisis management in emergency situations of natural character***

The article describes the key points of the method of modeling the development of natural emergencies (flooding), used in the Main Department of the EMERCOM of Russia in the Khabarovsk territory. The obtained simulation results are presented. The role of the decision-maker in the process of crisis management is revealed.

*Keywords:* management decision, emergency situation, emergency modeling, flooding model, automated information and control system in emergency situations.

Принятие управленческих решений, направленных в первую очередь на предупреждение возникновения чрезвычайной ситуации (далее – ЧС), своевременное принятие мер по минимизации последствий ЧС, в том числе количества пострадавших и погибших людей, снижения материального ущерба, а также привлечение необходимых сил и средств, обеспечивается за счет получения лицом, принимающим управленческое

решение, исчерпывающей информации о характере и вариантах ее развития.

Задачи прогнозирования возникновения ЧС, оценки их (ЧС) последствий, обеспечения готовности к действиям органов управления, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, возложены на Единую государственную систему предупреждения и ликвидации последствий ЧС (далее – РСЧС).

В состав РСЧС входят органы повседневного управления – Центры управления в кризисных ситуациях (управления) территориальных органов МЧС России по субъектам Российской Федерации (далее – ЦУКС). [2]

В системе МЧС России для прогнозирования ЧС природного характера, вызванных подтоплениями населенных пунктов, используются различные методы. Однако, в настоящее время отсутствует эффективная система поддержки принятия управленческих решений руководителя ликвидации ЧС.

Это обусловлено отсутствием в Главных управлениях МЧС России субъектов Российской Федерации необходимого программного обеспечения, позволяющего разработать достоверную модель развития ЧС.

Основной системой, направленной на обеспечение управления РСЧС, является автоматизированная информационно-управляющая система РСЧС (далее – АИУС РСЧС), которая представляет собой единую интегрированную межведомственную систему, объединяющую в себе все автоматизированные системы по направлениям деятельности МЧС России в целом.

АИУС РСЧС является системой поддержки принятия решений, позволяющей в максимально сжатые сроки представить оптимальный вариант реагирования в ЧС. Такая возможность достигается путем сопряжения с другими информационными системами и ресурсами, а также современных систем управления базами данных (далее – СУБД) – комплекса программных средств для хранения, поиска и анализа формализованной информации. [1]

Опыт работы с АИУС РСЧС в период возникновения ЧС природного характера выявил ряд существенных недостатков, напрямую влияющих на качество и оперативность принятия управленческих решений: для построения моделей развития ситуации необходимо значительное количество времени; получаемые модели недостаточно адекватно отражают действительную обстановку.

Помимо этого, ни одна автоматизированная система антикризисного управления, не способна заменить лицо, принимающее управленческое решение.

Существующие проблемы можно решить путем внедрения в деятельность специалистов ЦУКС усовершенствованной модели прогнозирования ЧС с использованием комплексных компьютерных систем.

В частности, для моделирования развития ЧС, вызванной затоплением населенных пунктов, предлагается внедрить в повседневную деятельность должностных лиц ЦУКС метод моделирования развития ситуации на основе свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS With GRASS с применением системы геопространственных данных USGS.

Принцип данного алгоритма работы заключается в следующем. Используя ресурсы системы геопространственных данных USGS, производится выгрузка рельефа местности (в формате GeoTIFF), в отношении которой необходимо разработать модель подтопления. Полученный файл загружается в систему QGIS With GRASS, где подключаются необходимые модули моделирования. Далее, выбрав необходимую систему координат, отметив уровень расположения населенного пункта относительно уровня моря (по Балтийской системе), задав уровень повышения воды в водном объекте, производится построение модели затопления.

В итоге всех действий, получается детализированная модель затопления населенного пункта, на основе которой специалистом отдела мониторинга и прогнозирования ЦУКС подготавливаются сведения о возможных масштабах затопления при повышении уровня воды в водном объекте до определенных отметок.

Данная информация дает полное представление о развитии обстановки лицу, принимающему управленческое решение, и, соответственно, позволяет провести комплекс мероприятий, который будет необходим в заданный период времени.

Практическое использование алгоритма в деятельности должностных лиц ЦУКС позволило получить результаты, соответствующие статистическим данным по уровням затопления населенных пунктов на территории Хабаровского края в период прохождения паводка 2013 и 2019 годов, что, в свою очередь, служит подтверждением рациональности использования предложенного метода в аналогичных условиях развития ситуации при моделировании развития паводковой ситуации на любых других территориях. Помимо этого, благодаря наложению рельефа местности, удалось с высокой точностью определить какие именно территории, в том числе здания и сооружения, подвергнутся затоплению.

### **Литература**

1. Качанов С. А., Нехорошев С. Н., Попов А. П. Информатизационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях: Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра: монография. М., 2011. 400 с.

2. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

**Веселов С. Н.**

*ФГКУ «3 отряд федеральной противопожарной службы  
по Республике Саха (Якутия)»,  
Мирный*

***Устройство безопасной подачи огнетушащих веществ  
для тушения пожаров в коллекторах  
и инженерных коммуникациях***

Рассмотрены проблемные вопросы при тушении пожаров в городских коллекторах города Мирный. Предложено устройство подачи огнетушащих веществ, для обеспечения безопасности личного состава.

*Ключевые слова:* коллектор, пожар, огнетушащее вещество, безопасность.

**Veselov S. N.**

*FGKU «Detachment 3 of the Federal Fire Service  
in the Republic of Sakha (Yakutia)»  
Mirniy*

***The device of safe supply of fire extinguishers, to extinguish fires  
in collectors and engineering communications***

Problematic issues in extinguishing fires in the city's sewers of the city of Mirny. Proposed device of fire extinguishing substances to ensure the safety of personnel.

*Keywords:* Collector, fire, fire extinguishing substance, safety.

Городской коллектор города Мирный Республике Саха (Якутия) является подземным сооружением (проходной или полупроходной), предназначен для совместной прокладки в нём инженерных сетей города (теплоснабжения, водоснабжения, канализации, кабельных линий электроснабжения, связи и сигнализации). Строительство и ввод в эксплуатацию коллектора происходили в разное время начиная с 1963 года по 1987 годы, участками протяженностью от 794 до 5246 метров. Изготовлен из железобетонных конструкций. Один из таких люков представлен на рис. 1.

Вход в коллектор осуществляется через люки диаметром 60–90 см по металлическим лестницам, высотой от 1,5 до 2,0 метров. Расстояние между люками – 30–50 м. Ширина короба коллектора – 2,1 м, высота – от 1,2 до 3,1 м. Внешний вид короба представлен на рис. 2. Есть непроходные лотки высотой 0,5 м. Кабельные линии смонтированы по стенам короба коллектора. Возможным местом возникновения пожара в коллекторе является кабельное хозяйство.



*Рис. 1. Входной люк в системе коллекторов г. Мирный*

Горючая загрузка в основном представлена изоляцией кабелей и теплоизоляционными материалами сетей тепло и водоснабжения. Угрозу жизни и здоровью участников тушения пожара представляют опасные факторы: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, понижение концентрации кислорода, снижение видимости в дыму. К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся такие как: вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологического оборудования, воздействие огнетушащих веществ, фрагменты коммуникаций, опасные факторы взрыва [1].



*Рис. 2. Проходной коллектор*

Распространение пожара возможно по ответвлениям коллектора, далее по коммуникациям в жилые дома и помещения организаций (объектов). Пожары в коллекторах бывают сложные и продолжительными.

1 января 2006 года в 12 ч 05 минут по местному времени в городском коллекторе города Якутска произошел пожар, ликвидация наступила 3 января в 23 ч 00 минут 2006 по местному времени. В условиях



сильнейшего задымления и высокой температуры пострадало 5 пожарных [6]. Пожары в коллекторах происходят, в том числе и в городе Мирный.

30 декабря 2006 года в 17 часов 50 минут местного времени поступило сообщение о пожаре в городском коллекторе г. Мирный, в результате которого были повреждены кабели силовые и связи. На тушении пожара были задействовано 13 единиц техники и 54 человека. Восстановительные работы продолжались несколько дней, которые выпали на новогодние праздники.

Таблица

Количество пожаров, произошедших в коллекторе,  
в сравнении с общим количеством пожаров, за период 2010-2019 гг.

Год	Всего пожаров	Пожаров в коллекторе	Процентное отношение пожаров в коллекторе к общему количеству пожаров
2010	126	0	0,00 %
2011	145	1	0,69 %
2012	123	0	0,00 %
2013	111	2	1,80 %
2014	97	0	0,00 %
2015	82	0	0,00 %
2016	78	1	1,28 %
2017	68	1	1,47 %
2018	76	0	0,00 %
2019	143	1	0,70 %
2010-2019	1049	6	0,57 %

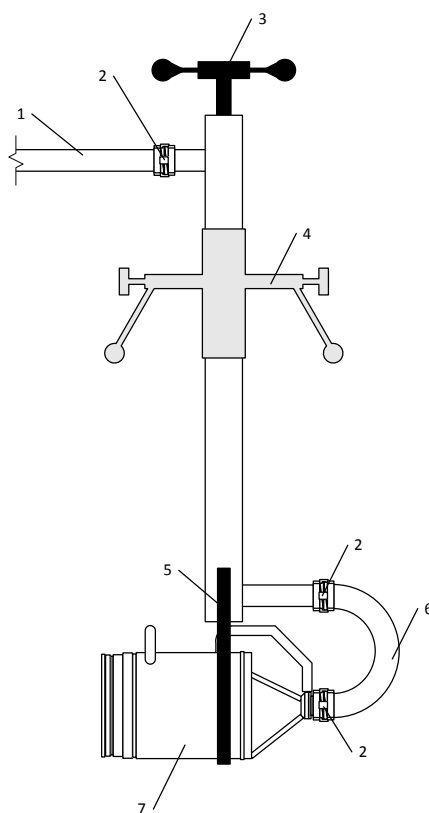
Исходя из вышеуказанных показателей таблиц видно, что пожары в коллекторах г. Мирный происходят постоянно, на тушение которых требуется привлечение значительных сил и средств гарнизона. В случае возникновения, пожар может нанести, значительный материальный ущерб и отразиться на работу и функционирование объектов жизнеобеспечения города.

Силы и средства пожарно-спасательного гарнизона привлекаются по повышенному номеру вызову. Одна из задач при тушении пожара, в короткие сроки локализовать распространение пожара по коммуникациям коллектора. Тушение осуществляется воздушно-механической пеной, распыленной водой, с подачей устройств через входные люки. Тушение пожаров в коллекторах сопряжено с риском для жизни и здоровья личного состава подразделений пожарной охраны. Люки и малый диаметр, с смонтированными внутри ступенями лестницы, препятствует безопасному проникновению звена ГДЗС внутрь коллектора, подачи огнетушащих средств, а также быстрой эвакуации в случае ухудшения обстановки при пожаре. В ходе проведенных наблюдений при тушении пожаров в коллекторе, проникновение звеньев ГДЗС в ДАСВ через люки по

внутренним лестницам проходит затруднительно. Личный состав вынужден снимать с плеч аппараты, держать их в руках над собой или ниже корпуса, как при спуске, так и при подъеме на поверхность. При этом звено обязано иметь рукавную линию со стволом, ручной инструмент, средства освещения, пожарную спасательную веревку, путевой трос, средства связи и избегать ударов ДАСВ [5].

Одной из главных задач при пожарах в коллекторах состоит в том, чтобы обеспечить безопасность участников тушения пожара. При заполнении воздушно-механической пеной, производить предварительное закрепление пеногенераторов, их заземление, а так же заземление насосов пожарных автомобилей [3]. На этапе боевых действий по тушению пожара, проводимых на месте пожара (разведка, боевое развертывание сил и средств) необходимо выполнение соблюдения правил охраны труда, определения сигналов отхода в случае возникновения опасности для участников боевых действий по тушению пожара [2]. Участком повышенной опасности городского коллектора является входной люк при проникновении и прохождении через него личного состава в ДАСВ.

Для обеспечения безопасности личного состава необходимо применение устройства для подачи огнетушащего вещества без проникновения личного состава внутрь. Принцип работы устройства заключается в подачи вещества в очаг пожара с помощью регулировки направления, его схема представлена на рис. 3.



*Рис. 3. Схема устройства:*

*1 – рукав пожарный; 2 – соединение рукавными пожарными соединительными головками; 3 – ручка управления устройством; 4 – крепление типа «Паук»; 5 – хомут крепления; 6 – рукав соединительный; 7 – УКТП «Пурга-5»*

На обоих концах устройства расположены полу гайки диаметров 66 мм для крепления пожарного рукава, УКТП «ПУРГА 5» или ГПС-600. Фиксация устройства осуществляется посредством «паука» на борта люка, тем самым исключается применение физической силы при повышении давления от насоса. Направление подачи регулируется по высоте и по глубине коллектора.

Практическое применение данного устройства позволяет:

- обеспечить защиту участников тушения пожара;
- соблюдать правила охраны труда и техники безопасности;
- эффективно направлять огнетушащий состав на тушение пожара, в том числе и на горящий кабель в верхней части коллектора;
- сократить время проведения боевого развертывания, проведения разведки;
- уменьшить время ликвидации пожара без заполнения коллектора при объемном тушении ВМП.

Устройство при изготовлении, не требует существенных затрат и позволяет повысить безопасность личного состава.

#### **Литература**

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».
4. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении и проведении аварийно-спасательных работ (направлен указанием МЧС России от 26.05.2010 № 43-1).
5. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в пригодной для дыхания среде».
6. Пожар в городском коллекторе потушен // Федеральный информационный портал «SakhaNews». URL: <http://www.1sn.ru/3503.html> (дата обращения 04.01.2006).

**Власова И. В.**

*ФГКВОУ ВО «Санкт-Петербургский военный ордена Жукова институт войск национальной гвардии Российской Федерации»,  
Санкт-Петербург*

**Власова Т. В.**

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург*

### ***Роль гуманитарных технологий в контексте безопасности России***

В статье рассмотрена роль гуманитарных технологий в контексте безопасности. Особое внимание уделено стратегии «мягкая сила», ее воздействию на безопасность в Российской Федерации.

*Ключевые слова:* общество, технология, безопасность, культура, менталитет.

**Vlasova I. V.,**

*FSKVOU VO «St. Petersburg Military Order of Zhukov Institute of the National  
Guard of the Russian Federation»,  
St. Petersburg*

**Vlasova T. V.**

*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

### ***The role of humanitarian technologies in the context of Russian security***

The article discusses the role of humanitarian technology in the context of security. Particular attention is paid to the strategy of "soft power", its impact on security in the Russian Federation.

*Keywords:* society, technology, security, culture, mentality.

В научных изданиях начала XXI века современное общество обозначается как: «общество риска», «информационное общество», «постиндустриальное общество», «общество потребления», «век технологической культуры». Все эти значения объединены понятием «технология», которое возникло уже в Древнем мире. «Techne» (др. греч.) – означает искусство, мастерство, умение. Это наука о мастерстве, способах взаимодействия человека, орудий и предметов труда [1].

Активное развитие данного понятия получает в связи с техническим прогрессом. «Технология» представляет собой культурное явление, связана с деятельностью человека, предполагающее активное отношение к окружающему миру и направленное на изменение и преобразование действительности в которой существует индивид.

В современном мире понятие «технология» многозначно и в научном мире, наиболее часто, употребляется как «система способов какой-либо

деятельности, направленная на наиболее эффективное достижение определенного результата» [2].

Согласно современным научным классификациям технологии подразделяются на промышленные и социальные.

Широкое развитие промышленных технологий относится к эпохе Нового времени. Это связано с господствующим мировоззрением - антропоцентризмом. Пик наивысшей расцвета промышленных технологий в Европе и России пришелся на конец XIX в. - начало XX в. Рост востребованности промышленных технологий продолжается и в XXI веке. В современном мире понятие «промышленные технологии» можно охарактеризовать как совокупность различных действий человека, машин и инструментов для создания наиболее экономичных способов и процессов производства сырья, материалов, продукции[1].

Социальные технологии (где человек рассматривается как исходный и конечный результат) были востребованы всегда, но особую актуальность и развитие получили в конце XX - начале XXI веков.

К социальным технологиям относят гуманитарные технологии, классифицируемые по основным сферам общества: политические, культурные, образовательные, экономические.

Ученые XXI в. гуманитарные технологии определяют как «вид социальных технологий, основанный на преимущественном использовании «мягких» методов - убеждения и психологического манипулирования»[ 2].

Одним из активно применяемой в мире видом гуманитарных технологий является технология «мягкой силы». Стратегия «мягкой силы» впервые была осмыслена и сформулирована на уровне политологической концепции в 1990 г. Ее основатель, американский теоретик-исследователь, государственный деятель, практик Джозеф Найт, суть термина «мягкая сила» видит в «привлекательности, а не принуждении». Примеры применения данной стратегии имеют давнюю историю, но особую актуальность она получила с середины XX века и применяется в разных сферах общества. Наибольшее распространение стратегия получила в политической сфере в сфере международных отношений. Применение данной гуманитарной технологии, в зависимости от места, сферы и исторического момента, международной ситуации, имеет как положительные так и отрицательные последствия.

В качестве негативных последствий использования технологий «Мягкой силы» следует отметить внедрение и навязыванию гражданам стран мирового сообщества западных ценностей и традиций, что приводит к изменению мировоззрения и миропонимания, а следовательно к угрозе безопасного сосуществования в мире. Итог - снижение степени духовной, материальной и физической безопасности индивидов. Также результатом внедрения гуманитарных технологий можно назвать рост протестных настроений, приводящих к беспорядкам, разрушению и смене политических режимов.

Положительные последствия данной гуманитарной технологии - приобщение и знакомство стран с особенностями других культур, развитие международного взаимодействия в разных общественных областях.

Российская концепция «мягкой силы» - основана на идеи сотрудничества, безопасности, суверенитете, соблюдении прав человека.

Данная гуманитарная технология в России развивается на принципах культурно-ценностной, национально-государственной привлекательности. В нее включены ценности традиционной семьи, указана значительная роль религии и государства.

В международных отношениях весомым ресурсом «мягкой силы» признается экономическое сотрудничество, СМИ, культура, образование, идеология. Основными элементами механизма использования «мягкой силы» в России являются государственные институты, прогосударственные фонды, общественные организации и информационные каналы[3].

Указанная гуманитарная технология в определенный момент может наносить разрушающее воздействие, и как показывает исторический опыт разных стран, теснейшим образом связана с распространением «цветных революций», угрожающих безопасности государства, смене политических режимов. Яркий пример - прокатившаяся по странам Европы и странам, ранее входящих в СССР и социалистический лагерь волна «цветных революций» (конец XX в. — начало XXI в.).

К основным угрозам безопасности государства относят следующие операции «мягкой силы»:

- по упразднению международной субъектности государств;
- по экспорту нестабильности;
- по подрыву потенциалов;
- преэмптивные операции;
- гуманитарные интервенции [4].

Участников современного общества все больше волнует вопрос обеспечения безопасности и недопущения диффузного распространения разрушительных стратегий, нарастающих и захватывающих сознания граждан США и стран Западной Европы. Действительно, угроза распространения модели гуманитарных технологий США на страны Европы и Россию, имеющие как созидательные так и разрушительные цели, активно предпринимаются. Опасения передачи сценариев и распространения негативных исходов на территорию Российской Федерации имеют под собой политические, экономические основания. Вместе с тем, хочется надеяться, что опыт полученный Россией сто лет назад и память российского народа о тех страшных событиях (революция и гражданская война), оставивших в его сознании глубокий след не позволит развиваться разрушительным настроениям, охвативших страны Европы и США в 20 -х годах XXI века.

При определении путей решения вопроса противодействия разрушительному влиянию гуманитарных технологий следует учитывать

богатый опыт борьбы за безопасное существование граждан в России начала XX века.

Известно, что к началу XX века столичная полиция Российской Империи возглавляемая петроградским градоначальником имела сложную структуру: наряду с Сыскной и Речной полицией, Полицейским резервом, Пожарной командой, и т. д., она включала действующее по особому штату Отделение по охранению общественной безопасности и порядка в Петрограде. В то время должности градоначальников Петрограда занимали высокообразованные профессионалы: князь А. Н. Оболенский (июль 1914 – ноябрь 1916 гг.), и генерал-майор А. П. Балк (ноябрь 1916 г. – февраль 1917 г.) [5].

Основные функции, которые выполняла полиция Петрограда в 1915-1917 гг. были обусловлены сложными противоречиями предвоенного и военного времени.

Особенно остро стоял вопрос о кадровом обеспечении служб, обеспечивающих безопасность. Основным критерием при приеме на службу были образование и социальный статус претендента. Несмотря на сложное время, благодаря умелому руководству удалось избежать самого печального «сценария» развития событий в Петрограде 1915-1917 гг.

Таким образом, при изучении вопроса о роли гуманитарных технологий следует помнить, что существуют общие законы развития общества, но также не стоит учитывать отличительные признаки, менталитет культур и накопленный исторический опыт. Для достижения внешнеполитических целей России следует использовать такие инструменты «мягкой силы» как убеждения, элементы позитивной привлекательности. При решении противодействия разрушительному влиянию гуманитарных технологий следует учитывать богатый опыт дореволюционной России, применять знания о особенностях исторического пути России и стран Западной Европы.

### Литература

1. Понятие «технология» видеоуроки и конспекты для учителей. URL: <https://videouroki.net/video/2-ponyatie-tekhnologiya.html> Дата обращения: 15.05.2020.

2. Клачков П.В. Понятие гуманитарных технологий в системе социально-философских категорий // Современные проблемы науки и образования. – М. 2012. – № 3. URL.: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6452> Дата обращения: 16.04.2020.

3. Агеева в.д. Роль инструментов «мягкой силы» во внешней политике российской федерации в контексте глобализации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата политических наук. – СПб, 2016 г. - 130 с.

4. URL.: <https://disser.spbu.ru/files/disser2/993/aftoreferat/n9k76mzryh.pdf>.

5. Ивашов Л.Г. Операции «Мягкой силы» в гибридной войне // «Мягкая сила» в международных отношениях. Сборник научных трудов. / Под ред. Л. Г. Ивашова. Москва, 2018. С. 39-59. URL.: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34985754>. Дата обращения: 13.02.2020.

6. Петроградская полиция накануне февральской революции (1915-1917 гг.)

7. URL: [https://spbarchives.ru/police\\_1](https://spbarchives.ru/police_1) Дата обращения: 17.05.2020.

**Власова Т. В.***ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург****Экономическая безопасность сложных производственных систем в национальной системе безопасности России***

Отражены вопросы обеспечения экономической безопасности в системе национальной безопасности России. Рассмотрен экономический аспект влияния сложных производственных систем на обеспечение безопасности России.

*Ключевые слова:* безопасность, национальная безопасность, экономическая безопасность, риск, ресурсы, сложные производственные системы.

**Vlasova T. V.***FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg****Economic security of complex production systems in the national security system of Russia***

The article reflects the issues of ensuring economic security in the national security system of Russia. The economic aspect of the influence of complex production systems on the security of Russia is considered.

*Keyword:* security, national security, economic security, risk, resources, complex production systems.

Появление на карте мира новых и угасание традиционных социально-культурных, экономических центров приводят к значительным изменениям в геополитике и экономике государств. Наметившиеся, в связи с этим, экономические, культурные, политические противоречия между Россией и западными странами значительно увеличивают риск возникновения конфронтации в этих сферах. Для России преодоление сложившейся ситуации возможно при использовании научных подходов в обеспечении безопасности при организации и управлении процессами развития на всех уровнях государственной системы.

В системе государственного управления категории «безопасность», «национальная безопасность» занимают важное место среди определяющих понятий и в большинстве стран мира действуют законы и стратегии национальной безопасности.

Первые нормативные акты в этой сфере были разработаны в России в 90-х годах двадцатого столетия (закон «О безопасности» принят в 1992 г., в 1997 г. утверждена концепция национальной безопасности, в 1996 г. государственная стратегия экономической безопасности) [1].

Поскольку, понятие безопасности в научной и специальной литературе выражено множеством определений, что обусловлено, разными видами классификаций, например, по сферам деятельности (национальная



безопасность, экономическая безопасность, безопасность производственных систем) и определенным признакам (система, процесс, функция, структура) безопасности, далее в статье рассмотрен экономический аспект безопасности на различных уровнях государственного управления.

В системе национальной безопасности экономическая безопасность, безусловно, занимает особое место, при этом понятия экономической безопасности отражены в нормативных документах и актах и связаны с вопросами суверенитета, экономической стабильности, развития, обороноспособности страны.

Действующие сегодня Стратегия национальной безопасности принята 31 декабря 2015 г. Указом Президента Российской Федерации № 683 [2], а Государственная стратегия экономической безопасности - 13 мая 2017 г. № 208 [3].

Согласно распространенному в научной литературе мнению на развитие государственной системы, ее возможности противостоять действиям деструктивных сил и развитию чрезвычайных ситуаций экономическая составляющая оказывает существенное влияние [4]. Учитывая тот факт, что одной из функций государственного управления является обеспечение экономической безопасности страны (с учетом возможности возникновения и развитие чрезвычайных ситуаций) при нейтрализации угроз возникновения чрезвычайных ситуаций именно национальная экономика становится основанием для обеспечения экономической безопасности (ЭБ).

По мнению экспертов, на современном этапе развития в условиях формирования инновационной экономики серьезное влияние на уровень национальной экономической безопасности оказывает процесс глобализации, в ходе которого резко проявляются новые особенности ее развития.

Несомненно, к таким особенностям можно отнести существенное повышение роли оборонно-промышленных предприятий (ОПК). ОПК выступает сдерживающим фактором возможной агрессии и вектором развития национальной экономики, действующим по средством взаимного влияния и проникновения инноваций в гражданские отрасли и тем способствуя возникновению новых технологий, продукции двойного и гражданского назначения. На этом фоне особую актуальность приобретают вопросы обеспечения экономической безопасности на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, относящихся к сложным производственным системам (СПС).

Большинство специалистов и ученых в области безопасности рассматривают безопасность СПС как комплексную систему, где технологическая, экологическая, экономическая, информационная составляющие формируют ее структуру, а понятие «безопасность сложной производственной системы» подразумевает стабильное функционирование и устойчивое развитие системы при эффективном использовании ресурсов и своевременной реакции на возникающие угрозы. [5].

Следовательно, обеспечения безопасности СПС определяется экономическим аспектом (ресурсами), производственными процессами и ее структурой.

В таком контексте обеспеченность экономической безопасности можно рассматривать как совокупность факторов, при которых стратегические ресурсы СПС находятся в границах показателей приемлемых рисков, а риск потери экономической безопасности увеличивается по мере снижения уровня стратегических ресурсов.

Важно отметить, что в большинстве определений понятия экономической безопасности СПС присутствует значение необходимости обеспечения эффективного использования собственных ресурсов, которые задействованы в мероприятиях по нивелированию или снижению рисков.

Для СПС оптимальна такая система обеспечения безопасности, которая выявляет угрозы и прогнозирует наиболее опасные риски, нейтрализуя их превентивными мероприятиями [6]. Тогда в экономическом аспекте отражаются возможности взаимодействия технических, экономических ресурсов системы, анализируются выделяемые средства на исследования и разработку безопасного существования и освоение новых видов производств, внедрение новых технологий, а вероятная угроза видится как отклонение от граничных значений деятельности системы [5, с.16].

Резюмируя можно отметить, что в сложившейся обстановке мощная производственная, технологическая база производственных систем становится опорой национальной безопасности, а ресурсной основой национальной безопасности государства выступает экономическая безопасность, которая определяется состоянием экономической системы. В свою очередь эффективность функционирования системы зависит от результативности деятельности структуры и взаимодействия элементов ее составляющих. [7].

В национальной системе безопасности особое внимание имеет экономическая безопасность систем в целом и возрастает роль СПС. Таким образом, экономическая безопасность является ядром безопасности системы и значимость изучения экономического аспекта безопасности на различных уровнях управления очевидна.

### Литература

1. Погодина И. В. Правовое обеспечение экономической безопасности Российской Федерации. Владимир, 2015. С. 8.

2. Указ Президента РФ от 31 декабря 2015 № 683 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». М., 2015. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_191669/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/). Дата обращения: 12.04.2020.

3. Указ Президента РФ от 13 мая 2017 № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». М., 2017. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_216629/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216629/) Дата обращения: 12.04.2020.

4. Экономическая безопасность / под ред. И. В. Манаховой. Саратов, 2019.

5. Власова Т. В. Экономические аспекты современных подходов обеспечения комплексной безопасности сложных производственных систем //

Экономико-правовые аспекты обеспечения безопасности жизнедеятельности: сб. тр. XXVIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 14–20.

6. Гапоненко В. Ф., Беспалько А. Л. Экономическая безопасность предприятий. Подходы и принципы. М., 2007. 208 с.

7. Минкин Д. Ю., Власова Т. В. Экономическая безопасность и технологическая независимость сложных производственных систем в интегрированной системе безопасности // Современное состояние и перспективы дальнейшего развития технической оснащенности служб материально-технического обеспечения ВС РФ: сб. науч. ст. науч.-прак. конф. (15 декабря 2017 г.). Часть I. – СПб., 2017. С. 345–356.

УДК 614.846, 658.5.012.2, 658.531

*maks-enikeev@bk.ru*

***Еникеев М. В., Сытдыков М. Р.***

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург*

***Оценка выполнения производственных программ  
по техническому обслуживанию и ремонту пожарной  
техники в гарнизонах ГПС МЧС России***

Проведена оценка выполнения производственных программ по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники в гарнизонах ГПС МЧС России путем анализа деятельности ремонтных органов министерства. Полученные данные позволят сформулировать обоснованные требования к техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники и направление повышения эффективности технических методов в работе.

*Ключевые слова:* анализ, производственная программа, техническое обслуживание, ремонт, пожарная техника.

***Enikeev M. V., Sytdykov M. R.***

*Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

***Assessment of the implementation of production programs  
for maintenance and repair of fire equipment in the garrisons  
of the SBS EMERCOM of Russia***

An assessment of the implementation of production programs for maintenance and repair of fire equipment in the garrisons of the Ministry of emergency situations of Russia by analyzing the activities of the repair bodies of the Ministry. The obtained data will allow us to formulate reasonable requirements for the maintenance and repair of fire equipment and the direction of improving the effectiveness of technical methods in work.

*Keywords:* analysis, production program, maintenance, repair, fire equipment.

В системе МЧС России своевременное и качественное техническое обслуживание техники является гарантом готовности учреждений и

организаций, находящихся в ведении МЧС России к выполнению задач по предназначению. Создаваемые в составе МЧС России структуры материально-технического обеспечения выполняют ряд возложенных на них задач, одной из которых является организация технического обслуживания и ремонта техники в соответствии с требованиями нормативных и распорядительных документов МЧС России, инструкций по ее эксплуатации предприятий-изготовителей [1-3]. Основными исполнителями данной задачи являются лица, осуществляющие непосредственное управление техникой, отвечающие за сохранение закрепленных за ними техникой и имуществом, их исправность и готовность к использованию. При этом обслуживание и ремонт техники должно осуществляться в специально предназначенных для этих целей помещениях и местах с использованием исправного и соответствующего своему назначению оборудования и инструмента высококлассными специалистами узкой специализации [4, 5].

Анализ деятельности ремонтных органов МЧС России показывает, что финансовые затраты необходимые для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники в данных учреждениях на 15–40 % ниже, нежели проводить выше упомянутые виды работ в сторонних организациях.

Кроме этого ряд узконаправленных видов работ, проводимых ремонтниками учреждений МЧС России, не имеет аналогов в различных субъектах Российской Федерации. Поэтому данная тема, несомненно, является актуальной для исследования.

Целью данной работы является изучение требований к обеспечению постоянной технической готовности подразделений территориального органа МЧС России к выполнению задач по предназначению, а так же выполнение мероприятий по их материально-техническому обеспечению и дать рекомендации по повышению показателей качества выполняемых работ ремонтными органами при выполнении производственной программы.

В рамках проекта изучены технические возможности ремонтных органов МЧС России на возможность осуществлять работы по ремонту пожарной техники.

В настоящее время органы власти уделяют большое внимание защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах. Утверждена программа, в которой одной из приоритетных задач является развитие материально-технического обеспечения системы МЧС России.

В целях выполнения задач материально-технического обеспечения подразделений в территориальных органах МЧС России были созданы

ремонтно-технические центры (РТЦ) федеральной противопожарной службы по субъекту Российской Федерации.

Производственная деятельность РТЦ осуществляется в соответствии с разработанным РТЦ производственным планом на год. При оформлении производственного плана проводится анализ наличия фонда рабочего времени производственников РТЦ и потребности в трудозатратах на обслуживание и ремонт техники подразделений территориального органа МЧС России.

Для оценки выполнения производственной программы ремонтного органа необходимо ежегодно проводить анализ работы, задачей которого будет, является определение степени выполнения плановых заданий, а так же выявление резервов в использовании трудовых и материальных ресурсов. Анализ позволит не только наметить мероприятия по повышению производительности труда, но и создать условия для работы в соответствии с требованиями нормативных актов МЧС России и российского законодательства.

Рассмотрим анализ выполнения производственной программы по трем направлениям:

- анализ объема производства работ по типам и маркам машин за отчетный период;
- анализ выполнения плана по производительности труда за отчетный период;
- анализ использования трудового ресурса за отчетный период.

*Анализ объема производства работ по типам и маркам машин за отчетный период*

В конце календарного года на основании сводных данных проводится расчет объема производства по типам и маркам пожарной техники ( $V_{II}$ ) по формуле:

$$V_{II} = \left( \frac{V_{II.TO-2} \cdot K \cdot K_k}{V_{II.II.TO-2}} + \frac{V_{II.TP} \cdot K_k}{V_{II.II.TP}} + \frac{V_{II.CP} \cdot K_k}{V_{II.II.CP}} + \frac{V_{II.KP} \cdot K_k}{V_{II.II.KP}} \right) \cdot 100,$$

где  $V_{II}$  – общий объем производства работ по типам и маркам пожарной техники, %;

$V_{II.TO-2}$  – общий объем выполненных работ технического обслуживания №2 по типам и маркам пожарной техники, %;

$V_{II.TP}$  – общий объем выполненных работ текущего ремонта по типам и маркам пожарной техники, %;

$V_{II.CP}$  – общий объем выполненных работ среднего ремонта по типам и маркам пожарной техники, %;

$V_{II.KP}$  – общий объем выполненных работ капитального ремонта по типам и маркам пожарной техники, %;

$V_{П.П.ТО-2}$  – общий объем запланированных работ технического обслуживания №2 по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану, %;

$V_{П.П.ТР}$  – общий объем запланированных работ текущего ремонта по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану, %;

$V_{П.П.СР}$  – общий объем запланированных работ среднего ремонта по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану, %;

$V_{П.П.КР}$  – общий объем запланированных работ капитального ремонта по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану, %;

$K$  – в случаи участия водителей структурных подразделений в выполнении работ по техническому обслуживанию №2 применяется коэффициент  $K=0,85$ ;

$K_K$  – в случаи возврата техники отремонтируемой в ремонтном органе для проведения работ по устранению технических недоработок связанных с некачественным исполнением работы в объеме менее 50 % от общего производства применяется коэффициент качества  $K_K=0,95$ , при более 50 %  $K_K=0,85$ , при отсутствии возвратов и рекламаций  $K_K=1$ .

*Анализ выполнения плана по производительности труда за отчетный период*

С учетом объема производства работ по типам и маркам пожарной техники, творческого подхода и активности рабочего персонала, а так же использования рабочего времени производится анализ выполнения плана по производительности труда ( $P$ ) по формуле:

$$P = \left( \frac{\frac{T_{п}}{V_{П.П.ТО-2}}}{\frac{T_{ф}}{V_{П.ТО-2} \cdot K \cdot K_K \cdot K_p}} + \frac{\frac{T_{п}}{V_{П.П.ТР}}}{\frac{T_{ф}}{V_{П.ТР} \cdot K \cdot K_K \cdot K_p}} + \frac{\frac{T_{п}}{V_{П.П.СР}}}{\frac{T_{ф}}{V_{П.СР} \cdot K \cdot K_K \cdot K_p}} + \frac{\frac{T_{п}}{V_{П.П.КР}}}{\frac{T_{ф}}{V_{П.КР} \cdot K \cdot K_K \cdot K_p}} \right) \cdot 100,$$

где  $P$  – выполнение плана по производительности труда, %;

$T_{п}$  – затраты времени на производство работ по плану, ч;

$T_{ф}$  – фактические затраты времени на производство работ, ч;

$K_p$  – в случаи рационализаторского и творческого подхода работников ремонтного органа к выполняемой работе  $K_p=1,05$

## *Анализ использования трудового ресурса за отчетный период*

С учетом данных о количестве участников задействованных в проведении работ по различным видам обслуживания и ремонта техники проводится расчет использования трудового ресурса  $Ч_{т.р.}$  по формуле:

$$Ч_{т.р.} = \left( \frac{V_{п.ТО-2} \cdot K \cdot \frac{K_k}{Ч}}{V_{п.п.ТО-2}} + \frac{V_{п.ТР} \cdot \frac{K_k}{Ч}}{V_{п.п.ТР}} + \frac{V_{п.СР} \cdot \frac{K_k}{Ч}}{V_{п.п.СР}} + \frac{V_{п.КР} \cdot \frac{K_k}{Ч}}{V_{п.п.КР}} \right) \cdot 100,$$

где  $Ч_{т.р.}$  – использование трудового ресурса, %.

$Ч$  – количество производственников, чел.

Таким образом, проведя анализ выполнения производственного плана должностным лицам, входящим в организационно-штатную структуру ремонтного органа МЧС России, будут видны основные факторы, влияющие на показатели оценки производства, которые позволят сформулировать обоснованные требования к техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники и направление повышения эффективности технических методов в работе.

### **Литература**

1. Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ МЧС России от 18.09.2012 № 555. М., 2012.

2. Об утв. Положения об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ МЧС России от 25.11.2016 № 624. М., 2016.

3. Временные нормативы трудоемкости технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей федеральными государственными бюджетными учреждениями производственно-техническими центрами (отрядами, частями технической службы) федеральной противопожарной службы по субъектам Российской Федерации (утв. заместителем Министра МЧС России 03.09.2012).

4. Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтпригодности. Термины и определения: ГОСТ 21623-76. М., 1976.

5. Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности изделий: ГОСТ 21624-81. М., 1981.

**Иванова Т. В., Ловягина К. А.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург  
**Церфус Д. Н.**  
ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей  
сообщения Императора Александра I»,  
Санкт-Петербург

***Оценка психологической готовности к профессиональной  
деятельности выпускников Санкт-Петербургского  
университета ГПС МЧС России***

В статье представлены результаты изучения психологической готовности к профессиональной деятельности выпускников СПб УГПС МЧС России. В статье предложены практические рекомендации повышения уровня психологической готовности к деятельности выпускников вузов МЧС России на основе анализа доминирующих мотивов, карьерных ориентаций, представлений о профессии, эмоциональных и волевых особенностей.

*Ключевые слова:* психологическая готовность, выпускники, учебно-профессиональная деятельность.

*St. Petersburg*

***Assessment of psychological readiness for professional activity  
of graduates of Saint-Petersburg university of state fire service  
of EMERCOM of Russia***

***Ivanova T. V., Loviagina K. A.***  
*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*  
***Tserfus D. N.***  
*FSBEI of Higher Education «Emperor Alexander I St. Petersburg State  
Transport University»,  
St. Petersburg*

The article presents the results of studying the psychological readiness for professional activity of graduates of Saint-Petersburg university of state fire service of Emercom of Russia. The article offers practical recommendations for improving the level of psychological readiness for the activities of graduates of EMERCOM of Russia based on the analysis of dominant motives, career orientations, ideas about the profession, emotional and volitional characteristics.

*Keyword:* psychological readiness, graduates, educational and professional activities.

При наличии высокого уровня стрессогенности труда, необходимости постоянного развития профессионально важных качеств и поддержания профессионального здоровья особую роль играет



психологическая готовность к профессиональной деятельности специалистов, начинающих свой трудовой путь [1, 2, 3]. Выпускники вуза МЧС России оказываются непосредственно включены в систему обеспечения безопасности в Российской Федерации, специфика их профессиональной деятельности определяется государственной значимостью и высокой социальной ответственностью задач [3].

Состояние психологической готовности к деятельности – сложное, целенаправленное проявление целостной личности. Оно имеет динамическую структуру, включающую следующие компоненты, функционально связанные между собой: мотивационный, познавательный, эмоциональный и волевой [4].

Профессиональное обучение курсантов образовательных учреждений системы ГПС МЧС России является сложным, многокомпонентным процессом. В основе данного обучения можно выделить два основных подхода, к числу которых можно отнести компетентностный, связанный с формированием необходимых компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускников и личностный, включающий в себя развитие профессионально важных качеств, мотивации, ценностных ориентаций и осознание своих представлений о самих себе и объектах своей будущей деятельности.

На каждом этапе обучения усложняются обязанности курсантов, повышая уровень ответственности за принимаемые решения, осознанность действий и поведения, формируется устойчивое представление о реальных условиях работы [5, 6].

Целью исследования являлось изучение психологической готовности выпускников к профессиональной деятельности.

В исследовании приняли участие 125 человек, курсанты 5 курса по специальности «Пожарная безопасность» (далее – выпускники), из них 106 юношей и 19 девушек, в возрасте от 20 до 25 лет. Исследование проводилось на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

В исследовании применялись следующие методики: «Специализированный семантический дифференциал для оценки представления о профессии» Ч. Осгуда (в адаптации В. П. Серкина); «Якоря карьеры» Э. Шейна (в адаптации В. А. Чикер, В. Э. Винокуровой); «Самооценка эмоциональных состояний» А. Уэссмана и Д. Рикса; «Исследование волевой саморегуляции» А. В. Зверькова и Е. В. Эйдмана; методика изучения мотивации обучения в вузе Т. И. Ильиной.

Также, в исследовании была применена авторская анкета «Самооценка готовности к профессиональной деятельности выпускника вуза МЧС России».

Статистические методы обработки данных включали в себя описательную статистику (среднее арифметическое и стандартное

отклонение), факторный и корреляционный анализы (по критерию Спирмена).

При анализе результатов по методике «Исследование волевой саморегуляции» А. В. Зверькова и Е. В. Эйдмана было установлено, что обучающимся выпускного курса характерно проявление высокого уровня настойчивости и уверенности в себе. Достижению успехов в жизни им способствует упорный труд (57,6 %), целеустремленность (52 %), трудолюбие (44 %), характер (42 %). По результатам методики изучения мотивации обучения в вузе Т.И. Ильиной преобладает мотив «Приобретение знаний» (70 %), а соотношение высокого и низкого уровня выраженности мотивов «Овладение профессией» свидетельствует о распределении выпускников по практической (36 %) и теоретической (64 %) направленности профессиональной деятельности соответственно. Эти данные подтверждают результаты анкетирования, где выпускники выразили положительное отношение к получению второго высшего образования и поступления в магистратуру (70 %). На уровне тенденции проявляются низкие средние показатели по шкале «Овладение профессией» ( $5,16 \pm 2,7$ ). При этом 68 % выпускников считают, что негативные переживания в будущей профессиональной деятельности при назначении на должность могут быть связаны с недостатком практических навыков полученных в ходе обучения 26,4 %.

Выбор своей будущей профессиональной деятельности большей частью младших лейтенантов (больше 80%) был принят осознанно. В настоящее время, у выпускников сохраняется интерес к своей профессии и желание достичь высоких результатов карьерного роста в ведомстве МЧС России.

Результаты анкетирования показали, что наибольшее значение в будущей профессиональной деятельности для выпускников имеют: материальный достаток – 68,8 %, возможность самореализации – 48%, хорошие условия труда (организация рабочего места, наличие перерывов и мест для приема пищи) – 32,8%, возможность занять руководящую должность, сделать карьеру – 31,2%.

При анализе результатов изучения по методике «Якоря карьеры» было установлено, что ведущими ценностными ориентациями у выпускников являются «Стабильность работы», «Служение», «Интеграция стилей жизни».

Младшие лейтенанты высоко оценивают социальные гарантии предоставленные ведомством и ориентированы на длительный контракт и стабильное положение. Дальнейший анализ результатов анкетирования показал, что, по мнению выпускников при трудоустройстве, вуз должен предоставлять: направления – 41,6%, рекомендации – 38,4%, место для практики – 34,4%, а также обсуждать проблемные вопросы будущей профессиональной деятельности – 20%. О необходимости помощи государства начинающим молодым специалистам высказались 82 % выпускников.

По мнению выпускников семья играет немаловажную роль в их становлении: планируют после окончания вуза создать семью – 44 %, рождение в ближайшие 10 – 20 лет детей – 70 %, родственники оказали наибольшее влияние на формирование планов на будущее – 53,6 %, а 41, 6 % считают, что поддержка близких поможет достичь им успехов в жизни.

В ходе проведения корреляционного анализа наибольшее количество связей имеют мотив «Получение диплома» и карьерная ориентация «Служение». Положительные связи мотива «Получение диплома» с настойчивостью ( $p \geq 0,001$ ), энергичностью ( $p \geq 0,05$ ), уверенностью в себе ( $p \geq 0,05$ ), приобретением знаний ( $p \geq 0,05$ ) отражают актуальную цель выпускника.

Взаимосвязи карьерной ориентации «Служение» с мотивами «Овладение профессией» ( $p \geq 0,05$ ) и «Приобретение знаний» ( $p \geq 0,01$ ), с карьерными ориентациями «Вызов» ( $p \geq 0,01$ ), «Менеджмент» ( $p \geq 0,05$ ), «Интеграция стилей жизни» ( $p \geq 0,05$ ) отражают специфику мотивации к профессиональной деятельности на данном этапе становления специалиста.

Преставление о профессии младших лейтенантов характеризуется факторами «Ответственность», «Опасность», «Моральность», «Эмоциональная отдача» и отражает иерархию ценностей личного состава. Воздействие экстремальных факторов в профессиональной деятельности требуют полного осознания ответственности за принимаемые решения, контроля своего поведения, проявления моральных качеств и стабилизации эмоционального состояния, которые имеют взаимосвязь с компонентами мотивационной готовности к профессиональной деятельности. Были выявлены связи: положительная между фактором «Ответственность» и шкалами «Настойчивость», «Самообладание», «Энергичность – Усталость», «Служение», «Овладение профессией»; отрицательная между фактором «Ответственность» и ориентацией «Автономия»; положительная между фактором «Опасность» и шкалами «Служение» и «Овладение профессией», фактором «Моральность» и шкалами «Самообладание» и «Овладение профессией»; отрицательная между фактором «Моральность» и ориентацией «Стабильность места жительства», положительная между фактором «Эмоциональная отдача» и «Приподнятость – Подавленность». Обнаруженные взаимосвязи отражают те аспекты готовности, которые относятся к принятию решения заниматься профессиональной деятельностью: соотнесение своих возможностей с требованиями профессии, осознание функций труда, оптимальные способы деятельности, профессиональная позиция.

Этапы профессионального развития соотносятся с периодами профессионального самоопределения личности, основой которого является формирование отношения к себе как к субъекту профессиональной деятельности. Психологическая готовность выпускников к профессиональной деятельности на выпускном курсе

имеет свою специфику, которая определяется актуальной целью выпускника – завершение обучения, получение диплома. При этом доминирующие карьерные ориентации, эмоциональная стабильность, развитые волевые качества и адекватное представление о профессии, характеризуют сбалансированность компонентов психологической готовности к будущей профессиональной деятельности.

Проведенное исследование готовности к профессиональной деятельности СПб УГПС МЧС России позволяет нам сформулировать следующие практические рекомендации:

1. Проведение мониторинга мотивационной готовности к профессиональной деятельности на этапе окончания обучения способствует эффективности распределения младших лейтенантов в зависимости от направленности и интересов данной личности.

2. Разработка плана построения профессионального развития личного состава будет способствовать увеличению мотивационной готовности к выполнению профессиональных обязанностей и закреплению навыков организованного планирования карьеры.

3. Использование методов психологической саморегуляции может помочь контролировать и корректировать эмоциональное состояние младших лейтенантов в сложных, волнительных ситуациях подготовки диплома.

4. Для эффективного распределения профессиональных задач, стоит учитывать не только знания, умения и навыки, но и психологические аспекты данной личности, ее интересы, профессиональную позицию.

### Литература

1. Основные виды деятельности и психологическая пригодность к службе в системе органов внутренних дел: справ.пособие / под ред. Б.Г. Бовина, Н.И. Мягких, А.Д. Сафонова. М: Б. и., 1997. 343 с.

2. Пискунова Е.В., Сеницына А.И. Оценка готовности выпускников к профессиональной деятельности как актуальная проблема развития высшего образования /UNIVERSUM: Вестник Герценовского университета. 2012. № 3. С. 36–42.

3. Узун О.Л. Система научного обеспечения профессиональной подготовки специалистов МЧС России к деятельности в чрезвычайных ситуациях: автореф. дис. ... канд.пед. наук. СПб., 2011. 51 с.

4. Столяренко А. М. Прикладная юридическая психология: учебное пособие для вузов / Под ред. А. М. Столяренко. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 639 с.

5. Иванова Т.В., Ашанина Е.Н. Структура и содержание представлений о чрезвычайной ситуации сотрудниками МЧС России // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2017, № 4. С. 74–83. DOI 10.25016/2541-7487-2017-0-4-74-83

6. Иванова Т.В., Леонтьева М.С., Шлыков М.В. Представление о пожаре сотрудников ГПС МЧС России // Научно-аналитический журнал «Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества». 2019. № 2 (43). С. 17–22.

**Ивахнюк Г. К., Борисова В. А., Давиденко А. С., Королев А. А.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

***Исследование стабильности полимерных композитов  
на основе эпоксидной матрицы и астраленов  
при воздействии повышенных температур***

Одним из способов совершенствования эксплуатационных характеристик полимерных композитов является улучшение показателей термостойкости и прочности их матрицы. В представленном исследовании был проведен анализ термогравиметрических характеристик эпоксидных матриц, как классического исполнения, так и составов, модифицированных углеродными наноструктурами. Результаты термического анализа подтверждают целесообразность наномодификации матрицы полимерных композитов на основе эпоксидной смолы.

*Ключевые слова:* эпоксидная смола, полимерный композитный материал, углеродные наноструктуры, астрален, термическая стабильность.

***Ivakhniuk G. K., Borisova V. A., Davidenko A. S., Korolev A. A.***  
*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

***Research of the stability of polymer composites based on epoxy  
matrix and astralenes under exposure to high temperatures***

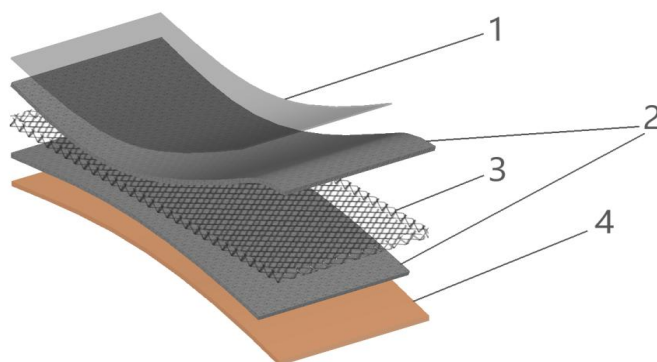
One of the ways to improve the performance of polymer composites is to improve the performance of heat resistance and strength of their matrix. In the presented research the analysis of thermogravimetric characteristics of epoxy matrixes, both classical and compositions modified with carbon nanostructures, has been carried out. The results of the thermal analysis confirm the expediency of nano-modification of the matrix of polymer composites based on epoxy resins.

*Keywords:* epoxy, polymer composite material, carbon nanostructures, astralen, thermal stability.

В современных условиях так называемые композиционные материалы (композиты) считаются одним из самых перспективных и наиболее востребованных материалов. Отдельную нишу композитов занимают полимерные композитные материалы (далее – ПКМ). В их конструкции в роли не менее одной непрерывной фазы выступает органический полимер – например, эпоксидная смола (далее – ЭС).

Однако ПКМ на основе термореактивных связующих, к числу которых относится и ЭС, обладают рядом существенных характеристик, сдерживающих их активное применение. Так, они становятся более хрупкими при воздействии повышенных температур, обладают низкой термостойкостью, ударной вязкостью, плохой перерабатываемостью [1].

Тем ни менее, при правильном подборе компонентов композита, можно добиться улучшения термической стойкости материала. Так, например, можно укрепить материал армирующим элементом, роль которого может сыграть базальтовое тонкое волокно (далее – БТВ), которое, благодаря своей негорючести, повышает огнестойкость изделий на его основе [2].



*Рис. 1. Конструкционная модель полимерного композита с повышенной термической стабильностью: 1 – защитное покрытие; 2 – связующая матрица, модифицированная добавлением в объем наноразмерных частиц углерода; 3 – армирующая базальтовая сетка; 4 – база для использования композита*

Однако одной только армирующей структуры порой недостаточно для того, чтобы обеспечить выполнение требований в отношении эксплуатационных характеристик. Так, на рисунке 1 представлен состав ПКМ, где помимо армирующего волокна (позиция 3) в конструкцию ПКМ включены защитное покрытие (позиция 1) и базовое вещество или материал (позиция 4). Защитное покрытие призвано обеспечить защиту или снизить последствия различного рода воздействий – механического воздействия (ударного), физического (перепады температур, влажность) или химического (окисление, воздействие химически активных сред). Роль базы могут играть другие материалы, грунтовка (в случае применения ПКМ как материала изоляции), аналогичный слой композиционного материала (при создании изделия из нескольких слоев пропитанной полимерным связующим армирующей волокнистой основы - препрегов).

Однако решающими свойствами в этой конструкции будут являться непосредственно характеристики матрицы ПКМ (позиция 2 на рисунке).

Как упоминалось ранее, можно столкнуться с проблемой низкой термической стабильности эпоксидных смол. Здесь стоит отметить, что эпоксидная смола может менять своих характеристики за счет введения в нее различных модификаторов. Такими материалами могут послужить различные пластификаторы (для добавления смоле упругости после застывания) или порошки различных материалов (например, алюминия для повышения прочности, или графита для придания теплопроводности) [3].




Решение проблемы термической стабильности можно добиться за счет армирования эпоксидной матрицы материала при помощи углеродных наночастиц.

В качестве решения вопроса термической стабильности за счет армирования эпоксидной матрицы были предложены и проанализированы рецептура модифицированного состава эпоксидного композитного связующего, состоящего из эпоксидной смолы ЭД-20, отвердителя триэтилентетрамина (ТЭТА) и пластификатора диглицидилового эфира диэтиленгликоля (ДЭГ-1), а также способ введения в структуру низкомолекулярного отвердителя углеродных наноструктур (далее – УНС) астраленов (далее – Astr).

Подобранный состав связующего на основе эпоксидной смолы, низкомолекулярного отвердителя, пластификатора и наполнителей приведен в таблице 1.

Таблица 1

Исследуемые составы эпоксидной смолы

Содержание эпоксидной смолы ЭД-20	90 % масс.	85 % масс.	85 % масс.	85% масс.
Содержание отвердителя ТЭТА	10 % масс.	10 % масс.	9 % масс.	8 % масс.
Содержание пластификатора ДЭГ-1	-	5 % масс.	5 % масс.	5 % масс.
Материал модификатора и его содержание	-	-	1% масс. Astr	2% масс. Astr
Фотографии исследуемых составов ЭС				

На первом этапе создания модифицированных образцов осуществлялась подготовка суспензий на основе отвердителя ТЭТА с содержанием УНС. Данный этап заключался в добавлении углеродных наноструктур в объем отвердителя с последующим их диспергированием, и проводился при температуре  $20,0(\pm 0,2)$  °С и нормальном атмосферном давлении при воздействии источника ультразвука мощностью 1 кВт с частотой 60 кГц в течение 600 сек. Параллельно с этим осуществлялась подготовка однородных суспензий эпоксидной смолы с пластификатором. После модифицированные растворы отвердителя добавляли в объем смолы, а затем полученные смеси в течение 300 секунд перемешивались до получения однородного состояния. На третьем этапе – полимеризации – проводилось отверждение полученных составов при помощи холодного отверждения при комнатной температуре.

Для исследования термостойкости модифицированной эпоксидной смолы целесообразно использовать метод термического анализа. Методика термического анализа [4] различает несколько его вариантов. Традиционно используются термогравиметрический анализ (далее – ТГА) и дифференциально-термический анализ (далее – ДТА).

Анализ процесса нагревания исследуемого материала на термограммах ДТА (далее – ДТГ-кривые) (рисунок 3) указывает на присутствие нескольких термических пиков, соответствующих

термическому эффекту (далее – ТЭ) компонентов смолы. Образцы имеют два характерных пика, указывающие на интенсивное окисление химических составляющих ЭС с последующей диссоциацией.

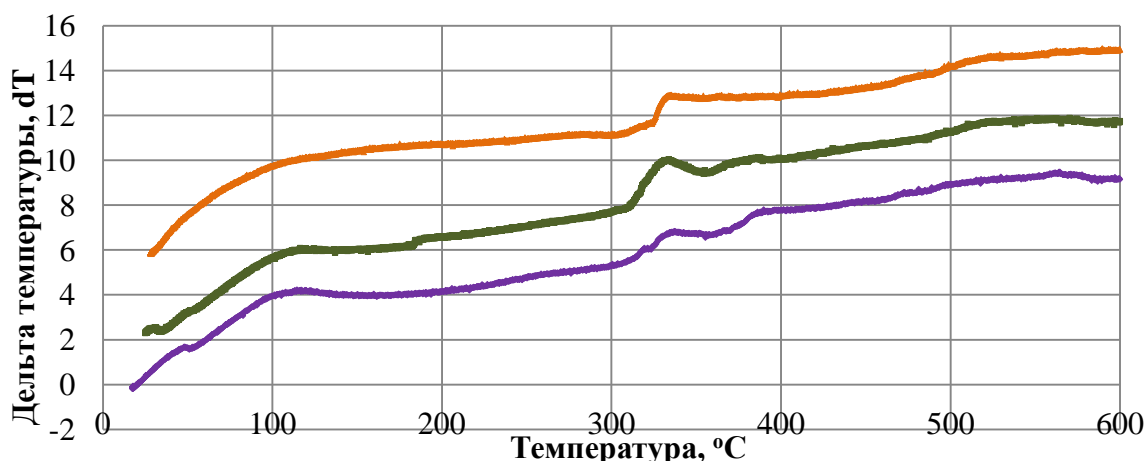


Рис. 3. Дифференциально-термические кривые: а – образца эпоксидной смолы с содержанием пластификатора, б – образца эпоксидной смолы с содержанием 1% масс. Astr и пластификатора, в – образца эпоксидной смолы с содержанием 2% масс. Astr и пластификатора

При сравнении показателей термического анализа контрольного образца ЭС и ЭС с добавлением пластификатора, наблюдается снижение всех показателей ДТА, что говорит нам о повышении воспламеняемости, увеличении скорости окисления и выгорания материала образца, и, как следствие, о снижении стабильности горения при внесении в состав смолы пластификатора на основе диглицидилового эфира диэтиленгликоля. Данное явление обусловлено, в первую очередь, разбавлением эпихлоргидрина, температура самовоспламенения которого превышает 400 °C, более горючим диэтиленгликолем с температурой самовоспламенения 210 °C [5]. Решить данную проблему возможно при помощи использования пластифицирующих соединений с более высокими теплозащитными свойствами формирующегося на поверхности коксового слоя. Сравнение между собой показателей ДТА ЭС с пластификатором говорит о том, что:

1. При ДТ анализе образца пластифицированного материала с содержанием 2% масс. Astr пика ТЭ не наблюдается, как и в случае с непластифицированным материалом.

2. Наблюдается существенный сдвиг и сглаживание второго характеристического пика ТЭ. Так, для него наблюдается лишь начало термического эффекта при 321 °C, с незначительным перегибом при достижении температуры 332 °C. Температура максимального значения ТЭ, равно как и температура его окончания, наблюдается при нагреве выше 600 °C. Такая пологая форма и растянутость экзотермических эффектов характера для медленно протекающих процессов окисления – формирования коксового слоя, – с последующим выгоранием и улетучиванием кокса.



Таблица 3

Дифференциально-термический анализ графиков нагрева образцов эпоксидной смолы с пластификатором

Образцы	Чистая ЭС		Чистая ЭС с пластификатором		ЭС с пластификатором с добавлением 1% Astr		ЭС с пластификатором с добавлением 2% Astr	
	1	2	1	2	1	2	1	2
	пик	пик	пик	пик	пик	пик	пик	пик
Температура начала ТЭ, °С	51	315	50	305	56	311	Не наблюдается	*
Температура максимума ТЭ, °С	115	351	111	336	116	334		
Температура конца ТЭ, °С	170	375	136	355	138	357		
Амплитудное значение ТЭ, °С	2,78	2,2	2,48	1,41	2,73	2,08		
Ширина пика ТЭ, °С	119	60	86	50	82	46		
Индекс формы ТЭ, ед.	0,86	0,67	0,41	0,61	0,37	1,00		

\* - наблюдается лишь начало термического эффекта при 321 °С, с незначительным перегибом при достижении температуры 332 °С

Полученные результаты позволяют конкретизировать и дополнить теоретические сведения о поведении матриц, модифицированных УНС, в условиях воздействия повышенных температур, а также демонстрирует положительное влияние модификации на термические характеристики материала ПКМ предложенного состава. Синергизм свойств модификаторов приводит к повышению термической стабильности материала по сравнению с базовым полимерным составом. Использование модифицированного материала позволит улучшить показатели термостойкости и прочности композиционных изделий в условиях воздействия повышенных температур при пожаре.

#### Литература

1. Ушков В.А., Григорьева Л.С., Абрамов В.В. Горючесть эпоксидных полимеров., Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 352-356.
2. А.А. Охлопкова, С.В. Васильев, О.В. Гоголева Исследование влияния базальтового волокна на физико-механические и триботехнические характеристики композитов на основе политетрафторэтилена, Арктика. XXI век. Технические науки. 2014. № 1(2), с. 11-19
3. Гафарова В.А., Материалы и способ заделки трещин в нефтегазовом оборудовании в межремонтный период эксплуатации: дисс. на соискание ученой степени канд. тех. наук, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, 2019
4. ГОСТ Р 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа.
5. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ.изд.: в 2 книгах /А.Н.Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н.Кравчук и др.. – М., Химия, 1990. – 496 с.

**Кайбичев И. А.***ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург*

### ***Прогнозирование количества погибших при пожарах в Российской Федерации с использованием линейного нейрона***

Рассмотрена возможность применения линейного нейрона для прогнозирования количества погибших при пожарах в Российской Федерации. Сравнение фактических и прогнозных значений за период 2004-2018 годов показало, что величина модуля относительной ошибки находилась в интервале от 0,43 до 9,91 %. Предложенный способ прогноза дает 98,99 % достоверности описания реальной ситуации за период 2004-2018 годов.

*Ключевые слова:* количество погибших при пожарах, Российская Федерация, прогнозирование, линейный нейрон.

**Каибичев И. А.***FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg*

### ***Predicting the number of people killed in fires in the Russian Federation using linear neuron***

The possibility of using a linear neuron to predict the number of people killed in fires in the Russian Federation is considered. Comparison of actual and forecast values for the period 2004-2018 showed that the value of the relative error module was in the range from 0.43 to 9.91 %. The proposed method of forecasting gives 98.99 % confidence in the description of the real situation for the period 2004-2018.

*Keywords:* the number of deaths in fires, the Russian Federation, forecasting, linear neuron.

В данное время приобретает популярность применение нейронных сетей [1,2]. Нелинейные нейронные сети плодотворно использовали при прогнозировании количества пожаров в Киевской [3] и Пензенской областях [4]. Для прогноза количества погибших при пожарах нейронные сети не применялись.

Приведенный обзор научных исследований показывает актуальность рассмотрения возможности применения нейронных сетей для прогнозирования количества погибших при пожарах в Российской Федерации.

Нейронную сеть упростим до одного нейрона. Используем упрощенный математический нейрон [1,2], имеющий два входа и один выход (Рис. 1).

На вход нейрона поступают сигналы  $Y_1$  и  $Y_2$ , далее происходит суммирование с умножением каждого входного сигнала на некоторый весовой коэффициент  $W_j$ :

$$S = W_1 Y_1 + W_2 Y_2 \quad (1)$$

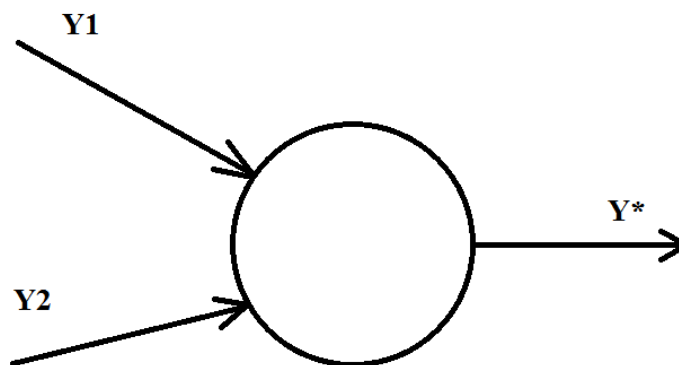


Рис. 1. Математический нейрон

Нелинейный нейрон существует в двух состояниях (0 или 1). Если величина  $S$  меньше порогового значения  $\theta$ , то выходной сигнал  $Y^*$  равен нулю. Если же входные сигналы достаточно интенсивны и  $S$  достигает порога чувствительности  $\theta$ , то на выходе нейрона образуется сигнал  $Y^* = 1$ . Заметим, что использование нелинейного нейрона в прогнозировании требует создания сети [1-4], состоящий из нескольких слоев нейронов. Связано это с тем, что в результате прогноза нейронная сеть должна давать прогнозное значение в виде числа. Один нелинейный нейрон генерирует на выходе только логические значения (0 или 1).

Покажем возможность выполнения прогноза количества погибших при пожарах в Российской Федерации с использованием одного нейрона.

На два входа нейрона мы будем подавать количества погибших при пожарах за прошедший и позапрошлый год, на выходе – получать прогнозное значение на текущий год. Данные по количеству погибших при пожарах за 2001-2018 года показывают, что ситуации, когда гибели людей не было, отсутствуют (Таб. 1).

Вместо нелинейной функции активации нейрона проще использовать линейную функцию

$$Y^* = S \quad (2)$$

Линейный нейрон позволит получить прогнозные значения при достаточно простых расчетах.

Таблица 1

Количество погибших при пожарах в Российской Федерации									
Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Y	18321	19988	19303	18868	18412	17238	16066	15301	13946
Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y	13070	12019	11652	10601	10138	9405	8749	7816	7909

Созданный линейный нейрон требует обучения. При этом нужно определить значения весовых коэффициентов  $W_1$  и  $W_2$  в формуле (1). Состояние обучения линейного нейрона возникает при подаче на входы  $Y_1$

и  $Y_2$  данных за 2 предыдущих года, а на выход  $Y^*$  - данных за текущий год. При этом данные за текущий год являются тестовыми. Весовые коэффициенты  $W_1$  и  $W_2$  в формуле (1) нужно подобрать так, чтобы получить результат, совпадающий с тестовым.

Для имитации процесса обучения использовали средство Поиск решения программы Microsoft Excel. Для подсчета весовых коэффициентов  $W_1$  и  $W_2$  брали начальные значения 1 и с помощью сервиса Поиск решений находили нужные значения.

В базу обучения для прогноза на 2004 год входят 2001 г. и 2002 г. Данные 2003 г. используются в качестве эталона (Таб. 2).

Таблица 2

Этап обучения нейрона

Год	Y	$W_1$	$W_2$	$Y^*$
2001	18321	0,5264	0,4833	19303
2002	19988			
2003	19303			

После обучения линейного нейрона весовые коэффициенты  $W_1$  и  $W_2$  запоминали.

На этапе прогнозирования на входы линейного нейрона подавали 2002 г. и 2003 г. (Табл. 3). По формулам (1,2) получали на выходе прогнозное значение  $Y^*$  на 2004 год.

Таблица 3

Этап прогнозирования

Год	Y	$W_1$	$W_2$	$Y^*$
2002	19988	0,5264	0,4833	19849
2003	19303			
2004	18868			

Ошибка прогнозирования равна  $e = Y^* - Y$ . Для 2004 года  $e = 981$ . Модуль относительной ошибки составил

$$\varepsilon = \frac{|e|}{Y} = 5,20\% \quad (3)$$

При прогнозировании на 2005 год процедура меняется. В процессе обучения используем данные 2002 и 2003 годов, тестовым значением были данные 2004 года. Для прогноза используем данные 2003 и 2004 года. В результате линейный нейрон выдал прогнозное значение на 2005 год – 18332 человека. (Таб. 4). Модуль относительной ошибки составил 0,43 %.

## Результаты прогноза

Год	$W_1$	$W_2$	$Y$	$Y^*$	$e$	$\varepsilon, \%$
2004	0,5264	0,4833	18868	19849	981	5,20
2005	0,4713	0,4894	18412	18332	-80	0,43
2006	0,4765	0,4883	17238	17904	666	3,86
2007	0,4559	0,469	16066	16479	413	2,57
2008	0,4332	0,4693	15301	15007	-294	1,92
2009	0,4411	0,4791	13946	14418	472	3,38
2010	0,4314	0,4585	13070	12995	-75	0,58
2011	0,4225	0,4736	12019	12083	64	0,53
2012	0,4275	0,4634	11652	11157	-495	4,24
2013	0,443	0,4878	10601	11007	406	3,83
2014	0,4394	0,4565	10138	9960	-178	1,76
2015	0,4311	0,4824	9405	9462	57	0,60
2016	0,4416	0,466	8749	8859	110	1,26
2017	0,4278	0,4691	7816	8128	312	3,99
2018	0,4107	0,4518	7909	7125	-784	9,91
2019	0,4498	0,5084		7537		

Прогнозное значение на 2019 год составило 7537 человек (Таб. 4). Сравнение реальных и прогнозных значений (Рис. 1) приводит к выводу о достаточно хорошем качестве прогноза.

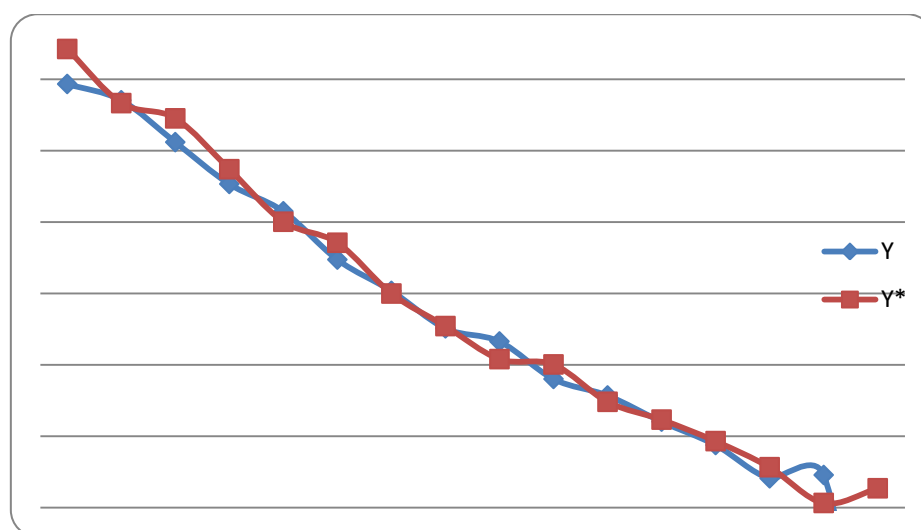


Рис. 1. Сравнение фактических и прогнозных значений

Величина модуля относительной ошибки находилась в интервале от 0,43 до 9,91 %. Коэффициент корреляции между фактическим и прогнозным количеством пожаров равен 0,99. Квадрат этой величины равен 0,99. Он дает значение коэффициента детерминации. В итоге получается, что такой способ прогноза дает 98,99 % достоверности описания реальной ситуации за период 2004-2018 годов.

Метод прогнозирования с помощью линейного нейрона достаточно прост. Не требует сложной математики, может найти применение на практике.

## Литература

1. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. М., 2004. 400 с.
2. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных. 2-е изд. М., 2008. 392 с.
3. Чумаченко Е. И., Ледовский А. Ю. Прогнозирование пожаров на основе использования нейросетей // Электроника та системи управління. 2011. № 2 (28). С. 142–148.
4. Шишов В. Н., Киндаев А. Ю. Прогнозирование показателей городских пожаров с помощью искусственных нейронных сетей (на примере Пензенской обл.) // Концепт. 2014. Т. 20. С. 2816–2820. URL: <http://e-koncept.ru/2014/54827.html>.

УДК 614.84:519

*kaibichev@mail.ru*

***Кайбичев И. А.***

*ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург*

### ***Прогнозирование количества травмированных при пожарах в Российской Федерации с использованием линейного нейрона***

Рассмотрена возможность применения линейного нейрона для прогнозирования количества травмированных при пожарах в Российской Федерации. Сравнение фактических и прогнозных значений за период 2004-2018 годов показало, что величина модуля относительной ошибки находилась в интервале от 0,33 до 10,33 %. Предложенный способ прогноза дает 86,80 % достоверности описания реальной ситуации за период 2004-2018 годов.

*Ключевые слова:* количество травмированных при пожарах, Российская Федерация, прогнозирование, линейный нейрон.

***Kaibichev I. A.***

*FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg*

### ***Predicting the number of injured in fires in the Russian Federation using linear neuron***

The possibility of using a linear neuron to predict the number of injured in fires in the Russian Federation is considered. Comparison of actual and forecast values for the period 2004-2018 showed that the value of the relative error module was in the range from 0.33 to 10.33 %. The proposed method of forecasting gives 86.80 % confidence in the description of the real situation for the period 2004-2018.

*Keywords:* the number of injured in fires, Russian Federation, forecasting, linear neuron.

В последние годы приобретает популярность применение для прогнозирования нейронных сетей [1,2]. Нелинейные нейронные сети плодотворно использовали при прогнозировании количества пожаров в Киевской [3] и Пензенской [4] областях. Исследований в области применения нейронных сетей для прогноза количества травмированных при пожарах нет.

Приведенный обзор научных исследований показывает актуальность рассмотрения возможности применения нейронных сетей для прогнозирования количества травмированных при пожарах в Российской Федерации.

Нейронную сеть упростим до одного нейрона. Используем упрощенный математический нейрон [1,2], имеющий два входа и один выход (Рис. 1). Через вход математический нейрон принимает входные сигналы  $Y_1$  и  $Y_2$ , которые суммирует, умножая каждый входной сигнал на некоторый весовой коэффициент  $W_j$ :

$$S = W_1 Y_1 + W_2 Y_2 \quad (1)$$

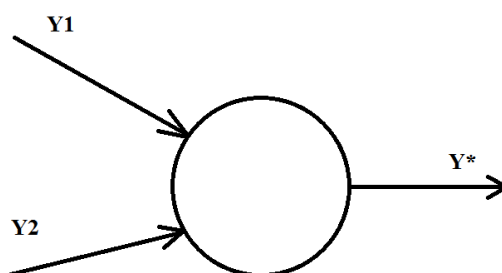


Рис. 1. Математический нейрон

Нелинейный математический нейрон существует в двух состояниях (0 или 1). Если величина  $S$  меньше порогового значения  $\theta$ , то его выходной сигнал  $Y^*$  равен нулю. Если же входные сигналы достаточно интенсивны и  $S$  достигает порога чувствительности  $\theta$ , то на выходе нейрона образуется сигнал  $Y^* = 1$ .

Заметим, что использование нелинейного нейрона в прогнозировании требует создания сети [1-4], состоящий из нескольких слоев нейронов. Связано это с тем, что в результате прогноза нейронная сеть должна давать прогнозное значение в виде числа. Один нелинейный нейрон генерирует на выходе только логические значения (0 или 1).

Покажем возможность выполнения прогноза количества травмированных при пожарах в Российской Федерации с использованием одного нейрона. На два входа нейрона мы будем подавать количества травмированных при пожарах за прошедший и позапрошлый год, на выходе – получать прогнозное значение на текущий год. При этом выходной сигнал должен быть некоторым числом, а не логическим значением. Данные по количеству травмированных при пожарах за 2001-2018 года показывают, что ситуации, когда травмированных не было, отсутствуют (Таб. 1).

Таблица 1

Количество травмированных при пожарах в Российской Федерации									
Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Y	14129	14481	14032	13806	13362	13554	13688	12887	13269
Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Y	13117	12516	12229	11132	10997	10962	9905	9355	9642

Вместо нелинейной функции активации нейрона проще использовать линейную функцию

$$Y^* = S \quad (2)$$

Созданный линейный нейрон требует обучения. При этом нужно определить значения весовых коэффициентов  $W_1$  и  $W_2$  в формуле (1). Состояние обучения линейного нейрона возникает при подаче на входы  $Y_1$  и  $Y_2$  данных за 2 предыдущих года, а на выход  $Y^*$  - данных за текущий год. При этом данные за текущий год являются тестовыми. Весовые коэффициенты  $W_1$  и  $W_2$  в формуле (1) нужно подобрать так, чтобы получить результат, совпадающий с тестовым.

Для имитации процесса обучения использовали средство Поиск решения программы Microsoft Excel. Для подсчета весовых коэффициентов  $W_1$  и  $W_2$  брали начальные значения 1 и с помощью сервиса Поиск решений находили нужные значения.

В базу обучения для прогноза на 2004 год входят 2001 г. и 2002 г. Данные 2003 г. используются в качестве эталона (Таб. 2).

Таблица 2

Этап обучения нейрона

Год	Y	$W_1$	$W_2$	$Y^*$
2001	14129	0,4968	0,4843	14032
2002	14481			
2003	14032			

После обучения линейного нейрона весовые коэффициенты  $W_1$  и  $W_2$  запоминали.

На этапе прогнозирования на входы линейного нейрона подавали 2002 г. и 2003 г. (Табл. 3). По формулам (1,2) получали на выходе прогнозное значение  $Y^*$  на 2004 год.

Таблица 3

Этап прогнозирования

Год	Y	$W_1$	$W_2$	$Y^*$
2002	14481	0,4968	0,4843	13989
2003	14032			
2004	13806			

Ошибка прогнозирования равна  $e = Y^* - Y$ . Для 2004 года  $e = 183$ . Модуль относительной ошибки составил

$$\varepsilon = \frac{|e|}{Y} = 1,33\% \quad (3)$$

При прогнозировании на 2005 год процедура меняется. В процессе обучения используем данные 2002 и 2003 годов, тестовым значением были данные 2004 года. Для прогноза используем данные 2003 и 2004 года. В результате линейный нейрон выдал прогнозное значение на 2005 год – 13481 человек (Таб. 4). Модуль относительной ошибки составил 0,89 %.



## Результаты прогноза

Год	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	Y	Y*	e	ε, %
2004	0,4968	0,4843	13806	13989	183	1,33
2005	0,4762	0,4924	13362	13481	119	0,89
2006	0,4758	0,4842	13554	13039	-515	3,80
2007	0,4908	0,5072	13688	13433	-255	1,86
2008	0,5121	0,5051	12887	13854	967	7,50
2009	0,4757	0,4705	13269	12574	-695	5,24
2010	0,4847	0,5148	13117	13077	-40	0,30
2011	0,5089	0,4943	12516	13236	720	5,75
2012	0,4713	0,4774	12229	12157	-72	0,59
2013	0,4651	0,4896	11132	11809	677	6,08
2014	0,4436	0,4563	10997	10504	-493	4,48
2015	0,4471	0,4967	10962	10439	-523	4,77
2016	0,4923	0,4985	9905	10878	973	9,82
2017	0,4502	0,4519	9355	9412	57	0,60
2018	0,4219	0,4776	9642	8646	-996	10,33
2019	0,4868	0,5153		9522		

Прогнозное значение на 2020 год составило 9522 человека (Таб. 4). Сравнение реальных и прогнозных значений (Рис. 1) приводит к выводу о достаточно хорошем качестве прогноза.

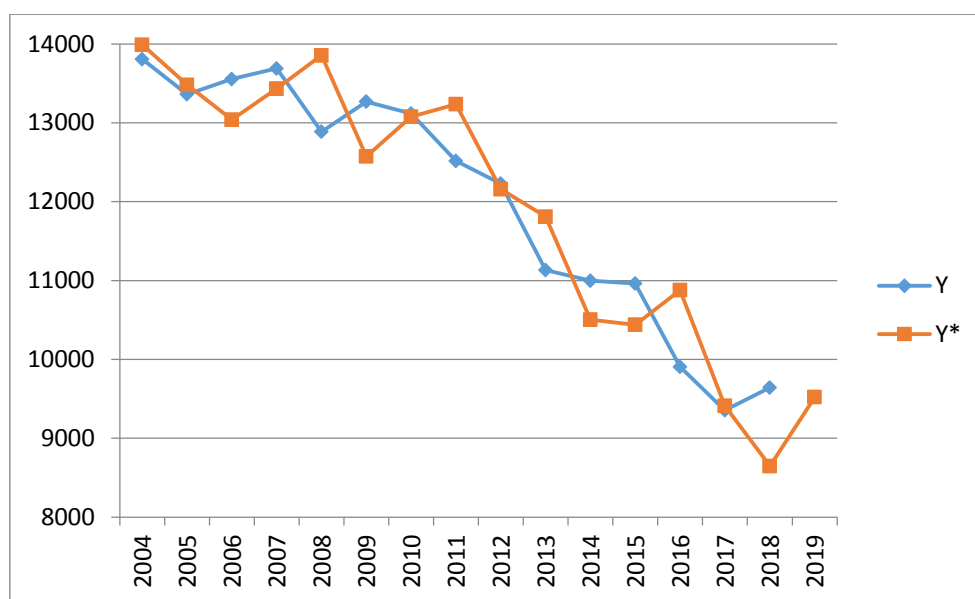


Рис. 1. Сравнение фактических и прогнозных значений

Величина модуля относительной ошибки находилась в интервале от 0,33 до 10,33 %. Коэффициент корреляции между фактическим и прогнозным количеством пожаров равен 0,93. Квадрат этой величины равен 0,87. Он дает значение коэффициента детерминации. В итоге получается, что такой способ прогноза дает 86,80 % достоверности описания реальной ситуации за период 2004-2018 годов.

Метод прогнозирования с помощью линейного нейрона достаточно прост. Не требует сложной математики, может найти применение на практике.

### **Литература**

1. Комарцова Л. Г., Максимов А. В. Нейрокомпьютеры. М., 2004. 400 с.
2. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / под ред. В. П. Боровикова. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2008. 392 с.
3. Чумаченко Е. И., Ледовский А. Ю. Прогнозирование пожаров на основе использования нейросетей // Электроніка та системи управління. 2011. № 2 (28). С. 142–148.
4. Шишов В. Н., Киндаев А. Ю. Прогнозирование показателей городских пожаров с помощью искусственных нейронных сетей (на примере Пензенской обл.) // Концепт. 2014. Т. 20. С. 2816–2820. URL: <http://e-koncept.ru/2014/54827.html>.

УДК614.84:519

*kaibichev@mail.ru*

***Кайбичев И. А.***

*ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург*

### ***Эмпирическая функция плотности распределения количества пожаров в Российской Федерации***

Построена эмпирическая функция плотности распределения количества пожаров в Российской Федерации за 2001-2018 года. С помощью критериев Пирсона и Романовского с вероятностью 0,99 установлено, что плотность распределения количества пожаров можно отнести к классу нормальных.

*Ключевые слова:* количество пожаров, Российская Федерация, эмпирическая функция плотности распределения.

***Kaibichev I. A.***

*FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg*

### ***Empirical function of the density distribution of the number of fires in the Russian Federation***

An empirical function of the density distribution of the number of fires in the Russian Federation for 2001-2018 is constructed. Using the Pearson and Romanovsky criteria, it was found with a probability of 0.99 that the density of the distribution of the number of fires can be classified as normal.

*Keywords:* number of fires, Russian Federation, empirical density distribution function.

Данные по количеству пожаров [1] в Российской Федерации за 2001-2018 года (Таб. 1) можно рассматривать как выборку. В нашем случае объем выборки  $N = 18$ .

Таблица 1

Данные по количеству пожаров в России за 2001–2018 годы

Год	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Кол-во пожаров (тыс. ед.)	246,5	260,8	239,2	233,2	229,8	220,5	212,6	202,2

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
187,6	179,5	168,5	162,9	153,5	150,8	145,9	139,5	133,1	131,8

Конкретное значение количества пожаров для каждого года называют вариантой. Все варианты располагают в возрастающем порядке. Такой упорядоченный ряд называют вариационным (Таб. 2).

Таблица 2

Вариационный ряд

131,8	133,1	139,5	145,9	150,8	153,5	162,9	168,5	179,5	187,6
202,2	212,6	220,5	229,8	233,2	239,2	246,5	260,8		

Минимальное значение  $X_{\max} = 131,8$  тыс. ед. пожаров, максимальное  $X_{\min} = 260,8$  тыс. ед.

Формула Стэджерса

$$n = 1 + 3,322 \lg N \quad (1)$$

позволяет определить количество интервалов, на которые мы будем разбивать диапазон возможных значений количеств пожаров [131,8; 260,8]. В нашем случае  $n = 5,17$ . Поэтому мы будем использовать  $n = 6$ .

Размах колебаний представляет разность между максимальным  $X_{\max}$  и минимальными  $X_{\min}$  значениями в вариационном ряду

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 129 \quad (2)$$

Шаг интервала разбиения

$$h = \frac{R}{n} = 21,5 \quad (3)$$

Далее вариационный ряд разбиваем на шесть интервалов (Таб. 3) и определяем количество вариантов, попавших в каждый интервал.

Построим гистограмму плотности вероятности распределения случайной величины (Рис. 1). Заметим, что эмпирическая диаграмма заметно отличается от нормального распределения с математическим ожиданием равным среднему числу пожаров (188,8) и стандартным отклонением по имеющейся выборке данных за 2001-2018 годы (42,7).

Частоты попадания вариант в интервалы

Интервал	[131,8;153,3)	[153,3;174,8)	[174,8;196,3)
Варианты	131,8;133,1;139,5;145,9;150,8	153,5;162,9;168,5	179,5;187,6
Кол-во	5	3	2
Частота	0,277778	0,166667	0,111111

Интервал	[196,3;217,8)	[217,8;239,3)	[239,3;260,8]
Варианты	202,2;212,6	220,5;229,8;233,2;239,2	246,5;260,8
Кол-во	2	4	2
Частота	0,111111	0,222222	0,111111

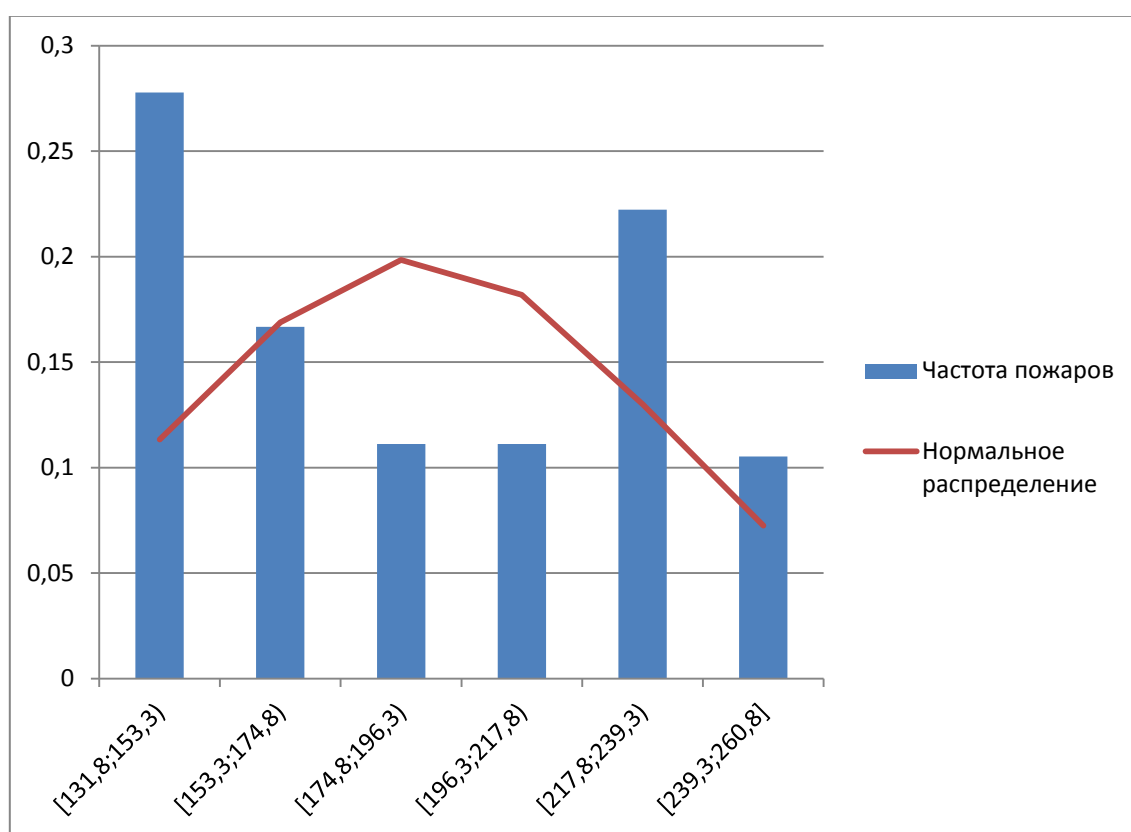


Рис. 1. Гистограмма плотности вероятности распределения количества пожаров

Проверим гипотезу о том, что эмпирическое распределение плотности вероятности распределения количества пожаров в Российской Федерации можно отнести к нормальному. При этом выдвигаются гипотезы  $H_0$  – эмпирическое распределение можно отнести к нормальному,  $H_1$  – эмпирическое распределение не является нормальным. Проверку гипотез выполним с помощью критериев Пирсона и Романовского.

Для критерия Пирсона вычислим значение  $\chi^2 = 0,38494817$  (Таб. 4).

Таблица 4

Вероятности попадания значений в интервалы

Интервалы	Наблюдаемая частота, f	Теоретическая частота, f'	f-f'	(f-f') <sup>2</sup> /f'
[131,8;153,3)	0,277777778	0,113312378	0,164465	0,238710619
[153,3;174,8)	0,166666667	0,16878883	-0,00212	2,66817E-05
[174,8;196,3)	0,111111111	0,198391704	-0,08728	0,038398288
[196,3;217,8)	0,111111111	0,181849945	-0,07074	0,027517097
[217,8;239,3)	0,222222222	0,129989292	0,092233	0,065443186
[239,3;260,8]	0,105263158	0,072458132	0,032805	0,014852298
		сумма		0,38494817

Число степеней свободы  $\nu = n - 3 = 15$ . Уровень значимости зададим  $\alpha = 0,01$ . При выбранном уровне значимости и числе степеней свободы находим критическое значение статистики  $\chi^2_{\text{крит}} = 30,58$ . Эмпирическое значение  $\chi^2 = 0,38494817$  значительно меньше критического значения. Следовательно, справедлива гипотеза  $H_0$ .

Критерий Романовского состоит в вычислении величины

$$\frac{|\chi^2 - \nu|}{\sqrt{2\nu}} \quad (4)$$

Если полученное значение больше или равно 3, то расхождение между наблюдаемым и теоретическим распределением существенны. В ситуации, когда указанная величина меньше 3, расхождения носят случайный характер. Для нашей ситуации расчет по формуле (4) дал значение 2,67. Следовательно, отличие эмпирического распределения от нормального можно считать случайным.

Проведенный расчет дает основания для отнесения плотности распределений количества пожаров в Российской Федерации к нормальному [2].

### Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2005–2018 году: стат. сб. М., 2006–2019.
2. Бiryюкова Л. Г. и др. Теория вероятностей и математическая статистика: М., 2004. 287 с.

**Каменецакая Н. В., Медведева О. М.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург  
**Голубчикова А. А.**  
ЦУКС ГУ МЧС России по Курской области,  
Курск

***Оптимизация процессов оперативного реагирования сил  
и средств МЧС России на чрезвычайные ситуации  
с применением метода последовательного анализа***

Рассмотрена возможность практического применения метода последовательного анализа для формирования решения о целесообразности использования новых тактических приемов действий пожарно-спасательных подразделений.

*Ключевые слова:* математическое моделирование; последовательный анализ; проверка статистических гипотез, управленческие решения.

**Kamenetskaya N. V., Medvedeva O. M.**  
FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg  
**Golubchikova A. A.**  
TsUKS GU EMERCOM of Russia in the Kursk region,  
Kursk

***Optimization of the rapid response processes of EMERCOM  
of Russia forces and means to emergency situations using  
the method of sequential analysis***

The possibility of the practical application of the sequential analysis method (SAM) in making a decision on the feasibility of using new tactical techniques of actions for the fire emergency response units (FERU) has been explored.

*Keywords:* mathematical modeling; sequential analysis; verification of statistical hypotheses, managerial decisions.

Процессы выработки и принятия управленческих решений со стороны органов управления (должностных лиц, командиров (начальников)) исполнительной власти Российской Федерации направлены на разработку способов применения подчиненных сил и средств, оптимальных в ожидаемых условиях обстановки.

Известно [1], что обрабатывая данные эксперимента, исследователь получает не истинные значения случайных величин, а их статистические оценки. Эти оценки тем точнее и надежнее, чем больше данных обработано. Однако повышение точности и надежности может быть связано с воздействием таких ограничивающих факторов, как большие затраты сил, средств, времени на проведение испытаний. Кроме того, увеличение числа

испытаний образцов, особенно дорогостоящих, применяемых однократно, для определения пригодности к применению (постановке на вооружение), ведет к уменьшению их количества. Повышение точности и надежности статистических оценок для таких образцов техники путем увеличения числа испытаний не всегда возможно и целесообразно.

В подобных случаях достаточно эффективным математическим аппаратом является метод последовательного анализа (МПА), разработанный венгерским математиком Абрахамом Вальдом [2]. Метод позволяет обосновывать выбор способа действий в условиях, когда этот выбор зависит от знания той или иной неизвестной вероятностной характеристики, для определения или оценки которой можно провести ограниченное количество испытаний.

Основное достоинство МПА по сравнению с классическими методами математической статистики заключается в том, что он требует значительно меньшего числа наблюдений, что при указанных выше условиях и ограничениях дает возможность принимать гарантированное научно обоснованное управленческое решение.

В отличие от других статистических методов, при использовании МПА необходимое число наблюдений не определяют заранее, а оценку результатов опыта производят после каждого испытания. При этом рассматриваются две гипотезы о соответствии ( $H_0$ ) и несоответствии ( $H_1$ ) предъявляемым требованиям исследуемого процесса (образца сложной технической системы, тактического приема действий сил, достигнутого уровня подготовки и т.п.). Эти требования задаются некоторой вероятностной характеристикой.

Пример использования МПА в деятельности МЧС России – математическая модель процесса выработки научно обоснованного решения о принятии на вооружение нового тактического приема действий сил на основе проверки его соответствия требованиям по эффективности [3].

*Постановка задачи.* На основании анализа оперативной деятельности пожарно-спасательных подразделений (ПСП) разработан новый тактический прием ведения действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ (АСР) (ликвидации последствий ЧС).

Определяются требования, которым должен отвечать новый тактический прием (ТП). Например, задаются вероятность ликвидации пожара за нормативное время или математическое ожидание максимального предотвращенного материального ущерба, наносимого ЧС (пожаром), которые должны быть не меньше заданной величины [4]. Для оценки эффективности нового ТП требуется проверка его на учениях (испытаниях). Необходимо на основании ограниченного числа таких учений с применением МПА сформировать решение о целесообразности принятия нового ТП на вооружение.

В качестве вероятностной характеристики и критерия эффективности приемем вероятность того, что пожар будет потушен за время, не превышающее установленного:

$$P(t_{\text{тп}} \leq t_{\text{уст}}) = W \geq P_{\text{уст}},$$

где  $P_{уст}$  – наименьшее допустимое в рассматриваемых условиях оперативной обстановки значение вероятности выполнения задачи при реализации исследуемого ТП;  $t_{тп}$  – время тушения пожара при использовании исследуемого ТП;  $t_{уст}$  – предельное время тушения пожара, установленное экспертами;  $W$  – критерий эффективности ТП [5].

Иначе говоря, будем считать ТП целесообразным, если ему соответствует вероятность выполнения задачи  $W \geq P_{уст}$ , и нецелесообразным, если  $W < P_{уст}$ .

Результаты каждого из учений последовательно анализируются, и на основании анализа рекомендуется одно из трех решений:

- 1) считать ТП эффективным по заданному критерию и принять его на вооружение (реализация гипотезы  $H_0$ );
- 2) отклонить ТП, считать его непригодным для выполнения поставленной задачи (реализация гипотезы  $H_1$ );
- 3) провести еще одно испытание, так как полученной информации недостаточно для того, чтобы принять, либо отвергнуть гипотезу  $H_0$  или  $H_1$ .

Если принимается первое или второе решение, то эксперимент заканчивается, если же третье, то он продолжается. Таким образом, количество испытаний является случайной величиной.

Для вывода формул, позволяющих осуществить статистическую оценку исследуемой вероятностной характеристики и получить ее граничные значения, применим условный процесс последовательного анализа при проверке тактического приема на соответствие предъявляемым требованиям [6].

На практике вначале задают значения  $W$ ,  $p_0$ ,  $p_1$ ,  $\alpha$  и  $\beta$ .

Например, считают, что ТП целесообразен, если ему соответствует вероятность выполнения задачи  $W \geq 0,9$  и нецелесообразен при  $W < 0,9$ .

Затем для определения зоны неопределенности и допустимого риска, связанного с неправильным решением, устанавливают следующие требования, например:

решение о том, что ТП целесообразен при  $W < 0,8$ , должно приниматься с вероятностью не более 0,30;

решение о том, что ТП нецелесообразен при  $W > 0,96$ , должно приниматься с вероятностью не более 0,05.

Исходя из этих условий рассчитывают  $p'$ ,  $p_0$  и  $p_1$  при  $\alpha = 0,05$ ;  $\beta = 0,3$ .

$$p' = 1 - 0,9 = 0,1;$$

$$p_0 = 1 - 0,96 = 0,04;$$

$$p_1 = 1 - 0,8 = 0,2.$$

Затем определяют зависимость числа  $m$  неудачных учений от случайного количества испытаний  $n$  и от величин  $p_0$ ,  $p_1$ ,  $\alpha$  и  $\beta$ .

Пусть  $q_1 = 1 - p_1$ ;  $q_0 = 1 - p_0$ .

Введем обозначения:



$$a = \frac{\ln \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \left( \frac{p_1 \cdot q_0}{p_0 \cdot q_1} \right)}; \quad b = \frac{\ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{\ln \left( \frac{p_1 \cdot q_0}{p_0 \cdot q_1} \right)}; \quad k = \frac{\ln \left( \frac{q_0}{q_1} \right)}{\ln \left( \frac{p_1 \cdot q_0}{p_0 \cdot q_1} \right)}. \quad (1)$$

Тогда число  $m$  можно определить из неравенства:

$$b + nk < m < a + nk. \quad (2)$$

Формула (2) позволяет сформировать рекомендации по принятию решения в ходе испытаний в зависимости от количества неудачных учений с применением нового ТП:

- 1) новый тактический прием отклонить, при  $m \geq a + nk$ ;
- 2) новый тактический прием принять, при  $m \leq b + nk$ ;
- 3) провести еще одно испытание, при  $b + nk < m < a + nk$ .

Для решения рассматриваемой задачи МПА может быть применен в двух формах:

- в графической интерпретации [6, 3, 7];
- в табличной интерпретации.

Метод МПА гарантирует относительную простоту, доступность, достаточно высокую точность и надежность выводов и может быть применён для решения широкого круга задач планирования и управления в различных сферах деятельности:

- для выработки оптимальных управленческих решений в оперативной деятельности МЧС России при небольших затратах сил и средств;
- для проведения сравнительной оценки эффективности двух действий или процессов [7];
- для проверки партии изделий на соответствие техническим условиям;
- для выработки рекомендаций при приёме одного из конкурирующих видов аппаратуры, подлежащих испытанию.
- для выработки рекомендаций при проверке на соответствие требованиям нормально распределённой случайной величины при неизвестном рассеивании или при неизвестном математическом ожидании;
- для выработки рекомендаций о целесообразности принятия на вооружение нового образца средств пожаротушения, прошедшего модернизацию;
- для проверки соответствия техническим условиям характеристики дальности действия средства пожаротушения.

К достоинствам МПА относится также относительная простота его практического применения: при математическом моделировании вышеперечисленных задач требуется лишь констатация факта успешности или неуспешности проведённого того или иного испытания, что соответствует двум возможным значениям некоторой случайной величины – 0 или 1.

#### Литература

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. 11-е изд., стер. М., 2010. 576 с.
2. Вальд А. Последовательный анализ. М., 1960. 328 с.

3. Каменецкая Н. В., Медведева О. М., Хитов С. Б., Бардулин Е. Н. Обоснование выбора эффективных тактических приемов по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ методом последовательного анализа // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26, № 5. С. 5–12..

4. Родионов Е. Г. Продолжительность тушения пожаров на выездах определенных категорий // Материалы 12-й научно-технической конференции «Системы безопасности–2003». М., 2003. URL: <http://agps-2006.narod.ru/konf/2003/sb-2003/sec-2/16.pdf> (дата обращения: 10.05.2020).

5. Терещнев В. В., Терещнев А. В. Управление силами и средствами на пожаре. М., 2003. 261 с.

6. Динер И. Я. Исследование операций. Л., 1969. 605 с.

7. Каменецкая Н. В., Медведева О. М., Хитов С. Б., Громов В. Н. Математическое моделирование сравнительного анализа двух тактических приемов по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ подразделениями МЧС России // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26, № 10. С. 20–26.

УДК 159.9

*karpievich68@yandex.by*

***Карпиевич В. А.***

*ГУО «Университет гражданской защиты МЧС Беларуси»,  
Минск*

### ***Виктимизация и личностные качества курсантов***

В работе рассматриваются вопросы виктимизации курсантов и ее роли в будущей профессиональной деятельности. Проведено исследование, которое позволило установить связь между виктимизацией и личностными качествами курсантов.

*Ключевые слова:* виктимизация, личностные качества, курсант, нейротизм, экстрверсия.

***Karpievich V. A.***

*GUO «University of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Belarus»,  
Minsk*

### ***Victimization and personal qualities of cadets***

The paper discusses the issues of victimization of cadets and its role in future professional activities. A study was conducted that made it possible to establish a connection between victimization and the personal qualities of cadets.

*Keywords:* victimization, personal qualities, cadet, neuroticism, extroversion.

Проблема виктимизации известна в психологической науке достаточно давно, но в последнее время интерес к этой теме возрос. Проблема разрешения многих вопросов виктимности отмечается и в современных исследованиях (А. В. Мудрик, В. Д. Ривман, Е. В. Руденский и др.). Согласно исследованиям О.О. Андронниковой виктимность определяется как совокупность свойств личности, предопределяющих ее дезадаптацию. О.О. Андронникова уточняет, что данная совокупность

«личностных свойств обусловлена комплексом социальных, психологических и биофизических условий, способствующих дезадаптивному стилю реагирования субъекта, приводящему к ущербу для физического и эмоционально-психического здоровья личности» [1].

*Виктимность* (от лат. *Victima* – жертва) – склонность человека к тому, чтобы стать жертвой преступления, несчастного случая, травли, агрессии. *Виктимизация* – событие насилия или опыт переживания насилия, процесс превращения лица в жертву преступного посягательства, а также результат этого процесса. К.В. Вишневецкий считает, что виктимизация – это «не просто процесс превращения личности или социальной общности в жертву, а скорее – в жертву потенциальную, это процесс повышения степени виктимности» [2, с.226].

Так же на современном этапе одним из актуальных вопросов является исследование проблемы виктимности и ее связь с личностными качествами. Среди множества личностных качеств нами были выбраны для исследования такие как экстрверсия/интроверсия и нейротизм.

При поступлении в вуз МЧС курсанты проходят довольно жесткий отбор психологами, исключая свойства личности, способствующие виктимизации. Однако, они все равно могут быть подвержены влиянию негативных моментов. Одной из основных причин проявления виктимности является деформация вследствие подготовки к профессиональной деятельности, т.е. профессиональная деструкция.

Курсанты на протяжении учебы уже погружаются в особенности своей будущей профессии. Не для всех это оказывается легкой задачей. В то же время теоретическая и практическая подготовка, которую они проходят за годы учебы, в полной мере готовит их ко всем проблемам, которые придется решать в процессе выполнения профессиональных задач. А так как в это время им придется неоднократно сталкиваться с агрессивной толпой, людьми в неадекватном состоянии, другими сложными категориями граждан, то проблема виктимизации для работников ОПЧС остается актуальной. С другой стороны, те или иные личностные качества курсантов могут, как помочь снизить виктимизацию, так и усилить ее воздействие на личность.

Необходимость изучения процесса виктимизации в данном исследовании объясняется ее актуальностью для работников МЧС и многочисленными отрицательными последствиями для ее жертв.

Для изучения личностных характеристик курсантов использовался опросник Ганса Айзенка (EPI). Опросник направлен на выявление экстраверсии-интроверсии и оценку эмоциональной стабильности-нестабильности (нейротизм) [3].

Для изучения виктимности курсантов был использован тест В.П. Шейнова, надежность и валидность которого доказана [4]. Данная методика позволяет определить склонность курсантов к определенному типу поведения.

По мнению В.П. Шейнова, исследуемая данной методикой виктимизация на взрослой выборке людей «положительно связана со

склонностью рисковать, с тревожными состояниями, депрессивными состояниями, с низким уровнем самоуважения» [5, с. 89].

В нашем исследовании диагностика степени виктимизации проводилась на выборке взрослых людей на основе измерения семи типов виктимизации с помощью валидной, стандартизированной авторской тестовой методики по оценке степени виктимизации взрослого индивида [4]. Исследовались такие показатели: нейротизм; экстроверсия; виктимизация; реализованная виктимизация; склонность к агрессивному типу виктимизации; склонность к саморазрушающему типу виктимизации; склонность к зависимому типу виктимизации; склонность к некритичному типу виктимизации

В исследовании приняли участие курсанты третьего курса факультета предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. Выборка составила 100 человек, все курсанты мужского пола в возрасте 19-20 лет. Все они на протяжении 3 лет обучения проходили практику в учебной пожарной аварийно-спасательной части университета на должностях спасателей и младших командиров. С ними проводились занятия в дымокамере и на других специальных площадках.

Взаимосвязи виктимности и личностных качеств у курсантов оценивались с помощью коэффициента  $r$  корреляции Пирсона, который вычислялся соответствующей программой из пакета программ SPSS-20. Линейный корреляционный анализ позволяет установить прямые связи между изучаемыми переменными величинами. Формула расчета коэффициента корреляции построена таким образом, что если связь между признаками имеет линейный характер, коэффициент Пирсона точно устанавливает тесноту этой связи [6].

Таблица 1

Корреляции личностных качеств с компонентами виктимности

	Агрес-сивное поведение	Самораз-рушающ. пове-дение	Зависим. поведе-ние	Некрити-чное поведе-ние	Реализов. виктимн.	Общая виктимн.
Нейро-тизм	<b>0,490**</b>	-0,027	<b>0,353**</b>	<b>0,338**</b>	<b>0,429**</b>	<b>0,615**</b>
Экстра-версия	<b>-0,297**</b>	0,128	<b>-0,238*</b>	0,048	-0,147	<b>-0,260**</b>
Соц. жела-тельность	<b>-0,246*</b>	0,067	0,105	<b>-0,267**</b>	-0,006	-0,177

Обозначения: \* – корреляция значима при  $p = 0,05$ ;

\*\* – корреляция значима при  $p = 0,01$ .

Из таблицы 1 следует, что

– показатель *нейротизма* положительно связан с агрессивным, зависимым и некритичным поведением, с общей и реализованной виктимностью;

– *экстраверсия* отрицательно коррелирует с агрессивным и зависимым поведением и с общей виктимностью;

– *социальная желательность* отрицательно коррелирует с агрессивным и некритичным поведением. Социальная желательность (от лат. *socialis* – общественный) – элемент мотивационно – потребностной сферы. Характеризуется тем, что индивид стремится представить себя в наилучшем свете и на вопросы теста дает социально желательные ответы.

Таблица 2

Средние значения показателей личностных качеств курсантов

А	С	З	Н	Р	Сумма	Экстрав.	Нейрот.	Соц. желат.
4,85	3,36	2,64	1,89	3	15,74	14,71	8,33	1,74

Обозначения в таблице: А – агрессивное поведение, С – саморазрушающее поведение, З – зависимое поведение, Н – некритичное поведение, Р – реализованная виктимность.

Как следует из данных таблицы 2, наибольший вклад в виктимность курсанта вносит его агрессивность, наименьший – неуверенное поведение. Это в целом позитивные факторы, поскольку агрессивность связана с присутствием в крови тестостерона, что (как и уверенность в себе) способствует активным действиям в условиях чрезвычайных ситуаций.

Данные таблицы 2 свидетельствует также о том, что курсанты преимущественно экстраверты, имеющие низкий уровень нейротизма, то есть общительны и отличаются эмоциональной устойчивостью. Это также позитивные факторы для избранной ими профессии.

Таким образом, исследование показало, что наибольший вклад в виктимность курсанта вносит его агрессивность, наименьший – неуверенное поведение. Это в целом позитивные факторы, поскольку агрессивность связана с присутствием в крови тестостерона, что (как и уверенность в себе) способствует активным действиям в условиях чрезвычайных ситуаций.

Также курсанты Университета гражданской защиты МЧС Беларуси преимущественно экстраверты, имеющие низкий уровень нейротизма. Они общительны и отличаются эмоциональной устойчивостью. Это является позитивным фактором для избранной ими профессии.

Следует сделать вывод, что курсанты в достаточной мере обладают необходимыми психологическими качествами, являющимися важными для избранной ими профессии.

В связи с тем, что профессиональная деятельность пожарных-спасателей связана с постоянными стрессовыми ситуациями и эмоциональным напряжением, рекомендуется постоянно проводить мероприятия (тренинги, групповые занятия, релаксационные мероприятия) для стабилизации эмоционального фона, снижения тревожности, повышения устойчивости к манипуляции.

Исходя из того, что даже врожденные качества личности в связи с особенностями деятельности человека могут меняться, следует уделять больше внимания психологической подготовке будущих спасателей. Возможно по причине того, что стаж курсантов, обнаруживших низкий

уровень эмоциональной стабильности, т.е. некоторую тенденцию к нейротизму, в качестве пожарных-спасателей невелик, равно как и опыт проведения аварийно-спасательных мероприятий, следует разработать определенные программы по обучению основам психологической организации деятельности. В дальнейшем с приобретением опыта работы они будут более эмоционально стабильны, их эмоции будут адекватны ситуациям.

### **Литература**

1. Андроникова О. О. Методика исследования склонности к виктимному поведению. URL: <http://spsi.narod.ru/5.htm>.
2. Вишневецкий К.В. Виктимизация: факторы, условия, уровни // Теория и практика общественного развития. 2014. № 4. С. 226-227.
3. Личностный опросник ЕРІ (методика Г. Айзенка) / Альманах психологических тестов. М., 1995. С.217-224.
4. Шейнов В.П. Developing the technique for assessing the degree of victimization in adults // Рос. психол. журнал. 2018-а. Т. 15. № 2/1. С. 69–85.
5. Шейнов В.П., Карпиевич В.А. Эмоциональный интеллект и виктимизация курсантов МЧС // Системная психология и социология. 2020. № 1(33). С. 85-99.
6. Наследов А.Д. SPSS. Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. СПб.: Питер, 2007. 416 с.

УДК 35.083.92

*dune10@yandex.ru*

***Контбойцева М. Г.***

*ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург*

### ***Исследовательские подходы к рассмотрению понятия коррупции***

В статье рассмотрены исследовательские подходы к трактовке понятия коррупции в научной литературе, российском законодательстве и международном праве.

*Ключевые слова:* коррупция, социальное явление, законодательство, международное право.

***Kontboytseva M. G.***

*FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg*

### ***Research approaches to the concept of corruption***

The article discusses research approaches to the interpretation of the concept of corruption in the scientific literature, Russian law and international law.

*Keywords:* corruption, social phenomenon, legislation, international law.

В последние годы в Российской Федерации активно ведется совершенствование нормативно-правовой базы противодействия коррупции. Начиная с 2008 года, каждые два года утверждается

Национальный план противодействия коррупции, в том же году вступил в силу федеральный закон «О противодействии коррупции». В настоящее время в России действует более 30 федеральных законов, указов Президента Российской Федерации, постановлений Правительства Российской Федерации по вопросам реализации антикоррупционной политики, направленной на создание действенного административно-правового механизма противодействия коррупции в системе государственной службы.

Но, несмотря на меры, принимаемые Президентом Российской Федерации, государственной властью на основании данных международного антикоррупционного движения Transparency International положение нашего государства в Индексе восприятия коррупции, составляемого на основании опросов экспертов и предпринимателей, проведенных независимыми организациями по всему миру, остается стабильным. В 2019 году, как и в прошлом году, Россия занимает 137 место из 180 наряду с Доминиканской республикой, Кенией, Либерией, Ливаном, Мавританией, Папуа-Новая Гвинея, Парагваем и Угандой. При этом ряд стран СНГ и географических соседей России в 2019 году существенно повысили свой рейтинг, в их числе Армения (на 7 баллов (77 место)), Азербайджан (на 5 баллов, 126 место)) [2].

Коррупция как социально-правовое явление тормозит социально-экономическое развитие страны, подрывает престиж Российской Федерации на международной арене, формирует негативное отношение в обществе к государственной власти, что неоднократно подчеркивал Президент РФ.

Первое упоминание о коррупции встречается в 24 в. до н.э. в документах из архивов Древнего Вавилона, в которых говорится о царе Лагаше, который уделял большое внимание пресечению злоупотреблений чиновников и судей, уменьшению вымогательства незаконных вознаграждений у служителей храмов со стороны царской администрации [1].

В дореволюционной России правоведы и публицисты уделяли большое внимание изучению причин должностных преступлений в системе государственной службы (А. Градовский, П. Берлин, Н. Муравьев, Н. Таганцева, Б. Чичерин).

До 70-х годов XX в. в период советской власти государственный аппарат не признавал официального существования коррупции. Проблема коррупции как реально угрожающая устоям государства и его безопасности впервые прозвучала в 80-е годы XX в., следствием чего стало принятие в 1992 г. Указа Президента России «О борьбе с коррупцией в системе государственной службы» [11]. В документе не дано определение дефиниции, но определен комплекс административно-правовых мероприятий, направленных на противодействие коррупции на законодательном уровне. Впервые понятие коррупции как более широкое и емкое по сравнению с ранее употребляемым в законодательстве

советского периода понятием «взяточничество» прозвучало в проекте закона «О борьбе с коррупцией» в начале 1990-х годов.

Понятие коррупции рассматривают в правовом, социальном, экономическом и политическом аспектах. Многие исследователи отмечают многозначность данного понятия, вызывающую дискуссии по поводу его трактовки в официальных документах и научных публикациях.

С точки зрения энциклопедистов «коррупция (от лат. *corruption* – упадок, порча) – использование должностным лицом своих властных полномочий и доверенных ему прав, а также связанных с этим официальным статусом авторитета, возможностей, связей в целях личной выгоды, противоречащее законодательству и моральным установкам. Коррупцией называют также подкуп должностных лиц, их продажность, подкупность, что типично для мафиозных государств» [14].

По мнению российских политологов, коррупция выступает средством борьбы за власть (Е. Лазарев, А. Орлов, Ю. Синельщиков). Такого мнения придерживаются и ряд зарубежных политологов (М. Дженкинс, Ю. Сонъён).

Еще в начале 20 в. русский публицист П. Берлин выделил политическую сторону взяточничества как результат процессов, сопутствующих истории русской общественности, неразрывно связанных с «... социально-политическим строем русской жизни» [4].

С точки зрения экономистов, следствием коррупции является серьезный ущерб экономике государства, расширение монополизации производства и торговли, что способствует снижению эффективности управления экономикой и ее стагнации.

В определенный период с юридической точки зрения коррупция рассматривалась как взяточничество, злоупотребление должностным положением, умышленное нарушение служебных обязанностей в корыстных целях или личных интересах, зачастую в тесной взаимосвязи с организованной преступностью. Ряд юристов видят причины возникновения коррупции в неэффективности государственного управления (Г. Сатаров, И. Трунов).

Развитие рыночной экономики постепенно изменило подход к теоретическому определению дефиниции. Например, в законодательстве нашло отражение такое проявление коррупции, как участие государственных служащих в коммерческой деятельности.

В научной литературе коррупцию рассматривают как социальное явление, характеризующееся продажностью служащих, корыстным использованием в корпоративных интересах должностных полномочий (А. Долгова), как обмен различными государственными ресурсами между органами власти и структурами общества, для личного обогащения, имеющий незаконный и бесконтрольный характер. (В. Шабалин).

Я. Кузьминов понимает под коррупцией преднамеренное пренебрежение чиновниками своими обязанностями или действие вопреки им с целью материальной выгоды, с вовлечением в этот процесс двух сторон – подкупаемого и подкупающего [7].



С. Максимов видит проявление коррупции в незаконном получении служащими различных структур и организаций (в том числе коммерческих и международных), используя свое служебное положение, материальных ценностей, в том числе прав на них, льгот, услуг, имущества, либо предоставление другим лицам вышеперечисленных благ имущественного и неимущественного характера [9].

Первое законодательное определение коррупции в Российской Федерации было дано в законе Республики Татарстан от 04.05.2006 №34 «О противодействии коррупции в Республике Татарстан». В настоящее время понятие коррупции с правовой точки зрения закреплено в Федеральном законе от 25.12.2008 №273-ФЗ «О противодействии коррупции».

Под коррупцией понимается «злоупотребление служебным положением, дача взятки, получение взятки, злоупотребление полномочиями, коммерческий подкуп либо иное незаконное использование физическим лицом своего должностного положения вопреки законным интересам общества и государства в целях получения выгоды в виде денег, ценностей, иного имущества или услуг имущественного характера, иных имущественных прав для себя или для третьих лиц либо незаконное предоставление такой выгоды указанному лицу другими физическими лицами» [12].

Ряд исследователей феномена коррупции считают, что данное определение содержит противоречия и нестыковки, что не позволяет его принять за правовую основу для совершенствования норм об ответственности за коррупционные правонарушения (А. Балаев, Б. Сидоров). В их числе авторы отмечают отсутствие четкого разграничения между понятиями служебного и должностного положения, непризнании коррупции как социального явления и деятельности как стержневых признаков при определении коррупционного деяния.

Следует согласиться в этом мнении с авторами, так как коррупция представляет собой, несомненно, социальное явление, системное, реальное и негативное. Ее социальный характер проявляется в широком распространении в системе государственной власти и бизнеса, в том, что она стала способом существования большого количества людей, в тесном переплетении криминальными структурами, привлечении в борьбе с ней политиков, правоохранительных органов, юристов, средств массовой информации, общественных институтов и т.п.

В основе причин возникновения коррупции лежат такие социальные факторы как социальное расслоение общества, аккумуляция значительных материальных и денежных средств у узкого круга представителей власти и бизнеса, зачастую за счет противоправной деятельности, несправедливое распределение благ различного рода между членами общества, низкий уровень доходов у большинства населения страны, теневая экономика, спад экономического развития страны и т.п.

Социально-психологическими причинами коррупции являются уход от советских постулатов о приоритете общественных интересов перед

личными, осуждения погони за богатством взамен которому пришло прославление «красивой жизни», рыночной экономики независимо от ее природы, расцвет криминалитета и вторжение его в различные сферы общественной жизни.

Анализ литературы показал, что исследователи выделяют следующие социальные признаки, сопутствующие коррупционным отношениям:

- неформальный характер;
- противоправность поведения коррумпированных представителей власти или бизнеса по отношению к интересам государства и населения страны;
- использование незаконных методов, в том числе принуждения, в целях достижения материального благосостояния и экономического господства;
- неправомерность использования материальных и нематериальных благ, принадлежащих обществу и государству, а также средств их достижения [8, 9, 10].

Правовые аспекты понятия коррупции утверждены в ряде международных документов. Например, по мнению членов междисциплинарной группы Совета Европы к коррупционным действиям следует отнести в первую очередь взяточничество, а также иные любые действия лиц, наделенных служебными обязанностями, как в государственном, так и в частном секторе, связанных с нарушением этих обязанностей с целью получения любых незаконных выгод для себя и других.

Справочный документ Организации Объединенных Наций о международной борьбе с коррупцией трактует коррупцию достаточно широко, как «... злоупотребление государственной властью для получения выгод в личных целях». При этом в определении не учитывается вторая сторона коррупционных отношений, а именно лицо, провоцирующее на это злоупотребление.

Конвенция против транснациональной организованной преступности конкретизирует коррупцию как умышленное уголовно-наказуемое деяние, характеризующееся получением публичным должностным лицом, в том числе через посредников, в личных целях или для других лиц, какого-либо неправомерного преимущества, злоупотребление своим действительным или предполагаемым влиянием [6]. Конвенция определяет и ответственность инициаторов, склоняющих к таким действиям публичных должностных лиц.

Таким образом, следует выделить два подхода к трактовке понятия коррупции. В узком понимании, коррупция рассматривается как использование должностным лицом служебного положения в целях личного обогащения, в широком понимании – коррупция является следствием социально-экономических отношений, сложившихся в государстве, приобретает черты системного общественного явления, в котором тесно переплетены интересы коррумпированных представителей

власти, бизнеса, кланов и криминальных структур. При этом уровень коррупции напрямую соотносится с уровнем развития экономики, политических и общественных институтов.

В связи с тем, что коррупция затрагивает широкий спектр общественных, социальных, экономических и международных отношений, оно является сложным, противоречивым и многоаспектным понятием. Это затрудняет разработку законодателями качественной дефиниции, что, в свою очередь, создает сложности при определении четкого перечня коррупционных преступлений.

### Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. <https://www.transparency.org/>.
3. Балаев А. Коррупция в свете, принятого федерального закона № 273-ФЗ «О противодействии коррупции». <https://cyberleninka.ru/article/n/korrupsiya-v-svete-prinyatogo-federalnogo-zakona-273-fz-o-protivodeystvii-korrupsiyi>.
4. Берлин П. Русское взяточничество, как социально-историческое явление // Русский мир. 1910. № 8. С. 55. <https://books.google.ru/books?id=ar-NDwAAQBAJ&pg=PA38&lpg=PA38&dq=52>.
5. Долгова А. И. Криминология / А. И. Долгова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Юр. Норма, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 368 с. (Краткие учебные курсы юридических наук). <https://znanium.com/catalog/product/545312>.
6. Конвенции против транснациональной организованной преступности. [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/orgcrime.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/orgcrime.shtml).
7. Кузьминов Я. Механизмы коррупции и их особенное проявление в государственном аппарате // Административное право: теория и практика. М., 2002. С. 19. [https://www.hse.ru/data/2012/11/26/1301610620/2002\\_mekh\\_corruption.pdf](https://www.hse.ru/data/2012/11/26/1301610620/2002_mekh_corruption.pdf).
8. Куракин А. В. Административно-правовые средства предупреждения и пресечения коррупции в системе государственной службы Российской Федерации: дис. ... д-ра юрид. наук. Люберцы, 2008. 451 с.
9. Максимов С. В. Коррупция. Закон. Ответственность. М., 2000. С. 8. <http://lawlibrary.ru/izdanie2045681.html>.
10. Сатаров Г. Антикоррупционная политика: учеб. пособие. М., 2004. <https://publications.hse.ru/books/80278731>.
11. Указ Президента Российской Федерации от 04.04.1992 г. № 361. «О борьбе с коррупцией в системе государственной службы». <http://www.consultant.ru/>.
12. Федеральный закон «О противодействии коррупции» от 25.12.2008 № 273-ФЗ. <http://www.consultant.ru/>.
13. Шабалин В.А. Бизнес и государственная коррупция // Экономическая преступность. – М., 1994. – С. 27.
14. Энциклопедический словарь. <https://gufo.me/dict/bes>.

***Копейкин Н. Н., Савосько С. В.***

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
НИИ перспективных исследований и инновационных технологий  
в области безопасности жизнедеятельности,  
Санкт-Петербург*

### ***Проблемный обзор по теме проведения эвакуации из подземных сооружений метрополитена***

Статья посвящена проблемным вопросам и особенностям подземных сооружений метрополитена, затрудняющим проведение эвакуации

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, требования пожарной безопасности, метрополитен, эвакуация.

***Kopeikin N. N., Savosko S. V.***

*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia /  
Research Institute for Advanced Research and Innovative Technologies  
in the field of life safety,  
St. Petersburg*

### ***Problem overview on the topic evacuation of underground structures of the metro***

The article is devoted to problematic issues and features of underground metro structures that make it difficult to carry out evacuation

*Keywords:* fire safety, fire safety requirements, metro, evacuation.

Анализ пожаров и аварийных ситуаций на метрополитенах показывает, что к особенностям подземных сооружений метрополитена, затрудняющим проведение эвакуации, относятся:

- массовое пребывание людей в подземных сооружениях в течение почти всей продолжительности суток;
- ограниченное число выходов на поверхность;
- сложная планировка и удаленность от поверхности;
- непригодность тоннеля для вынужденной эвакуации большого количества пассажиров и значительная протяженность путей эвакуации;
- наличие оборудования и кабельных сетей, находящихся под напряжением;
- ограниченность пространства, а вследствие этого, и сильное задымление объема сооружений метрополитена;
- высокие концентрации токсичных продуктов горения;
- высокая температура (900 - 1000 °С) как в зоне очага пожара, так и на значительных расстояниях от него, что делает невозможным эффективное использование средств пожаротушения;

- возможность вследствие пожара отключения питания электрической тяги 825 В и остановки поездов в тоннелях, рабочего и аварийного освещения, эскалаторов, части тоннельной вентиляции, а также светофоров и других устройств обеспечения безопасности движения;
- возможность возникновения паники среди пассажиров;
- возможность выхода из строя технических средств обеспечения эвакуации (аварийного освещения, вентиляции и др.).

Вопросам обеспечения пожарной безопасности метрополитенов в СССР до 1974 г. уделялось недостаточно внимания. Пожары в метро происходили, но воспринимались как маловероятные, единичные случаи.

После пожара, происшедшего 04.09.74 г. на станции «Площадь Революции» Московского метрополитена [1], отношение специалистов и общественности к проблеме обеспечения пожарной безопасности резко изменилось. Происшедший пожар стал значительным толчком для постановки научно-исследовательских работ в этой области. В Ленинградской СНИЛ ВНИИПО совместно с другими организациями пожарного профиля городов Москвы, Киева, Тбилиси были проведены исследования, результаты которых вошли во «Временные рекомендации по тушению пожаров в подземных сооружениях метрополитена» [2].

Начиная с 1985 года в Санкт-Петербургском филиале ВНИИПО было проведено ряд НИР, касающихся вопросов обеспечения пожарной безопасности метрополитенов.

В работе [3] были получены выражения для нахождения количества людей на станции, которое необходимо эвакуировать при остановке поезда, и определения требуемого количества эскалаторных лент. В ней впервые были проведены исследования движения людских потоков в перегонных тоннелях метрополитена.

В работах [4,5] была произведена сравнительная оценка условий эвакуации при пожаре в одно - и двухпутном тоннелях метрополитенов. Как показали результаты расчетов, наиболее безопасной является эвакуация пассажиров в двухпутных тоннелях по сравнению с однопутными. Расчетное время эвакуации пассажиров в двухпутных тоннелях в 3,15 раз меньше, чем в однопутных.

Следует отметить, что при определении расчетного времени эвакуации были взяты значения параметров движения людей, полученных в работе [6].

Основным недостатком методической части этих исследований являлось то, что при проведении экспериментов в условиях метрополитена не была соблюдена половозрастная характеристика людей, что в свою очередь, отразилось на их результатах.

Исследования, выполненные Управлением пожарной охраны г.Токио, свидетельствуют о необходимости соблюдения половозрастных характеристик людского потока, так как поведение (а, следовательно, скорость движения) зависят от возраста и пола людей [7].

Анализ фактических материалов по пожарам и аварийным ситуациям, происшедшим на метрополитенах, свидетельствует о их

чрезвычайной опасности для людей. Наиболее критическая ситуация складывается при пожаре или аварийной ситуации подвижного состава в тоннеле.

Продолжительность эвакуации может составить около 2 ч, а проведение спасательных работ - до 6 дней (ст. «Мургейт», Лондон, 25.02.75 г.). Количество эвакуируемых может достигать 5 тыс. чел. (ст. «Новослободская», Москва, 04.03.96 г.)

В настоящее время в нормативных документах отсутствуют требования для проектирования путей эвакуации пассажиров в тоннелях метрополитена, в частности в двухпутных тоннелях. Также не указывается, какой минимальной ширины должна быть эвакуационная дорожка в тоннеле. В нормативных документах нет требований для путей эвакуации МГН (инвалидов-колясочников) в тоннеле. Общеизвестно, что системный подход всегда дает оптимальное решение. В данном случае следует рассматривать путь эвакуации, начиная с электропоезда: ширина дверей в кабине электропоезда, трап в головном вагоне и ширина эвакуационной дорожки в тоннеле должны иметь одинаковую величину — не менее 900 мм. При этом для облегчения эвакуации МГН выход из тоннеля на платформу следует оснащать сходным устройством пандусного типа. Этот тип сходного устройства одобрен ГУ МЧС России по городу Москве как оптимальное средство и для эвакуации пострадавших из тоннеля, и для вноса в тоннель аварийно-спасательного оборудования.

Понятно, что при разных типах токосъема по факту создаются различные возможности для проектирования путей эвакуации. Оптимальным вариантом (с целью минимизации времени выхода пассажиров на станцию) является верхний токосъем.

Эвакуация пассажиров из вагонов электропоезда вне станции может выполняться по ряду причин: неисправности и отказы поездного оборудования; неисправности и отказы верхнего строения пути и другого тоннельного оборудования; пожары в электропоездах, приведшие к потере управления поездом машинистом; пожары стационарного оборудования в тоннеле; взрывы в электропоездах с последующими пожарами.

Следует отметить, что эвакуация пассажиров из электропоезда в тоннель всегда сопряжена с опасностью. При этом экстремальные причины эвакуации (взрывы, пожары, наличие токсичных продуктов горения) требуют увеличения скорости эвакуации и ведут к значительному усилению опасности для здоровья и жизни людей.

Другой проблемой является необходимость снятия напряжения с контактного рельса перед началом эвакуации пассажиров из электропоезда на путь. В целом, продолжительность процедуры снятия напряжения с контактного рельса составляет 13-20 мин.

На время полной эвакуации пассажиров из вагонов непосредственно влияет конструктивная приспособленность электропоезда к ней. При максимальном количестве пассажиров в часы пик в каждом вагоне находится около 200 человек. В электропоезде «Москва» серии 81-765/766/767 отсутствуют торцевые двери вагонов, и перемещение

пассажиры вдоль состава с выходом на путь в тоннель через трап в головном вагоне будет ограничиваться шириной двери и трапа в кабине машиниста – 600 мм. Понятно, что 1600 пассажиров электропоезда через этот проем полностью выйдут через 10-15 мин. Боковые дверные проемы вагонов для эвакуации пассажиров со спуском на путь не приспособлены, так как отсутствуют поручни и ступени. Эвакуация через боковые двери будет травмоопасной, особенно для пожилых людей и детей. На вагонах предыдущих серий эвакуация пассажиров на путь через боковые двери также травмоопасна [8].

Отдельно следует подчеркнуть, что вагоны всех серий, эксплуатируемых на метрополитене, не приспособлены для эвакуации на путь инвалидов-колясочников, так как ширина проемов торцевых дверей вагонов и кабины машиниста не превышает 600 мм при требуемых 900 мм. Кроме того, в перечне составных частей подвижного состава, подлежащих декларированию соответствия на основании собственных доказательств и доказательств, полученных с учетом органа по сертификации и (или) аккредитованных испытательных лабораторий, отсутствуют следующие составляющие: а) перегородки аппаратных отсеков; б) полы вагонов; в) пассажирские сиденья вагонов; г) автоматические системы обнаружения и тушения пожаров.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, от том что требуется разработка нормативных документов и соответствующих методик для обеспечения фактической безопасности пассажиров в процессе эвакуации из подземных объектов метрополитена:

### Литература

1. Беляцкий В. П. Пожары в метрополитенах // Пожарное дело. 1982. № 7. 32 с.
2. Временные рекомендации по тушению пожаров в подземных сооружениях метрополитена. ГУПО МВД СССР. М. 1978
3. Красников А.В. Расчетное время эвакуации людей со станции метрополитена // Противопожарная защита подземных сооружений метрополитена: Сб. науч. тр. - М.: ВНИИПО, 1986. - С. 30-32.
4. Тиснек В. Н. Сравнительная оценка условий эвакуации при пожаре в одно- и двухпутном тоннелях метрополитенов // Актуальные проблемы пожарной безопасности на транспорте: сб. науч. тр. М., 1994. С. 132–136.
5. Разработать предложения по противодымной защите двухпутных тоннелей метрополитенов: отчет о НИР (х/д № 7/93) / ЛФ ВНИИПО; Руководитель В. Н. Тиснек. СПб., 1993. 62 с.
6. Провести исследования тактических приемов и способов тушения пожаров в основных подземных сооружениях: отчет о НИР (заключ.) / ЛФ ВНИИПО; Руководитель В. П. Беляцкий. П.Л15.Н.001.86 № ГР 0186.0054226. Л., 1989. 223 с.
7. Escapebehaviourchangeswithage // FireInt. 1994, № 144. P. 20–21.
8. Прохоров В. П., Вагнер Е. С. Проблема обеспечения пожарной безопасности пассажирских перевозок в тоннелях московского метрополитена // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2017. № 11. С. 12–18.

**Корнилов А. А., Бородин А. А., Булатова В. В., Шнайдер А. В.**  
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург

### ***Экспериментальная оценка инерционности спринклерных оросителей с температурой срабатывания 68 °С***

В статье представлены основные результаты экспериментальной оценки инерционности спринклерных оросителей с температурой срабатывания 68 °С.

*Ключевые слова:* спринклерный ороситель, инерционность, спринклерная установка водяного пожаротушения, термоколба.

**Kornilov A. A., Borodin A. A., Bulatova V. V., Shnajder A. V.**  
FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg

### ***Experimental estimation of inertia of sprinkler sprinklers with a response temperature of 68 °C***

The article presents the main results of experimental evaluation of the inertia of sprinkler sprinklers with a response temperature of 68 °C.

*Keywords:* sprinkler, response time, sprinkler systems, thermal bulb.

Спринклерные установки водяного пожаротушения (СУВП) согласно СП 5.13130.2009 [1] должны выполнять функции обнаружения и тушения пожара, запуска системы оповещения и эвакуации людей при пожаре, а также иных инженерных систем, участвующих в обеспечении безопасности людей. Большинство указанных функций автоматизировано, за исключением ключевого элемента, который инициирует работу автоматики, а именно: теплового замка спринклерного оросителя. Вместе с тем, согласно п. 4.3 [1] право выбора типа автоматической установки пожаротушения (АУП) лежит на организации-проектировщике, поэтому специалист должен обладать достаточным количеством информации, позволяющим принять оптимальное решение.

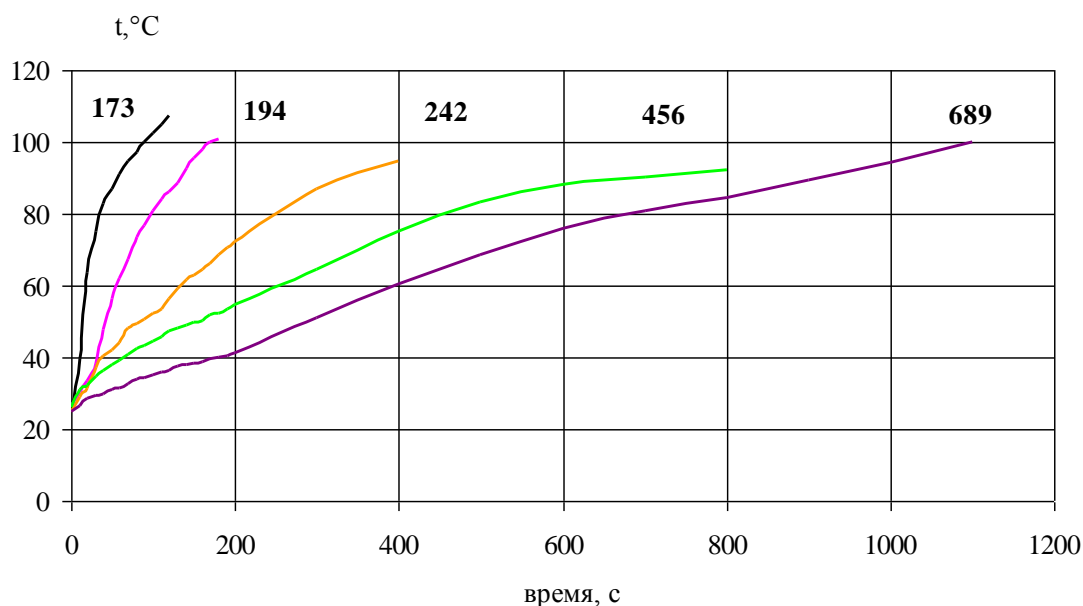
Немаловажным параметром является время реагирования теплового замка на нагрев в условиях развития пожара, поэтому для одного из наиболее распространенных типов спринклерных оросителей с температурой срабатывания 68 °С была проведена серия испытаний, позволяющая приблизительно оценить данный параметр. Для проведения исследований использовался экспериментальный стенд. Теоретические предпосылки, методика испытаний и особенности конструкции стенда подробно изложены в работах [2, 3].

В ходе испытаний было проведено 5 серий экспериментов, в которых смоделировано 5 температурных режимов (по 3 эксперимента для каждого) в широком диапазоне динамики нарастания температуры. При этом фиксировалось несколько основных параметров:



- динамика температуры в зоне размещения оросителя;
- время с начала эксперимента до момента достижения температуры срабатывания оросителя;
- время с начала эксперимента до вскрытия колбы оросителя;
- время с момента достижения температуры срабатывания оросителя до момента вскрытия колбы оросителя (инерционность, с).

Основные результаты оценки инерционности оросителей (интервала времени между достижением температуры срабатывания и временем срабатывания) для удобства отобразим на графике (рис. 1), где в верхней части указана инерционность в секундах.



*Рис. 1. Инерционность спринклерного оросителя с температурой срабатывания 68 °C в зависимости от динамики нагрева*

На основании проведенной серии экспериментов можно сделать ряд выводов об особенностях вскрытия теплового замка спринклерного оросителя с температурой срабатывания 68 °C:

- 1) инерционность спринклерного оросителя не является постоянной величиной и в значительной степени зависит от динамики температуры в зоне его размещения;
- 2) низкая интенсивность нагрева приводит к существенному увеличению инерционности теплового замка, то есть можно судить об области эффективного применения данного оросителя;
- 3) инерционность спринклерного оросителя в условиях реального пожара может превышать нормативное значение 300 с в 2,5 раза, что весьма существенно;
- 4) температура в зоне размещения оросителя в момент разрушения колбы для различной интенсивности нагрева находилась в области 90-110 °C, что существенно отличается от срабатывания теплового замка оросителя.

## Литература

1. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: СП 5.13130.2009. М., 2009.

2. Об оценке инерционности спринклерного оросителя / А.А. Корнилов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2012. № 6. – URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/18-06-12.ttb.pdf> (дата обращения: 12.05.2020).

3. Экспериментальная оценка инерционности спринклерных оросителей / А.А. Корнилов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 1. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-1/03-01-13.ttb.pdf> (дата обращения: 12.05.2020).

УДК 614.841

*kornilov\_alexei1@mail.ru*

**Корнилов А. А., Бородин А. А., Маскалев В. В.**  
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург

### ***Вероятностное обоснование необходимости совершенствования методики категорирования по взрывопожарной опасности***

На основании анализа вероятностей возникновения различных сценариев аварий приведены доводы в пользу необходимости совершенствования методики категорирования помещений и наружных технологических установок по взрывопожарной опасности, в которых присутствуют емкости с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.

*Ключевые слова:* пожарная опасность, категория по взрывопожарной опасности.

**Kornilov A. A., Borodin A. A., Maskalev V. V.**  
FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg

### ***Probabilistic justification of the need to improve the method of categorization by explosion and fire hazard***

Based on the analysis of the probability of occurrence of various accident scenarios, arguments are given in favor of the need to improve the methodology for categorizing premises and outdoor technological installations for explosion and fire hazard, in which there are containers with flammable and flammable liquids.

*Keywords:* fire hazard, category of explosion and fire hazard.

При проектировании всех видов объектов производственного назначения обязательным условием является расчет категории по взрывопожарной и пожарной опасности [1, 2]. Полученный результат позволяет классифицировать объект (помещение, здание, установку) и разработать с учетом требований нормативных документов систему

противопожарной защиты. Между тем, ряд допущений, указанных в [2] для определения категории, предусмотрен с существенным запасом, который обосновать весьма сложно. В результате неизбежно возникает противоречие между набором типовых требований для всех помещений категорий А и Б и особенностями технологического процесса, которые обуславливают различную динамику развития пожароопасной ситуации.

Наиболее часто у инженеров-проектировщиков возникает сомнение относительно используемого в рамках оценки пожарной опасности технологических процессов допущения о полном разрушении аппарата наибольшего объема. Насколько этот сценарий соответствует действительности и к чему приводит его применение. Так согласно приложению А [2] при расчете критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паро-, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей, то есть рассматривается ситуация, при которой происходит разрушение одного из аппаратов с выходом всего содержимого в помещение с последующим испарением.

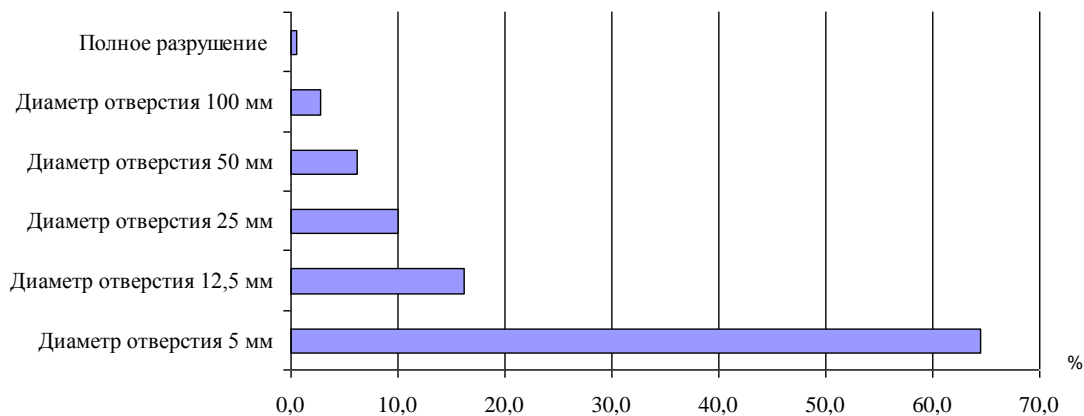
Для большей объективности целесообразно рассмотреть вероятность возникновения подобных ситуаций. Вероятности повреждения некоторых емкостных аппаратов согласно [3] представлены в таблице.

*Таблица*

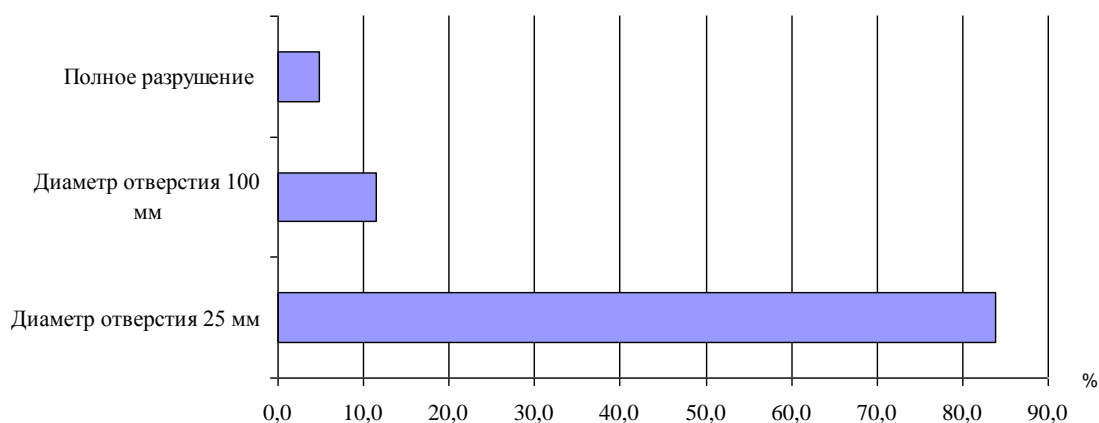
Частота реализации инициирующих пожароопасные ситуации событий для некоторых типов оборудования объектов

Наименование оборудования	Иницирующее аварийю событие	Диаметр отверстия истечения, мм	Частота разгерметизации, год <sup>-1</sup>
Резервуары, емкости, сосуды и аппараты под давлением	Разгерметизация с последующим истечением жидкости, газа или двухфазной среды	5	$4,0 \cdot 10^{-5}$
		12,5	$1,0 \cdot 10^{-5}$
		25	$6,2 \cdot 10^{-6}$
		50	$3,8 \cdot 10^{-6}$
		100	$1,7 \cdot 10^{-6}$
		Полное разрушение	$3,0 \cdot 10^{-7}$
Резервуары для хранения ЛВЖ и горючих жидкостей (далее – ГЖ) при давлении, близком к атмосферному	Разгерметизация с последующим истечением жидкости в обвалование	25	$8,8 \cdot 10^{-5}$
		100	$1,2 \cdot 10^{-5}$
		Полное разрушение	$5,0 \cdot 10^{-6}$

Выразим указанные выше инициирующие аварийю события в процентах от суммарной вероятности всех событий для данного типа аппаратов и изобразим на рис. 1 и 2.



*Рис. 1. Доля инициирующих пожароопасные ситуации событий для аппаратов под давлением*



*Рис. 2. Доля инициирующих пожароопасные ситуации событий для аппаратов без избыточного давления*

Согласно данным рис. 1 и 2 существенно более частыми событиями являются утечки именно малого размера. При этом полное разрушение происходит в менее чем 0,5 % случаев для аппаратов, работающих под избыточным давлением, и менее 5 % случаев для емкостей, работающих под атмосферным давлением. А численное значение вероятности такого события для аппаратов, работающих под давлением, составляет  $3,0 \cdot 10^{-7}$ , что менее нормативной величины пожарного риска [1]. Для аппаратов с ЛВЖ/ГЖ, работающих без избыточного давления, вероятность сценария с полным разрушением, последующим проливом, испарением и взрывом с избыточным давлением согласно [3] составляет величину около  $6 \cdot 10^{-7}$ , что также менее нормативной величины пожарного риска [1].

Таким образом, более целесообразным представляется рассмотрение ситуаций развития аварий в динамике с момента возникновения по наиболее вероятному или серии наиболее вероятных сценариев. То есть оценка пожарной опасности помещений и зданий может и должна базироваться не на критерии наиболее разрушительной аварии, а на вероятностном подходе, исключая аварии, вероятность возникновения которых меньше, например, нормативных значений приемлемого пожарного риска, такие аварии можно считать запроектными. Это позволит расчетным путем обосновать необходимость необходимых технических и организационных мероприятий.

## Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 г. // Российская газета. – 2008. – № 163; Собр. законодательства РФ. – 2008. – № 30 (ч. I), ст. 3579.

2. СП 12.13130. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: приказ МЧС России от 25.03.2009 г. № 182; введ. 01.05.2009 г. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404; введ. 10.07.2009. М., 2009.

УДК 614.841

*kornilov\_alexei1@mail.ru*

**Корнилов А. А., Бородин А. А., Маскалев В. В.**  
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург

### ***Результаты сравнительного моделирования аварии аппарата с горючей жидкостью при категорировании помещений по взрывопожарной опасности***

В статье представлены основные результаты расчета избыточного давления взрыва в соответствии с требованиями нормативных документов и посредством учета постепенного развития аварийной ситуации.

*Ключевые слова:* пожарная опасность, категория по взрывопожарной опасности.

**Kornilov A. A., Borodin A. A., Maskalev V. V.**  
FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg

### ***Results of comparative modeling of the device accident with flammable liquid when categorizing premises by explosion and fire hazard***

The article presents the main results of calculating the excess pressure of the explosion in accordance with the requirements of regulatory documents and by taking into account the gradual development of the emergency situation.

*Keywords:* fire hazard, category of explosion and fire hazard.

Категорирование помещений по взрывопожарной опасности предполагает расчет избыточного давления взрыва при реализации расчетного сценария, который достаточно четко регламентируется требованиями [2]. Основные условия можно кратко сформулировать следующим образом:

– происходит расчетная авария самого большого аппарата или емкости (включая трубопроводы) с поступлением всего содержимого в помещение;

– происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости в течение 3600 с.

Данный набор условных правил применительно к аппаратам с обращением ЛВЖ/ГЖ представляется весьма абстрактным, при этом совершенно не учитываются следующие условия:

1) разгерметизация аппарата не обязательно должна приводить к мгновенному опорожнению, следовательно, должно быть ограничено время поступления ЛВЖ/ГЖ по аналогии с временем отключения трубопроводов;

2) разрушается именно аппарат с наибольшим объемом, несмотря на то, какое еще оборудование присутствует объекте, и в каком процентном соотношении;

3) персонал, для которого производится расчет воздействия избыточного давления взрыва, способного причинить вред здоровью, в течение 3600 с должен находиться в помещении, где произошла утечка ЛВЖ/ГЖ и терпеливо ждать испарения требуемой массы паров, достаточной для создания избыточного давления не менее 5 кПа, хотя отравление парами ЛВЖ/ГЖ наступит, вероятно, гораздо раньше;

4) в период испарения жидкости из пролива (3600 с) его никто не пытается ликвидировать, включая прибывающие согласно [1] в течение не более 10 мин пожарные подразделения.

Набор условных правил для расчетного сценария влечет за собой недостоверную оценку степени потенциальной опасности объекта и, как следствие, неверный набор технических решений. Возможность получить результат, существенно отличающийся от того, который будет получен путем выполнения указанных выше правил, представим в рамках численного эксперимента. Для этого был проведен сравнительный расчет исходя из следующих предпосылок:

1) рассматривается возникновение отверстия в нижней части емкостей типа РГС и РВС;

2) истечение происходит в течение 3600 с;

3) расход жидкости через отверстие рассчитывается согласно [3] с учетом уменьшения уровня жидкости в емкости;

4) одновременно с истечением происходит испарение жидкости из образующегося пролива;

5) учитывается наличие системы аварийной вентиляции производительностью  $Q_v$ .

В качестве иллюстрации расчета в такой модели был построен совмещенный график нескольких параметров, характеризующих процесс пролива и испарения горючей жидкости (бензина АИ-93) из емкости высотой 1 м и диаметром 1 м через отверстие в дне диаметром 25 мм (см. рисунок). Основные результаты численного эксперимента представлены в таблице.

На основании данных таблицы, кроме существенной разницы с результатами расчета по требованиям [2], можно заметить влияние ряда факторов, которые в методике [2] не учитываются, например, на результат расчета основных параметров существенно влияет тип емкости и соотношение горизонтального и вертикального размеров, например, РВС и

РГС одного объема избыточное давление взрыва отличается в 1,8 раза, что обусловлено степенью снижения расхода по мере опорожнения емкости.

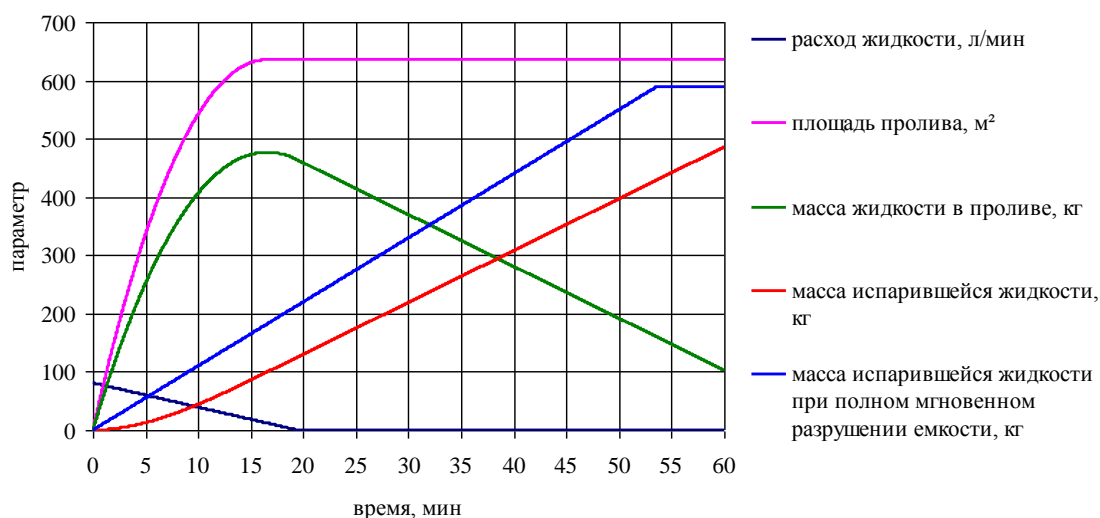


Рис. Совмещенный график динамики основных параметров, характеризующих развитие аварии

Таблица

Анализ результатов численных экспериментов

Параметр	Тип емкости					
	РВС			РГС		
Площадь помещений, м <sup>2</sup>	7500	7500	7500	7500	7500	7500
Высота помещения, м	8	8	8	8	8	8
ЛВЖ	АИ-93	АИ-93	АИ-93	АИ-93	АИ-93	АИ-93
Высота/ длина емкости, м	1	3	1	1	2	3
Диаметр емкости, м	1	1	1,73	1	1	1
Объем емкости, м <sup>3</sup>	0,79	2,36	2,35	0,79	1,57	2,36
Диаметр отверстия, мм	25	25	25	25	25	25
Площадь испарения согласно [2], м <sup>2</sup>	785,4	2356,2	2350,6	785,4	1570,8	2356,2
Расчетная площадь испарения, м <sup>2</sup>	635,3	1180,5	1334	652	1108	1440
Относительное уменьшение площади пролива, %	19,1	49,9	43,2	17,0	29,5	38,9
Масса испарившейся ЛВЖ согласно [2], кг	659,6	1978,7	1974,0	659,6	1319,1	1978,7
Расчетная масса испарившейся ЛВЖ, кг	485,8	1680,3	934,2	495,6	774,6	939
Относительное уменьшение массы испарившейся ЛВЖ, %	26,3	15,1	52,7	24,9	41,3	52,5
Избыточное давление взрыва согласно [2], кПа	14,9	44,8	44,7	14,9	29,9	44,8
Расчетное избыточное давление взрыва, кПа	11,0	38,1	21,2	11,2	17,5	21,3
Относительное уменьшение избыточного давления взрыва, %	26,3	15,1	52,7	24,9	41,3	52,5

Таким образом, реализация сценарного подхода позволяет более тщательно и объективно учесть особенности технологического процесса и применяемого оборудования, тем самым принять более взвешенное решение не только в части выбора нормативных решений, но и подбора технических средств по предотвращению и локализации возможной аварийной ситуации.

### **Литература**

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008 г.; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 // Рос. газета. 2008. № 163; Собр. законодательства РФ. 2008. № 30 (ч. I), ст. 3579.

2. СП 12.13130. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: приказ МЧС России от 25.03.2009 г. № 182; введ. 01.05.2009 г. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404; введ. 10.07.2009 г. – М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

УДК 614.841

*kornilov\_alexei1@mail.ru*

***Корнилов А. А., Бородин А. А., Маскалев В. В.***  
*ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,*  
*Екатеринбург*

### ***Статистическое обоснование необходимости совершенствования методики категорирования по взрывопожарной опасности***

На основании анализа статистики пожаров и их последствий приведены доводы в пользу необходимости совершенствования методики категорирования помещений и наружных технологических установок по взрывопожарной опасности, в которых присутствуют емкости с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.

*Ключевые слова:* пожарная опасность, категория по взрывопожарной опасности.

***Kornilov A. A., Borodin A. A., Maskalev V. V.***  
*FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service*  
*of EMERCOM of Russia,*  
*Yekaterinburg*

### ***Statistical justification of the need to improve the methodology of categorization by explosion and fire hazard***

Based on the analysis of fire statistics and their consequences, arguments are given in favor of the need to improve the methodology for categorizing premises and outdoor technological installations for explosion and fire hazard, where there are containers with flammable and flammable liquids.

*Keywords:* fire hazard, category of explosion and fire hazard.

Категорирование помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности является обязательным условием для разработки



технических решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности [1]. Следует отметить, что для объектов, относящихся к категориям А и Б [2], нормативными документами предусмотрено существенно большее количество ограничений и дополнительных требований по пожарной безопасности по сравнению с объектами категории В, Г и Д, что неизбежно вызывает удорожание проектирования, строительства, а в дальнейшем и эксплуатации объекта. Поэтому проектировщик и собственник объекта заинтересованы в понижении категории путем применения дополнительных средств ограничения развития аварии, что также приведет к увеличению стоимости проекта, но, возможно, в меньшей степени. Экономическая эффективность в современных условиях приобрела особенное значение. Благодаря наличию статистических данных о количестве пожаров и экономическом ущербе в первом приближении можно оценить средний размер прямого ущерба от пожаров, возникающих на объектах, подлежащих категорированию.

Согласно данным [4, 5] легко определить средний ущерб от одного пожара в производственном и складском здании (табл. 1).

*Таблица 1*

Данные о количестве пожаров и ущербе в производственных и складских зданиях в Российской Федерации

Параметр	Год				
	2014	2015	2016	2017	2018
Кол-во пожаров в производственных зданиях, ед.	3099	2930	2693	2786	2813
Ущерб от пожаров в производственных зданиях, тыс. руб.	1244516	2868191	1605689	974317	1343463
Кол-во пожаров в складских зданиях, ед.	1395	1306	1336	1427	1402
Ущерб от пожаров в складских зданиях, тыс. руб.	3833640	5155743	1385472	2749853	817317
Средний ущерб от одного пожара в производственном здании, тыс. руб.	401,6	978,9	596,2	349,7	477,6
Средний ущерб от одного пожара в складском здании, тыс. руб.	2748,1	3947,7	1037,0	1927,0	583,0

Однако, статистика выделяет в отдельную категорию пожары с крупным ущербом, которые при небольшом количестве вносят существенный вклад в суммарный ущерб. Результаты анализа вклада крупных пожаров в общую статистику приведены в табл. 2.

Таблица 2

Данные о количестве крупных пожаров и ущербе от них  
в производственных и складских зданиях в Российской Федерации

Параметр	год				
	2014	2015	2016	2017	2018
Кол-во крупных пожаров в производственных зданиях, ед.	12	15	14	9	9
Ущерб от крупных пожаров в производственных зданиях, тыс. руб.	749252	2356614	1127108	433779	520667
Доля крупных пожаров в производственных зданиях, %	0,39	0,51	0,52	0,32	0,32
Доля крупных пожаров в производственных зданиях от общего количества пожаров РФ, %	0,008	0,010	0,010	0,007	0,007
Доля ущерба от крупных пожаров в производственных зданиях, %	60,20	82,16	70,19	44,52	38,76
Кол-во крупных пожаров в складских зданиях, ед.	28	25	13	22	6
Ущерб от крупных пожаров в складских зданиях, тыс. руб.	3389111	4798852	1007101	2340193	541569
Доля крупных пожаров в складских зданиях, %	2,0	1,9	1,0	1,5	0,4
Доля ущерба от крупных пожаров в складских зданиях, %	88,4	93,1	72,7	85,1	66,3
Доля крупных пожаров в складских зданиях от общего количества пожаров РФ, %	0,019	0,017	0,009	0,017	0,005

Таким образом, доля крупных пожаров в общем количестве пожаров представляет собой весьма малую величину, которая существенно искажает представление о потенциальном материальном ущербе для одного пожара на большинстве объектов. Средний материальный ущерб от одного пожара без учета крупных пожаров представлен в табл. 3.

Таблица 3

Данные о количестве пожаров и ущербе от них в производственных  
и складских зданиях, за исключением крупных

Параметр	год				
	2014	2015	2016	2017	2018
Кол-во пожаров в производственных зданиях, ед.	3087	2915	2679	2777	2804
Ущерб от пожаров в производственных зданиях, тыс. руб.	495264	511577	478581	540538	822796
Кол-во пожаров в складских зданиях, ед.	1367	1281	1323	1405	1396
Ущерб от пожаров в складских зданиях, тыс. руб.	444529	356891	378371	409660	275748
Средний ущерб от одного пожара в производственном здании, тыс. руб.	160,4	175,5	178,6	194,6	293,4
Средний ущерб от одного пожара в складском здании, тыс. руб.	325,2	278,6	286,0	291,6	197,5

Таким образом, прямой материальный ущерб для одного пожара в производственном или складском здании колеблется в диапазоне 180÷300 тыс.руб. Согласно практике проектирования производственных объектов данная сумма существенно ниже стоимости реализации проектируемых мероприятий. Вместе с тем, нельзя не учитывать косвенный материальный ущерб, который может быть обусловлен, например, простоем предприятия и недополученной прибыли.

Указанные выше доводы следует учитывать только при условии выполнения мероприятий, которые необходимы и достаточны для обеспечения безопасности людей. При этом статистические данные позволяют критически взглянуть и на основной параметр, который учитывается при категорировании. В табл. 4 приводится анализ статистических данных о количестве пожаров по причине взрыва [4, 5], то есть именно того события, которое лежит в основе присвоения категории А и Б [2].

Таблица 4

Данные о количестве пожаров по причине взрывов

Параметр	год				
	2014	2015	2016	2017	2018
Кол-во пожаров в результате взрывов, ед.	146	77	83	63	72
Кол-во пожаров в производственных зданиях, ед.	3099	2930	2693	2786	2813
Кол-во пожаров в складских зданиях, ед.	1395	1306	1336	1427	1402
Соотношение количества пожаров от взрывов к общему кол-ву пожаров на производственных и складских объектах	0,032	0,018	0,021	0,015	0,017

Из данных табл. 5 следует, что сценарий, который моделируется при категорировании производственных и складских помещений и наружных технологических составляет всего около 1,5-3,2 % при условии, что все взрывы произошли в производственных и складских объектах, хотя это значение заведомо меньше, поскольку отдельной статистики о взрывах исключительно на производственных и складских объектах в [4, 5] не публикуется.

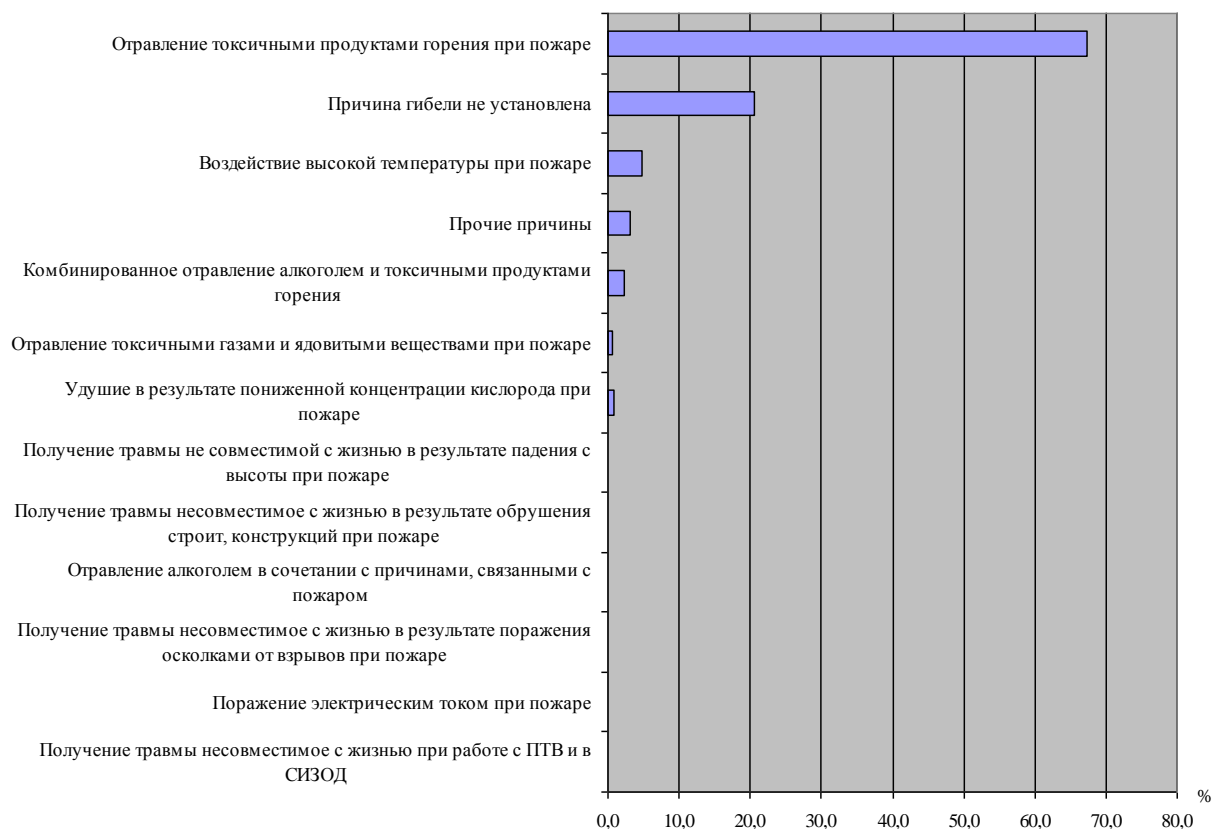
Кроме того, присвоение той или иной категории вовсе не означает, что реализация всех нормативных требований приведет к устранению опасности для человека. То есть если по расчету избыточное давление взрыва составляет более 5 кПа, то при устройстве, например, требуемых нормами автоматических систем пожаротушения данная величина не снизится. Анализ данных о количестве погибших от различных опасных факторов, в том числе воздействия избыточного давления взрыва, представлен в табл. 5.

Таблица 5

## Статистические данные о причинах гибели людей при пожарах

Причина гибели людей	Доля от общего числа погибших при пожарах, %					
	2014	2015	2016	2017	2018	среднее значение
Воздействие высокой температуры при пожаре	4,58	4,68	4,93	5	4,97	4,832
Отравление токсичными продуктами горения при пожаре	66,9	66,02	68,04	66,4	69,01	67,274
Удушье в результате пониженной концентрации кислорода при пожаре	0,79	0,99	0,83	0,81	0,57	0,798
Отравление токсичными газами и ядовитыми веществами при пожаре	0,81	0,77	0,61	0,72	0,72	0,726
Получение травмы не совместимой с жизнью в результате падения с высоты при пожаре	0,05	0,13	0,16	0,04	0,15	0,106
Получение травмы несовместимое с жизнью в результате поражения осколками от взрывов при пожаре	0,09	0,05	0,1	0,1	0,08	0,084
Получение травмы несовместимое с жизнью в результате обрушения строит, конструкций при пожаре	0,07	0,16	0,13	0,1	0,08	0,108
Получение травмы несовместимое с жизнью в результате возникновения паники людей при пожаре	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,018
Поражение электрическим током при пожаре	0	0,04	0,07	0,13	0,01	0,05
Получение травмы несовместимое с жизнью при работе с ПТВ и в СИЗОД	0	0,01	0	0	0,01	0,004
Причина гибели не установлена	21,28	20,83	19,48	20,85	20,05	20,498
Комбинированное отравление алкоголем и токсичными продуктами горения	2,64	2,59	2,33	2,41	1,64	2,322
Отравление алкоголем в сочетании с причинами, связанными с пожаром	0,08	0,12	0,14	0,1	0,11	0,11
Прочие причины	2,66	3,5	3,15	3,33	2,59	3,046

Для удобства восприятия изобразим данные о средней доле каждой из указанных причин от общего числа погибших при пожарах в виде гистограммы от наибольшего к наименьшему значению (рис. 1).



*Рис. 1. Гистограмма усредненной доли причин гибели людей при пожарах*

Из данных табл. 5 и рис. 1 можно сделать вывод, что аварийная ситуация, на основе которой производится категорирование и разработка последующих технических решений, является одним из наиболее редких событий и вносит один из наименьших вкладов в трагическую картину гибели людей при пожарах.

Проведенный анализ отчетливо свидетельствует о том, что при оценке пожарной опасности наиболее целесообразно исходить из возможных сценариев возникновения и развития аварии, а разработку средств противопожарной защиты – с учетом динамики воздействия опасных факторов пожара.

### Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ // Рос. газета. 2008. № 163; Собр. законодательства РФ. 2008. № 30 (ч. I), ст. 3579.
2. СП 12.13130. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: приказ МЧС России от 25.03.2009 № 182. М., 2009.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404. М., 2009.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: стат. сб. М., 2018. 125 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: стат. сб. М., 2019. 125 с.

**Коткова Е. А., Матвеев А. В.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

### ***Имитационное моделирование эвакуации при пожаре с использованием технологий виртуальной реальности***

Быстрый прогресс в технологии виртуальной реальности открывает новые возможности в областях, которые трудно, опасно или дорого изучать в реальном мире. Иммерсивное моделирование с использованием инструментов имитационного моделирования способствует изучению поведения индивидов в процессе эвакуации.

*Ключевые слова:* моделирование, эвакуация, поведение, виртуальная реальность, иммерсивное моделирование.

**Kotkova E. A., Matveev A. V.**  
FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg

### ***Simulation of fire evacuation using virtual reality technology***

The rapid progress in the virtual reality technology present new opportunities in areas that are difficult, dangerous or expensive to study in the real world. Immersive modeling using simulation tools, contributes to the study of the behavior of individuals in the process of evacuation.

*Keywords:* modeling, evacuation, behavior, virtual reality, immersive modeling.

Пожар и его влияние на жизнь человека остается одной из наиболее важных проблем, рассматриваемых в научной литературе в сфере безопасности. В некоторых случаях результирующие потери огромны, что приводит к серьезным последствиям для людей, имущества и окружающей среды. Особое внимание необходимо уделяется пожарам в зданиях с массовым пребыванием людей, т.к. пожары в них потенциально сопровождаются огромным социальным ущербом.

Анализ и прогнозирование реакции индивидуума при пожаре требуют использования системного подхода, рассмотрения характеристик и особенностей здания, пожара, поведения эвакуируемых. Использование передовых компьютерных технологий для изучения поведения индивидов в условиях пожара стало важной областью исследований. Эвакуируемые, оказавшиеся в чрезвычайной ситуации, по-разному реагируют на угрозу. В течение нескольких лет проводились исследования по изучению последствий поведения людей в условиях пожара [1]. Изучение реакции человека и его поведения в чрезвычайных ситуациях может быть осуществлено путем использования следующих методов:

– искусственного интеллекта, в частности искусственных нейронных сетей;

– проведения экспериментов и тренировок эвакуации при пожаре, которые могут быть как плановыми, так и внеплановыми.

Самым распространенным методом изучения реакции индивидуумов является плановый натурный эксперимент эвакуации при пожаре. Однако проведение подобных тренировок эвакуации при пожаре в реальных условиях является достаточно дорогостоящим и сложным для организации процессом. Кроме того, в целях безопасности тренировка эвакуации при пожаре обычно не может вызвать у индивидов достаточно стресса и беспокойства из-за отсутствия в реальности открытого пламени и дыма.

В данных условиях альтернативой тренировкам является иммерсивное моделирование, которое подразумевает под собой частичное или полное погружение в виртуальный мир [2, 3], с использованием инструментов имитационного моделирования (рис.), которое способствует изучению поведения индивидов в стрессовых ситуациях, а конкретнее во время чрезвычайной ситуации в процессе эвакуации.

На начальных этапах развития пожара индивиды, как правило, должны либо спастись, либо поддаваться влиянию толпы [4]. Поэтому поведение индивида в первые минуты осознания происходящего, а именно осознания возникшей угрозы их жизни и здоровью, является существенным фактором, который необходимо учитывать при эвакуации людей [5]. Это может быть определено как действия, которые предпринимают люди, основываясь на их самопонимании ситуации, их намерении действовать и соображениях, связанных с этими действиями.

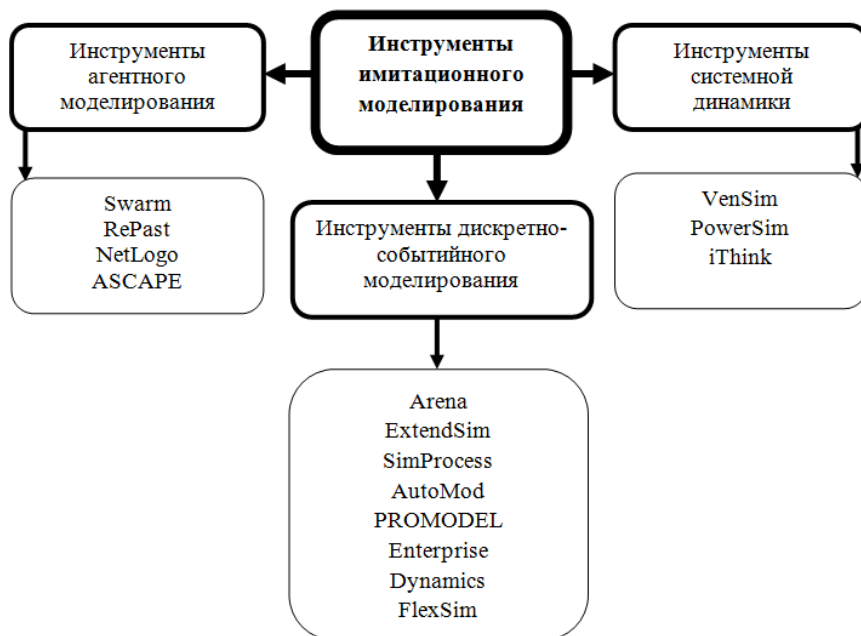


Рис. Инструменты имитационного моделирования

Анализ процесса эвакуации людей из зданий с массовым пребыванием людей показал, что существует четкая корреляция между поведенческой реакцией индивидов до начала движения в сторону эвакуационных выходов, что существенно влияет на схему эвакуации, и

большим числом смертей от пожара. Поведенческие реакции можно преобразовать во временной параметр (табл.) и использовать при моделировании процесса эвакуации людей, например из зданий с массовым пребыванием, что в свою очередь подчеркивает необходимость изучения динамики движения эвакуированных с учетом их психоэмоционального состояния.

*Таблица*

Поведенческие реакции индивида, преобразованные в следующие временные параметры

Обозначение временного параметра	Описание временного параметра
$t_1$	время, затрачиваемое на подтверждение информации о чрезвычайной ситуации
$t_2$	время, затрачиваемое на попытку предотвращения пожара самостоятельно
$t_3$	время, затрачиваемое на оповещение других индивидов
$t_4$	время, затрачиваемое на определение направления движения
$t_5$	время, затрачиваемое на ожидание помощи

За последние 30 лет были предприняты значительные исследования для лучшего понимания поведения людей в процессе эвакуации. Иммерсивное моделирование с использованием инструментов имитационного моделирования обеспечивает более жесткий контроль над окружающей средой и более высокий уровень погружения в стрессовую ситуацию, что способствует изучению поведения индивидов во время чрезвычайной ситуации в процессе эвакуации. Иммерсивное моделирование в данном исследовании предоставляет средства, с помощью которых эвакуируемые могут двигаться естественным образом во всех направлениях.

### **Литература**

1. Fahy R.F., Proulx G. Toward creating a database on delay times to start evacuation and walking speeds for use in evacuation modeling // In International Symposium on Human Behaviour in Fire. - Boston, 2001. - pp. 175–183.
2. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения // Стратегические решения и риск-менеджмент. - 2018. - № 3 (106). - С. 88-107.
3. Подкосова Я.Г., Варламов О.О., Остроух А.В., Краснянский М.Н. Анализ перспектив использования технологий виртуальной реальности в дистанционном обучении // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2011. – № 2 (33). – С. 104-111.
4. Matveev A. V. The model of the process of emergency evacuation from the building while using the self-rescue equipment in case of the fire // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – 13(15). – P. 4535-4542.
5. Pires T.T. An approach for modeling human cognitive behavior in evacuation models // Fire Safety Journal. – 2005. – № 40. – pp. 177– 189.



**Мансуров Т. Х., Беззапонная О. В., Головина Е. В., Пазникова С. Н.**  
ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург

***Испытательная установка для огневого воздействия  
на фрагменты кабельных изделий при температурном  
режиме стандартного пожара***

В статье предложена испытательная установка для проведения огневых испытаний фрагментов кабельных изделий при температурном режиме стандартного пожара по ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75). Описаны элементы установки, процессы подготовки к запуску и пуск установки в работу. Описаны результаты испытаний выхода установки на температурный режим стандартного пожара и их корреляция с температурным режимом стандартного пожара по ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75).

*Ключевые слова:* огневые испытания, кабельные изделия, огнезащитные кабельные покрытия, температурный режим стандартного пожара, испытательная установка.

***Mansurov T. Kh., Bezzapannaya O. V., Golovina E. V., Paznikova S. N.***  
*FSBEI of Higher Education Ural Institute of State Fire Service  
of EMERCOM of Russia,  
Yekaterinburg*

***Test installation for fire exposure on fragments  
of cable products at standard fire temperature***

The article proposes a test setup for conducting fire tests of fragments of cable products at the temperature regime of a standard fire in accordance with GOST 30247.0-94 (ISO 834-75). The elements of the installation, the processes of preparation for start-up and commissioning of the installation are described. The paper describes the test results of the installation at the temperature regime of a standard fire and their correlation with the temperature regime of a standard fire in accordance with GOST 30247.0-94 (ISO 834-75).

*Keywords:* fire tests, cable products, fireproof cable coatings, temperature conditions of a standard fire, test installation.

Проведение испытаний кабельных изделий (КИ), с нанесёнными на них огнезащитными кабельными покрытиями (ОКП) и оценка эффективности работы ОКП не в полной мере регламентируется нормативными документами, что затрудняет получение достоверных результатов, особенно в условиях, максимально приближенных к условиям реального пожара. С целью получения кривых нагрева КИ при воздействии стандартного режима пожара в соответствии с ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) [1], разработана испытательная установка для проведения огневых испытаний фрагментов КИ с нанесенным ОКП и без такового, описанная в [2].

Для определения значений температур внутри и на поверхности КИ использовались термопары хромель-алюмель (ТХА) типа К (длина L=500 мм, корпус из нержавеющей стали диаметром 3 мм) в количестве 4-х штук (рис. 1).



*Рис. 1. Общий вид термопары ТХА (тип К) и их размещение на кабельном изделии*

Термопары подключались к восьмиканальному измерителю-регулятору ТРМ138 марки ОВЕН (рис. 2) с возможностью передачи данных через последовательную линию связи RS-485 (протокол Modbus-RTU) на персональный компьютер в SCADA-систему SimpLight FREE 32 [3].



*Рис. 2. Измеритель-регулятор восьмиканальный ТРМ138 марки ОВЕН.  
Источник: [https://owen.ru/uploads/78/trm138\\_shh7.png](https://owen.ru/uploads/78/trm138_shh7.png)*

Обработка полученных данных и выведение показаний осуществлялась в режиме (мониторе) реального времени SCADA-системы (рис. 3).

14 Июнь 2020

22:19:23



*Рис. 3. Монитор реального времени SCADA-системы SimpLight FREE 32 отображающий числовые значения и графики изменения температур после обработки данных с термопар*

К прибору ТРМ138 также были подключены термопары платинородий-платина (ТПП) S-типа (длина  $L=225$  мм, корпус – корундовая трубка диаметром 8 мм) в количестве 2-х штук, размещенные в испытательной установке для измерения и регулирования значений температуры в соответствии с температурно-временной кривой стандартного режима пожара по [1] (рис. 4).



*Рис. 4. Общий вид термопары ТПП (тип S) и их размещение в испытательной установке*

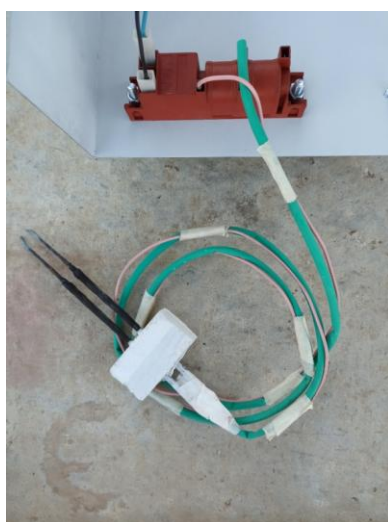
Регулирование установки производилось с помощью двух газовых редукторов БПО-5 МИНИ, размещенных на двух 50 литровых газовых баллонах, заправленных топливными сжиженными углеводородными газами марки пропан-бутан автомобильный (ПБА) по ГОСТ Р 52087-2018

[4], каждый из которых подключался к инжекционной газовой горелке (диаметр смесителя 40 мм, подающее газовое сопло диаметром 1,8 мм) [5] через газовый кран по резиновым рукавам для газовой сварки диаметром 9 мм (рис. 5).



*Рис. 5. Газовая магистраль в сборе с инжекционной газовой горелкой*

Для реализации системы воспламенения газовой смеси, поступающей в испытательную установку, использовалась система электроподжига, состоящая из генератора импульсов высокого напряжения собранного на высоковольтном трансформаторе и металлических электродов, размещенных в испытательной установке в непосредственной близости от горелочных камней инжекционных газовых горелок для инициации процесса горения горючей смеси (рис. 6).



*Рис. 6. Система воспламенения газовой смеси с использованием генератора импульсов высокого напряжения и металлических электродов, соединенных медными изолированными проводами*

Перед началом огневых испытаний выбиралось пространственное положение установки (угол от 0° до 90°). Сборка систем жизнеобеспечения испытательной установки проводилась с проверкой их работоспособности и запуском программного обеспечения для получения и обработки экспериментальных данных. В корпусе установки размещался фрагмент КИ, с предварительно закрепленными термопарами и нанесенным или без такового, огнезащитным кабельным покрытием. Места прохода КИ через монтажные отверстия установки герметизировались.

По результатам проведения испытаний была разработана методика подготовки и самого процесса запуска установки. Во время пуска испытательной установки в газовых магистралях устанавливается давление 0,02 МПа. Воздушные заслонки инжекционных газовых горелок переводятся в среднее положение (порядка 1 см от диффузора горелки). Подается напряжение питания сети (220 В) на генератор импульсов высокого напряжения и запускается секундомер отсчета времени испытания. После воспламенения горючей смеси, при отсутствии посторонних звуков (хлопков, прострелов пламени в горелку, свистов и т.д.), воздушные заслонки инжекционных газовых горелок переводятся в полностью открытое состояние, отключается система электроподжига.

Регулируя давление газа в газовой магистрали в широких пределах (от 0,02 МПа до 0,2 МПа), добивались устойчивого горения газовой смеси и получения температуры в установке в соответствии с температурно-временной кривой стандартного режима пожара по [1], наблюдая за показаниями прибора на передней панели установки.

По окончании эксперимента, после затухания горения в установке, производилось отключение систем жизнеобеспечения установки и сети 220 В.

Температурный режим стандартного пожара по [1] и результаты серии испытаний (объем выборки n=4) по выведению испытательной установки на режим стандартного пожара приведены в табл. 1.

*Таблица 1*

Температурные режимы стандартного пожара по [1] и испытательной установки по результатам серии испытаний

Температурный режим	Значение температуры на момент времени, °С									
	0 мин	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	30 мин
ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75)	20,0	349,2	444,5	502,3	543,9	576,4	678,4	738,6	781,4	841,8
Испытательная установка	20,5	304,7	485,5	533,8	556,4	564,2	676,8	742,3	788,8	843,0

При проведении статистической обработки полученных экспериментальных данных установлено, что кривая температурного режима испытательной установки может удовлетворительно описываться логарифмической функцией с коэффициентом достоверности



аппроксимации  $R^2=0,994$  (рис. 7). Температурный режим стандартного пожара в испытательной установке не превышал допустимых значений, указанных в [1].

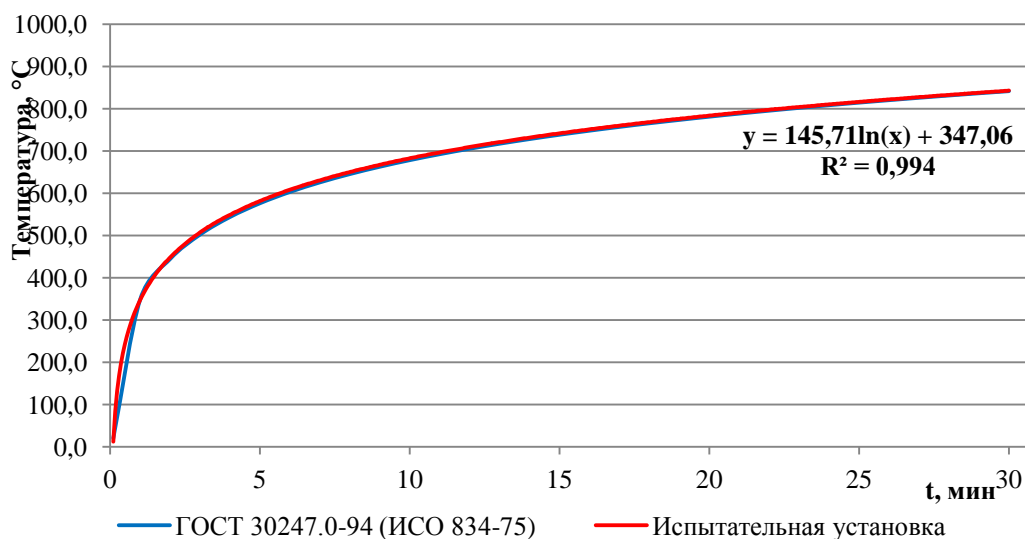


Рис. 7. Температурно-временные кривые стандартного режима пожара по [1] и режима пожара, полученного в испытательной установке

Таким образом, в ходе проведённых экспериментов было установлено, что разработанная испытательная установка для проведения огневых испытаний фрагментов КИ позволяет добиться температурного режима, близкого к температурному режиму стандартного пожара по [1]. Создавая условия, приближенные к условиям, возникающим на реальных пожарах, предложенная испытательная установка позволит получать достоверные экспериментальные данные температурного воздействия пожара на фрагменты КИ, как с огнезащитным кабельным покрытием, так и без такового и использовать результаты испытаний при разработке критериев оценки термостойкости огнезащитных кабельных покрытий. Описанная установка обеспечивает решение широкого спектра задач исследований, а также создает альтернативу имеющимся видам установок, используемым для определения работоспособности КИ в условиях пожара и огнезащитной эффективности огнезащитных кабельных покрытий.

#### Литература

1. ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
2. Мансуров Т. Х., Беззапонная О.В., Головина Е.В. Исследование огнезащитных кабельных покрытий методами термического анализа и огневых испытаний // Техносферная безопасность. 2020. № 1 (26). С. 62–70.
3. Программное обеспечение для построения систем управления и диспетчеризации различных объектов. ООО «Симп Лайт». URL: [www.simplight.ru/download/](http://www.simplight.ru/download/)
4. ГОСТ Р 52087-2018 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия.
5. Гусовский В.Л., Лифшиц А.Е., Тымчак В.М. Сожигательные устройства нагревательных и термических печей. Справочник. М., Металлургия. 1981. 272 с.

**Масалева М. В.**

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России,  
Железногорск*

***Применение метода стресс-тестирования при планировании  
расходов региональных подразделений федеральной  
противопожарной службы***

Рассмотрен сценарного многофакторного стресс-тестирования прогнозной потребности региональной противопожарной системы ФПС при планировании расходов для проведения государственных закупок региональными подразделениями федеральной противопожарной службы (на примере Красноярского края) в условиях ограниченных бюджетных ресурсах.

*Ключевые слова:* материально-технические ресурсы, методы планирования, стресс-тестирование, моделирование, государственные закупки.

**Masaleva M. V.**

*FSBEI of Higher Education Siberian Fire Redscue  
Academy of the Russian emergencies,  
Zheleznogorsk*

***Applying the stress testing method when planning expenses  
of regional divisions of the Federal fire service***

The scenario of multi-factor stress testing of the forecast demand of the regional fire protection system of the FPS when planning expenditures for public procurement by regional divisions of the Federal fire service (for example, the Krasnoyarsk territory) in conditions of limited budget resources is considered.

*Keywords:* material and technical resources, planning methods, stress testing, modeling, public procurement.

Снижение риска возникновения пожаров, риска гибели людей и стоимости ущерба от пожаров зависит от эффективности работы подразделений Федеральной противопожарной службы России.

Методы максимизации эффективности деятельности подразделений Федеральной противопожарной службы России при ограниченных бюджетных ресурсах, которые находятся в прямой зависимости от качества планирования восполнениякупаемых за бюджетные средства материальных и иных ресурсов [1,2,3].

На примере данных по Красноярскому краю проведен анализ большого эмпирического материала в виде массива показателей математического моделирования с применением инструментария пакета прикладных программ Statistica, спроектированы одно- и многофакторные модели прогнозирования потребности в ресурсах для обеспечения деятельности региональной противопожарной системы, которые могут служить информационной базой для повышения качества управленческих

решений в сфере госзакупок на уровне региональной противопожарной системы (макроуровень).

В результате анализа административных данных [3] в разрезе 14 отрядов ФПС Красноярского края, характеризующие ряд базовых показателей – численность персонала, количество автомобилей, объем затрат, ряд метрик контрольно-проверочной работы, обстановку с пожарами было выделено всего 14 показателей.

Учитывая характер и тесноту статистической связи, для анализа были отобраны две переменные, которые максимально приближенно описывают объем закупок ресурсов в ФПС:

- размер расходов на территориальную единицу региональной подсистемы ФПС (отдельный отряд);
- прямые средние расходы на 1 пожар (включающие расходы на ГСМ и содержание техники).

Факторный анализ вышеперечисленных переменных позволил выделить направления (сферы) возникновения причинно-следственных взаимосвязей между зависимыми переменными и триггерами с применением аппарата корреляционно-регрессионного анализа. В первую очередь, нас интересовало проектирование многофакторных регрессионных моделей, отвечающих следующим требованиям:

- базирование моделей на данные открытого доступа, использованных в исследовании;
- высокое качество (эффективность и устойчивость) спецификаций моделей по базовым статистическим критериям;
- максимально возможный охват набором факторов сфер (групп) триггеров, что позволит проводить сравнительный анализ интенсивности влияния отдельных направлений возникновения факторов на зависимые переменные;
- простота и очевидность каузально-экономической интерпретации моделей, объясняющих влияние различных триггеров на поведение объемов расходов территориальных единиц ФПС;
- возможность потенциальной актуализации на основании новых данных.

В результате эконометрической обработки массива данных, была разработана трехфакторную модель, которая может быть представлена в следующем виде:

$$TE_{xp} = 12424 + 414 \times Q_{pl} + 12950 \times N_{pc} - 138 \times Q_k \quad (1),$$

где  $Q_{pl}$  – численность персонала;

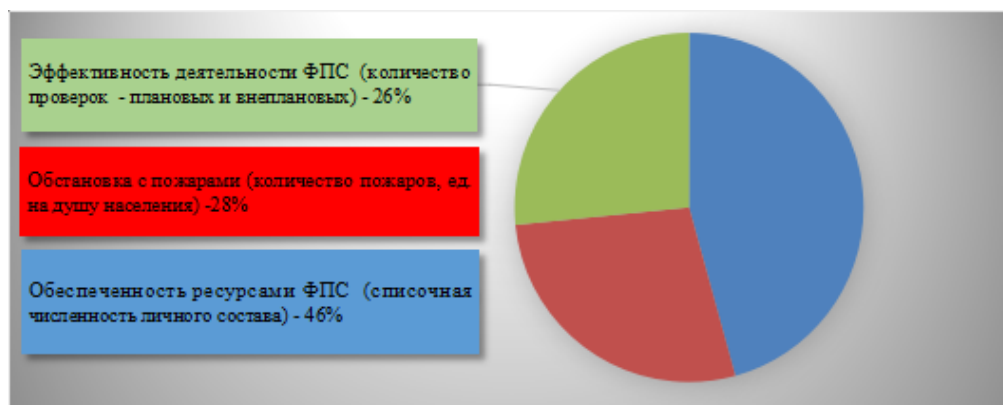
$N_{pc}$  - количество пожаров на душу населения;

$Q_k$  – количество проверок (плановых и внеплановых).

Анализ модели (1) показывает, что определяющее влияние на формирование расходов ФПС оказывает численность персонала, что вызвано высокой долей заработной платы в затратах на содержание ФПС. Расходы на заработную плату не являются предметом данного исследования, однако не могут быть исключены из анализа, поскольку исходные данные, предоставленные для исследования, включают расходы



на оплату труда. Соотношение влияния отдельных сфер возникновения триггеров на зависимую переменную можно представить в графическом виде (рис. 1):



*Рис. 1. Соотношение силы влияния отдельных сфер возникновения триггеров на объем расходов территориальной единицы ФПС*

Модель (1) может использоваться для анализа расходов ФПС в случаях, когда исследователя интересует влияние именно тех групп факторов, которые вошли в модель (1). Модель объясняет 82% причин вариации зависимой.

На основании предложенной модели (1) возможно моделирование ситуаций поведения расходов, в зависимости от изменения триггеров согласно условиям различных сценариев. Например, можно предположить, что условия сценария подразумевают 10% прироста численности личного состава отрядов ФПС, 25% прироста количества пожаров на душу населения и 15% прирост количества проводимых плановых и внеплановых проверок. В результате, лицо, принимающее решение, интересуется конкретный практический вопрос – «насколько изменятся расходы в разрезе территориальных органов ФПС и насколько соответственно изменится потребность в закупке ресурсов, необходимых для покрытия данных расходов?»

На основании проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что метод сценарного многофакторного стресс-тестирования прогнозной потребности региональной противопожарной системы ФПС, может использоваться на всех уровнях управления для задач методического и информационного обеспечения восполнения материально-технических ресурсов в рамках проведения государственных закупок.

### **Литература**

1. Сатин А. П., Масалева М. В. Симаков В. В. Некоторые особенности пополнения ресурсной базы подразделений федеральной противопожарной службы. Академия ГПС МЧС. России // Технологии техносферной безопасности. 2015. Вып. 5 (63). URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2016-4/25-04-16.ttb.pdf>.

2. Масалева М. В. Технологии поддержки управленческого решения по восполнению ресурсов // Технологии техносферной безопасности. 2016. Вып. 4 (68). URL: <http://www.mfua.ru/about-the-university/science-policy/bulletin-of-the-mfua/63861.pdf>.

3. Агентство государственного заказа Красноярского края. Статистические материалы. URL: <http://www.zakupki.krskstate.ru/DefaultKrs.aspx>.

4. Прогноз обстановки с пожарами в Российской Федерации на 2018 год, анализ обстановки с пожарами, предложения по улучшению обстановки с пожарами в Российской Федерации. Информационно-аналитический материал отдела «Пожарной статистики» ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Балашиха, 2018. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/prognoz-obstanovki-s>.

УДК 614.844.2

*mezhenov2016@mail.ru*

***Меженев В. А., Ольховский И. А.***  
*ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,*  
*Москва*

### ***Многофункциональное средство пожаротушения с автономно-адаптивной системой управления***

В статье рассмотрена система противопожарной защиты объекта в виде роботизированных пожарных лафетных стволов, ее преимущества и недостатки. Предложено многофункциональное средство пожаротушения с автономно-адаптивной системой управления при тушении пожара. Поставлены научные задачи для реализации данного концептуального решения, обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.

*Ключевые слова:* прибор подачи огнетушащих веществ, автономно-адаптивная система, универсальный насадок, струи огнетушащего вещества.

***Mezhenov V. A., Olkhovskiy I. A.***  
*FSBEI HE Academy of the State Fire Service*  
*of the Ministry of Emergency Situations of Russia,*  
*Moscow*

### ***Multifunctional fire extinguishing system with autonomous adaptive control system***

In the article, the system of fire protection of the object in the form of robotic fire nozzles, advantages and disadvantages are considered. A multifunctional fire extinguishing tool with an autonomous adaptive control system for fire extinguishing is proposed. Scientific tasks are set for the implementation of this conceptual solution to ensure fire safety of the object of protection.

*Keywords:* fire extinguishing agent supply device, autonomous adaptive system, universal nozzle, fire extinguishing agent jets.

В последние годы в Российской Федерации ведется экономическая политика, которая требует фундаментального развития разных отраслей промышленности. Происходит уход от экономической системы основанной на экспорте сырьевой продукции. Вследствие чего, высокими

темпами развиваются различные объекты экономики, на которых требуется обеспечение пожарной безопасности, а именно тушение пожаров, при возможном их возникновении. Для обеспечения тушения пожаров применяются разные системы противопожарной защиты, одной из которых являются роботизированные пожарные лафетные стволы (РП-ЛС).

РП-ЛС кроме всех преимуществ, таких как автоматизация тушения пожара, обеспечения более высоких показателей расходов огнетушащих веществ (ОТВ), чем у автоматических установок пожаротушения (АУПТ), взрывозащищенности, обеспечения безопасности участников тушения пожара, имеет также недостатки. РП-ЛС не имеют возможности приспособления к изменению обстановки на пожаре, подавая струи ОТВ по запрограммированной траектории, не учитывают пространственное расположение преград на объекте защиты. Также у РП-ЛС отсутствует адаптация к изменяемой обстановке на пожаре (увеличение площади пожара, розлив и воспламенение горючих веществ, нагрев строительных конструкций). Данные условия могут не только не обеспечивать тушение, но и иной раз усугубить обстановку на пожаре, к примеру напор струй ОТВ может разрушить или перевернуть технологические установки с легковоспламеняющимися или горючими жидкостями (ЛВЖ или ГЖ). После разлива и воспламенения ЛВЖ и ГЖ, РП-ЛС продолжает подачу ОТВ в автоматизированном режиме, не адаптируясь к уже измененной обстановке на пожаре.

Для решения данной проблемы предлагается на основе РП-ЛС разработать многофункциональное средство пожаротушения (МСП). Разрабатываемое МСП будет состоять из прибора подачи ОТВ, который реагирует на сигналы пожарных извещателей автоматической пожарной сигнализации. Посредством установления на приборе подачи устройств инфракрасного излучения и дальномеров будет оцениваться обстановка на пожаре (площадь горения, очаг пожара и т.п.), далее приводы управления элементами МСП будут настраивать положения исполнительных органов подачи ОТВ, формируя требуемые струи орошения с нормативной интенсивностью. Принцип работы МСП представлен на рис. 1.

Учитывая требования нормативно-правовых актов [1], на объектах защиты, для обеспечения тушения пожара требуется пересечение струй ОТВ двух РП-ЛС. После обнаружения пожара, двумя ближайшими РП-ЛС в предполагаемом секторе, где происходит горение, осуществляется поиск очага пожара и оценка обстановки, посредством, установленных на РП-ЛС устройств инфракрасного излучения и дальномеров. С учетом уточненной обстановки передается команда для позиционирования РП-ЛС в защищаемом секторе, где происходит горение и подача огнетушащего вещества с требуемой для эффективного тушения пожара интенсивностью орошения. Интенсивность регулируется автоматически исходя из площади пожара и горючей нагрузки, показатели которой прописываются в алгоритме применения средства при пуско-наладочных работах.

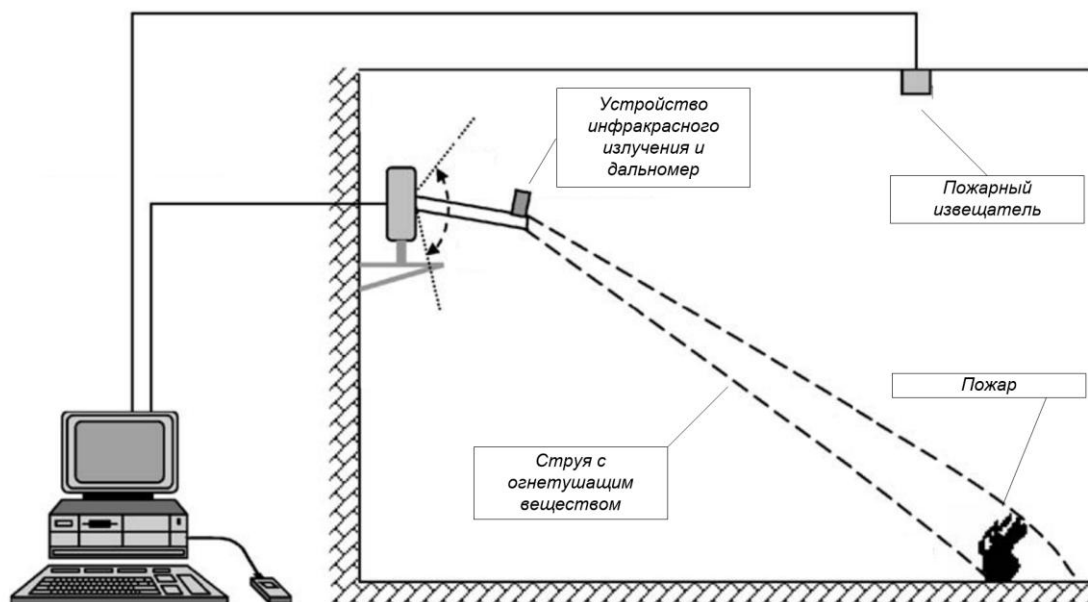


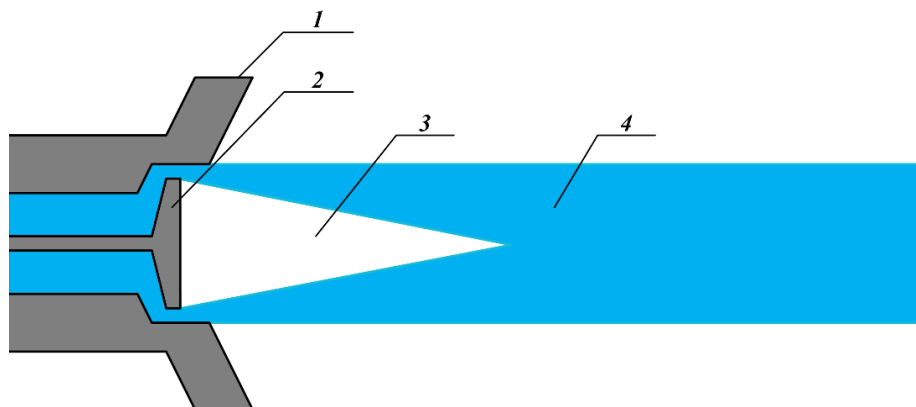
Рис. 1. Принципиальная схема работы МСП

Для создания алгоритма применения прибора подачи ОТВ, и интегрирование приборов инфракрасного излучения и дальномеров во всю систему управления потребуется создание программно-аппаратного комплекса автономно-адаптивного управления. На сегодняшний день это востребованная задача, а самое главное, что она выполнимая.

Для образования огнетушащих струй с требуемой интенсивностью орошения для тушения или охлаждения необходимо изучить и обосновать процесс движения и выхода огнетушащих веществ из универсального насадка, который устанавливается на современных приборах подачи ОТВ, в том числе РП-ЛС.

Из универсального насадка ОТВ выходит с одинаковой скоростью на всех участках разреза струи. В сплошной струе, выходящей из конусного насадка, скорость потока имеет значительно большие показатели в центре поперечного сечения, чем по краям. [2] Требуется детальное изучение турбулентных режимов истечения жидкости из универсального насадка.

Сплошная струя сформированная универсальным насадком имеет одинаковую скорость в разрезе, она получается тугей и стабильней, по дальности данная сплошная струя превосходит струю, получаемую из конусного насадка. [3] При этом данная струя состоит не из сплошного, близкого к ламинарному, потока жидкости, а из капельных масс, вследствие чего данные массы намного лучше поглощают тепловую энергию из-за многократно увеличившейся площади контактной поверхности. (Рис. 2),



*Рис. 2. Схема формирования струи ОТВ на выходе из универсального насадка:  
1 – насадок; 2 – дефлектор; 3 – зона разряжения;  
4 – капельная струя ОТВ*

Вакуум, создаваемый внутри прямой распыляющей струи, фокусирует струю к центру после прохождения небольшого расстояния от насадка и равномерно заполняет весь внутренний объем капельной массой.

Требуются исследования движения жидкостей в универсальных насадках пожарных стволов. Определение коэффициентов местного сопротивления, коэффициентов сжатия струи обеспечит теоретическое обоснование научных формул движения жидкостей в универсальных насадках и позволят получить тактико-технические показатели современных видов приборов подачи ОТВ.

Полученные показатели будут учитываться автономно-адаптивной системой управления МСП. Система управления будет передавать необходимые команды исполнительным элементам РП-ЛС, с помощью которых будет осуществляться тушение пожара с требуемой интенсивностью орошения по траектории, учитывающей баллистику струи.

### **Литература**

1. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

2. Истечение огнетушащих веществ и образование струй из ствольной техники с универсальным насадком / Меженков В.А., Ольховский И.А. // Материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности - 2020» – М: Академия ГПС МЧС России, 2020

3. Способ определения кратности пены при подаче из воздушно-пенных и лафетных стволов с пенными насадками / Ольховский И.А., Фещенко А.Н., Меженков В.А., Скворцов С.С. / Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 4. С. 57-61.

**Меженов В. А., Халиков Р. В., Ольховский И. А., Ливенцов Е. Г.**  
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,  
Москва

***Тушение пожаров в ангарных комплексах аэропортов  
роботизированной ствольной техникой с применением  
вероятностной модели горения в замкнутом объеме***

В статье рассмотрены аспекты пожаротушения ангарных комплексов для технического обслуживания самолетов, на примере аэропорта Платов, г. Ростов-на-Дону. Предложена технология применения роботизированной ствольной техники с алгоритмом, использующим вероятностную модель горения в замкнутом объеме.

*Ключевые слова:* ствольная техника, вероятностная модель, аэропорт, замкнутый объем.

**Mezhenov V. A., Khalikov R. V., Olkhovskiy I. A., Liventsov E. G.**  
FSBEI HE Academy of the State Fire Service  
of the Ministry of Emergency Situations of Russia,  
Moscow

***Firefighting in hangar complexes, airports conventional robotic  
equipment with the use of probabilistic models of combustion  
in a closed volume***

The article considers aspects of fire extinguishing of hangar complexes for aircraft maintenance, using the example of Platov airport, Rostov-on-don. The proposed technology application of robotic techniques with conventional algorithm that uses a probabilistic model of combustion in a closed space.

*Keywords:* receiver technology, a probabilistic model airport, a closed volume.

Российской Федерации – страна, в которой регионы расположены на дальних расстояниях, измеряемых тысячами километров. Экономическое взаимодействие всей страны, требует применение авиационной техники, которая в свою очередь требует технического обслуживания. При техническом обслуживании самолетов, проведение каких-либо газосварочных и иных работ повышаются риски возникновения пожара. При возможном возникновении пожара в ангаре по техническому обслуживанию самолетов аэропорта Платов (Рис. 1), горение будет происходить в замкнутом пространстве.

На сегодняшний день, существуют нормативные требования по применению роботизированной ствольной техники для тушения пожаров на объектах защиты [1,2]. Но данные требования описывают применения ствольной техники, как общей составляющей тушения, то есть при проектировании и пуско-наладочных работах, для роботизированных стволов закладывается расход огнетушащих веществ (ОТВ) для тушения по всей площади, что приводит к излишним проливам. Роботизированные

стволы работают по запрограммированному алгоритму, не осуществляют поиск очага, места наиболее интенсивного горения и не регулируют количество ОТВ, требуемых именно для происходящего пожара.

Для определения количества ОТВ можно применить вероятностную модель горения в замкнутом объеме. Данная модель основана на многофакторном представлении горения веществ в газовой фазе для загнутых объемов [5,6], где применяется разветвленно-цепная модель горения и теплотехническая модель пожара в объеме помещения [7-9]. Применительно к тушению пожаров в ангарных комплексах аэропортов можно записать, что в зоне расположения устройств, подлежащих защите для тушения пожара с вероятностью 90 % за нормативное время тушения необходимо будет создавать следующий суммарный расход:

$$\frac{d(V)}{d(t)} = \frac{d \left( \begin{array}{l} G_B X_{1B} dt + G_B X_{2B} dt - G_r X_1 n_1 dt - \\ G_r X_2 n_2 dt - L_1 \psi \eta dt + L_2 \psi \eta dt \end{array} \right)}{dt_{\text{норм}}}$$

где  $d(V)$  – суммарный объем огнетушащего вещества, поступившего в объем помещения;  $d(t)$  – время теоретическое тушения;  $t_{\text{норм}}$  – нормативное время тушения;  $G_B X_{1B} dt$  – количество кислорода в воздухе, поступающее в замкнутый объем со свежим воздухом;  $G_B X_{2B} dt$  – количество продуктов горения, поступающее в замкнутый объем со свежим воздухом;  $G_r X_1 n_1 dt$  – количество кислорода, выходящее наружу с газами;  $G_r X_2 n_2 dt$  – количество продуктов горения в выходящих наружу с газами;  $L_1 \psi \eta dt$  – количество кислорода, поступающее в зону горения;  $L_2 \psi \eta dt$  – продукты горения, образующиеся при горении.

Таким образом, применяя данную модель с учетом характеристик ангарных комплексах аэропортов можно определить минимально необходимые параметры подачи огнетушащих веществ в зону горения для наиболее эффективного тушения пожара.

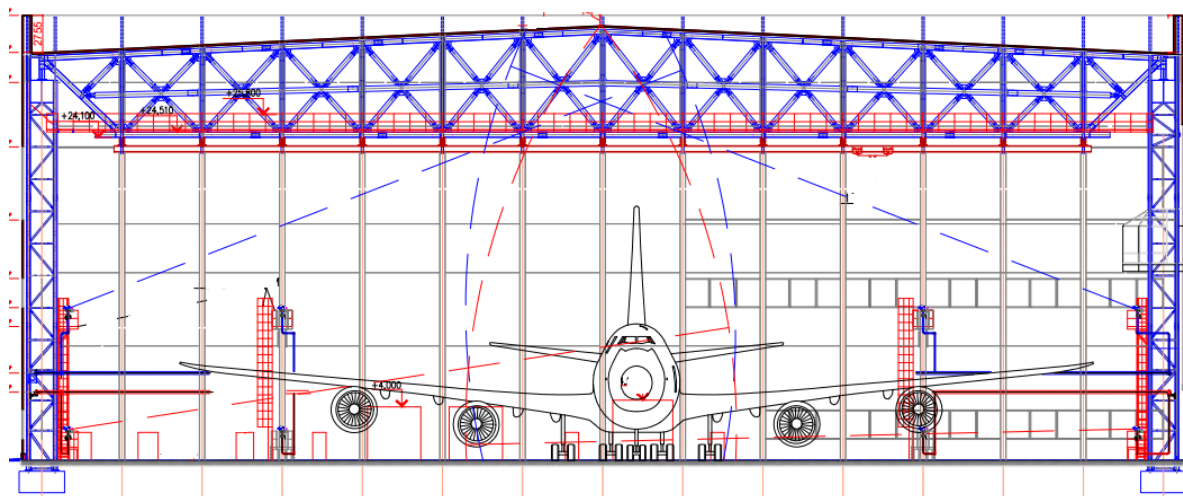


Рис. 1. Ангар для технического обслуживания аэропорта Платов,  
г. Ростов-на-Дону

Для совместного применения роботизированной ствольной техники и вероятностной модели горения в замкнутом объеме предварительно требуется разделить ангар на зоны, при нахождении там самолета (зона нахождения двигателя, крыла, фюзеляжа и т.д.). Из-за того, что в разных зонах будет разное по интенсивности горение, по вероятностной модели горения в замкнутом объеме будет определено именно то количество ОТВ, которое потребуется для тушения пожара. Все разделенные зоны и требуемое количество ОТВ для подачи будет занесены в общий запрограммированный алгоритм управления роботизированным стволом. Место горения, зона в которой находится пожар, будет определен пожарным извещателем.

Подача необходимого количества ОТВ в те или иные зоны, а также дисперсность струи ОТВ будет регулировать универсальным насадком роботизированного лафетного ствола. Данные регулировки могут происходить путем изменения положения дефлектора и бампера универсального насадка. Данные положения влияют на истечение жидкости, её дисперсность и движение в пространстве после выхода из универсального насадка [3]. Кроме этого, потребуется применение воздушно-пенных насадков стволов, геометрические показатели которых также требуется обосновать, для образования воздушно-механической пены требуемой кратности.[4]

Для решения вышеуказанных задач истечения ОТВ из универсального и воздушно-пенного насадка требуется применение системы дифференциальных уравнений Навье-Стокса в частных производных, описывающая движение вязкой ньютоновской жидкости.

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = -(\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{u} + \vec{F}$$

где:

$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t}$  – изменения скорости жидкости в точке;  $(\vec{u} \cdot \nabla) \vec{u}$  – перемещение жидкости в пространстве;  $\frac{1}{\rho} \nabla p$  – давление, оказываемое на частицу (здесь  $\rho$  — коэффициент плотности жидкости);  $\nu \nabla^2 \vec{u}$  – вязкость среды ( $\nu$  – коэффициент вязкости);  $\vec{F}$  – внешние силы, воздействующие на жидкость.

Все вышеуказанные показатели, закладываются в один алгоритм применения роботизированной ствольной техники. Применение данного алгоритма позволит в разы увеличить качество тушения пожара и исключит излишние проливы ОТВ. Кроме этого, так как основными силами и средствами тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории аэропорта Платов являются подразделения пожарной охраны города Ростов-на-Дону, применение данного алгоритма работы ствольной роботизированной техники позволит улучшить взаимодействие службы безопасности аэропорта и городских пожарно-спасательных формирований.



## Литература

1. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования
2. ГОСТ Р 53326-2009 Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний
3. Истечение огнетушащих веществ и образование струй из ствольной техники с универсальным насадком / Меженев В.А., Ольховский И.А. // Материалы IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности - 2020» – М: Академия ГПС МЧС России, 2020
4. Ольховский И.А., Фещенко А.Н., Меженев В.А., Скворцов С.С. Способ определения кратности пены при подаче из воздушно-пенных и лафетных стволов с пенными насадками // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. – № 4 – 2019 – С. 57-61.
5. В.В. Роевко, Р.В. Халиков Пожаровзрывобезопасность замкнутых пространств объектов газокomppressorных станций. [Электронный ресурс] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 1. С. 30-35. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42722653> (дата обращения 04.05.2020)
6. Халиков Р.В. Применение теоремы Байеса для моделирования процесса объемного пожаротушения объектов газокomppressorных станций / Р.В. Халиков // Материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых ученых «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы», г. Беларусь, 2020 С. 289-291.
7. В.В. Азатян, И.А. Болодьян., В.Ю. Навценья, Ю.Н. Шебеко., А.Ю. Шебеко Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разгах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 01.06.2020)
8. Кошмаров, Юрий Антонович. Теплотехника: учебник для высших образовательных учреждений МЧС России / Ю. А. Кошмаров; М-во Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Акад. Гос. противопожарной службы. - Москва: Академкнига, 2006. - 501 с.
9. Guan H.Y., Kwok K.Y. Computational fluid dynamics in fire engineering: theory, modelling and practice. Oxford: Butterworth-Heinemann, Elsevier Science and Technology, 2009. 560 p.

**Некрасов А. С., Крылов Д. А.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

### **Способ и установка определения коэффициента теплопроводности строительных материалов**

Рассмотрены основные проблемы известных способов измерения теплопроводности строительных материалов. Предложены способ и конструкция установки для измерения теплопроводности строительных материалов нестационарным методом. Представлены экспериментальные данные, свидетельствующие о работоспособности способа.

*Ключевые слова:* коэффициент теплопроводности, строительный материал, температура, термопара, теплоизоляция, тепловой поток.

**Nekrasov A. S., Krylov D. A.**  
FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg

### **Building materials thermal conductivity measuring method and installation**

We showed main problems of known methods of building materials thermal conductivity measuring. We proposed method and design of the installation for building materials thermal conductivity measuring by the regular mode method. There are experimental data in the article, which shows that method does work.

*Keywords:* thermal conductivity coefficient, building material, regular mode, temperature, thermocouple, thermal insulation, heat flow.

В целях предотвращения распространения пожаров, обеспечения проведения аварийно-спасательных работ конструктивные элементы зданий и сооружений должны отвечать установленным требованиям пожарной безопасности. Определение теплопроводности строительных материалов является одной из главных задач при выполнении теплотехнических расчетов ограждающих и противопожарных конструкций в области строительства жилых, технических и других зданий и сооружений. В научно-технических источниках широко и подробно представлены способы определения теплофизических свойств материалов [1-4].

Известны различные способы оценки теплопроводности материалов, основанные на измерении теплового потока и разности температур. При измерении коэффициента теплопроводности используют, в основном, различные варианты реализации закона Фурье, например, метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме [5].

Недостатком данного способа является необходимость достижения стационарного теплового режима в образце, что сужает область применения способа.

Известен способ измерения коэффициента теплопроводности [6], позволяющий определять теплопроводность образца, опираясь на измерения скорости изменения температур на двух поверхностях образца, температуры поверхностей образца, геометрические размеры и теплоемкость образца.

Недостатком известного способа является необходимость предварительных измерений теплоемкости образца и фиксирование изменения температуры во времени.

Одним из наиболее интересных является способ измерения теплопроводности и теплового сопротивления строительной конструкции [7] согласно которому на сторонах строительной конструкции толщиной  $h$  устанавливают теплоизолированные нагревательные элементы, с помощью которых при использовании нагревательных узлов и систем термостабилизации стороны конструкции термостатируют при температурах  $T_1$  и  $T_2$ , а теплопроводность конструкции определяют на основании показаний датчиков теплового потока  $q_1$  и  $q_2$  по расчетной формуле.

Недостатком этого способа является необходимость использования громоздкого оборудования для термостатирования поверхностей, использование дополнительных средств измерения в виде датчиков теплового потока, длительное время, необходимое для измерений, связанное с большой массой и толщиной ограждающих конструкций.

Техническая проблема заключается в необходимости создания способа измерения теплопроводности, который был бы лишен недостатков аналогов, известных на настоящий момент из уровня техники, а именно обеспечивающего высокую скорость измерений и простоту проведения эксперимента.

На основании вышеизложенного нами предложен способ измерения теплопроводности ( $\lambda$ ) строительных материалов. Его достоинством является то, что теплопроводность исследуемого материала определяют до наступления стационарного теплового режима в образце. Технический результат, который достигается при использовании этого способа, состоит в упрощении процедуры проведения эксперимента, сокращении времени подготовки к нему и ускорении получения результатов измерений.

В основе способа измерения теплопроводности лежит метод, основанный на определении зависимости скорости изменения температуры в различных точках исследуемого тела от теплового потока. Этот метод является одним из нестационарных методов исследования. Он позволяет исследовать теплофизические характеристики объекта в процессе нагревания и остывания. При этом интерес представляет не стационарный тепловой поток и температурное поле, а температурное поле в момент достижения волной теплового возмущения необогреваемой поверхности аналогично регулярному режиму [8].

Для определения коэффициента теплопроводности из исследуемого материала изготавливают цилиндрический образец длиной не менее пяти диаметров. По оси образца устанавливают линейный электрический нагревательный элемент из нихрома. По центру длины на расстояниях  $r_1$  и  $r_2$  от оси цилиндра монтируют термопары для измерения температуры

материала в точках установки. Измеряют фактическое расстояние  $r_1$  и  $r_2$  от оси до точек установки термопар. Торцы цилиндра тщательно теплоизолируют для минимизации тепловых потерь в осевом направлении. Нагреватель подключают к источнику электрического тока с возможностью определения мощности электрического тока. Термопары подключают к милливольтметру. В момент начала эксперимента на источнике электрического тока устанавливают постоянную мощность и начинают контролировать значения температур  $t_1$  и  $t_2$ . В момент времени, когда температура  $t_2$  начинает изменяться, фиксируют значения температур  $t_1$  и  $t_2$ . Далее осуществляют определение теплопроводности  $\lambda$  материала образца по формуле (1).

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln \left( \frac{r_2}{r_1} \right)}{4\pi l (t_1 - t_2)}, \quad (1)$$

Для проверки заявленного способа была собрана установка, представленная на рис. Она включает три однотипных образца 1 из различных материалов (бетон, гипс, газобетон), каждый из которых имеет форму цилиндра с теплоизолированными торцами 4, установленный внутри образца электрический нагреватель 2 и две термопары 3, источник электрического тока с возможностью определения его мощности 5, подключенный к нагревателю, и милливольтметр 6, подключенный к термопарам.

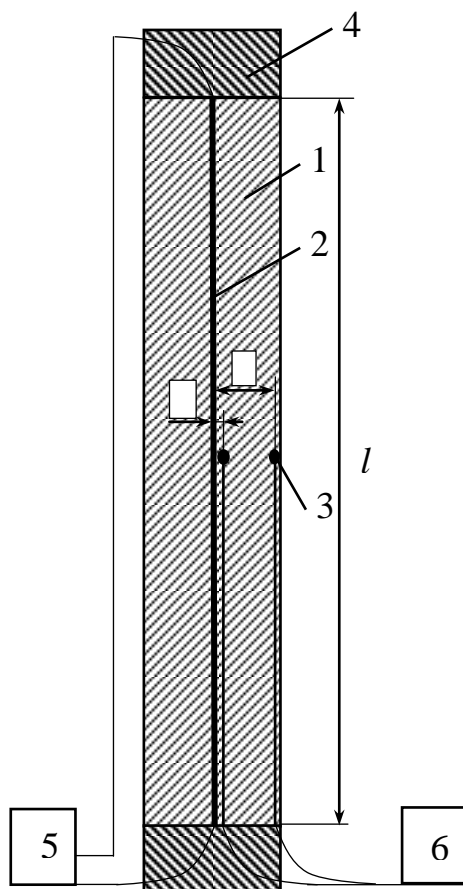


Рис. 1. Схема установки для определения теплопроводности строительных материалов: 1 – исследуемый образец; 2 – электрический нагреватель; 3 – термопара; 4 – теплоизоляция; 5 – источник электрического тока; 6 – милливольтметр

На установке проведена серия экспериментов с каждым из образцов, включающая не менее трех опытов не менее чем при трех значениях различных мощностей электрического нагревателя. В начале эксперимента на лабораторном источнике напряжения выставлялась заданная мощность, и отслеживались температуры термопар. В момент времени, когда показания термопары, установленной у поверхности образца, начинали изменяться, фиксировали показания термопар и мощность нагревателя. Эксперимент с данным образцом на данной мощности повторялся еще не менее двух раз, результаты осредняли. Процедуру повторяли при двух других мощностях электрического нагревателя. Аналогичные эксперименты выполнены с другими образцами. Также определяли время от начала эксперимента до фиксации показаний термопар.

Экспериментальные данные, приведенные в таблице, указывают на то, что теплопроводность  $\lambda$ , определенная с помощью предложенного способа по формуле (1), соответствует значениям теплопроводности, полученным в соответствии со стандартной методикой [1] с погрешностью не более 7,2 %.

Таблица

Экспериментальные данные

№	Материал	Экспериментальное значение теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Значение теплопроводности $\lambda$ по [1], Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Отклонение, %
1	Гипс	0,350	0,370	4,8
2	Газобетон	0,118	0,110	7,2
3	Бетон песчаный	1,294	1,230	5,2

Таким образом, предложенный способ и установка для измерения теплопроводности строительных материалов позволяет упростить процедуру проведения эксперимента, сократить время подготовки к нему и ускорить получение результатов измерений. Этот способ проверен на практике и показывает удовлетворительные результаты по точности измерений. Предложенный способ целесообразно развивать в связи с тем, что он экономически эффективнее существующих и позволяет избежать ряда недостатков, которые присущи известным способам.

#### Литература

1. Крафтмахер, Я.А. Модуляционный метод измерения теплоемкости // Прикладная механика и техническая физика. №5. - 1962. - с. 176-180.
2. Походун А.И., Шарков А.В. Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин. - СПб: ИТМО. - 2006. - 86 с.
3. Фокин В.М., Чернышев В.Н. Неразрушающий контроль теплофизических характеристик строительных материалов. М.: Машиностроение-1. - 2004. - 212 с.
4. Kumada T., Kobayasi K. Device and method of measuring thermophysical properties by stepwise heating // Nucl. Sci. Techn. -1975.- Vol. 12. - p. 154-160.
5. ГОСТ 7076-99 Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Введ. 01.04.2000. М., 2000.

6. Патент SU 1 165 958 A1 Способ измерения коэффициента теплопроводности, опублик. 07.07.1985.

7. Патент RU 2 527 128 C2 Способ измерения теплопроводности и теплового сопротивления строительной конструкции, опублик. 27.08.2014.

8. Кондратьев Г.М. Регулярный тепловой режим. М., 1954. 408 с.

УДК 614.841

Jouker2005@yandex.ru

**Пермяков А. А., Зиненко А. С.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

***Актуальность экспертного анализа  
причин повреждения газопроводов для предупреждения  
возникновения пожара***

Рассмотрены основные причины повреждения газопроводов, наиболее часто приводящие к пожарам на объектах транспорта газа. Представлены характерные для различных типов повреждений экспертные обследования. Показана проблема использования катодной защиты.

*Ключевые слова:* повреждение, газопровод, герметичность, коррозия, запорная арматура, катодная защита.

***Permyakov A. A., Zinenko A. S.***  
*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

***Relevance of the expert analysis of the reasons for damages  
of gas pipelines to prevent fire***

The main causes of damage to gas pipelines, most often leading to fires at gas transportation facilities, are considered. Expert examinations characteristic of various types of damage are presented. The problem of using cathodic protection is shown.

*Keywords:* damage, gas pipeline, tightness, corrosion, stop valves, cathodic protection.

Развитие нефтегазового комплекса, большое количество потребляемой энергии его предприятиями сопровождаются увеличением пожароопасных чрезвычайных ситуаций и, как правило, значительным материальным ущербом. Поэтому экспертная оценка причин возникновения пожаров и проведение мероприятий по повышению пожаровзрывобезопасности нефтегазовых предприятий продолжают оставаться важнейшими элементами обеспечения защиты населения и территорий от техногенных аварий и катастроф.

Как показывает практика, в условиях современного высокотехнологичного процесса доставки газа потребителям необходимость борьбы с угрозами возникновения пожаров и взрывов

зачастую имеет первичное значение не только на территории открытых технологических установок, внутри зданий различного функционального назначения, но и на магистральном газопроводе. Это обусловлено опасностью токсичных выбросов пожаровзрывоопасных веществ по причине аварийных ситуаций в атмосферу.

Анализ пожаров на объектах транспорта газа и изучение физико-химического процесса развития горения показывают, что возникающие пожары носят быстротечный, стремительный характер, наносят огромный материальный ущерб и сильно осложняют функционирование всего технологического процесса.

Основными причинами повреждения газопроводов требующих экспертного анализа и обследования являются: нарушение герметичности газопроводов, дефекты коррозии, повреждение запорной арматуры.

### *Нарушение герметичности газопроводов*

Для обнаружения и предупреждения образования негерметичностей в системе транспорта газа существует ряд методов, каждый из которых по причине существующих недостатков требует слияния и взаимодействия с другими наиболее подходящими и удовлетворяющими условиям испытания методами. Значительное количество механизмов обнаружения и поиск наиболее целесообразных способов их интеграции свидетельствует об актуальности и необходимости экспертной оценки негерметичности газопровода, как одной из наиболее часто встречающихся причин появления и распространения пожара. Акустический метод диагностики технического состояния трубопроводов позволяет обнаружить негерметичность, а также определить упруго-инерционно диссипативные свойства среды за счёт создания условий для возникновения переходного процесса при известных параметрах волновода и среды [1]. При практическом анализе моделируемых электрических линий затухания звуковых колебаний в экспериментальной установке становится возможным обнаружение и, соответственно, оперативное устранение негерметичностей в системе транспорта газа. Таким образом, использование метода акустической диагностики позволяет своевременно определить причину повреждения и свести к минимуму условия для образования горючей среды как внутри системы газопроводов, так и при выходе газа из нее.

### *Обнаружение дефектов коррозии стальных трубопроводов*

В соответствии с методикой [2] внутритрубная инспекция трубопровода проводится двумя компонентами: 1) профилометрия, включающая контроль формы поперечного сечения труб по длине трассы (овальности, задиры, выпуклости, вмятины) и контроль кривизны осей линии трубопровода и определение мест сужения трубопровода); 2) дефектоскопия, включающая контроль основного металла стенок труб и

контроль сварных соединений. Одним из основных параметров по результатам исследования является расчет коэффициента безопасного давления КБД, равный отношению максимально допустимого рабочего давления к безопасному давлению. При максимально допустимом рабочем давлении  $P_{\text{max. доп}}$  допустимыми для дальнейшего использования в технологическом процессе транспортировки газа при текущих ремонтных работах являются дефекты с  $\text{КБД} \leq 1$ , в то время как повреждения, для которых  $\text{КБД} < 1$  являются при неизменном значении рабочего давления не допустимыми. Соответственно, для возможности дальнейшего использования таких газопроводов необходимо устранение дефекта, который является причиной уменьшения коэффициента безопасного давления или понижения максимально допустимого рабочего давления с учетом КБД:  $P_{\text{раб}} = P_{\text{max. доп}} / \text{КБД}$ .

По результатам поэтапного внутритрубного профилометрического и дефектоскопического обследований газопровода, транспортирующего природный газ потребителям, можно сделать вывод, что основной причиной повреждения систем транспортировки газа является дефект - коррозия труб, по классу размера - каверна 63% и поперечная канавка 17% [2].

Экспертное исследование герметичности газопроводов имеет важное значение при оценке возможных причин их повреждения. Во-первых, практическое применения значения коэффициента безопасного давления КБД позволит предупредить повышение статических и динамических нагрузок на внутренние стенки газопроводов. Во-вторых, практические выводы экспертизы дают возможность на этапе планирования технологического процесса транспортировки исключить использование некачественных, дефектных материалов. В-третьих, при проведении дополнительных исследований на предмет подверженности элементов газопровода к коррозионному износу становится возможным замена материала наиболее неустойчивых участков. В-четвертых, результаты дефектоскопии, позволяют исключить использование сварных швов, не обеспечивающих надежной герметизации при транспортировке газа.

### *Проблема использования катодной защиты*

Для защиты от коррозии в газопроводах создается электромагнитное поле, в результате чего образуется разность потенциалов, иными словами, часть системы транспорта газа выступает в роли катода [3]. В таком случае в электростатическом поле заземление приобретает положительный заряд, а стальные участки газопроводов – отрицательный. Непосредственный контакт электродов происходит через конструктивные элементы, проводящие электрический ток. Однако, анализ причин повреждения элементов транспорта газа дает понять, что даже при соблюдении требований государственных стандартов и сводов правил относительно защитных параметров,



катодная защита не всегда может обеспечить гарантированную защищенность от коррозионного износа. Например, при таком повреждении, как отслоение изоляционного покрытия, у которого отсутствует связь со средой перпендикулярно направлению газопровода. При такого рода дефектах электрофизическое взаимодействие со средой осуществляется на расстоянии нескольких метров посредством канала электролитов. Причиной образования такого канала может являться отслоение участка покрытия вдоль запорной арматуры или участка сварного соединения. В данном случае использование катодной защиты не может до конца обеспечить защищенность от коррозии. Достаточно свободный подвод деполяризаторов и отвод отложений коррозии зачастую приводят к коррозионному повреждению.

### *Повреждение запорной арматуры*

Запорная арматура является одним из наиболее важных элементов газопроводной системы. Необходимость в нормально функционирующем комплексе запорной арматуры обуславливается рядом причин: во-первых, при отказавшей запорной арматуре режим работы трубопроводов нарушается, что может повлечь за собой частичную или полную разгерметизацию с выходом газа в атмосферу. Во-вторых, отсутствие или неисправность запорной арматуры лишает возможности контролировать процесс транспортировки, что может повлечь за собой возникновение чрезвычайной ситуации. В следствие этого крайне актуальным является экспертный анализ причин повреждения и текущего состояния запорной арматуры методами металлографических исследований. Современные методы диагностирования запорной арматуры позволяют определить наличие дефектов в виде трещин деталей корпуса, задвижек. На основе анализа случаев отказа запорной арматуры выведены основные причины ее повреждений, а именно: потеря эластичности и герметичности в результате механического износа используемых уплотнений, возникновение микротрещин на элементах винтового крепежа, низкое качество материала, разрушение корпусов задвижек вследствие образования трещин при кристаллизации формовой отливки, не герметичность и др. Многообразие возможных повреждений запорной арматуры доказывает необходимость изготовления ее элементов с учетом заключений экспертных исследований и диагностик о возможных причинах повреждения.

### *Полиэтиленовый фитинг для защиты трубопровода от выброса природного газа при случайном повреждении*

При монтаже современных газопроводов все большим спросом пользуются полиэтиленовые фитинги с установленным внутри защитным клапаном, реагирующим на повышенный газовый поток. Применение такого клапана позволяет обеспечить необходимую защиту элементов транспорта газа от выброса в случае повреждения или

аварийного режима работы. В зависимости от защитных клапанов и материалов, используемых при их изготовлении, различают фитинги с редукционными и равно проходными муфтами и фитинги с седловыми отводами с нагревателями [4].

Принцип действия защитного клапана потока газа заключается в срабатывании подвижного элемента (запорного диска) при уменьшении давления на входе клапана и увеличении давления на его выходе. В случае, когда значение давления примерно постоянно, средний расход газа не подвержен резким изменениям при колебаниях давления в газопроводе, запорный диск полиэтиленового фитинга находится в открытом неподвижном положении. Неподвижность клапана обеспечивается правильным выбором усилия в пружине, которое определяется исходя из основных рабочих параметров (давление, скорость газового потока, турбулентность и др). В следствие повреждения какого – либо участка газопроводной сети давление в ней резко уменьшается, что приводит к резкому повышению давления на запорный элемент. Под этим воздействием происходит смещение подвижного элемента и по направлению движения газа. Плотное прижатие запорного элемента обеспечивает надежную герметизацию участка газопровода, соединенного с клапаном. Таким образом, уменьшается объем выбрасываемого в атмосферу газа в результате повреждения газопровода. Помимо этого, в поврежденную часть трубопровода прекращается поступление газа, что помогает значительно уменьшить геометрические размеры очага пожара и не допустить значительного изменения давления в действующем газопроводе.

#### **Литература**

1. Плаксин А. И. Диагностика герметичности стенки магистрального газопровода акустическим методом. Тюмень, 2012. С.1-3.
2. Исмаилова З. Ф. Аналитическое исследование внутритрубной диагностики газопровода-отвода для выявления наиболее опасных дефектов. «ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ». №9. 2019. С. 159
3. Петров Н.А., Шамшетдинова Н.К. О влиянии сквозных повреждений изоляционного покрытия газопроводов на параметры катодной защиты / Вестник ТГУ, т.4, вып.2, 1999. С. 182.
4. Яковлев Ю.А. Безопасность при обрыве газопровода / Технологии и материалы: полимерные трубы №1(35) – Март. 2012. С. 70-72.

**Петриева О. В., Трофимец Е. Н.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

### ***Методика оценки показателей помехоустойчивости каналов радиосвязи и ее достоверности в условиях ЧС***

Рассмотрены основные задачи и требования для достижения заданного качества связи на основе использования количественных методов оценки помехоустойчивости каналов радиосвязи: своевременности, достоверности (надежности) и безопасности, достигаемых при их использовании.

*Ключевые слова:* помехоустойчивость, канал радиосвязи, достоверность связи, показатель эффективности, вероятность, вероятностно-временные характеристики.

**Petrieva O. V., Trophimets E. N.**  
FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg

### ***Method for evaluating the noise immunity of radio communication channels and its reliability in emergency conditions***

The main tasks and requirements for achieving a given quality of communication are considered based on the use of quantitative methods for evaluating the noise immunity of radio communication channels: timeliness, reliability and safety achieved when using them.

*Keywords:* noise immunity, radio communication channel, communication reliability, efficiency indicator, probability, probability-time characteristics.

Важное место в решении задач, по обеспечению управления силами занимает изучение средств радиосвязи, предназначенных для быстрого и точного приема сообщения о пожаре, поддержания связи с подразделениями, находящимися в пути и на месте пожара, связи между подразделениями и должностными лицами в ходе тушения пожара, своевременного вызова дополнительных сил, а также, все шире внедряемых в пожарной охране автоматизированных систем оперативного управления средствами тушения пожаров и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Радиосвязь осуществляется по радиопередачам различных диапазонов волн. При этом передача производится по соответствующим каналам радиосвязи (КРС), основу которых составляют автоматизированные комплексы связи и каналобразующие радиосредства, развернутые в системы частотно, пространственно и территориально разрозненного приема (передачи) сигналов радиосвязи. Качественные характеристики КРС во многом зависят от правильного выбора их пространственно-энергетических параметров (ПЭП) с учетом требований к вероятностно-временным характеристикам (ВВХ) связи [1].

В практике радиосвязи, организуемой в режиме ЧС приходится решать две основные задачи. Первая из них состоит в том, чтобы по известным ПЭП КРС оценить его помехоустойчивость в ожидаемой ситуации управления силами и ВВХ связи, вторая - по заданным требованиям к ВВХ и достоверности связи определить требования к ПЭП КРС, при которых будет достигнуто заданное качество связи [2]. Обе эти задачи могут быть правильно решены только на основе использования количественных методов оценки помехоустойчивости КРС, достоверности и своевременности связи, достигаемых при их использовании.

Методика оценки надежности радиосвязи не учитывает в полной мере особенностей КРС (построение трактов разнесенного приема сигналов радиосвязи, алгоритмов их работы и т. п.), что не дает возможности достаточно объективно оценить помехоустойчивость КРС и эффективность мер по её обеспечению. Кроме того, не позволяет определить пороговые характеристики каналов исходя из заданных требований к достоверности радиосвязи.

Методики оценки ВВХ передачи информации по КРС с учетом особенностей их построения, работы и ПЭП в настоящее время требуют совершенствования.

В самом общем смысле под эффективностью (качеством) радиосвязи понимается совокупность тех её характеристик, к которым предъявлены определенные требования. К радиосвязи в условиях ЧС, также как и к другим родам военной связи, предъявляются требования по своевременности, достоверности и безопасности (скрытности) передачи информации, которые и определяют ее качество. В процессе функционирования системы (канала) радиосвязи за счет воздействия различных факторов качество радиосвязи может отличаться от требуемого. С этой точки зрения и есть смысл говорить об эффективности радиосвязи как о степени соответствия её реального качества предъявляемым требованиям.

Оценка эффективности радиосвязи может определяться по различным показателям, учитывающим специфику условий ведения связи, ГТХ средств и комплексов радиосвязи и, наконец, требования, предъявляемые к связи, как к процессу передачи информации [3].

К системам радиосвязи специального назначения помимо качества связи предъявляется целый ряд других требований: живучесть, устойчивость, пропускная способность, разведзащищенность и т. д., что во многом предопределяет все остальные характеристики систем радиосвязи при ЧС [4, 5].

Своевременность характеризует способность связи обеспечивать передачу (доставку) информации в заданные сроки. Реальное время пребывания сообщений в системе (канале) радиосвязи  $T_d$  включает в себя время выполнения вспомогательных операций: доставки сообщений и их обработки на конечных пунктах, время ожидания передачи и собственно время передачи по радиоканалу. Так, время доставки сообщения по тракту,

составленному из  $m$  последовательно соединенных каналов, разделенных узлами (станциями), равно:

$$T_d = \sum_{v=1}^m t_v$$

Где  $t_v = t_{ov} + t_{пv}$  – время прохождения по  $v$ -му участку тракта;

$t_{ov}$ ,  $t_{пv}$  – время ожидания и время передачи по каналу

соответственно.

В общем случае величина  $T_d$  случайная, так как складывается из определенного числа отрезков времени случайной длительности и учитывает, в частности, время пребывания сообщения в очереди на передачу.

Сообщение считается доставленным адресату своевременно, если  $T_d \leq T_{\text{доп}}$  и принятое сообщение является достоверным. С точки зрения оценки качества радиосвязи наибольший интерес представляет время передачи сообщения по радиоканалу  $t_{п}$ , исчисляемое от момента начала передачи сообщения до момента окончания его приема. При этом считается, что требования к своевременности передачи сообщения по радиоканалу выполняются, если выполняется условие:  $t_{п} \leq t_{п \text{ доп}}$ , где  $t_{п \text{ доп}}$  – допустимое время передачи сообщения, являющееся одной из составляющих общего допустимого времени пребывания сообщения в системе радиосвязи.

Время передачи сообщений по радиоканалу зависит от объема и скорости его передачи, а также от характеристик канала и средств радиосвязи [4, 5]. Так как сообщение должно быть передано с достоверностью не ниже заданной, то интервалы времени, на которых требования к достоверности не выполняются, относят к задержкам в передаче сообщения.

Достоверность передачи информации (связи) характеризует степень соответствия принятых сообщений переданным.

Количественная оценка достоверности передачи дискретных сообщений по каналам радиосвязи может быть произведена на основе оценки вероятности достоверного приема отдельных сообщений  $P_{\text{ПР}}$ :

$$P_{\text{ПР}} = P_{(n_{\text{и}} \leq n_{\text{д}})} = P_{(K_{\text{ОШ}} \leq \alpha)} b$$

где  $n_{\text{и}}$  и  $n_{\text{д}}$  – число ошибок и его допустимое значение в сообщении объема  $M$  знаков ( $\alpha M$ );

$K_{\text{ОШ}} = \frac{n_{\text{и}}}{M}$  – коэффициент ошибок сообщения, содержащего  $n_{\text{и}}$  искаженных знаков (стираний и трансформаций);

$\alpha$  – допустимое значение коэффициента ошибок, равное допустимой вероятности ошибочного приема знака. [ $P_{\text{ОШ доп}}$ ].

В данном случае выполнение условия  $n_{\text{и}} \leq \alpha M$  является критерием достоверного приёма одиночного сообщения объема  $M$ , а величина  $P_{\text{ПР}}$  – показателем достоверности связи. Критерием того, что связь будет достоверной, является выполнение одного из эквивалентных условий:

$$P_{\text{ПР}} \geq \beta, P_{\text{ОШ}} \leq \alpha$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – величины, характеризующие требования к достоверности связи.

Полагая ошибки в сообщении независимыми, появляющимися с вероятностью  $P_{\text{ОШ}}$  для вероятности правильного приема сообщения на выходе канала (у получателя) можно записать следующую формулу:

$$P_{\text{ПР}} = \sum_{j=0}^{[\alpha M]} C_M^j P_{\text{ОШ}}^j (1 - P_{\text{ОШ}})^{M-j}$$

где:  $[\alpha M]$  - наибольшее целое от величины  $\alpha M$ .

Представляет интерес выяснить, при каких условиях неравенство  $K_{\text{ОШ}} \leq \alpha$  возможно заменить на неравенство  $P_{\text{ОШ}} \leq \alpha$ , часто используемое в качестве условия достоверности принятого сообщения. На рис.1а представлена зависимость вероятности  $P_{\text{ПР}}$  от величин  $P_{\text{ОШ}}$  и  $\alpha M$ .

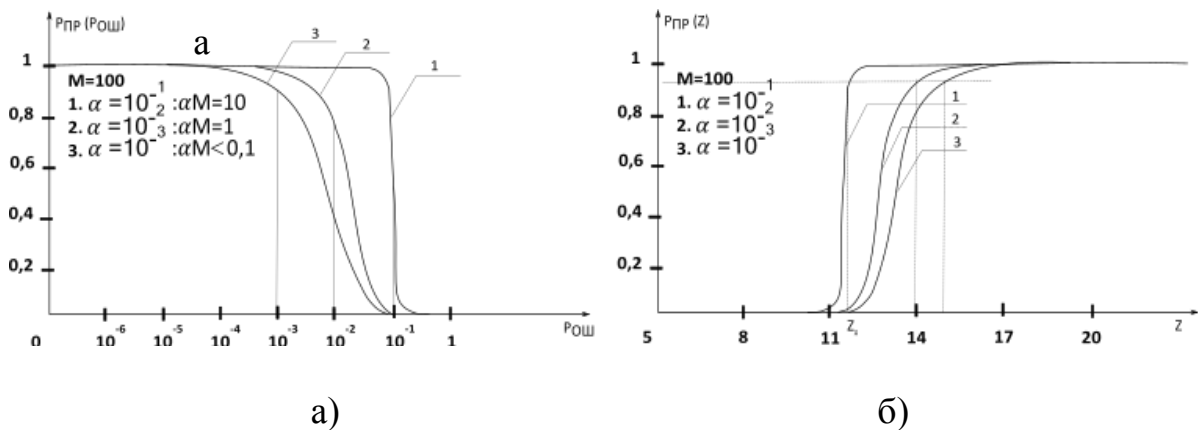


Рис. 1. Зависимость вероятности  $P_{\text{ПР}}$ .

Непосредственно из графиков можно получить, что для значений  $\alpha M \geq 10$

$$P_{\text{ПР}} = \begin{cases} 1, & \text{при } P_{\text{ОШ}} \leq \alpha \\ 0, & \text{при } P_{\text{ОШ}} > \alpha \end{cases} \quad (1)$$

$$K_{\text{ОШ}} = \alpha = \frac{n_{\text{ОШ}}}{M}, \Rightarrow \alpha M = n_{\text{ОШ}}$$

Таким образом, условие достоверности связи  $P_{\text{ОШ}} \leq \alpha$  можно использовать для оценки достоверности приёма одиночных сообщений, когда  $\alpha M > 10$ .

Например, использование этого условия при оценке достоверности приема сообщений из  $M=100$  знаков при  $\alpha = 10^{-3}$  может привести к существенным погрешностям, а при  $\alpha \geq 10^{-1}$  ошибки невелики.

На рис.1 изображена зависимость вероятности достоверного приема

сообщения от превышения сигнал-помеха  $Z$ , из которой видно, что  $P_{\text{ПР}}(Z)$  имеет ярко выраженный пороговый характер при  $\alpha M \geq 10$  и условие

$$(1) \text{ можно записать в виде: } P_{\text{ПР}} = \begin{cases} 1, & \text{при } Z \geq Z_{\text{д}} \\ 0, & \text{при } Z < Z_{\text{д}} \end{cases}$$

где  $Z_{\text{д}} = P_{\text{ПР}}^{-1}(\beta)$ ,  $\beta$  – заданное значение вероятности правильного приема сообщения.

В каналах с медленными замираниями радиосигналов величины  $Z$  и  $P_{\text{ОШ}}$  становятся случайными функциями времени, то есть случайными процессами [6]. В этом случае в качестве показателя достоверности связи можно использовать математическое ожидание вероятности, определяемое по формуле:

$$\bar{P}_{\text{ПР}} = \int_0^1 P_{\text{ПР}}(P_{\text{ОШ}}) \varphi(P_{\text{ОШ}}) dP_{\text{ОШ}} = \int_{-\infty}^{+\infty} P_{\text{ПР}}(Z) \varphi(Z) dZ$$

где  $\varphi(P_{\text{ОШ}})$ ,  $\varphi(Z)$  – плотности распределения величин  $P_{\text{ОШ}}$  и  $Z$ .

При выполнении условия  $\alpha M > 10$  для нижней границы величины  $\bar{P}_{\text{ПР}}$  справедлива оценка:

$$\bar{P}_{\text{ПР}} \geq \int_0^{\alpha} \varphi(P_{\text{ОШ}}) dP_{\text{ОШ}} = \int_{Z_{\text{д}}}^{+\infty} \varphi(Z) dZ = H,$$

где  $H$  - функция надежности (коэффициент готовности) канала радиосвязи, называемый часто вероятностью связи с достоверностью не ниже заданной. При выполнении этого условия, в качестве показателя достоверности приема сообщений в канале с замираниями, можно использовать показатель надежности радиосвязи  $H$  [7].

### Литература

1. Киндеев Е. А. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие / Е. А. Киндеев, Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016, с.1-8.
2. Ермоленко А.А., Мансур И.А., Чемиринко В.П. Модель оценки структурной скрытности информационных сетей. - В сб.: Модели и методы исследования информационных сетей под ред. Буренина Н.И. Выпуск 4. - СПб: Лицей, 2000, с. 106-116.
3. Петриева О.В., Рудых С.В., Сикарев И.А. Структурная схема автоматизированной системы управления техническим и вспомогательным флотами на внутренних водных путях российской федерации. Морская радиоэлектроника. 2013. № 1 (43). С. 22-24.
4. Batkovsky A.M., Fomina A.V., Semenova E.G., Trofimets V.Ya., Trofimets E.N. Method for adjusting current appropriations under irregular funding conditions. Journal of Applied Economic Sciences. 2016. Т. 11. № 5. С. 828-840.
5. Батьковский А.М., Трофимец В.Я., Трофимец Е.Н. Научно-методический аппарат решения аналитических задач в оборонно-промышленном комплексе. Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 6. С. 173-193.
6. Ныркoв А.П., Петриева О.В., Сикарев И.А. К вопросу функциональной устойчивости основных характеристик автоматизированных идентификационных систем. Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. 2010. № 19. С. 18-19.
7. Ныркoв А.П., Петриева О.В., Чистяков Г.Б. Автоматизированное управление высокоточной постановкой средств навигационного ограждения на ВВП РФ с использованием ГЛОНАСС. Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. 2010. № 19. С. 44-45.

**Пустовалов И. А., Давиденко А. С.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

**Тоцкий Д. В.**  
ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону

## ***Обзор компонентов в составе современных вспучивающихся огнезащитных покрытий***

В статье представлен обзор современных компонентов, применяемых при производстве вспучивающихся огнезащитных покрытий. Описана их роль и влияние на атмосферостойкость вспучивающихся огнезащитных покрытий.

*Ключевые слова:* старение, огнезащитное покрытие, нанокomпонент, атмосферостойкость.

***Pustovalov I. A., Davidenko A. S.***  
*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

***Totsky D. V.***  
*FSBEI of Higher Education Don State Technical University,  
Rostov-on-Don*

## ***Overview of components in modern intumescent fire retardant coatings***

The article provides an overview of modern components used in the production of intumescent fire retardant coatings. Their role and influence on the weather resistance of intumescent fire retardant coatings are described.

*Keywords:* aging, fire retardant coating, nanocomponent, weather resistance.

Вспучивающиеся огнезащитные покрытия (ВОП) предназначены для нанесения на ряд горючих или негорючих поверхностей с целью повышения их предела огнестойкости. Огнезащитные покрытия отличаются способностью выделять негорючие газы при контакте с огнём или при воздействии тепловых потоков. Эти газы влияют на скорость распространения пламени, а также уменьшают его интенсивность.

Влияние атмосферных явлений на ВОП в процессе их эксплуатации вызывают преждевременное старение. Процесс старения определяется как действие атмосферных явлений, выражающихся в изменении цвета, текстуры, композиции или формы объектов, что, в конечном счете, приводит к разрушению покрытия или неспособности выполнять некоторые функции (снижение механической прочности, коррозия, снижение адгезионной прочности и т.д.). Наиболее распространенными элементами атмосферных воздействий являются радиация, влага, влияние перепадов температур и газы. [1]. В связи с этим, возникает необходимость модификации ВОП компонентами, повышающими атмосферостойкость (таблица 1).



Перечень основных компонентов, диспергируемых  
в молекулярную структуру ВОП

№ п/п	Компонент	Роль	Влияние на атмосферостойкость ВОП
1	Нано-СДГ (нанометровый слой двойных гидроксидов)	Наноккомпозит	Поглощение тепла и отвод H <sub>2</sub> O и CO <sub>2</sub> при нагревании [1]
2	TiO <sub>2</sub>	Наноккомпозит	Стабильность под воздействием УФ, высокая антикоррозийная (снижение диффузии кислорода в покрытие) и химическая стойкость [1]
3	Пентаэритрит	Источник углерода	Обугливается при горении и под воздействием полифосфорной кислоты превращается в углеподобный продукт [7]
4	Меламин	Вспучивающийся агент	Образует газообразные продукты при разложении (N <sub>3</sub> , NH <sub>3</sub> ) [7]
5	Фосфатированный полианилин (PANI-H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> )	Пористый сферовидный пигмент	Стойкость к воздействию хлорида натрия, повышенная гидрофобность [2]
6	Тальк — Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	Наполнитель	Усиление водостойкости покрытия, повышение теплозащиты, повышение адгезии покрытия с субстратом [3]
7	Цинк (Zn)	Антикоррозионный пигмент	Повышение адгезионных связей. Действует в качестве анода, защищая металл от коррозии [4]
8	Нитрат натрия	Ингибитор [4]	Предотвращает мгновенную ржавчину на сварных швах
9	Полифосфат аммония (APP)	Источник кислоты	Увеличивает процентное содержание коксового остатка, посредством чего происходит самозатухание [5]. При температуре выше 200 °C высвобождает полифосфорную кислоту [6]
10	Борная кислота (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	Антипирен для древесины	Разложение при нагревании с выделением газов, не поддерживающих горение

Полифосфат аммония, пентаэритрит, меламин – основные компоненты ВОП, которые при эффективном взаимодействии друг с другом могут образовывать прочную трехмерную фосфоуглеродистую структуру, замедляя окислительно–восстановительные процессы. Трехмерная фосфоуглеродистая структура повышает степень окисления, что приводит к значительному снижению интенсивности окисления, что благоприятно влияет на показатели огнестойкости. Трехмерная фосфоуглеродистая структура в процессе старения обладает более высокими антиокислительными свойствами, чем аморфная углеродная структура.

Компонентами, представленными в таблице 1 являются наполнители ВОП. Это твердые или жидкие вещества, которые диспергируют в состав полимера для придания ему необходимых эксплуатационных характеристик. Их размеры варьируются от нанометрового до микронного.

В данной статье были рассмотрены основные компоненты, содержащиеся в современных ВОП. Их использование позволяет расширить географию применения ВОП, а также снизить экономические затраты на их ремонт и производство.

#### Литература

1. Zhenyu Wang, Enhou Han, Wei Ke «Effect of nanoparticles on the improvement in fire-resistant and anti-ageing properties of flame-retardant coating» / *Surface & Coatings Technology* 200 (2006) 5706–571
2. S. Sathiyarayanan, S. Syed Azim, G. Venkatachari «Corrosion resistant properties of polyaniline–acrylic coating on magnesium alloy» / *Applied Surface Science* 253 (2006) 2113–2117
3. H. Hazwani Dzulkafli, Faiz Ahmad, Sami Ullah, Patthi Hussain, Othman Mamat, Puteri S.M. Megat-Yusoff «Effects of talc on fire retarding, thermal degradation and water resistance of intumescent coating» / *Applied Clay Science* Volume 146, 15 September 2017, P. 350-361
4. P. A. Sørensen, S. Kiil, K. Dam-Johansen, C. E. Weinell «Anticorrosive coatings: a review» / *J. Coat. Technol. Res.*, 6 (2) 135–176, 2009
5. И. Слепчук, И.В. Горохов, Н.Е. Субботина, И.Н. Кулиш «Исследование термической стабильности стирол-акриловых полимеров, наполненных полифосфатом аммония» / *Технологія легкої і харчової промисловості / Вісник хнту № 4(67)*, 2018.
6. Л.В. Докучаева, А.С. Старостенков, Н.О. Мельников. Исследование процессов ускоренного старения полимерных покрытий / *Успехи в химии и химической технологии*. Том 26. 2012 №2 (131).

**Ракович В. В.***ГУО «Университет гражданской защиты МЧС Беларуси»,  
Минск*

### ***Роль эмоционального интеллекта в воспитании культуры безопасности***

В статье рассматриваются подходы к процессу воспитания культуры безопасности. Отмечается, что важное место в воспитании играют эмоции, так как они способствуют быстрому усвоению новых знаний. Подчеркивается роль эмоционального интеллекта в воспитании безопасного поведения.

*Ключевые слова:* личность, воспитание, культура безопасности жизнедеятельности, поведение, эмоции, эмоциональный интеллект.

**Rakovich V. V.***GUO «University of Civil Protection of the Ministry  
of Emergencies of Belarus»,  
Minsk*

### ***The role of emotional intelligence in fostering a safety culture***

The article discusses approaches to the process of developing a safety culture. It is noted that emotions play an important role in upbringing, since they contribute to the rapid assimilation of new knowledge. The role of emotional intelligence in the development of safe behavior is emphasized.

*Keywords:* personality, education, culture of life safety, behavior, emotions, emotional intelligence.

В настоящее время большое внимание стали уделять формированию культуры безопасности. Не смотря на совместные усилия работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям, педагогов, медицинских и социальных работников, правоохранительных органов и представителей других служб, граждане все равно проявляют беспечность в вопросах безопасности жизнедеятельности. Дети попадают в беду, так как они в силу психофизических особенностей своего возраста не могут полностью отдавать себе отчет о безопасности своих действий. Для них характерно баловство, либо желание ощутить риск. Взрослые совершают опасные деяния по разным причинам: безалаберность, халатность, уверенность, что у него все под контролем, переоценка своих сил и возможностей. Но большей бедой является злоупотребление спиртными напитками и совершение действий в состоянии неадекватного поведения.

Все это говорит о том, что, начиная с детства, население нужно воспитывать, прививать им культуру безопасной жизнедеятельности.

Воспитание культуры безопасности – это целый комплекс мероприятий, направленный на формирование правильного, безопасного поведения человека во всех сферах его жизнедеятельности. В современной педагогике много уделено вниманию понятию воспитания.

А. В. Мудрик определяет воспитание «как относительно осмысленное и целенаправленное возвращение человека, более или менее последовательно способствующее адаптации человека в обществе и создающее условия для его обособления в соответствии со спецификой целей групп и организаций, в которых оно осуществляется» [1, с. 165].

И. П. Подласый определяет воспитание следующим образом: «специально организованное, управляемое и контролируемое взаимодействие воспитателей и воспитанников, конечной своей целью имеющее формирование личности, нужной и полезной обществу» [2, с. 7].

С. Д. Поляков определяет воспитание как «целенаправленное влияние на развитие личности школьника» [3, с. 10].

Исследователи М. И. Рожков и Л. В. Байбородова определяют воспитание как «педагогический компонент социализации, который предполагает целенаправленные действия по созданию условий для развития человека» [4, с. 13].

Также В.Н. Мошкин выделяет признаки воспитания культуры безопасности: «воспроизведение у воспитанников культуры безопасности; процесс специально организованного творческого общения воспитанников с педагогом – носителем культуры безопасности; создание благоприятных условий совершенствования готовности к безопасной жизнедеятельности; освоение материальных и духовных ценностей культуры безопасности в деятельности по включению воспитанников в жизнь, способствующей развитию личности, готовой действовать в непредсказуемых условиях» [5, с. 7-8].

Все приведенные выше определения подтверждают идею, что воспитание надо начинать с детских лет, и оно должно быть направлено на развитие личности.

Вторая проблема, которую следует означить в исследовании – это роль эмоционального интеллекта в воспитании культуры безопасности.

Эмоции могут оказывать сильное влияние на поведения ребенка, в том числе и в ситуации возникновения опасности. В последние четверть века в мировой психологии стали активно уделять внимание изучению эмоционального интеллекта и его связи с различными личностными компонентами (Н. Холл, Дж. Карим, К. Белаччи, Э. Фарина, Дж. Майер, Д. В. Люсин, В. П. Шейнов и др.). В частности, Д. В. Люсин определяет эмоциональный интеллект как «способность понимать, развивать способность к регуляции собственных эмоций и эмоций других людей через механизм управления» [6, с. 33].

Особый интерес вызывают исследования, которые доказывают связь эмоционального интеллекта с поведением. Так, В. П. Шейнов

указывает, что «низкие показатели эмоционального интеллекта, с одной стороны, могут способствовать развитию или усилению провокационных форм поведения, унижающего личность других людей, а с другой – способствовать развитию комплекса жертвы» [7, с. 87].

В этом же исследовании утверждается, что «по показаниям таких компонентов эмоционального интеллекта, как «познание эмоций» и «эмоциональное управление и контроль» можно предсказать склонность ребенка подвергаться виктимизации, а показание компоненты эмоционального интеллекта «понимание эмоций других» – склонность к хулиганскому поведению» [6, с. 88].

То есть мы видим, что эмоциональный компонент связан с поведением человека. Это подтверждают и другие данные проводимого В. П. Шейновым и В. А. Карпиевичем исследования. Так, как следуют приведенные ими данные, и эмоциональный интеллект, и его основные компоненты отрицательно коррелируют с агрессивным поведением, а также некритическим поведением [6, с. 93]. Отсюда следует, если повышать эмоциональный интеллект, то будут снижаться негативные характеристики в поведении. Следовательно, если в ходе воспитательной работы будет делаться упор на развитие эмоционального интеллекта, то вероятность использовать модель поведения, которая могла бы приводить к печальным последствиям, будет снижаться. Также можно считать, что человек (и в особенности, ребенок), которому присуще агрессивное или некритическое поведение, могут неправильно оценить обстановку, либо совершать непродуманные действия (исходя из позиции: я справлюсь, я сам смогу, я уже достаточно взрослый и т.д.).

Не менее важными являются утверждения, приведенные в исследовании В. П. Шейнова и В. А. Карпиевича, которые касаются развития эмоционального интеллекта. В работе утверждается, что «при проведении занятий с испытуемыми курсантами позволили повысить уровень их эмоционального интеллекта по всем его компонентам» [6, с. 92]. Следовательно, правильно организованная учебно-воспитательная работа в учреждениях образования позволит повысить эмоциональный интеллект. Поэтому в программу по формированию культуры безопасности жизнедеятельности следует внести занятия, направленные на развитие эмоционального интеллекта.

Следует отметить, что дети охотно проявляют свои эмоции и откликаются на занятия, которые требуют эмоционального подкрепления. Уже в дошкольном возрасте они способны дать позитивную или негативную оценку событий. В более взрослом возрасте они способны уже осознанно выражать свои эмоции. Даже подростки, которые порою пытаются скрывать свои эмоции, сдерживаться, все же в определенной ситуации способны давать волю своим эмоциям. Во многом успех на занятиях зависит от того, кто проводит занятия. Сейчас в арсенале работников, которые проводят занятия по формированию культуры безопасности, достаточно различных

материалов; от наглядностей – до мультфильмов и документального видео. В то же время следует учитывать, что детей следует ограждать от информации, которая несет негативное воздействие. Психика ребенка в детском возрасте еще не способна защищать его от негативного воздействия. И только в старших классах, а также со взрослыми можно уже использовать информацию о трагедиях, которые происходят, когда люди ведут себя неосторожно, нарушают элементарные правила безопасности.

Таким образом, воспитательная работа, которая осуществляется в ходе формирования культуры безопасной жизнедеятельности, способствует развитию навыков безопасного поведения. Во многом этому способствует развитие эмоционального интеллекта, который в свою очередь, помогает человеку выбрать стратегию правильного поведения в различных ситуациях.

### **Литература**

1. Мудрик А. В. Общение в процессе воспитания. М., 2001. 320 с.
2. Подласый И.П. Педагогика: Новый курс: учеб. для студ. высш. учеб. заведений: в 2 кн. М., 2001. Кн. 2: Процесс воспитания. 256 с.
3. Поляков С.Д. Психопедагогика воспитания и обучения. Опыт популярной монографии. М., 2004. 160 с.
4. Рожков М. И., Байбородова Л. В. Организация воспитательного процесса в школе: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. М., 2001. 256 с.
5. Мошкин В.Н. Воспитание культуры безопасности школьников: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. пед. наук (13.00.01) / Мошкин Владимир Николаевич; Барнаульский гос. пед. ун-т. Барнаул, 2004. 44 с.
6. Люсин Д. В. Современные представления об эмоциональном интеллекте // Социальный интеллект: теория, измерения, исследования: сб. ст. / Институт психологии Российской академии наук; под ред. Д. В. Люсина, Д. В. Ушакова. М., 2004. С. 29–36.
7. Шейнов В. П., Карпиевич В.А. Эмоциональный интеллект и виктимизация курсантов МЧС // Системная психология и социология. 2020. № 1(33). С. 85-99.

**Самсоник А. Р., Попко Е. Р.**

*ГУО «Университет гражданской защиты Министерства  
по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»,  
Минск*

### ***Повышение уровня диагностики профессиональной подготовки спасателя-пожарного***

Выполнение приемов и упражнений по учебной дисциплине «Работа с пожарно-техническим вооружением и аварийно-спасательным оборудованием» с контролем времени рассматриваются как критерии диагностики профессиональных компетенций.

*Ключевые слова:* норматив по времени, диагностика профессиональных компетенций.

**Samsonik A. P., Papko E. R.**

*State educational establishment  
«University of Civil Protection of the Ministry of  
Emergency Situations of the Republic of Belarus»,  
Minsk*

### ***Diagnostic level upgrading of the professional training of the fire rescuer***

The implementation of techniques and exercises in the discipline "Work with fire-technical arrangement and emergency and rescue equipment" with time control are considered as criteria for the diagnosis of professional competencies.

*Keywords:* time standard, diagnostics of professional competencies.

Совершенствование методов обучения, применение новых методик и их использование является важным направлением повышения качества образовательного процесса. Использование новых форм контроля знаний и умений способствует формированию профессионализма будущего специалиста.

Профессия спасателя-пожарного сопряжена с работой в сложных, экстремальных условиях, такими условиями являются работа в полной экипировке при выполнении задач, связанных с преодолением препятствий при разрушении конструкций и сооружений, работа в задымлённых помещениях, где ограничена зона видимости, работа с пожарно-техническим вооружением (далее – ПТВ) и аварийно-спасательным оборудованием (далее – АСО) и на высоте.

Учебная дисциплина «Работа с ПТВ и АСО» формирует у обучающихся профессиональную готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера и проведению работ по их ликвидации. Учебная программа по учебной дисциплине составлена на основе компетентного подхода в рамках Болонского процесса, профессиональные компетенции в которой

закрепляют квалификационные требования к специалисту-спасателю. Трансформация понятия «квалификация» к понятию «компетентность» в образовательном процессе затрагивает когнитивные и системно организованные интеллектуальные способности личности, которые достаточно трудно привести к единообразной шкале измерения. В качестве критерия диагностики полученных компетенций кафедры пожарной аварийно-спасательной подготовки Университета гражданской защиты МЧС Беларуси предприняла попытку разработки выполнения приемов и упражнений с контролем времени.

Научно обоснованное установление контрольных нормативов, основанное на спортивной метрологии, позволяет обеспечить для всех объективно равные возможности при выполнении заданных упражнений, а также оказывает существенное влияние на состояние боевой готовности пожарных подразделений и качество ликвидации чрезвычайных ситуаций. При составлении контрольных нормативов необходимо исходить из передовых научно-технических достижений, используемых в практике спасателями-пожарными. Выполнение контрольных нормативов актуально не только для обучающихся университета, но и для проведения соревнований, получения допусков к работе, подтверждения и повышения квалификации работников МЧС [2].

Контрольные нормативы должны устанавливаться в строгом соответствии с условиями выполнения упражнений, их сложностью, точностью и с учетом комплекса факторов. В основе их разработки лежит мониторинг времени выполнения профессиональных упражнений, который был получен экспериментальным путем. В течении 2018-2019 учебного года профессорско-преподавательским составом кафедры пожарной аварийно-спасательной подготовки было проведено сплошное выборочное наблюдение времени выполнения обучающимися упражнений и приемов с ПТВ, включенных в текущую аттестацию обучающихся 1-го и 2-го курсов по учебной дисциплине «Работа с ПТВ и АСО». В эксперименте приняло участие 160 обучающихся университета, полученный массив данных состоял из 635 показателей. Первичные результаты были обобщены с помощью инструмента описательной статистики, сгруппированы по их значениям для выявления центральной тенденции. Предположение о нормальном законе распределения времени выполнения упражнений было проверено по критерию согласия Пирсона на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  для каждого вида упражнений, а также по показателям формы распределения – асимметрии и эксцессу [1]. Результаты разработки контрольных нормативов представлены в табл.

Результаты эксперимента по каждому упражнению были проверены на выполнение закона Парето: 20% усилий дают 80% результата. В случае спортивной практики закон показывает, что лучшие результаты составляют 20% от всех измерений. На рис. проиллюстрировано, что лучшее время продемонстрировало 20% обучающихся из 110 участников эксперимента по выполнению упражнения «Сматывание магистральной линии из двух рукавов  $\varnothing 77$ мм «восьмеркой» на руки».



Предлагаемый диапазон времени выполнения упражнений

Наименование упражнений	Диапазоны времени, с
Сматывание рабочей линии из двух рукавов Ø51мм «восьмеркой» на руки	20,0–25,0
Сматывание магистральной линии из одного рукава Ø77мм «восьмеркой» на руки	9,0–11,0
Сматывание магистральной линии из двух рукавов Ø77мм «восьмеркой» на руки	28,0–34,0
Закрепление веревки за конструкцию при помощи узла «Булинь»	5,0–8,0
Закрепление веревки за конструкцию при помощи узла «Штыковой»	6,0–9,0

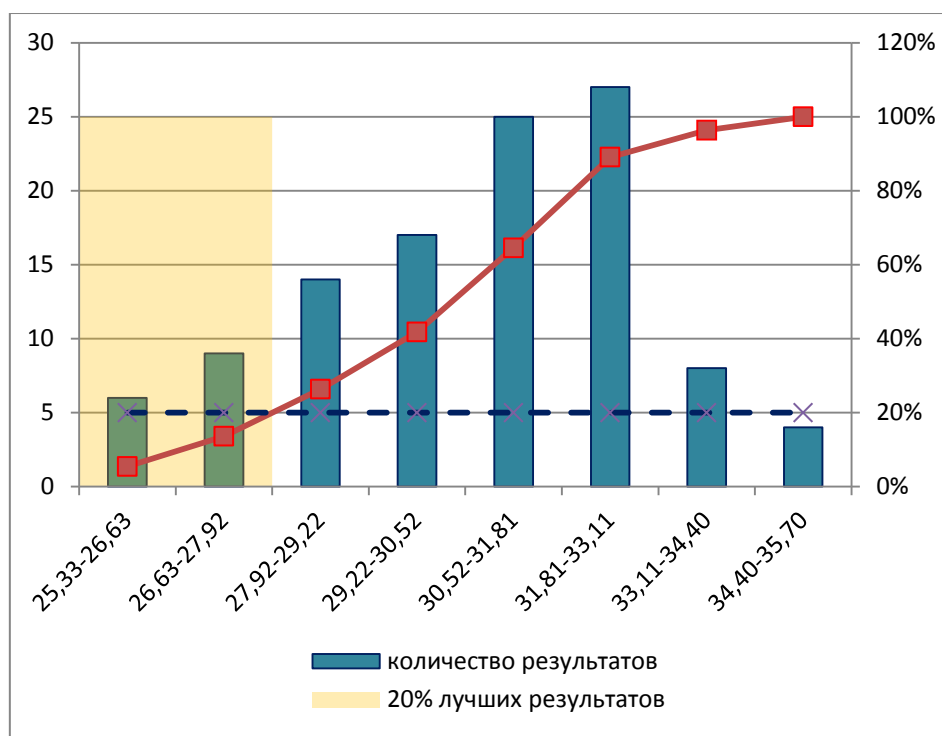


Рис. График выполнения закона Парето

Таким образом, разработка контрольных нормативов по работе с ПВТ и АСО является попыткой выработки гибких критериев для оценки результатов профессиональной подготовки обучающихся. Диапазон времени выполнения каждого упражнения подлежит равноинтервальному разбиению при необходимости выставления рейтинга «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно». Диагностика профессиональных компетенций, проведенная на метрологической основе, является объективной и адекватной итакже может использоваться для проведения соревнований, получения допусков к работе, подтверждения и повышения квалификации работников МЧС.

#### Литература

1. Лагутин, М.Б. Наглядная математическая статистика. М., 2007. 472 с.
2. Трифонова Н. Н. и др. Спортивная метрология. Екатеринбург, 2016. 112 с.

**Сергеев И. Ю.**

*ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России»,  
Железногорск*

### ***Анализ требований к комплексным системам безопасности и систем контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации***

Приведены материалы по анализу требований к комплексным системам безопасности и систем контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации. Выявлено противоречие между необходимостью осуществления высокопроизводительного контроля радиационной обстановки на больших территориях с объектами атомной промышленности и ограничением по оперативности выявления радиационных аномалий существующими способами контроля.

*Ключевые слова:* комплексная система безопасности, радиационный мониторинг, системы контроля, динамический контроль радиационной обстановки.

**Sergeev I. Y.**

*FSBEI of HE "Siberian Fire and Rescue Academy GPS  
of the Ministry of Emergencies of Russia",  
Zheleznogorsk*

### ***Analysis of requirements for complex security systems and radiation monitoring systems on the territory of the Russian Federation***

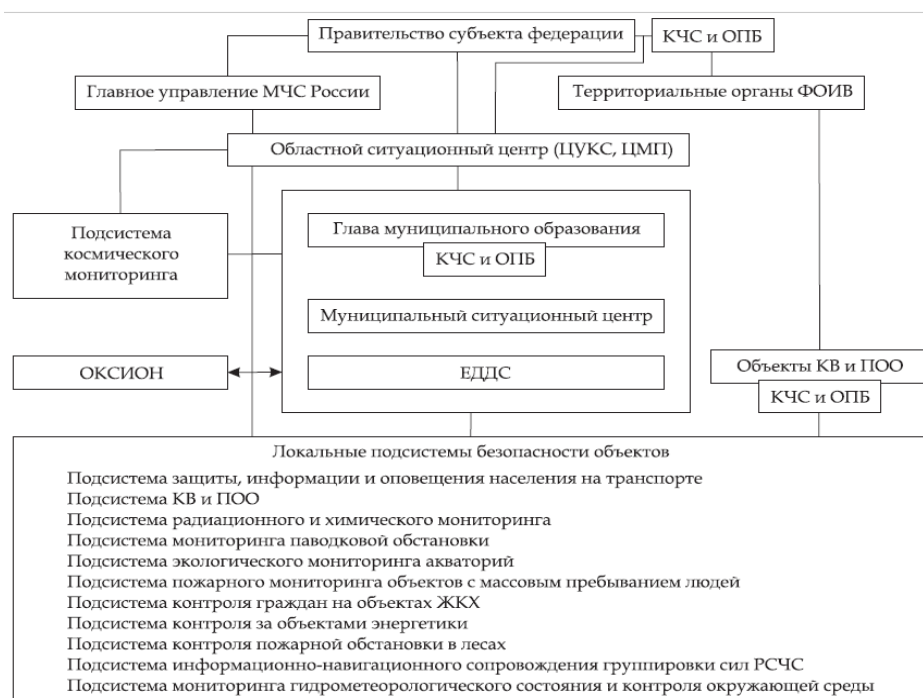
Materials on the analysis of requirements for complex security systems and radiation monitoring systems in the territory of the Russian Federation are presented. There is a contradiction between the need for high-performance monitoring of the radiation situation in large areas with nuclear facilities and the restriction on the speed of detection of radiation anomalies by existing control methods.

*Keywords:* comprehensive security system, radiation monitoring, monitoring systems, dynamic monitoring of the radiation situation.

Комплексная система обеспечения безопасности жизнедеятельности населения (комплексная система) создается на объектах защиты для организации эффективного взаимодействия между органами управления РСЧС в интересах предупреждения и ликвидации кризисных ситуаций техногенного характера, обеспечения безопасности путем сопряжения существующих и создаваемых информационных и технических систем [1] и представлена на рисунке [2,3].

Для создания комплексных систем безопасности жизнедеятельности населения необходимо интегрирование уже существующих средств контроля и элементов безопасности регионального уровня и критически важных объектов с вновь создаваемыми системами безопасности.

Для оценки существующих уровней угроз целесообразно [4] использовать систему показателей критериального типа (индикативных), по величинам которых можно сделать заключение о состоянии рассматриваемых угроз.



*Рис. Комплексная система безопасности*

Важным элементом комплексных систем безопасности субъектов Российской Федерации и территорий с объектами атомной промышленности, на пример закрытых административных территориальных образований (далее – ЗАТО), является радиационная безопасность. Одним из путей предупреждения возникновения радиационных аварий и обеспечения радиационной безопасности населения является проведение эффективного радиационного контроля окружающей среды, различных территорий, радиационно-опасных объектов, транспортных потоков сырья и отходов. Эффективность контроля во многом связана со способами использования (применения) дозиметрических систем.

В настоящее время, подсистема радиационного мониторинга как на территории Российской Федерации, так и на территории локальных объектов, функционирует в соответствии с требованиями [5,6] предъявляемыми к единой государственной автоматизированной системе контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО).

В состав ЕГАСКРО входят автоматизированные и стационарные средства, которые осуществляют с заданной систематичностью контроль за радиационной обстановкой [7].

В случае ухудшения как отдельных параметров так и в целом радиационной обстановки на контролируемой территории, основой для планирования и реализации защитных и превентивных мероприятий могут стать величины прогнозируемых доз облучения [8].

Эффективный радиационный контроль территорий и соответственно работа комплексной системы безопасности, должны основываться на анализе информации, поступающей с постов радиационного мониторинга, использующих стационарные и мобильные средства радиационного контроля [6].

Возможность получения в автоматическом режиме необходимых для радиационного мониторинга данных, определяются в значительной мере объемами финансирования по созданию локальных АСКРО. Основной затратной частью создания эффективной и полномасштабной автоматизированной системы контроля является большая стоимость как разработки или проектирования самой системы, так и непосредственно приобретение и организация функционирования соответствующих автоматизированных постов наблюдения (ПН).

Таким образом, число ПН, например АСКРО, играет значительную роль не только как одна из наиболее важных составных частей системы, но и как часть, формирующая стоимость системы в целом.

Анализ проведенных ранее исследований, выявил отсутствие сведений и предложений по использованию в системах комплексной безопасности территорий с расположенными на них ЗАТО с объектами атомной промышленности способов и средств динамического экспресс-контроля радиационной обстановки, обеспечивающих высокопроизводительный мониторинг транспортных потоков, территорий, акваторий и воздушной среды при условии минимальных затрат времени.

Для обнаружения локальных радиационных аномалий в настоящее время применяют способы динамического радиационного контроля, основанные на непрерывной регистрации мощности дозы излучения при относительном перемещении системы детектирования и объекта контроля. Ограничением известных способов является отсутствие возможности в процессе контроля одновременно проводить обнаружение источника, определение его местоположения и мощности, а также таких параметров, как уровень радиоактивности воды и радиационной обстановки на береговой полосе, мониторинг воздушной среды и определение границ радиоактивного заражения местности на труднодоступных территориях. Указанные обстоятельства в значительной степени снижают оперативность контроля радиационной обстановки на обширных территориях с объектами атомной промышленности.

Таким образом, в настоящее время существует противоречие между необходимостью осуществления высокопроизводительного контроля радиационной обстановки на больших территориях с объектами атомной промышленности и ограничением по оперативности выявления радиационных аномалий существующими способами контроля.

Существующий научно-методический аппарат динамического контроля радиационной обстановки не достаточен для обоснования требуемой совокупности способов динамического контроля для комплексной системы безопасности территорий ЗАТО с объектами атомной промышленности, т.к. в нем не рассматриваются вопросы локализации и

определения степени опасности радиационных аномалий в процессе осуществления контроля, определения радиоактивности воды и радиационной обстановки на береговой полосе при следовании системы контроля по протяженным маршрутам, обнаружения радиоактивных выбросов в атмосферу и определения границ радиоактивного загрязнения труднодоступной местности. Кроме того, в известных работах не определены условия выявления радиационных аномалий при минимальном времени проведения динамического радиационного контроля, что не позволяет существенно повысить экспрессность оценки радиационной обстановки на больших территориях и реагирования на ее изменение.

Изучение проблем организации радиационного мониторинга является актуальной задачей [9].

Современные подходы и развитие уровня знаний в области обеспечения комплексной безопасности дают возможность формировать стратегии профилактической и оперативной защиты в интересах обеспечения безопасности населения и территорий за счёт использования актуальных и передовых технических средств, а также технологий и методов контроля, прогнозирования и управления в кризисных ситуациях [10].

#### Литература

1. Концепция комплексной системы обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, утв. МЧС России 16.02.2010, МВД России 19.02.2010, ФСБ России 16.03.2010.
2. С.В. Горбунов, В.П. Малышев. Концепция комплексной системы безопасности жизнедеятельности населения на территориальном уровне (на примере Вологодской области), ISSN 2224 – 8617. Том 2, 2012, №3(3). С. 7 – 15.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2003 №794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
4. ГОСТ Р 53704–2009. «Национальный стандарт Российской Федерации. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования», Приказ Ростехрегулирования от 15.12.2009 № 1140–ст.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 20.08.1992 г. № 600 «О единой государственной автоматизированной системе контроля радиационной обстановки на территории Российской Федерации».
6. Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Монография, ФКУ ЦСИ МЧС России – 2013 г. – С. 139–147.
7. Методические рекомендации по защите населения в зонах возможных чрезвычайных ситуаций радиационного характера; МЧС России. М., 2005. 84 с.
8. Лесных В.В. Система компенсации экономического ущерба от аварий на объектах ядерной энергетики.– М.: Страховое дело, 1994, №1.
9. Сергеев И.Ю. Предложения по способам контроля радиационной обстановки для системы комплексной безопасности закрытого административного территориального образования с объектами атомной промышленности. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. № 1 (28). С. 63-71.
10. Сергеев И.Ю., Гарелина С.А., Латышенко К.П., Валуев Н.П. Математическое моделирование дозиметрических систем контроля // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2020, №1.- С.64-68.

**Смирнова Н. С.**

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия –  
филиал ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС»,  
Владивосток*

**Федосенко Е. В.**

*ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург*

### ***Особенности личности курсантов МЧС России: сравнительный анализ***

В статье представлен сравнительный анализ личностных качеств курсантов 1 и 5 курсов университета ГПС МЧС России (Дальневосточный филиал). Выявлены значимые различия у курсантов 1-5 курсов таких личностных качеств как, мотивация к успеху, стрессоустойчивость, ответственность, готовность к риску, а также ранговой структуры ценностных ориентаций.

*Ключевые слова:* курсанты, личностные качества, ценности, готовность к риску, мотивация к успеху, стрессоустойчивость.

**Smirnova N. S.**

*Far Eastern Fire and Rescue Academy -  
branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher  
Education «St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of  
Emergency Situations»,  
Vladivostok*

**Fedosenko E. V.**

*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

### ***Personality traits of cadets of EMERCOM of Russia: a comparative analysis***

The article presents a comparative analysis of the personal qualities of cadets of the 1st and 5th courses of the University of GPS EMERCOM of Russia (far Eastern branch). Significant differences in personal qualities such as motivation to success, stress tolerance, responsibility, risk-taking, and the rank structure of value orientations were revealed in the 1st-5th year students.

*Keywords:* students, personality, values, willingness to take risks, motivation to succeed, ability to handle stress.

Актуальность темы исследования вызвана оптимизацией и развитием профессиональных кадров МЧС России в современном обществе.

Коллегия МЧС России утвердила основные направления развития системы подготовки кадров до 2020 года, поставила новые задачи по совершенствованию управления кадровыми процессами на основе научно-аналитического и информационного обеспечения, повышение

эффективности использования кадрового потенциала в целях решения задач, стоящих перед системой МЧС России. Кадровый потенциал МЧС России составляет важнейшее достояние, без сохранения и приумножения которого невозможно поступательное развитие МЧС России в целом. Отсутствие эффективных механизмов воздействия на процессы формирования и востребования кадрового потенциала, снижение его профессионализма, могут привести к снижению качества решаемых МЧС России задач [4, С.135].

Учитывая специфические климата-географические особенности, большие расстояния между населенными пунктами Дальневосточного региона, к специалистам экстремального профиля предъявляются повышенные требования. Все эти особенности должны быть учтены в процессе подготовки специалистов в высших учебных заведениях МЧС России.

В отечественной педагогике и психологии уделено большое внимание изучению личностных качеств будущих специалистов, работающих в экстремальных ситуациях: В.И. Байденко, Г.И. Ибрагимова, В.А. Кальней, А.В. Новикова, В.Ю. Рыбникова, А.В. Шленкова и др. [1, 2]. Но несмотря на достаточную изученность данной темы как в теоретическом, так и эмпирическом планах, многие вопросы требуют уточнений, поэтому данная тема не теряет своей актуальности и сегодня.

Целью нашего исследования стало изучение личностных качеств выпускников университета ГПС МЧС России (Дальневосточный филиал) в процессе профессионального обучения.

Объектом исследования явились курсанты первого и пятого курсов университета ГПС МЧС России. Предметом исследования выступили личностные особенности выпускников университета ГПС МЧС России.

Было сделано предположение, что у курсантов университета ГПС МЧС России 1 и 5 курсов личностные качества (мотивация к успеху, стрессоустойчивость, ответственность, направленность на лидерство, готовность к риску) характеризуются значимыми различиями.

В соответствии с целью исследования и для проверки гипотезы был выбран *следующий арсенал методик*: методика «Диагностики степени готовности к риску» А.М. Шуберта; тест М. Рокича «Изучение ценностных ориентаций»; методика социально-психологических установок личности в мотивационно-потребностной сфере О.Ф. Потемкиной; методика «Диагностика личности на мотивацию к успеху» Т. Элрса; методика «Самооценка стрессоустойчивости личности» Е.Е. Лукашевич [3].

Базой исследования послужил филиал СПб УГПС МЧС России Дальневосточная пожарно-спасательная академия г. Владивосток.

Рассмотрим основные результаты исследования: *по методике М. Рокича* в тройку важнейших инструментальных ценностей у курсантов 1 и 5 курсов вошли (табл.1): «здоровье», «наличие верных друзей» и «развитие». Далее для студентов 1 курса большую ценность представляют такие ценности как «материально обеспеченная жизнь», «уверенность в себе», наименее значимыми оказались – «общественное признание»,

любопытно, что на 5 курсе эта ценность, наоборот, входит в четверку самых важных ценностей. Такие ценности как «развлечения», «красота природы и искусства» наименее значимы и для первокурсников, и для выпускников.

Таблица 1

Ранговые места инструментальных ценностных ориентаций  
у курсантов 1-го и 5-го курсов

Наименование ценностных ориентаций	1 курс	5 курс
<b>Здоровье (физическое и психическое)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Наличие хороших и верных друзей</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Материально обеспеченная жизнь (отсутствие материальных затруднений)	3	13
<b>Развитие (работа над собой, постоянное самосовершенствование)</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Уверенность в себе (внутренняя гармония, свобода от внутренних противоречий, сомнений)	5	10
Активная деятельная жизнь (полнота и эмоциональная насыщенность жизни)	6	6
Свобода (самостоятельность, независимость в суждениях и поступках)	7	5
Счастливая семейная жизнь	8	14
Познание (возможность расширения своего образования, кругозора)	9	7
Интересная работа	10,5	12
Любовь (духовная и физическая близость с любимым человеком)	10,5	8
Жизненная мудрость (зрелость суждений и здравый смысл, достигаемый жизненным опытом)	12	11
Продуктивная жизнь (максимальное использование своих возможностей, сил и способностей)	13	9
Творчество (возможность творческой деятельности)	14	16
Красота природы и искусства (переживание прекрасного)	15	17
Развлечения (приятное времяпровождение, отсутствие обязанностей)	17	18
<b>Общественное признание (уважение окружающих)</b>	<b>18</b>	<b>4</b>

В обеих группах по терминальным ценностям произошло выдвижение общих ценностных ориентаций: «воспитанность», «образованность», «ответственность», «аккуратность». Можно предположить, что это связано с тем, что выделенные ценностные ориентации непосредственно формируются в процессе обучения в университете ГПС МЧС России.

Для курсантов 1-го курса ведущими ценностными ориентациями стали «самоконтроль» и «смелость в отстаивании своего мнения, взглядов». Выдвижение первой ценностной ориентации, по нашему мнению, объясняется следованием модели «идеального» сотрудника МЧС России (своего рода эффект «желательного поведения»).



У курсантов 5-го курса «четверку» важных ценностных ориентаций замыкает «исполнительность». Мы склонны объяснять это успешной адаптацией к условиям обучения в университете, сформированному умению выполнять приказы и поручения, соблюдение дисциплинированности, что очень важно в работе спасателя.

В процессе исследования по методике «Готовность к риску» А.М. Шуберта, были выявлены следующие показатели (рис.1).

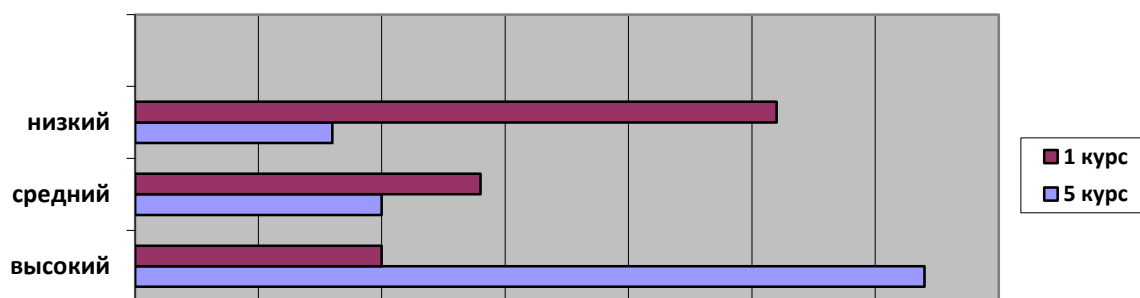


Рис. 1. Результаты обследования по методике «Готовность к риску» А.М. Шуберт

Полученные результаты показывают статистически значимые различия ( $p > 0,05$ ) у курсантов 5-го курса и первокурсников. Так, установлено, что высокий уровень готовности к риску возрастает к 5 курсу у 64 % обучающихся. А низкий уровень готовности к риску, наоборот, уменьшается на протяжении обучения, если на первом курсе низкий уровень готовности к риску выявлен у 52% курсантов, то на 5 курсе – всего у 16% ( $p > 0,05$ ). Мы склонны объяснять это формированием профессионально важных качеств курсантов, к концу обучения выпускники более осознанно относятся к выбору своей профессии и пониманию ее специфики и внутренне готовы к работе в режиме чрезвычайных ситуаций, которые, естественно, сопровождаются той или иной степенью риска.

По результатам методики «Самооценка стрессоустойчивости» (рис.3) статистически значимые различия между первым и выпускным курсами выявлены по шкалам «высокий уровень стрессоустойчивости» ( $p > 0,05$ ) и по среднему уровню ( $p > 0,05$ ) стрессоустойчивости. Мы видим, что уровень стрессоустойчивости у курсантов значительно возрастает в процессе обучения и взросления.

По результатам методики «Самооценка стрессоустойчивости» выявлены статистически значимые различия между первым и выпускным курсами выявлены по шкалам «высокий уровень стрессоустойчивости» ( $p > 0,05$ ) и по среднему уровню ( $p > 0,05$ ) стрессоустойчивости. Мы видим, что уровень стрессоустойчивости у курсантов значительно возрастает в процессе обучения и взросления. Более высокий уровень стрессоустойчивости позволяет справиться с эмоциональными нагрузками, которые обусловлены спецификой профессии, без возникающих

негативных последствий, средний же уровень стрессоустойчивости, наоборот, способствует проявлению беспокойства, тревожности и чувства озабоченности.

По результатам корреляционного анализа у курсантов 5 курса были установлены взаимосвязи между показателем «активность» по методике «Социально-психологические установки личности в мотивационно-потребностной сфере» и «ответственностью» (0,287;  $p \leq 0,05$ ), «дисциплинированностью» (0,397;  $p \leq 0,001$ ), «энергичностью» (0,342;  $p \leq 0,01$ ), «оптимизмом» (0,341;  $p \leq 0,01$ ), «коммуникативностью» (0,824;  $p \leq 0,001$ ).

Таким образом, данное исследование, на наш взгляд, имеет большую практическую значимость, которая заключается не только в психолого-педагогической диагностике курсантов на протяжении всего обучения, но и возможности использования системы средств и методов педагогических воздействий в процессе обучения в образовательной организации, с целью формирования профессионально важных психологических качеств у будущих сотрудников МЧС России. Данные качества согласуются с требованиями профессиональной деятельности и образовательными стандартами высшего образования. Сформированные психологические качества лягут в основу необходимого адаптационного потенциала в профессиональной деятельности.

Эмпирическое исследование также дает возможность получить представление о личностных особенностях современной молодежи, выбирающей столь сложные и рискованные профессии.

Практические рекомендации могут быть использованы сотрудниками психологических служб образовательных организации, с целью коррекции мероприятий, проводимых с обучающимися по психологическому обеспечению процесса обучения.

### Литература

1. Шленков А.В. Методы оценки уровня психологической подготовки сотрудников МЧС России к действиям в экстремальных условиях. Учебно-методическое пособие. СПб., 2005. 109 с.
2. Рыбников В.Ю. Психологическое прогнозирование надежности деятельности специалистов экстремального профиля. СПб., 2000. 250 с.
3. Райгородский Д.Я. Практическая психодиагностика. М., 2011. 672 с.
4. Овечкин, Д. В. Современные подходы при подготовке и расстановке кадров в условиях специфики работы в системе МЧС России / Д. В. Овечкин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 41 (227). — С. 135-137. — URL: <https://moluch.ru/archive/227/52879/> (дата обращения: 19.06.2020).

**Терёхин С. Н., Легенький Д. Ю., Вострых А. В.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

### ***Разработка информационной системы оценки уровня противопожарной защиты поднадзорных объектов***

В статье предлагается разработка новой многоуровневой информационной системы, позволяющей повысить уровень безопасности на критически важных и потенциально опасных объектах за счёт использования последних цифровых технологий и существующего математического аппарата.

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, риск, пожарная безопасность, объект защиты.

**Terekhin S. N., Legenkyi D. Y., Vostrykh A. V.**  
FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg

### ***Development of an information system for assessing the level of fire protection of supervised facilities***

The article suggests the development of a new multi-level information system that allows to increase the level of security at critical and potentially dangerous objects by using the latest digital technologies and existing mathematical apparatus.

*Keywords:* emergency, risk, fire safety, object of protection.

Пожарная безопасность является одним из основных элементов, составляющих обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Высокий уровень защиты от пожаров напрямую влияет на уровень развития нашей страны в социально-экономическом аспекте, так как любое происшествие в зависимости масштаба приводит к материальному ущербу и возможным человеческим жертвам или травматизму [1].

Проведённый статистический анализ аварии и происшествий на критически важных и потенциально опасных объектах за последние десятилетие наталкивает на выводы, что технический прогресс всё сильнее подвергает человечество риску и всё большей опасности. Только на территории нашей страны за последние 10 лет от техногенных аварий пострадало более 4 млн. человек, из них погибло более 300 тыс. человек [2].

Техносфера, созданная и предназначенная для защиты человечества от внешних воздействий, сама становится источником происшествий и чрезвычайных ситуаций (далее - ЧС). С каждым годом возрастает влияние предприятий друг на друга, растет их мощность, усложняются технологии и процессы, работа оборудования все больше зависит от слаженности и компетенции работников данных объектов защиты (далее – ОЗ). Так как

риски и масштабы аварий постоянно возрастают, необходимо внедрение новых мер и технологий по защите человека и окружающей среды (далее – ОС).

Данные меры имеют огромное влияние на протяжении всего периода существования ОС, в особенности на стадии проектирования, так как именно на ней можно добиться значительного повышения безопасности во всех направлениях.

Сегодня, концепции и подходы к оценке возможности, того, что аварий могут произойти, существенно изменились. Детальный и многосторонний анализ аварии и происшествий на критически важных и потенциально опасных объектах позволяет выделить некоторые общие причины и характеристики их возникновения [3]:

- не рациональный выбор места постройки объекта;
- недостаточный уровень образования и подготовки сотрудников объекта;
- низкий уровень подготовки и осведомлённости в вопросах пожарной безопасности;
- ошибки в проектах и расчётах;
- недостаточная модернизация и автоматизация процессов определения и предотвращения происшествий различного характера.

Данные показатели не являются выходом из актуальных в настоящее время проблем. Необходимо не только находить и анализировать слабые места ОС, но и прогнозировать возможность развития событий при авариях. На смену «классического» подхода изучения техники безопасности и многочисленных правил работы на объектах должна прийти теория риска (теория безопасности на критически важных и потенциально опасных объектах) [4]. Несомненно, нельзя сказать, что «классический» подход нужно отбросить, напротив, его необходимо поставить на твёрдую основу существующего математического аппарата и внедрить в программные продукты для автоматизации процессов и снижения когнитивной нагрузки на сотрудников.

Необходимо отметить, что используемые новейшие подходы с внедрением теории рисков не стремятся проконтролировать все возможные происшествия на ОС, поскольку рассмотреть все варианты практически невозможно, но пытаться предотвратить события, приводящие к тяжелым авариям на критически важных и потенциально опасных объектах безоговорочно необходимо. Следует в наибольшей степени точно прогнозировать аварии на ОС, а также возможный ущерб. Если же эти величины относительно малы, логично заявлять, что объект защиты является безопасным.

В практике научного прогнозирования под риском понимается величина, в которую входят и вероятности аварий на ОС, и ущербы от этих аварий [3]. Исходя из этого различают следующие методы определения величины риска:

- экспертный (метод основан на мнении экспертов);

- статистический (метод основан на статистической обработке данных);
- социологический (проведение социологических опросов для определения уровня опасности);
- модельный (построение моделей воздействия опасных факторов).

Под «приемлемым уровнем риска» понимается риск для которого его величина не превышает некоторого предельно допустимого значения [3]. Отсюда следует общий подход к оценке уровня опасности, который включает в себя прогнозирование вероятностей и ущербов от аварий на ОЗ, расчет оценок риска и сопоставление с некоторыми критическими значениями. В случае превышения допустимых значений, происходит переход к разработке мероприятий по снижению уровня риска [5].

Оценка риска реализации аварии является сложном многогранным процессом, включающим в себя анализ вероятности реализации опасностей аварий на ОЗ влияющих на здоровье человека, имущества и ОС, а также анализ последствий и их сочетания. Исходя из этого приемлемым риском аварии является риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических соображений.

Основными количественными показателями риска аварии на критически важных и потенциально опасных объектах являются:

- технический риск (вероятность отказа оборудования, технических устройств на ОЗ);
- потенциальный риск (вероятность реализации опасных факторов происшествий на ОЗ в пределах анализируемой области);
- индивидуальный риск (вероятность поражения отдельного человека в результате воздействия опасных факторов аварий на ОЗ);
- коллективный риск (количество пораженных людей на аварии);
- социальный риск (характеризует степень критичности последствий реализации происшествия).

Также оценки риска могут быть классифицированы по признаку:

- объекта, воспринимающего опасность;
- относительно состояния здоровья человека;
- относительно состояния ОС.

Выделим основные области приложения теории аварийного риска:

- поддержка принятия решений по выбору схем и технологических приемов на ОЗ, обеспечивающих приемлемый уровень безопасности жизнедеятельности человека и безопасности ОС;
- поддержка принятия решений по территориальному размещению ОЗ;
- разработка планов обеспечения безопасности жизнедеятельности человека и ОС в случае ЧС, обусловленных антропогенными катастрофами.

Важным этапом анализа риска является прогнозирование частотных характеристик аварийных процессов. Одним из факторов, определяющим уровень аварийной опасности от критически важных и потенциально опасных объектах, является частота возникновения на ОЗ происшествий,

влекущих за собой определенный ущерб, который определяется следующими вероятностями:

- вероятность развития происшествия по определенному сценарию, зависящему от характеристик ОЗ;
- вероятность события, инициирующего аварийный процесс;
- вероятность того, что внешние факторы, будут описаны определенным набором числовых характеристик (например, погодные условия).

Рассмотренные вероятности прогнозируются независимо и к их оценке могут быть использованы различные подходы, такие как:

- теория нестационарных гауссовских процессов;
- теории корреляционного анализа статистически устойчивых закономерностей, оценки с помощью марковских моделей;
- оценки с помощью деревьев отказов и деревьев событий [6].

Также могут использоваться некоторые методы, из смежных наук, такие как: квалиметрия [7], эконометрические методы [8], прогностика [9] и т.д.

Сегодня, динамика современного мира требует внедрения цифровых технологий, позволяющих на новом уровне решать сложные многокритериальные задачи оценки рисков. Разработка программных приложений, позволяющих проводить оценку рисков основываясь на математическом аппарате и последних открытий в цифровой индустрии позволят сократить вероятность возникновения происшествий на потенциально опасных объектах.

В настоящей статье предлагается разработка и внедрение новой многоуровневой информационной системы, состоящей из множества баз данных (далее – БД) [10], геоинформационной системы [11] и моделей расчёта развития ситуации. Схематично данная информационная система представлена на рис. 1.

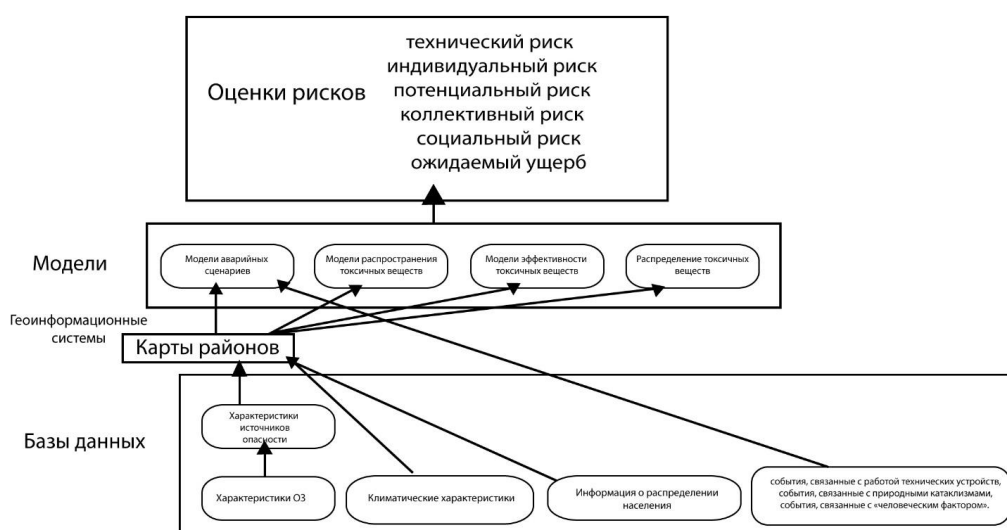


Рис. 1. Предлагаемая к разработке информационная система

Планируется, что проектируемая система будет состоять из 3-х уровней, где на первом уровне будут находиться базы данных различных характеристик ОЗ, частотные данные статистики последних лет, список иницилирующих аварийю событий, статистика аварийных событий и т.д.

На втором уровне находится геоинформационная система, осуществляющая привязку данных к определённой территории, обладающей значимыми свойствами (рельеф местности, расположение по отношению к населённым пунктам, расположение к другим объектам, характеристики ОС).

На третьем этапе на основе БД и информации от геоинформационной системы моделируются сценарии развития ситуаций с расчётом вероятностей реализации аварии и возможного ущерба.

Происшествия и чрезвычайные ситуации, происходящие на критически важных и потенциально опасных объектах, приводят к снижению экономического и финансового потенциалов нашей страны. Внедрение новых информационных систем, основанных на предложенной структуре позволит улучшить показатели в области безопасности жизнедеятельности населения, социально-экономического развития государства и повысить уровень национальной безопасности в широком круге вопросов.

#### Литература

1. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. Программа: "Цифровая экономика Российской Федерации".
2. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: стат. сб. / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2019. С. 124
3. Галеев А. Д., Поникаров С.И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах. Казань, 2017. 152 с.
4. Безбородова О. Е. Анализ риска опасных производственных объектов Методические указания к практическим занятиям по курсу «Управление техносферной безопасностью» Пенза 2014. С. 44
5. Постановление Правительства РФ от 7 июля 2011 г. №555 «О федеральной целевой программе «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации»
6. Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т. II: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. – М.: МЦНМО, 2010. С. 295
7. Азгальдов Г. Г. и др. Квалиметрия – наука об измерении качества продукции // Журнал Стандарты и качество, № 1, 1968 г. С. 34-35
8. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. С. 263
9. Прасолов А. В. Математические методы экономической динамики. СПб., 2008. 352 с.
10. Когаловский М. Р. Энциклопедия технологий баз данных. М., 2002. 800 с.
11. Капралов Е. С., Кошкарев А.В., Геоинформатика. В 2 т. книгах. – Москва: Academia, 2010. С. 272.

*Халиков Р. В., Таныгина А. А.*  
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России,  
Москва

***Применение вероятностной модели горения в замкнутых  
объемах при расследовании пожаров органами  
государственного пожарного надзора***

В статье проведен статистический анализ пожаров, произошедших в зданиях производственного назначения. Определены сложности расследования пожаров на данных объектах. Предложено применение вероятностной модели горения в замкнутых объемах для установления очага горения.

*Ключевые слова:* вероятностная модель, замкнутые объемы, расследование пожаров, органы ГПН.

*Khalikov R. V., Tanygina A. A.*  
FSBEI HE Academy of the State Fire Service  
of the Ministry of Emergency Situations of Russia,  
Moscow

***Application of a probabilistic model of combustion in confined  
spaces in the investigatio***

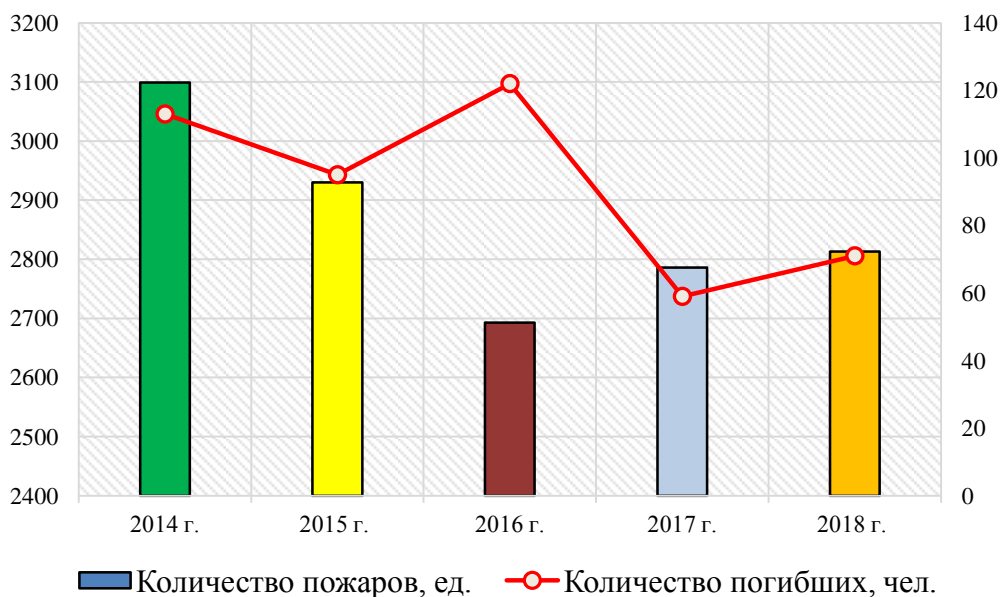
The article provides a statistical analysis of fires that occurred in industrial buildings. The difficulties of investigating fires at these objects have been determined. The application of the probabilistic model of combustion in confined spaces is proposed to establish a combustion source.

*Keywords:* probabilistic model, closed volumes, fire investigation, GPN bodies.

Одной из важнейших функций органов государственного пожарного надзора (далее – ГПН) является расследование и экспертиза пожаров. Особое внимание при расследовании пожара уделяется причинам и месту возникновения первичного очага горения, что в свою очередь может быть осложнено наличием сложной планировки объекта, наличием горючих веществ различного типа и проведением пожароопасных работ работниками объекта до начала задымления. Наличие данных факторов характерно для зданий производственного назначения.

Здания производственного назначения отличаются повышенной пожарной опасностью, так как характеризуется сложностью производственных процессов; наличием значительных количеств легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов; большой оснащенностью электрическими установками и другими пожароопасными факторами. Согласно статистике ВНИИПО за период 2014 – 2018 гг. [1] несмотря на снижение общего количества пожаров и погибших при пожарах в зданиях производственного назначения данные показатели остаются достаточно высокими (рис. 1).





*Рис. 1. График зависимости количества пожаров на количество погибших за 5 лет в зданиях производственного назначения (класс функциональной пожарной опасности Ф 5)*

Как показывает практика, авария даже одного агрегата, сопровождающаяся пожаром и(или) взрывом, на производственном предприятии может привести к целому ряду последствий, например, пожар на химической промышленности, может привести к весьма тяжким последствиям не только для самого производства и персонала, но и для окружающей среды.

При поступлении сообщения о пожаре дознаватель либо орган дознания, обязан в пределах компетенции собрать материалы о проверке сообщения о пожаре и принять по нему решение в срок не позднее 3 суток. Начальник органа дознания вправе по мотивированному ходатайству дознавателя продлить этот срок до 10 суток. В случае получения сообщения о пожаре от диспетчера единой дежурно-диспетчерской службы в орган ГПН, дознаватель отдела немедленно выезжает к месту пожара. При проведении проверки сообщения о пожаре дознаватель собирает всю необходимую информацию для установления причины, производит осмотр места происшествия, документов, предметов вызывает специалистов испытательной пожарной лаборатории МЧС России, в случае необходимости изымает материалы для исследования, назначает судебную экспертизу, принимает участие в ее производстве и получает заключение эксперта в разумный срок. Немаловажным фактором в проведении этих работ является знание процессов и условий горения и взрыва, свойств веществ и материалов, применяемых в технологическом процессе, способов и средств защиты от пожара и взрыва. В результате расследования во многих случаях не устанавливаются причины пожаров, не выявляются виновные лица, не принимаются необходимые меры по возмещению материального ущерба, нанесенного пожаром. Расследование

преступлений, сопровождающихся пожарами на производственных объектах, представляет значительную сложность, главным образом, в связи с уничтожением в процессе локализации и ликвидации пожара следов преступления. Особые затруднения вызывает определение причины пожара на таких объектах и обстоятельств его возникновения, без чего, как правило, невозможно установление признаков состава преступления, его квалификация, выявление виновных лиц. [2]

Таким образом, установление первичного очага горения в зданиях класса функциональной пожарной опасности Ф 5 является сложной и важной проблемой. Данную проблему можно решить применением вероятностной модели горения в замкнутых объемах.

Последовательная совокупность физико-химических процессов горения может быть описана вероятностной моделью горения в замкнутых объемах, которая представляет собой формализованное представление горения веществ в газовой фазе, основанное на представлении горения в виде разветвленно-цепного процесса (далее – РЦП) [3, 4] и теплотехнической модели горения в замкнутом пространстве [5, 6].

Теплотехническая модель позволяет установить, количественные параметры пожара в конкретный промежуток времени используя уравнение 1:

$$d(\rho, V) = G_B X_{1B} dt + G_B X_{2B} dt - G_r X_1 n_1 dt - G_r X_2 n_2 dt - L_1 \psi \eta dt + L_2 \psi \eta dt \quad (1)$$

где  $G_B X_{1B} dt$  – количество кислорода в воздухе, поступающее в замкнутый объем со свежим воздухом;  $G_B X_{2B} dt$  – количество продуктов горения, поступающее в замкнутый объем со свежим воздухом;  $G_r X_1 n_1 dt$  – количество кислорода, выходящее наружу с газами;  $G_r X_2 n_2 dt$  – количество продуктов горения в выходящих наружу с газах;  $L_1 \psi \eta dt$  – количество кислорода, поступающее в зону горения;  $L_2 \psi \eta dt$  – продукты горения, образующиеся при горении.

РЦП горения может быть описан следующей последовательностью [3]:



где,  $x$  и  $y$  – свободные радикалы и атомы, определяющие развитие реакционных цепей;  $A$  и  $B$  – горючая нагрузка и окислитель соответственно;  $P$  – комплекс продуктов химической реакции горения.

Таким образом используя данные модели в совокупности можно получить вероятностную модель на основе теоремы Байеса [7, 8], позволяющую оперативно провести расчет и определить место первичного очага горения:

$$P(A) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)} \quad (4)$$

$$\text{где } P(B) = P\left(\frac{B}{A}\right)P(A) + P(B/\bar{A})P(\bar{A}) \quad (5)$$

где  $P(A)$  – вероятность появления конкретного места первичного очага среди всех возможных;

$P(B/A)$  – совместное распределение выборки из параметрической совокупности, заданной функцией зависимости результата и факторов уравнения 1 - 3, на него влияющих.

На основании проведенных исследований можно сделать следующий вывод: используя вероятностную модель горения в замкнутых объемах можно сделать выборку всех возможных мест возникновения первичных очагов горения и выбрать то место, вероятность в возникновении, в котором будет наибольшей.

### Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 4 с.
2. Дорохова О.В. Актуальные проблемы, возникающие при расследовании преступлений, связанных с поджогами автотранспорта / Дорохова О.В. // III Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» Санкт-Петербург. 2014.
3. В.В. Азатян, И.А Болодьян., В.Ю. Навценья, Ю.Н Шебеко., А.Ю. Шебеко Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разгах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 01.01.2020)
4. Р.В. Халиков Объемное тушение пожаров твердых углеводородов [Электронный ресурс] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования 2019. № 3 (4). С. 201-203. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41579070> (дата обращения 10.01.2020)
5. Кошмаров, Юрий Антонович. Теплотехника: учебник для высших образовательных учреждений МЧС России / Ю. А. Кошмаров; М-во Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Акад. Гос. противопожарной службы. - Москва: Академкнига, 2006. - 501 с.
6. Guan H.Y., Kwok K.Y. Computational fluid dynamics in fire engineering: theory, modelling and practice. Oxford: Butterworth-Heinemann, Elsevier Science and Technology, 2009. 560 p.
7. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс, 2007. – 1408 с.
8. Халиков Р.В. Применение теоремы Байеса для моделирования процесса объемного пожаротушения объектов газокompрессорных станций / Р.В. Халиков // Материалы XIV Международной научно-практической конференция молодых ученых «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы», г. Беларусь, 2020 С. 289-291.

**Черкасов Е. Ю., Савосько С. В., Копейкин Н. Н.**  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

***О температуре нагрева конструкции при остановке  
испытания огнезащитного покрытия  
на огнезащитную эффективность  
(проблемы применения результатов испытаний  
при определении пределов огнестойкости стальных  
конструкций с огнезащитным покрытием  
расчетно-аналитическим методом)***

Проведён анализ состояния ситуации, сложившейся к настоящему времени в области проведения оценки пределов огнестойкости стальных строительных конструкций расчётно-аналитическими методами. Результаты, полученные расчётно-аналитическими методами, должны быть согласованы с экспериментальными результатами испытаний аналогичных строительных конструкций. Очевидно, что условия проведения испытаний должны быть определены исходя из возможности применения их результатов при проведении расчётных оценок в как можно больших случаях.

*Ключевые слова:* нормативные документы, расчётно-аналитический метод, испытания на класс пожарной опасности.

***Cherkasov Eu. Yu., Savosko S.V., Kopeikin N. N.***  
*FSBEI of Higher Education Saint-Petersburg  
University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg*

***About the heating temperature of the structure when stopping  
the fire-protection coating testing for fire-retardant efficiency  
of the coating  
(problems of application of test results in determining the limits  
of fire resistance of steel structures with a fire-resistant coating  
by the calculation and analytical method)***

The analysis of the state of the current situation in the field of assessing the fire resistance of steel building structures by calculation and analytical methods is carried out. The results obtained by computational and analytical methods must be consistent with the experimental results of tests of similar building structures. It is obvious that the test conditions should be determined based on the possibility of applying their results in making estimates in as many cases as possible.

*Keywords:* fire safety, standard, fire resistance, fire endurance, fire test, computational methods, analytical methods.

Элементы строительных конструкций должны иметь пределы огнестойкости не ниже требуемых, установленных в [1]. Как правило, для стальных конструкций, в случаях, когда требуемый предел

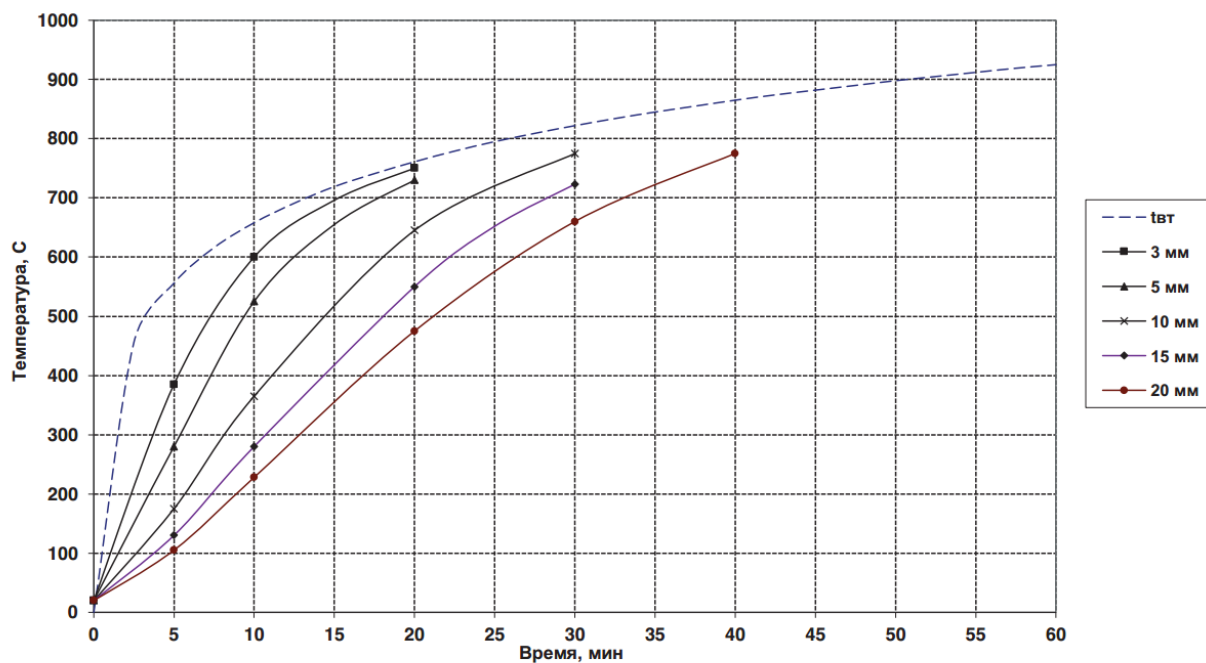
огнестойкости по несущей способности превышает 15 минут, применяются огнезащитные покрытия. Огнезащитные покрытия характеризуются огнезащитной эффективностью – временем нагрева до 500 °С стальной двутавровой балки №20 с нанесённым на неё покрытием при воздействии стандартного температурного режима пожара [2]. Условия проведения испытаний огнезащитного покрытия идентичны условиям испытаний элементов строительных конструкций на огнестойкость без нагрузки [3]. В соответствии с пунктом 11 [3], экспериментальные данные по аналогичным (по форме, материалам и конструктивному исполнению) строительным конструкциям позволяют проводить оценку огнестойкости рассматриваемой лестничной площадки расчетными методами без проведения дополнительных огневых испытаний. В Ленинградском филиале ВНИИПО (сейчас - НИИПИиИТвОБЖ) и испытания и расчёты пределов огнестойкости конструкций производятся с момента основания в 1978 году, а если считать его предшественницу СНИЛ (специальную научно-исследовательскую лабораторию), с 1947 года.

Предел огнестойкости стальных конструкций характеризуется достижением критической температуры, при которой происходит исчерпание несущей способности конструкции. В соответствии с «Пособием по определению пределов огнестойкости конструкций...» [4] для стальных конструкций, испытываемых без нагрузки, критическая температура принимается равной 500 °С. При этом предполагается, что конструкция находится под нагрузкой, не превышающей нормативной. Поскольку СНиП II-2-80 [5] отменён, пособие [4] стало информационно-справочным изданием. В 2003 году вышло письмо Госстроя [6], в котором было рекомендовано при оценке пределов огнестойкости конструкций применять «Пособие...» [4] и сборники «Техническая информация (в помощь инспектору Государственной противопожарной службы)» в связи с тем, что суть методик испытаний (СТ СЭВ 1000-78 [7], ГОСТ 30247-94 [3]) принципиально не изменились.

Поскольку критическая температура стальных несущих конструкций зависит от нагрузки, при нагрузках меньше нормативной критическая температура может заметно отличаться от 500 °С в большую сторону. При наличии результатов испытаний только до 500 °С, при назначении требуемой толщины огнезащитного покрытия, проектировщик вынужден назначать бо'льшую толщину покрытия, чем необходимо для достижения требуемого предела огнестойкости. Чем конструкция менее нагружена, тем больше толщины покрытия пойдёт «в запас», использование которого было бы более логично для более нагруженных элементов. Дополнительно, будет определено поведение огнезащитного материала и крепления при более высоких температурах. Из немногих исследований, позволяющих учесть отличие критической температуры стальных конструкций от 500 °С, следует упомянуть «Инструкции...» [8-10], разработанные ВНИИПО в 2006 - 2012 годах.

Исходя из изложенного, следует, что испытания на огнезащитную эффективность было бы гораздо полезнее останавливать не при достижении стальной конструкцией 500 °С (время достижения которой, безусловно, надо фиксировать), а 700 - 750°С, что позволило бы более обоснованно назначать толщины огнезащитного покрытия для достижения требуемых пределов огнестойкости.

В соответствии с пунктом 5.2.1 [11] предел огнестойкости узлов крепления и примыкания строительных конструкций между собой должен быть не ниже минимального требуемого предела огнестойкости стыкуемых строительных конструкций. В соответствии с пунктом 2.35 [4] предел огнестойкости незащищенных стальных креплений, устанавливаемых по конструктивным соображениям без расчета, следует принимать равным 0,5 ч. Температура незащищенного стального элемента при 30-минутном воздействии стандартного температурного режима пожара будет составлять до 800°С (рисунок 1) [12]. Наличие огнезащиты критическую температуру нагрева крепления изменит мало.



$t_{вт}$  — стандартная температурная кривая по ГОСТ 30247.0;  
 $\delta_{пр}$  — приведенная толщина металла: 3, 5, 10, 15, 20 мм.

*Рис. 1. Номограмма прогрева незащищенных стальных конструкций. Источник: [12]*

Поскольку испытания огнезащитных материалов часто заказывает их производитель, облегчение оценки результатов применения его материалов на конструкциях при разных условиях нагружения, в первую очередь в его интересах.

## Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности №123-ФЗ.
2. ГОСТ Р 53295-2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности».
3. ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».
4. Пособие по определению пределов огнестойкости конструкций, пределов распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов ( к СНиП II-2-80) / ЦНИИСК им. Кучеренко – М.: Стройиздат, 1985. – 56 с.
5. СНиП II-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1981 – 14 с.
6. Разъяснения Управления технормирования Госстроя РФ по наиболее часто задаваемым вопросам, касающимся строительных норм от 16 декабря 2003 г. Интернет-адрес: <http://base.garant.ru/2322989/#friends>
7. СТ СЭВ 1000-78 Противопожарные нормы строительного проектирования. Метод испытания строительных конструкций на огнестойкость.
8. Инструкция по расчету фактических пределов огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой из минераловатных плит Paroc FPS-17. М., 2006. 24 с.
9. Инструкция по расчёту фактических пределов огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой из минераловатных плит Conlit производства фирмы Rockwool. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2011 – 32 с.
10. Инструкция по расчёту фактических пределов огнестойкости стальных конструкций с огнезащитными облицовками из плит КНАУФ-Файербоард ТУ 5742-006-01250242-2009 по стальному каркасу из тонколистовых оцинкованных профилей ТУ 1121-012-04001508-2012 – М., 2012. 39 с.
11. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
12. Стандарт «Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций с применением различных типов облицовок» / Ассоциация развития стального строительства; [Д.Г.Пронин, С.А.Тимохин, В.И.Голованов]. М., 2018. 72 с.

**Шамукова Н. В., Радьков Н. И.**

*ГУО «Университет гражданской защиты МЧС Беларуси»,  
Минск*

***Разработка мобильного приложения  
для оптимизации борьбы с лесными пожарами***

Разработка мобильного приложения для оперативной оценки тушения и последствий лесного пожара с использованием математического моделирования распространения огня.

*Ключевые слова:* лесные пожары, математическое моделирование, нечеткие множества, мобильное приложение.

**Shamukova N. V., Radkov N. I.**

*GUO «University of Civil Protection of the Ministry  
of Emergencies of Belarus»,  
Minsk*

***Development of a mobile application for optimization of the fight  
against forest fires***

Development of a mobile application for the rapid assessment of extinguishing and the effects of a forest fire using mathematical modeling of fire propagation.

*Keywords:* forest fires, mathematical modeling, fuzzy sets, mobile application.

В настоящее время значительное внимание уделяется вопросам безопасности жизнедеятельности, техносферной безопасности, экологии, охране окружающей среды и оперативности реагирования на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. Для решения этих задач необходим комплексный подход, который требует использования больших объемов экологической, картографической и другой количественной информации о состоянии компонент природной среды, что практически невозможно без применения развитых математических методов, программно-аналитических и программно-аппаратных средств информационных и телекоммуникационных технологий.

Уровень информатизации общества позволяет применять программно-аппаратные средства для борьбы с природными пожарами в корпоративных интересах для оптимизации действий спасателей и оперативности принятия управленческих решений.

Под лесным пожаром принято понимать стихийное, неуправляемое распространение огня по лесной площади. Возникновение лесных пожаров тесно связано с наличием и объемами древесной растительности, лесных горючих материалов. Основными задачами при ликвидации природных пожаров для органов МЧС являются оперативная ликвидация природного пожара и минимизация экологических потерь. Древесина является ценным природным материалом, который Республика Беларусь использует на



собственные нужды, а так же экспортирует в другие страны. Поэтому лесные пожары являются угрозой экономической безопасности Республики Беларусь. Мероприятия по предупреждению природных пожаров являются наиболее сложными и трудоемкими. Они представляют комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на выявление и устранение причин пожара, максимальное снижение возможных разрушений и потерь [1].

Для разработки математической модели распространения лесного пожара используется аппарат нечетких множеств. Методика оперативной оценки лесных пожаров на основе такой модели позволяет определить: скорость распространения фронта, флангов и тыла лесного пожара; площадь и периметр лесного пожара; состояние леса в результате пожара; необходимое количество сил и средств для тушения лесного пожара.

Математической моделью пожара является замкнутая ломаная – полигон, используемый метод с применением нечетких множеств оперирует с каждой точкой полигона локально. Кромку пожара- полигон, разбиваем на отдельные линии, затем анализ производим с учетом каждого отрезка в отдельности.

Для любого отрезка известны координаты начальной и конечной точек  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$ . Для нахождения координат точки внутри отрезка, используем уравнение прямой проходящей через две точки:

$$\begin{vmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x - x_1 & y - y_1 \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

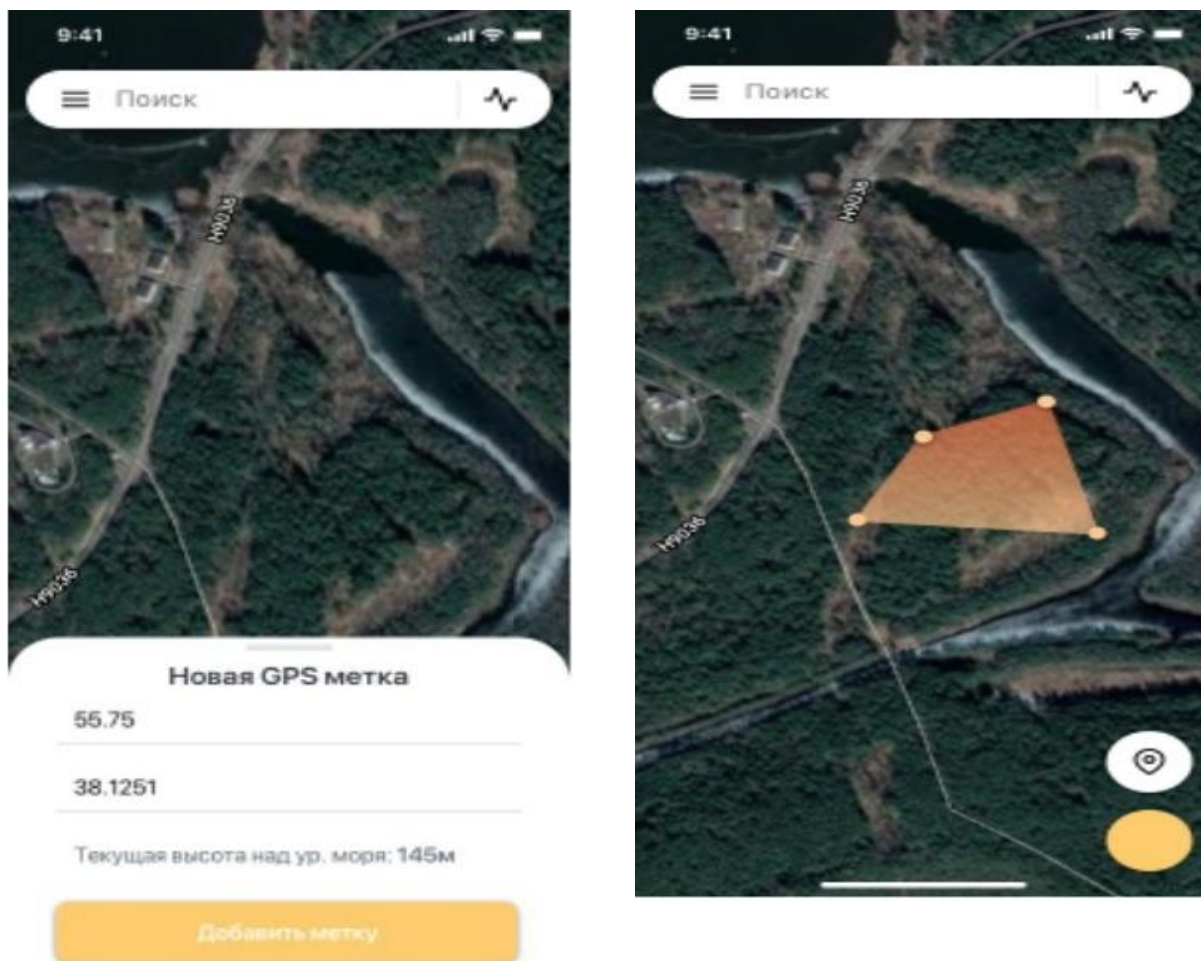
Координату  $x$  также считаем известной и задаем ее в виде  $x = x_1 + \Delta x$ , где  $\Delta x$  - шаг по оси абсцисс. Таким образом, с помощью необходимого числа итераций можно получить разбиение данного отрезка на множество точек. Для применения нечетких множеств необходимо знать отклонение каждой точки в зависимости от направления ветра, т.е. нужно определить угол отклонения  $\alpha$ . Для нахождения этого угла необходимо знать точку центра пожара и территорию его распространения. Предполагается, что все точки имеют единичную массу, тогда центром пожара можно принять центр масс фигуры, ограниченной полигоном. Радиус-вектор центра масс  $\vec{r}$  определяется по формуле:

$$\vec{r} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}, \quad (2)$$

где  $\vec{r}_i$  - радиус-вектор  $i$ -той точки, который совпадает с ее координатами.

Далее можно рассчитать угол  $\alpha$ . Начало отсчета углов предполагается зафиксировать от направления севера [2].

Предложенную методику можно реализовать в виде мобильного приложения, которое на основе географических данных о местности и состояния погодных условий вычерчивает площадь лесного пожара и моделирует ее динамику с течением времени. Разработанные экраны приложения представлены на *рис.*



*Рис. Экраны мобильного приложения*

Такая разработка значительно сокращает время реагирования на чрезвычайную ситуацию и оптимизирует затраты по привлечению сил и средств реагирования. В работе органов МЧС корпоративные приложения являются актуальными, так как позволяют в короткие сроки оценивать чрезвычайную ситуацию и принимать адекватное решение.

### **Литература**

1. Справочное руководство по ликвидации лесных и торфяных пожаров/ сост. А.М.Сегодник [и др.]. – Гродно: Гродненское областное управление МЧС Республики Беларусь, 2012. – 160 с.
2. Основы моделирования и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Комплексный анализ развития фундаментальных природных процессов в земной коре с использованием современных математических методов и информационных технологий. Монография / Трифонова Т.А., Акимов В.А., Абрахин С.И., Аракелян С.М., Прокошев В.Г./ МЧС России; М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2014— 436 с.

*Научное издание*

*Редакционная коллегия:*

**Акулов** Артем Юрьевич, **Корнилов** Алексей Александрович,  
**Демченко** Ольга Юрьевна, **Беззапонная** Оксана Владимировна,  
**Контобойцева** Мария Георгиевна, **Шавалеев** Марат Рамилевич

# Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации

## Часть 1

Сборник материалов Всероссийской научно-практической  
конференции с международным участием,  
посвященной 75-летию Победы  
в Великой Отечественной войне  
(3–7 июня 2020 г.)

*Материалы публикуются в оригинале представленных авторами статей*

Подписано в печать 28.10.2020  
Бумага писчая. Цифровая печать. 10,18 п. л.  
8,78 учет.-изд. л. Тираж 40

Издано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22

Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22